

## **SOMMARIO**

1. PREMESSA.....	2
2. CRITERI GENERALI E RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2.1 Criteri generali e approccio metodologico .....	3
2.2 Riferimenti normativi e di pianificazione .....	6
3. PROCEDURA DI FORMAZIONE DELLA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO .....	8
3.1 Nozioni generali.....	8
3.2 Destinazione d'uso e tipologie di opere, manufatti e strutture presenti.....	8
3.3 Danno .....	9
3.4 Pericolosità .....	12
3.5 Classificazione Del Rischio .....	14
3.6 Elementi potenzialmente danneggiati .....	17
4. MISURE DI MITIGAZIONE E ACCORGIMENTI TECNICI.....	18
5. CONCLUSIONI .....	19
5.1 Approfondimenti sulle aree esondabili e sul rischio idraulico .....	19
5.2 Approfondimenti sulle aree FAVI del PAI e ARA del PTCP – conformità e fattibilità .....	21
6. ALLEGATI.....	23
7. BIBLIOGRAFIA .....	23

## **1. PREMESSA**

Su incarico della Società EMIR SpA è stato eseguito il presente studio di approfondimento inerente la valutazione dell'esposizione, della vulnerabilità e del rischio idraulico per l'impianto di lavorazione inerti situato in loc. Dogana in Comune di Verucchio (RN), con la finalità ulteriore di individuare la vulnerabilità e la pericolosità relativa alla condizione progettuale di riordino funzionale e di riqualificazione dell'area impianti, verificando la compatibilità con il grado di rischio reale per l'attività economica insediata.

Inoltre è stata verificata la compatibilità degli interventi di progetto per la generale riqualificazione dell'ambito occupato dagli impianti di lavorazione e dalle opere accessorie, in relazione alle Fasce di Alta Vulnerabilità Idrologica come definite nel PAI AdB Marecchia-Conca e trasposte nel PTCP Rimini dove vengono identificate con l'acronimo ARA (Aree di ricarica della falda direttamente connesse con l'alveo), valutando le disposizioni normative e le prescrizioni contenute nelle norme tecniche dei citati piani.

L'area infatti ricade all'interno delle fasce esondabili con tempi di ritorno fino a 200 anni e 500 anni come definite ed individuate negli elaborati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Autorità di Bacino Interregionale Marecchia-Conca e all'interno di aree FAVI individuate nello stesso strumento di pianificazione.

Gli approfondimenti sull'esondabilità, del presente studio, riguarderanno la fascia di territorio con probabilità di inondazione con tempi di ritorno fino a 200 anni, per la quale sono state individuate modalità di gestione e specifiche prescrizioni nelle norme di piano PAI.

L'approfondimento è volto a definire nel dettaglio la reale consistenza della pericolosità per inondazione e valutare, in funzione dell'esposizione, il danno potenziale alle opere, manufatti e strutture presenti.

La metodologia di analisi utilizzata ha previsto le seguenti fasi:

1. rilievo topografico di dettaglio dell'area compresa fra le sezioni idrauliche 4 e 5 del modello della AdB;
2. elaborazione del modello 3D di dettaglio per l'area impianti;
3. determinazione dei tiranti idrici sul modello di riferimento utilizzando sezioni di dettaglio con equidistanza 50 metri e sovrapponendo le intercette topografiche della fascia  $T_r=200$  anni della AdB;
4. mappatura dei tiranti idrici e degli elementi esposti;

5. analisi di opere, manufatti e strutture e valutazioni sul valore del danno potenziale.

Lo studio è propedeutico, infine, al POC comunale e funzionale alla generale riqualificazione e riorganizzazione dell'area impianti e delle aree contermini, in particolare la quantificazione della reale esposizione dei beni risulta importante preventivamente agli interventi prospettati di manutenzione e adeguamento delle strutture e dei macchinari, per quanto anche richiesto dalle norme igienico-sanitarie e di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro.

Per quanto attiene alle aree FAVI interessate si rimanda alle conclusioni della presente relazione e alla tavola E7 allegata nella quale vengono sintetizzate le valutazioni complessive sulla compatibilità e sulla fattibilità degli interventi prospettati nella condizione di progetto (condizione individuata dal POC del Comune di Verucchio).

## **2. CRITERI GENERALI E RIFERIMENTI NORMATIVI**

### **2.1 Criteri generali e approccio metodologico**

I criteri e le metodologie di analisi del rischio idraulico fanno riferimento agli aspetti della modellistica idrologico - idraulica finalizzata alla perimetrazione delle aree inondabili determinate dall'Autorità di Bacino Marecchia Conca e alle sezioni di riferimento per l'area di indagine.

Per la valutazione del danno potenziale all'attività economica presente in sito da oltre un trentennio, sono state utilizzate le seguenti informazioni, in parte reperite, in parte elaborate per il presente studio:

- a) Tipo di struttura
- b) Elementi potenzialmente danneggiabili
- c) Altezza dell'acqua (tirante idrico)
- d) Grado di perdita
- e) Esposizione

Sono stati quindi contestualizzati e riportati ad una scala di dettaglio, a livello di rilievo topografico di tutta l'area interessata, i dati di modellazione di prima approssimazione reperiti e trasposti nella cartografia del Piano Stralcio (PAI). Il rilievo di dettaglio è stato eseguito su sezioni parallele con equidistanza di 50 metri per tutta l'estensione di occupazione dell'area impianti, partendo dalla sezione 5 del modello idraulico della AdB e procedendo in direzione della sezione 4 verso Ponte Verucchio.

Sulle sezioni tracciate sono state quindi riportate le intercette della fascia di esondabilità per tempi di ritorno 200 anni, derivandone in conseguenza le altezze dell'acqua relative (tirante idrico).

I valori di altezza d'acqua ottenuti sono stati quindi trasposti sulla planimetria di rilievo derivando la mappa del tirante idrico, suddivisa in classi di altezza  $h$  dell'acqua di piena:

1. Da 0 a 50 cm
2. Da 50 a 100 cm
3. Oltre i 100 cm.

Il modello 3D di riferimento è stato elaborato con software ProST e TopKO di SierraSoft utilizzando il rilievo di dettaglio (elaborazione DTM).

La mappa del tirante idrico, infine, individua gli elementi presenti in base alla reale esposizione all'evento potenziale in funzione delle classi di altezza  $h$  sopra elencate.

