

**PROVINCIA DI PARMA  
COMUNE DI PARMA**

---

**Relazione idraulica**

**Finalizzata alla verifica della vasca di laminazione a corredo dell'intervento di  
ampliamento dello stabilimento produttivo La Doria S.p.A. sito in  
Viale delle Esposizioni, n. 79/A nel Comune di Parma (PR).**

---

**Committente:**

**La Doria S.p.A.**

Viale delle Esposizioni, civico 79a  
43122 – Parma (PR)

**Progettazione:**

**Alfa Ingegneria s.r.l.**

Via D.M. Villa, civico 12/a  
43123 – Parma (PR)

**Analisi idraulica:**

**MaC** Studio Tecnico e Geologico  
**CO WORKING**

Ing. Roberto Giovanelli

Via Cotti, 13 – 43035 Felino (PR)

E-mail [info@studiomac.it](mailto:info@studiomac.it)

PEC [roberto.giovanelli@ingpec.eu](mailto:roberto.giovanelli@ingpec.eu)

Dicembre, 2024



**Dott. Ing. Roberto Giovanelli**

**SOMMARIO:**

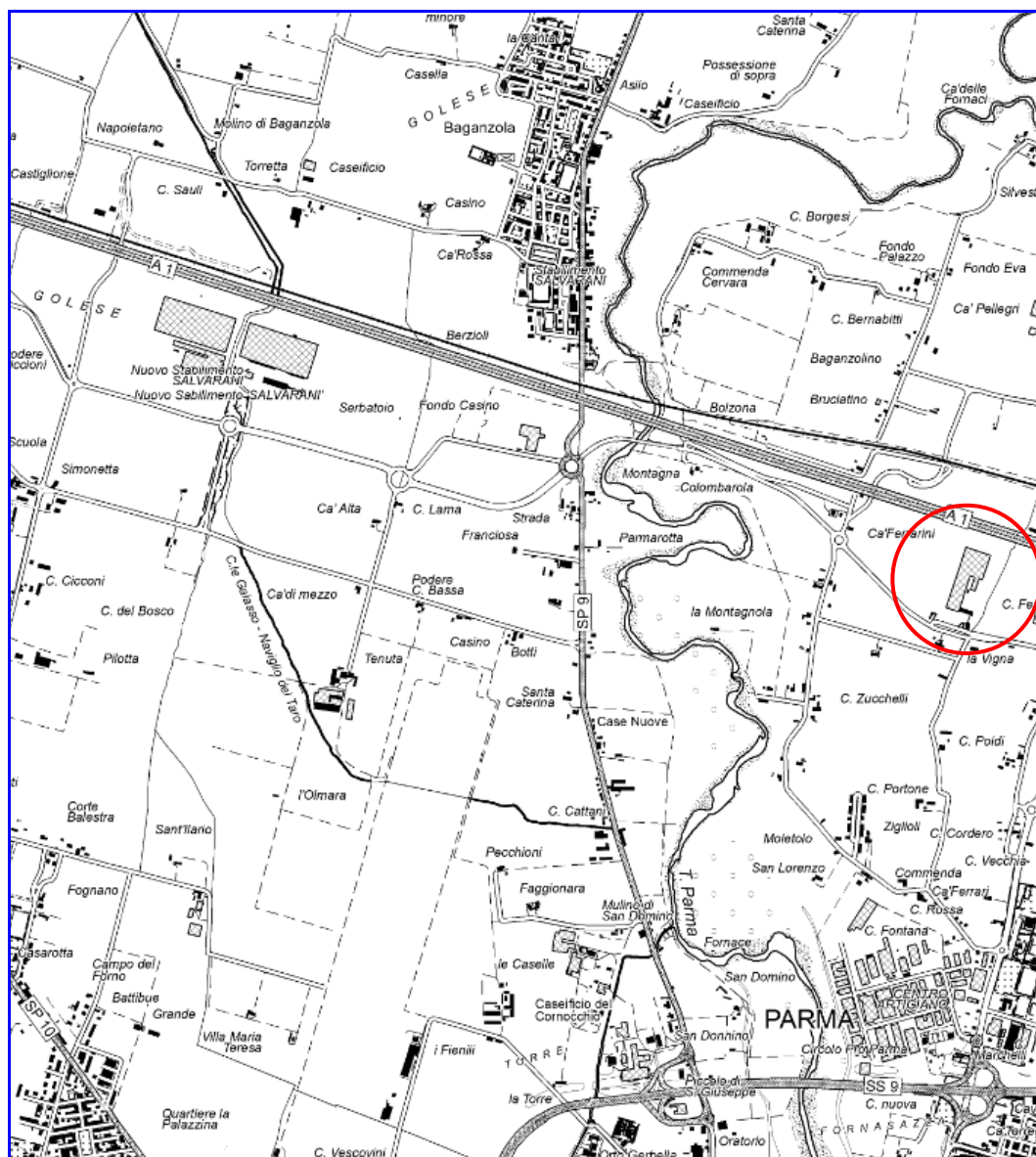
|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PREMESSA .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. IDROGRAFIA DI SUPERFICIE ED ESONDABILITÀ AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2007/60/CE E DEL D.LGS 49/2010 .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>3. ACCORGIMENTI DA ASSUMERE PER RENDERE L'INTERVENTO COMPATIBILE CON LE CRITICITÀ RILEVATE, IN BASE AL TIPO DI PERICOLOSITÀ E AL LIVELLO DI ESPOSIZIONE RILEVATO.....</b> | <b>9</b>  |
| <b>4. PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI UTILIZZATI.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>5. MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>6. DEFINIZIONE DELLO STATO DI FATTO .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>7. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>8. CONCLUSIONI .....</b>  | <b>20</b> |