I riferimenti metodologici per la stima della vulnerabilità sono stati desunti dai documenti tecnici dello studio *"Modello metodologico per la stima del danno atteso da inondazione"* elaborato dal CNR-IRPI di Torino nel 2007.

Il grado di danno provocato da una inondazione può essere determinato da differenti fattori:

- Livello idrometrico
- Velocità della corrente
- Trasporto di materiale solido e/o flottante
- Durata dell'inondazione
- Velocità di innalzamento dell'acqua.

Una loro quantificazione complessiva risulta molto difficile durante un evento di piena. L'unico parametro preso in considerazione e per il quale sono possibili valutazioni potenziali, è il livello delle acque di inondazione in rapporto ai beni esposti. Di conseguenza il danno potenziale verrà considerato come funzione della sola altezza dell'acqua d'inondazione:

### **D=D(h)**

Il rapporto altezza acqua/grado di danno descrive gli effetti della inondazione su differenti tipologie di beni e definisce curve denominate Stage Damage Curves, con le quali è possibile in prima approssimazione stabilire una scala di effetto del danno.

I migliori riferimenti metodologici riguardo alla gestione degli approfondimenti sugli scenari di valutazione dei rischi e dei danni potenziali da inondazione sono stati desunti dai quaderni tecnici del dipartimento di Tecnologie dell'Università di Amburgo. Si riporta in figura 1 uno schema riassuntivo di *Stage Damage Curves* rielaborato con dati storici dall'Università di Amburgo per diverse tipologie di uso del suolo.

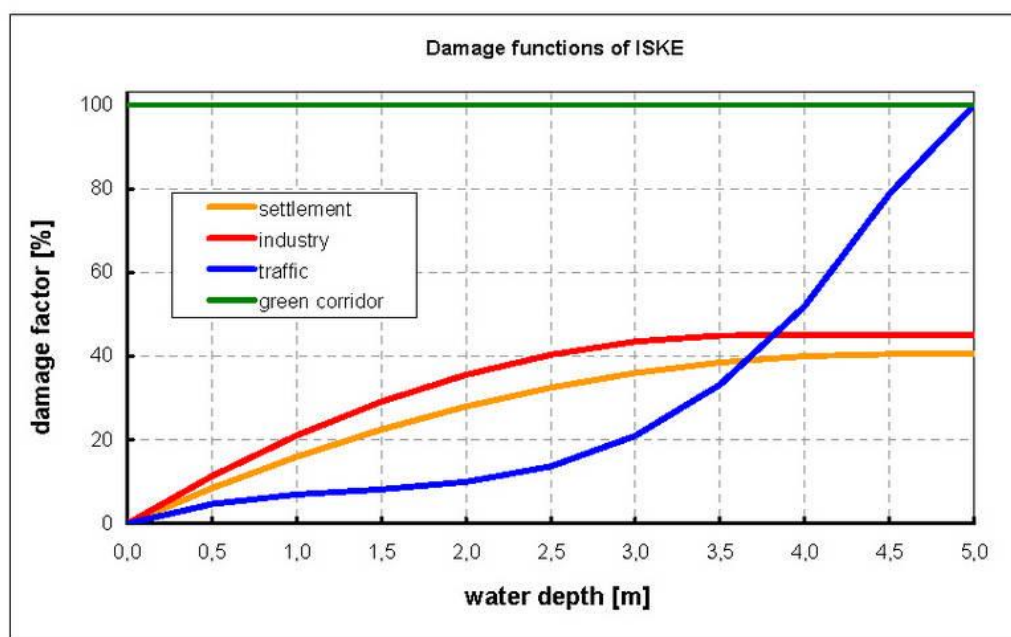


Fig. 1 – altezza dell'acqua in rapporto al fattore di danneggiamento di varie tipologie di attività e strutture – Dip. Tecnologie Università di Amburgo – Flood Manager.

Come è possibile osservare nella figura 1 precedente in riferimento alle tipologie *settlement* (insediamento) e *industry* (attività industriali - economiche) l'incremento maggiore di danni potenziali per gli elementi esposti ad inondazione si ha nella classe di water depth superiore ai 50 cm, con incremento maggiore e stabilizzazione della curva con altezze superiori ai 3,5/4 metri. La prima classe da 0 a 50 cm presenta valori di danno potenziale per gli elementi esposti uguale o inferiore al 10%.

Nel complesso si può quindi affermare che nella prima classe (0-50 cm) i danni più che di tipo strutturale, o di ammaloramento di opere e manufatti, siano derivati dall'impossibilità di accedere alle strutture e agli insediamenti, quindi un danno potenziale indiretto e momentaneo recuperabile in pieno successivamente al deflusso delle acque.

In base alla formula più sopra riportata e mutuata dallo studio CNR-IRPI ne deriva quindi un grado di danno potenziale per altezze d'acqua suddivise nelle tre classi:

1. Da 0 a 50 cm –  $D \leq 10\%$
2. Da 50 a 100 cm –  $D \leq 20\%$
3. Oltre 100 cm –  $D$  compreso tra il 20 e il 30%

La trattazione qui esposta è riferita ad una prima approssimazione del danno potenziale, utilizzando il solo valore dell'altezza d'acqua di piena. Nel seguito della presente relazione verrà approfondito il rapporto esistente tra danno, vulnerabilità, esposizione e rischio, con funzioni di maggiore dettaglio.

Il grado di danno, essendo rapporto della reale vulnerabilità, è opportuno debba ricomprendere anche il rischio di esposizione del personale addetto, oltre che per cose ed opere.

Per l'attività in oggetto l'esposizione del personale è da considerarsi molto limitata, in quanto, come si descriverà meglio nel proseguo della presente relazione, non è prevista la presenza costante e duratura di personale addetto se non in prossimità del punto di carico (tramoggia) posto a quota di sicurezza. Temporaneamente la presenza di personale nell'area è richiesta da interventi di manutenzione e per spostamento e carico del materiale lavorato. E' indubbio che in corrispondenza di eventi di piena e comunque in corrispondenza di periodi con condizioni atmosferiche particolarmente avverse la movimentazione e spostamento di mezzi, nonché gli interventi di manutenzione sui macchinari, siano da escludersi.

## **2.2 Riferimenti normativi e di pianificazione**

La delimitazione delle aree a rischio idraulico è stata condotta dalla Autorità di Bacino Interr.le Marecchia-Conca secondo linee metodologiche coerenti con la normativa vigente e in particolare DPCM del 29.9.98, in attuazione al DL n. 180 del 11.06.1998 successivamente convertito in Legge n.267/1998. In particolare nell'art. 1 del suddetto DL, si sottolinea la necessità che la perimetrazione delle aree inondabili sia condotta mediante adeguati studi idraulici e idrogeologici, in corrispondenza di eventi associati a tre diversi tempi di ritorno compresi rispettivamente tra 20 e 50, 100 e 200, 300 e 500 anni.

Per il caso, conformemente alle linee generali adottate dall'ADB Marecchia Conca 30/11/2011 (cfr. Relazione di Variante Integrazione e aggiornamento "fasce di territorio di pertinenza dei corsi d'acqua") si considerano Tr di 50, 200 e 500 e si fa riferimento alla carte dell'esondabilità relative disponibili per l'area esaminata.

L'impianto di lavorazione e trasformazione inerti della ditta EMIR si imposterà entro la fascia di esondabilità per piene con tempi di ritorno fino a  $Tr=200$  e  $Tr=500$  anni.

In sede di pianificazione, così come previsto dall'art. 1 del DPCM 29 settembre 1998, l'ADB non ha perimetrato e sottoposto a salvaguardia l'area in oggetto come le aree a più alto rischio (R3 ed R4 secondo lo stesso DPCM).

In base all'analisi del Rischio idraulico definito nella relazione descrittiva specifica del Piano Stralcio per L'assetto Idrogeologico della AdB Marecchia-Conca, al paragrafo 4.4, con particolare riferimento alla TAB. A (incrocio tra elementi presenti e tempi di ritorno per l'attribuzione delle categorie a rischio), TAB. 3 (aree con presenza di elementi antropici a rischio), alla TAB. 4 (zone con presenza di elementi antropici a rischio molto elevato, elevato, medio e moderato), si evince che la stessa area è **gli impianti presenti non rientrano tra le zone a rischio elevato e molto elevato.**

Si vuol sottolineare in merito ai modelli idraulici di riferimento, che questi possono essere caratterizzati da imprecisioni e da un grado di dettaglio non sempre corrispondente al grado di vincolo che ne deriva.

Si elencano alcuni punti significativi che possono comportare imprecisioni nelle determinazioni, soprattutto quando legati alla soggettività e alla sensibilità dell'operatore tecnico:

- Interpolazioni fatte su sezioni bidimensionali e quindi non sufficientemente descrittive del modello reale tridimensionale;
- Soggettività nella scelta delle sezioni rappresentative per la descrizione del moto reale e della direzione della corrente che ne presuppone una conoscenza preventiva dello stesso.
- La rettilineità delle sezioni, che non tiene conto della variazione del deflusso rispetto alla sezione stessa;
- L'equidistanza tra le sezioni che non tengono conto degli approfondimenti o degli allargamenti dell'alveo;
- Distanza elevata tra le sezioni in asse;
- Non perpendicolarità delle sezioni soprattutto in corrispondenza di anse e divagazioni del corso fluviale.

### **3. PROCEDURA DI FORMAZIONE DELLA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO**

#### **3.1 Nozioni generali**

Si è proceduto pertanto all'analisi del rischio puntuale caratteristico all'area di interesse facendo riferimento a tutti gli elementi presenti e alla loro vulnerabilità, in rapporto ai dati disponibili e ricavati dal modello idraulico definito dall'ADB e alle cartografie di piano.

Quantificazione del rischio: comprende la fase conoscitiva - previsionale nell'analisi del rischio. In base all'equazione riportata di seguito la valutazione del rischio consiste nella stima della pericolosità dell'evento e del danno conseguente. Nei fenomeni alluvionali, la stima della *pericolosità H* dell'evento di piena si valuta mediante l'analisi idrologica. La pericolosità viene espressa in termini di tempo di ritorno,  $Tr$ , individuando così eventi di piena per prefissati valori di  $Tr$ .

La stima del *danno* ( $= E \times V$ ) associato ad un prefissato evento di piena si basa prima di tutto sulla definizione delle aree vulnerabili attraverso il tracciamento delle *mappe di esondazione*.

IL rischio è dato ' data dalla sovrapposizione della carta della Pericolosità con la carta del Danno

$$R = EVHt = DHt$$

ove  $Ht$  è la *pericolosità*, cioè la probabilità di avere nel periodo  $t$  almeno un evento calamitoso ,  $V$  e  $E$  rappresentano rispettivamente il valore medio della vulnerabilità e l'ammontare dell'elemento a rischio soggetto a danno (valore che deve essere determinato per gli elementi effettivamente presenti e a rischio, cioè soggetti all'evento).

#### **3.2 Destinazione d'uso e tipologie di opere, manufatti e strutture presenti**

L'attività economica presente nell'area è costituita da un impianto di frantumazione, selezione e vagliatura dei materiali lapidei di cava. L'impianto è composto da numerose e articolate parti funzionali al ciclo di lavorazione completo dal carico prodotto da tramoggia di alimentazione posta a ridosso della rampa di risalita dei mezzi, fino alle ultime propaggini in direzione nord ed est costituite da nastri trasportatori del materiale lavorato verso i cumuli di stoccaggio (per le varie tipologie e granulometrie di materiali).

Le strutture presenti sono quelle tipiche e sono costituite da:

- Basamenti in cls e plinti di sostegno posti a livello del terreno;
- Strutture in carpenteria metallica – tralicci in ferro;
- Muri e setti in cls di separazione di vani tecnici (di limitati estensione e numero).



Nel complesso non sono presenti elementi che possono costituire ostacolo all'afflusso delle piene e al deflusso delle acque nelle fasi successive.

Le principali strutture dell'impianto sono poste fuori terra e ad altezze variabili dal metro fino ai 5/8 metri (tramoggia), ciò per esigenze del ciclo di lavorazione e per esigenze strutturali dei macchinari e degli apparati che necessitano di strutture metalliche in grado di sopportare le sollecitazioni prodotte nelle fasi di esercizio.

Il rilevato che costituisce la rampa di risalita dei mezzi per il punto di carico è stato ricompreso nel modello di riferimento elaborato dalla AdB per la determinazione dei livelli di piena (stato di fatto – sezioni n.5 AdB). L'elemento quindi non rientra nella tipologia di opere che possono costituire ulteriore ostacolo all'afflusso e al deflusso regolare delle acque essendo ricompreso nel calcolo del modello a livello di bacino.