## 1. PREMESSA

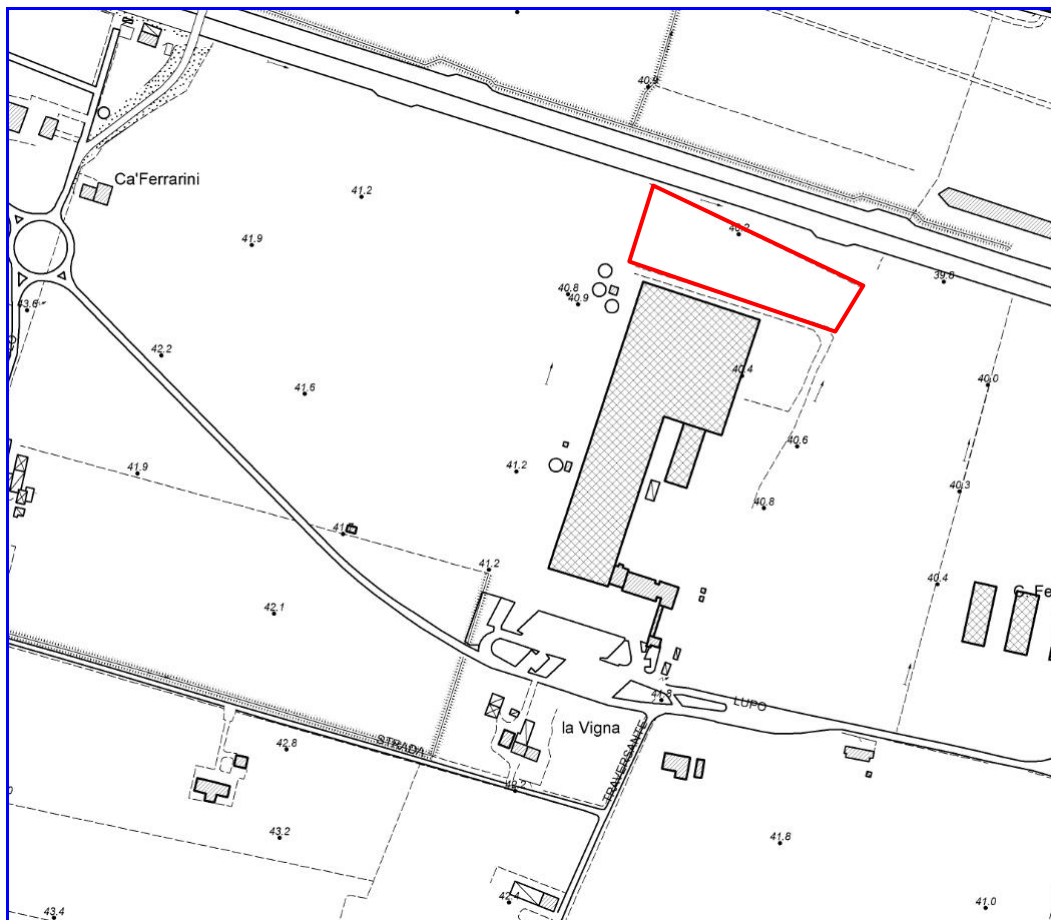
La presente relazione tecnica ha avuto lo scopo di verificare secondo gli attuali parametri la vasca di laminazione, dimensionata all'inizio del percorso progettuale dall'ingegner Felice Martino in data 17 novembre 2017, a corredo dell'intervento di ampliamento dello stabilimento produttivo La Doria S.p.A. sito in Viale delle Esposizioni, n. 79/A nel Comune di Parma (PR).

In particolare si è voluto verificare che, anche nelle peggiori condizioni possibili secondo quanto stabilito dal "Regolamento di Polizia Idraulica" del Consorzio di Bonifica Parmense, la vasca di laminazione già presente allo stato di fatto fosse in grado di contenere i volumi di pioggia ipotizzati.