Non sono presenti nell'area di interesse elementi posti al di sotto del piano campagna come vani interrati o cavedi di tipo tecnico o strutturale.

Si rimanda alla documentazione fotografica allegata per una ulteriore descrizione dell'impianto e delle strutture.

### **3.3 Danno**

Una porzione di territorio soggetta a inondazione con conseguenti danni a persone e/o beni viene definita *area vulnerabile*.

1) Si definiscono *elementi a rischio (E)* le persone, i beni e le attività economiche presenti in un'area vulnerabile.

Gli elementi a rischio e possono essere caratterizzati attraverso:

a) la *tipologia* (persone, beni, attività);

b) l'*entità o valore* degli elementi (numero di persone, valore economico dei beni). Gli elementi possono essere persone, beni localizzati e patrimonio ambientale e devono essere espressi in termini monetari o numerici. Il valore da attribuire varia per ogni classe secondo una scala da 0 a 1;

Per il caso esaminato per elementi a rischio si sono considerati tutti i componenti meccanici e funzionali facenti parte dell'impianto e delle risorse umane impiegate, compresi nella fascia di vulnerabile definita dalle fasce di esondabilità con diversi tempi di ritorno (di fatto la fascia definita dalle piene con Tr fino a 200 anni, considerata la più significativa in relazione alle prescrizioni e alle modalità di gestione contenute nelle norme di piano PAI e ai fini della determinazione di un potenziale rischio)

2) la *vulnerabilità (V)* degli elementi, cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento di piena. Si esprime mediante un coefficiente compreso tra 0 (assenza di danno) e 1 (perdita totale).

Per il caso in esame si è intesa questa variabile in termini di perdita di funzionalità

Sia  $E$  che  $V$  possono variare in funzione dell'evento alluvionale (es.: estensione della zona inondata, modalità di inondazione); a parità di evento  $E$  e  $V$  possono variare in funzione di fattori casuali come per esempio il periodo in cui si verifica l'evento.

In corrispondenza di ciascun evento  $i$ -esimo si definisce il *danno* ( $D$ ) come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:

$$D = E_i V_i$$

Per compilare la carta del Danno, poiché associato al concetto di vulnerabilità e al numero di elementi a rischio è stato necessario procedere:

**a) ricognizione degli Elementi** (urbani, commerciali, industriali, agricoli) e dei vari tipi di infrastrutture (di trasporto, di servizio) presenti nelle aree inondabili e loro classificazione secondo la seguente tabella:

CLASSE	PESO	ELEMENTI
E1	0,25	Aree libere da insediamenti ed aree improduttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile; demanio pubblico non edificato e/o edificabile
E2	0,50	Aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane, poco abitate; edifici sparsi; zona agricola generica (con possibilità di edificazione); zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato; Parchi; verde pubblico non edificato; infrastrutture secondarie.
E3	0,75	Nuclei urbani non densamente popolati; infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti); aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori) zone per impianti tecnologici e discariche di RSU o inerti, zone di cava.
E4	1,0	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità (densità abitativa superiore al 20% della superficie fondiaria); nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; infrastrutture pubbliche (infrastrutture viarie principali strategiche); zona discarica speciale o tossico nocivi; zona alberghiera, zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici e artistici.

**b) valutazione di massima della loro vulnerabilità.**

In generale la vulnerabilità viene assunta pari ad **1** se si ritiene a rischio la vita umana. Per quanto concerne gli elementi di altro tipo occorre prevedere analisi di dettaglio che tengano in considerazione fattori tecnici, economici e sociali. In assenza di informazioni utili si tende ad attribuire anche a tali elementi un valore unitario.

Per il caso di specifico interesse, la vulnerabilità è stata assunta pari a 1 ipotizzando la perdita totale del bene in occasione dell'evento alluvionale.

In base alla normativa il danno si differenzia in quattro classi così definite:

- **Classe D4:** danno potenziale altissimo: su tali aree fenomeni di esondazione possono provocare ingenti danni ai beni e perdita di vite umane;
- **Classe D3:** danno potenziale alto: su tali aree fenomeni di esondazione possono provocare danni per la funzionalità del sistema economico e problemi all'incolumità delle persone. Tale danno è relativo ai nuclei urbani, le aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sede di importanti attività produttive.
- **Classe D2:** danno potenziale medio: su tali aree è limitata la presenza di persone e sono limitati gli effetti che possono derivare al tessuto socioeconomico. E' il caso di aree extraurbane, poco abitate, di attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico.
- **Classe D1:** danno potenziale basso: comprende le aree libere da insediamenti che consentono il libero deflusso delle piene.

Per il caso in esame tuttavia, la valutazione del danno atteso a seguito dell'evento alluvionale, inteso come prodotto tra E e V non può prescindere dal rapporto dello stato di fatto e quello derivante dagli interventi proposti.

A partire dall'analisi dei due fattori intesi come già accennato, in termini di risorse umane ed economiche, è indubbio che:

a) a seguito delle migliorie eseguite sull'impianto di lavorazione, se da una parte esse ne aumentano l'entità e il valore intrinseco del bene esposto, dall'altra ne diminuiscono la vulnerabilità (V) sia in termini economici che strutturali poiché se ne aumenta la propria capacità di "sopportare" l'evento alluvionale atteso.

b) In termini di risorse umane è indubbio che, a partire dal dato che gli addetti impiegati rimangono gli stessi (E) sia prima che dopo gli interventi, la loro sicurezza aumenta in maniera considerevole e intuitivamente anche in questo caso il parametro V diminuisce.

Nel complesso si ha che il prodotto di E per V e quindi il danno per il caso in esame, alla luce di quanto esposto tende a diminuire passando dalle condizioni dello stato di fatto a quelle derivanti dalle migliorie proposte.

### **3.4 Pericolosità**

Definisce le caratteristiche del fenomeno fisico. E' definita sulla base del tempo di ritorno del fenomeno calamitoso dalla seguente relazione:

$$Ht = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^t$$

Nella quale ovviamente T corrisponde al tempo di ritorno e Ht alla pericolosità.

Nel nostro caso è desunta dalle carte di esondabilità dell'ADB per Tr = 50, 200 e 500 anni.

L'entità del massimo tirante idrico, inteso come l'altezza raggiunta dall'acqua a partire dal fondo, che si realizza all'interno delle aree sondabili stesse, rappresenta la grandezza fondamentale ai quali ci si è riferiti per la definizione delle varie classi di pericolosità in riferimento ai dati messi a disposizione dalla stessa ADB.

Per le altezze d'acqua pertanto si è fatto riferimento alle sezioni disponibili per le aree oggetto di studio n.4 e n.5.

Tali dati sono stati implementati attraverso ulteriori sezioni topografiche definite sulla base di un rilievo di dettaglio sulle quali si sono riportate le intercette relative alle diverse probabilità di inondazione.

Si è notato in particolare che dal confronto tra le sezioni (rilievo ADB e rilievo attuale) non sono emerse incongruenze.

Il presente studio ha avuto la finalità di elaborare la carta della pericolosità definita dall'ADB, tenendo conto di caratteristiche delle inondazioni ulteriori rispetto al solo tempo di ritorno della piena di riferimento, quali i tiranti idrici e le relative velocità di scorrimento che si realizzano nelle aree inondabili. Tale studio è stato elaborato nel rispetto dell'impostazione normativa del piano stralcio e ne rappresenta un approfondimento.

Altri dati quali la velocità del modello idraulico di riferimento, non sono stati valutati specificatamente poiché non pubblicati ma sono stati considerati compresi nelle sezioni esaminate, secondo quanto definito nel par. 4.3 della suddetta Relazione di Variante dell'ADB.

Informazioni più specifiche sarebbero importanti per la determinazione di soglie idrodinamiche di pericolosità fondate sul concetto di spinta tollerabile condizionata all'energia specifica, considerando l'azione meccanica di una corrente in termini di spinta e di energia. L'applicazione di tale criterio porta alla definizione della relazione tirante-velocità associato ad una spinta assegnata condizionata dall'energia specifica. In merito ai valori di spinta tollerabile, in base ai risultati sperimentali e alle diverse prescrizioni ricavabili dalla letteratura, è stato assunto il valore di 1500 N/m quale rappresentativo della bassa pericolosità, mentre al superamento di un valore di circa 2500 N/m, si realizzano invece condizioni di alta pericolosità. Tale criterio è stato confrontato con conoscenze e valutazioni in merito, con particolare riferimento alla stabilità degli individui, alla resistenza strutturale degli edifici e alla mobilitazione degli autoveicoli in condizioni di inondazione.

Dall'analisi dei dati ricavati da studi pregressi specifici della zona di interesse, confrontati anche con la condizione attuale, l'area è posta in un tratto in cui l'alveo del Fiume Marecchia è più ampio rispetto alle aree direttamente contermini

Studi precedenti hanno sempre riconosciuto questo tratto come un'area di sedimentazione del corso d'acqua, dati i bassi gradienti topografici, e diminuzione delle velocità di flusso. Tali condizioni hanno peraltro giustificato negli anni 60 e 70 attività estrattive del materiale alluvionale. Le condizioni morfologiche attuali, con bassi gradienti e grande ampiezza dell'alveo, non offrono presupposti tali da creare condizioni di velocità superiori a quelle della soglia di maggior pericolosità. Tale parametro è stato pertanto considerato influente ai fini della definizione generale di pericolosità.

Facendo riferimento ai livelli di esondabilità già definiti:

La pericolosità idraulica è stata differenziata in quattro classi, che tengono conto, della pericolosità relativa riferita al tirante idrico:

- **Classe P4:** a pericolosità *molto elevata*, in corrispondenza delle aree allagate per piena con T = 50 anni con tirante idrico di riferimento  $h > 50$  cm;
- **Classe P3:** a *pericolosità elevata*, in corrispondenza delle aree allagate per piena con T = 50 anni, con tirante idrico di riferimento  $h < 50$  cm;
- **Classe P2:** a *pericolosità media*, in corrispondenza delle aree allagate per piena con T = 200 anni, con tirante idrico di riferimento  $h < 50$  cm;
- **Classe P1:** a *pericolosità moderata*, in corrispondenza delle aree allagate per piena con T = 500 anni esterne alle fasce T=200 anni e aree allagate per piena con T=200 anni con tirante idrico di riferimento  $h < 50$  cm

\*Viene considerata la soglia di 0,5 m quale tirante idrico poiché in letteratura questo corrisponde al limite di pericolo per l'incolumità delle persone (si pensi alle possibili conseguenze sulla stabilità fisica delle persone), e la soglia al di sopra della quale gli impianti in oggetto possono subire danneggiamenti tali da comprometterne la funzionalità.

Dall'intersezione dei dati di Pericolosità e del Danno, secondo l'equazione che definisce il rischio, è possibile individuare aree a diverso rischio e la relativa cartografia secondo le diverse classi.

### 3.5 Classificazione Del Rischio

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

PER LA CARTOGRAFIA SI TENGA IN CONSIDERAZIONE:

	<b>Danno</b>			
<b>Pericolosità</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>
<b>P1</b>	<b>R1</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R2</b>
<b>P2</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>
<b>P3</b>	<b>R2</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
<b>P4</b>	<b>R3</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>R4</b>

Considerando quale unico danno potenziale l'impossibilità temporanea di accesso all'area impianti durante l'evento di piena, incrociando gli elementi della precedente tabella, sono state determinate le classi di rischio in funzione del danno e della pericolosità.

La tavola cartografica E6 allegata riporta la mappatura delle zone corrispondenti alle classi di rischio determinate.

Nel complesso l'area impianti, come delimitata nella tavola E5 allegata, ricade in ambiti di pericolosità P2, P3 e P4; considerando il danno potenziale in classe D2 (limitati effetti di carattere economico) le classi di rischio variano da R2 ad R3.

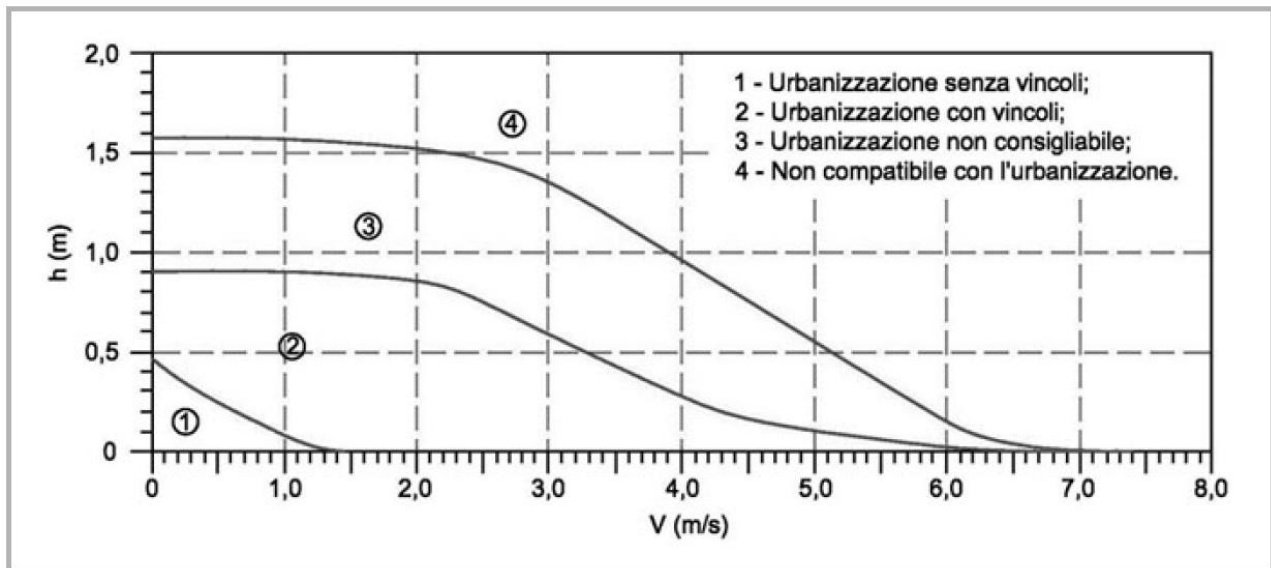


Fig.2 - Indicazioni di massima sugli effetti delle inondazioni sulle urbanizzazioni (ACER, 1988)

Il grafico pone in relazione il valore della velocità di piena con il tirante idrico. In evidenza i bassi valori di velocità relativa per tiranti idrici da 0 a 50 cm.

Nello specifico, in riferimento alla figura 2, nel campo 1 l'inondazione non dovrebbe provocare alcun danno significativo alle strutture, né compromettere l'incolumità delle persone. Se i valori di  $h$  e  $V$  definiscono una coppia ricadente nel campo 2, non dovrebbe essere pregiudicata l'incolumità delle persone e si possono al massimo riscontrare danni minori alle strutture. Qualora i valori della coppia ( $h$ ,  $V$ ) dovessero ricadere nel campo 3, potrebbe essere compromessa l'incolumità delle persone e quindi verificarsi danni funzionali alle strutture. In ultimo i valori della coppia ( $h$ ,  $V$ ) appartenenti al campo 4 d'incompatibilità con l'urbanizzazione, significa che le condizioni idrauliche possono condurre a perdite di vite umane e danni gravi alle strutture.

## EMIR SpA

Approfondimento e analisi sul rischio idraulico  
dell'area impianti in località Dogana in Comune di Verucchio (RN)

Le aree caratterizzate da un livello di rischio R1 o R2 possono ritenersi compatibili con il P.A.I., le aree con livello di rischio R3 o R4 si applicano le seguenti misure di salvaguardia:

Classe di Rischio	Unici interventi consentiti	Vincoli di progetto
R4 Molto elevato	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opere idrauliche di salvaguardia tali da incrementare significativamente le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare l'attuazione di una sistemazione idraulica definitiva;</li><li>• Demolizioni senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo senza aumento di superficie o volume e interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio;</li><li>• Manutenzione, ampliamento, o ristrutturazione di infrastrutture pubbliche o di pubblico interesse riferite a servizi essenziali e non de localizzabili, purché non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause della situazione di rischio.</li></ul>	Studio di compatibilità idraulica approvato dall'Autorità competente
R3 Elevato	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ristrutturazione edilizia, a condizione che non aumenti il livello di rischio e non comporti significativo ostacolo o riduzione apprezzabile delle capacità di invaso delle aree stesse ovvero che le superfici destinate ad uso abitativo o economicamente rilevanti siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento;</li><li>• Ampliamento di edifici esistenti per necessità di adeguamento igienico sanitario, purché compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area;</li><li>• Manufatti non qualificabili come volumi edilizi, purché compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area.</li></ul>	Studio di compatibilità idraulica



### **3.6 Elementi potenzialmente danneggiati**

Le stime sulle potenzialità di danneggiamento di opere, manufatti e strutture presenti si basa sull'altezza della piena, sullo stato di conservazione e manutenzione dei beni esposti, sulla velocità di afflusso delle piene, sulla permanenza delle acque di piena.

Non essendo disponibili dati analitici sulla velocità delle piene nel tratto considerato tra le sezioni 5 e 4 del modello AdB ed essendo altresì individuate nelle mappe del presente approfondimento le altezze del tirante idrico, si può sostenere che nella classe 1 da 0 a 50 cm gli elementi presenti non possono subire alcun danneggiamento essendo la piena sviluppata più per laminazione con velocità bassa di propagazione.

La classe successiva con h da 50 a 100 cm comprende alcuni elementi potenzialmente esposti. Per essi, date le strutture e il tipo di manufatto è esclusa la possibilità di un danno che possa pregiudicare l'utilizzo o la funzionalità.

La classe superiore oltre i 100 cm non intercetta strutture o elementi esposti.

Nel complesso quindi ne deriva come unica potenziale esposizione la impossibilità di utilizzo dell'impianto temporaneamente coincidente all'evento di piena stessa, durante la quale nel caso di inondazione le lavorazioni come ovvio debbano essere sospese e l'accesso per mezzi e personale limitato o vietato.

Nelle classi 2 e 3 (da 50 a 100 e oltre a 100 cm) non sono presenti strutture o macchinari che richiedano impiego di personale a terra.

#### **4. MISURE DI MITIGAZIONE E ACCORGIMENTI TECNICI**

L'Autorità di Bacino con una propria Direttiva definisce, in base alla normativa nazionale, i tiranti idrici di riferimento e gli eventuali accorgimenti tecnico-costruttivi. In attesa di tale Direttiva il riferimento per le misure da adottare è la presenza di classi di tiranti idrici come sopra definiti:

1. Da 0 a 50 cm
2. Da 50 a 100 cm
3. Oltre 100 cm

Per la classe 1 di tirante idrico e cioè fino a 50 cm gli accorgimenti tecnici da adottarsi dovranno essere i seguenti (esemplificativi):

- impostazione del piano di calpestio del piano terreno al di sopra del tirante idrico di riferimento;
- diniego di concessione edilizia per locali scantinati o seminterrati;
- diniego di realizzazione di recinzioni non superabili dalle acque;
- realizzazione di accorgimenti atti a limitare od annullare gli effetti prodotti da allagamenti nelle reti tecnologiche ed impiantistiche;
- sospensione delle attività di manutenzione su apparati e strutture in periodi particolarmente avversi per condizioni meteo;
- Limitazione alla presenza di personale addetto nell'area con tiranti idrici superiori ai 50 cm in corrispondenza di eventi di piena o in periodi particolarmente avversi per condizioni meteo;
- Realizzazione esclusivamente di manufatti non quantificabili come volumi edilizi ad altezze compatibili con la piena di riferimento;
- Redazione di un disciplinare interno di comportamento che regoli le norme di sicurezza per addetti, personale interno ed esterno, nonché norme di circolazione e utilizzo dei mezzi e dei macchinari in corrispondenza di eventi di piena e in periodi particolarmente avversi per condizioni meteo.

Le indicazioni precedenti sintetizzano alcuni degli accorgimenti tecnici atti alla mitigazione del rischio e alla prevenzione di potenziali incrementi, come elaborato nelle direttiva specifica redatta dalla Autorità di Bacino dei Fiumi Romagnoli.

Rimangono invariate le disposizioni generali riguardanti adeguamenti tecnici di tipo igienico-sanitario e di sicurezza nei luoghi di lavoro da integrarsi con gli accorgimenti sopra elencati.

## **5. CONCLUSIONI**

### **5.1 Approfondimenti sulle aree esondabili e sul rischio idraulico**

La valutazione dell'effettivo danno va commisurata alla reale esposizione dei beni, non quantificando totalmente un valore di stima per impianti o beni che poi risultano invece al di fuori delle classi di rischio.

In sintesi la proposta di approfondimento è la seguente:

1. rilievo topografico di dettaglio con verifica delle quote sui vertici delle sezioni topografiche della AdB (attività già realizzata);
2. trasposizione sul modello topografico delle quote di intercetta delle fasce esondabili (Tr=200 anni) (attività in corso);
3. tracciamento sezioni intermedie tra quelle della AdB con riferimento al rilievo topografico sdf e trasposizione delle quote di intercetta delle fasce esondabili (attività in corso e contemporanea al punto 2);
4. realizzazione sul modello topografico - idrologico della carta del tirante idrico con determinazione delle quote assolute di altezza d'acqua per il modello impostato dalla AdB;
5. carta degli elementi esposti a rischio, cioè quegli elementi che effettivamente ricadono in aree a pericolosità e definizione del grado di rischio (da basso a elevato);
6. quantificazione del danno potenziale solo sugli elementi esposti a rischio.

Nel complesso ciò che va valutato è il rapporto tra l'esposizione del bene al rischio e la sua capacità di sopportare l'evento, cioè ad esempio una struttura che non provoca ostacolo al deflusso come un traliccio, quanto resiste alle spinte massime per evento calamitoso eccezionale, e in generale quanto sono in grado di sopportare l'evento i beni effettivamente esposti.

Da ciò quindi ne deriva, per impianti tecnologici, una disciplina di salvaguardia dell'attività economica con misure di mitigazione del rischio che sono comunque possibili in quanto la delocalizzazione di strutture e attività è prevista solo per strutture che espongono al rischio persone e per attività a rischio incidente rilevante.

**A seguito delle migliorie eseguite sull'impianto di lavorazione, se da una parte ne aumentano l'entità e il valore intrinseco del bene esposto, dall'altra ne diminuiscono la vulnerabilità (V) sia**

**in termini economici che strutturali poiché se ne aumenta la propria capacità di “sopportare” l'evento alluvionale atteso.**

In termini di risorse umane è indubbio che, a partire dal dato che gli addetti impiegati rimangono gli stessi (E) sia prima sia dopo gli interventi, la loro sicurezza aumenta in maniera considerevole e intuitivamente anche in questo caso il parametro V (vulnerabilità) diminuisce.

**Nel complesso si ha che il prodotto di E per V e quindi il danno per il caso in esame, alla luce di quanto esposto tende a diminuire passando dalle condizioni dello stato di fatto a quelle derivanti dalle migliorie proposte.**

L'approfondimento eseguito per il presente studio ha individuato le condizioni allo stato di fatto utili per una determinazione degli ambiti a maggior rischio potenziale in rapporto all'esposizione di beni e persone.

Il danno potenziale, data la consistenza e la tipologia dei beni esposti, è riconducibile alla sola non fruibilità dell'area durante l'evento di piena o comunque in periodi particolarmente avversi per condizioni meteo.

La redazione di un disciplinare indicante le modalità di gestione dell'emergenza e le norme di sicurezza per il personale interno ed esterno dovrà ricondurre a regole di comportamento che prevengano l'incremento del rischio e l'aumento degli elementi e del personale esposti.

**La stima di un valore economico sia degli impianti sia del danno potenziale viene ritenuta allo stato di fatto dei luoghi superflua e non quantificabile essendo limitata l'esposizione accertata.**

**Ogni intervento sugli impianti come sostituzioni di parti o integrazioni, fatti salvi gli adeguamenti igienico-sanitari e di recepimento di norme sovraordinate in particolare per la sicurezza sul lavoro, dovrà essere realizzato nella fascia corrispondente alla classe di tirante idrico da 0 a 50 cm corrispondente all'areale con rischio moderato. Nell'areale qui definito gli interventi prospettati potranno essere realizzati senza che ciò possa comportare un aumento del valore dei beni esposti al rischio, essendo verificata la limitatezza di detta condizione potenziale.**

**Il progetto prospettato quale riordino funzionale e riqualificazione dell'area impianti risulta infine compatibile con i risultati del presente approfondimento non intervenendo in zone a rischio molto elevato, condizione ostativa assoluta (classe R4) come rappresentato nella tavola cartografica E6 allegata.**

**In particolare le nuove strutture, realizzate con le medesime caratteristiche dell'esistente, non comporteranno nessun aumento di beni esposti a rischio, per quanto definito nel presente studio.**

Gli interventi dovranno essere comunque realizzati nel rispetto delle indicazioni prescrittive riportate nel paragrafo 4 precedente, allo scopo di non aumentare la vulnerabilità, l'esposizione dei beni e di conseguenza il rischio complessivo.

## **5.2 Approfondimenti sulle aree FAVI del PAI e ARA del PTCP – conformità e fattibilità**

Le aree FAVI, Fasce ad Alta Vulnerabilità Idrologica, vengono individuate dal PAI della AdB Marecchia Conca nella variante al piano stralcio integrazione e disciplinate dall'art. 9 delle NTA, per quanto modificate dalla medesima integrazione.

Facendo espresso riferimento alle disposizioni contenute nell'art. 9 delle NTA del PAI e valutando l'entità e la tipologia della riqualificazione ambientale e funzionale delle aree in oggetto, nella condizione progettuale prospettata, si rileva:

1. Gli interventi prospettati vengono reputati migliorativi delle condizioni allo stato di fatto, coniugando una generale minore occupazione delle porzioni ricomprese nelle FAVI e nelle fasce esondabili, come indicato nelle norme di piano, e un recupero alla naturalità dei luoghi. In particolare per quanto attiene al comma 3 lettera b3) dell'art. 9 si esprime un giudizio di fattibilità positivo in relazione al *ripristino delle caratteristiche idromorfologiche e idrogeologiche, ...ampliamento degli spazi naturali, impianto di formazioni vegetali a carattere permanente con essenze autoctone, ...*. Il progetto, nella riqualificazione introdotta dal POC, non prevede ulteriori occupazioni di spazi nelle fasce FAVI esterne alle aree esondabili con tempi di ritorno fino a 200 anni, per quanto indicato nelle modalità di gestione al medesimo comma 3 lettera b3) precedente.
2. Non sono previste nuove impermeabilizzazioni o limitazioni alle condizioni naturali di infiltrazione delle acque superficiali; le nuove parti strutturali dell'impianto di lavorazione inerti sono costituite da manufatti che non intervengono in alcun modo sulla possibilità di infiltrazione efficace. I cumuli di materiali lavorati presenti nella nuova condizione progettuale non costituiscono impermeabilizzazione al suolo.
3. Gli interventi proposti non pregiudicheranno in alcun modo l'equilibrio idrogeologico non interagendo con il sottosuolo e provocando alcun ostacolo al deflusso e all'infiltrazione efficace; la permeabilità dei suoli, in considerazione degli aumentati spazi rinaturalizzati, si

ritiene efficacemente aumentata in quantità e in qualità conformemente alle disposizioni normative.

4. Non sono previste attività che possano provocare alterazione o decadimento delle condizioni di qualità ambientale; non sono previsti stoccaggi di materiali o sostanze pericolose o usi che potenzialmente in grado di infiltrare sostanze inquinanti al suolo. La nuova disposizione dei canali e dei laghi di chiarificazione delle acque di lavaggio non produrranno alcuna modificazione delle condizioni già presenti allo stato di fatto, non utilizzando trattamenti chimici di flocculazione per la decantazione dei fanghi di lavaggio.

In generale, nel rispetto delle norme di piano PAI, essendo l'ambito in oggetto una attività ed uso esistente, si ritengono gli interventi di progetto migliorativi della qualità ambientale delle acque, nella condizione di sovrapposizione della FAVI alle fasce esondabili, e nella condizione di FAVI esterne alle fasce esondabili con tempi di ritorno di 200 anni.

In relazione alle norme del PTCP Rimini art. 3.3 si ribadisce quanto espresso per il PAI AdB Marecchia-Conca, nella generale riqualificazione ambientale e funzionale degli spazi.

Si prescrive, nella generale disciplina della gestione e del trattamento della acque meteoriche, di adeguare il sistema di collettamento e di trattamento di cui all'art. 10.2 e dalla DGR 1860/06 della Regione Emilia-Romagna.

## **6. ALLEGATI**

- E1 – Relazione rischio idraulico (presente)
- E2 – Stato di fatto con sovrapposizione ambiti PAI e corografia
- E3 – Rilievo topografico e tracce sezioni
- E4 – Sezioni topografiche e quote esondabilità
- E5 – mappa dei tiranti idrici – carta degli elementi esposti
- E6 – Carta del rischio – Stato di fatto – Interventi di progetto
- E7 – Fattibilità degli interventi di progetto (F.A.V.I. – ARA)
- E8 – Documentazione fotografica

## **7. BIBLIOGRAFIA**

- A. Angeli – Esame idrogeologico del Fiume Marecchia nel tratto Ponte Verucchio S.Maria Maddalena – CMC Ravenna 1977
- E.Forlani, SGAI – Studio idrologico del tratto di fiume Marecchia che va dalla confluenza con il torrente S.Marino a Ponte Verucchio – C.M.C. Ravenna 1978
- Studio del rischio idrogeologico della Regione Molise – Sudgest Physys 2001
- S. Sanna – Sistemazioni idraulico-forestali nella difesa del suolo – D. Flaccovio Ed. 2003
- E.M. Ferrucci, A. Pistocchi – Le analisi idrogeologico-idrauliche per la pianificazione di bacino. Manuale operativo di carattere del rischio idraulico. – Maggioli ed. 2004.
- F. Luino, M. Biddoccu, C.G. Cirio – Modello metodologico per la struttura del danno atteso da inondazione – CNR-IRPI 2007.
- A cura di F.C. Wezel – La mitigazione del rischio idraulico – Quaderni della Società Geologica Italiana – maggio 2009
- A cura di F. Cetraro – Rischio idraulico – EPC Ed. 2010
- Autorità di Bacino dei Fiumi Romagnoli – Piano stralcio per il rischio idrogeologico – Var. 2011
- C. Conforti – I danni da eventi alluvionali valutati dal settore assicurativo – ANIA 2012.
- C. Conforti, R. Ronchi – La gestione del rischio catastrofale e stima dei danni al patrimonio abitativo italiano – ANIA, Consiglio Nazionale degli Attuari, 2012.

### **E1 – RELAZIONE RISCHIO IDRAULICO**

R3 ottobre 2012