Lo stabilimento in esame è situato nel settore nord del territorio comunale di Parma in corrispondenza dell'autostrada A1. L'area di pertinenza è censita al Nuovo Catasto Terreni del Comune di Parma, al Foglio 25, Sezione B, Mappali 245, 249, 468, 469.



**Figura 1** – Area in oggetto su estratto CTR al 25.000



**Figura 2** – Estratto carta tecnica regionale CTR al 5.000



**Figura 3** – Estratto NCT del Comune di Parma – Foglio 25





**Figura 4** – Area in oggetto su stralcio ripresa aerofotogrammetrica



**Figura 5** – Area in oggetto su stralcio ripresa aerofotogrammetrica



## **2. IDROGRAFIA DI SUPERFICIE ED ESONDABILITÀ AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2007/60/CE E DEL D.LGS 49/2010**

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, in analogia a quanto predispone la Direttiva 2000/60/CE in materia di qualità delle acque, vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone, pertanto, l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.

La Direttiva e il D.lgs. 49/2010 favoriscono un approccio di pianificazione a lungo termine, scandito in tre tappe successive e tra loro concatenate, che prevedono:

- fase 1: valutazione preliminare del rischio di alluvioni;
- fase 2: elaborazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione;
- fase 3: predisposizione ed attuazione di piani di gestione del rischio di alluvioni.

Ai sensi dell'art. 4 del D.lgs. 49/2010 anzi citato, la valutazione preliminare del rischio di alluvioni fornisce una stima dei rischi potenziali connessi a tali fenomeni, effettuata sulla base delle informazioni disponibili, di dati registrati, di analisi speditive e degli studi sugli sviluppi a lungo termine, comprendendo almeno le seguenti componenti (art. 4, c 2):

- lett. a) **“cartografie”** tematiche del distretto idrografico in scala appropriata comprendenti i limiti amministrativi, i confini dei bacini idrografici, dei sottobacini, delle zone costiere, dalle quali risulti la topografia e l'uso del territorio”;
- lett. b) **“descrizione delle alluvioni avvenute”** in passato che hanno avuto notevoli conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali e che, con elevata probabilità, possono ancora verificarsi in futuro in maniera simile, compresa l'estensione dell'area inondabile e, ove noti, le modalità di deflusso delle acque, gli effetti al suolo e una valutazione delle conseguenze negative che hanno avuto”;
- lett. c) **“descrizione delle alluvioni significative avvenute in passato che, pur non avendo avuto notevoli conseguenze negative ne potrebbero avere in futuro”;**
- lett. d) **“valutazione delle potenziali conseguenze negative”** di future alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, tenendo conto di elementi quali la topografia, la localizzazione dei corpi idrici superficiali e le loro caratteristiche idrologiche e geomorfologiche generali, le aree di espansione naturale delle piene, l'efficacia delle infrastrutture artificiali esistenti per la difesa dalle alluvioni, la localizzazione delle aree popolate, di quelle ove esistono attività economiche e sociali e gli scenari a lungo termine, quali quelli socio economici e ambientali, determinati anche dagli effetti dei cambiamenti climatici”.

L'esistenza sul territorio italiano della pianificazione di bacino redatta dalle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali ai sensi della Legge 183/89 ed in particolare, la vigenza dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) redatti ai sensi della Legge 267/98 ha portato a decidere a livello nazionale di non svolgere la valutazione preliminare del rischio di alluvioni ritenendo il livello delle informazioni contenute nei piani adeguato ai requisiti richiesti e di procedere direttamente alla elaborazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni con i criteri previsti dalla direttiva e dal suo decreto di attuazione.

Il fenomeno alluvionale viene descritto nell'art. 2 “definizioni” del D.lgs. 49/2010 come:

“...omissis... l'allagamento temporaneo, anche con trasporto ovvero mobilitazione di sedimenti anche ad alta densità, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni causate da laghi, fiumi, torrenti, eventualmente reti di drenaggio artificiale, ogni altro corpo idrico superficiale anche a regime temporaneo, naturale o artificiale, le inondazioni marine delle zone costiere ed esclude allagamenti non direttamente imputabili ad eventi meteorologici”.

Le mappe della pericolosità devono, pertanto, indicare le aree geografiche potenzialmente allagabili con riferimento all'insieme di cause scatenanti sopra descritte - ivi compresa l'indicazione delle zone ove possano verificarsi fenomeni con elevato volume di sedimenti trasportati e colate detritiche - in relazione a tre scenari:

- Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità);
- Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità);
- Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità).

Ciascuno scenario deve essere, inoltre, descritto attraverso almeno i seguenti elementi:

- a) estensione dell'inondazione;
- b) altezza idrica o livello;
- c) caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Il D.lgs. 49/2010 definisce all'art. 2 il rischio di alluvioni “(...) la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali derivanti da tale evento”.

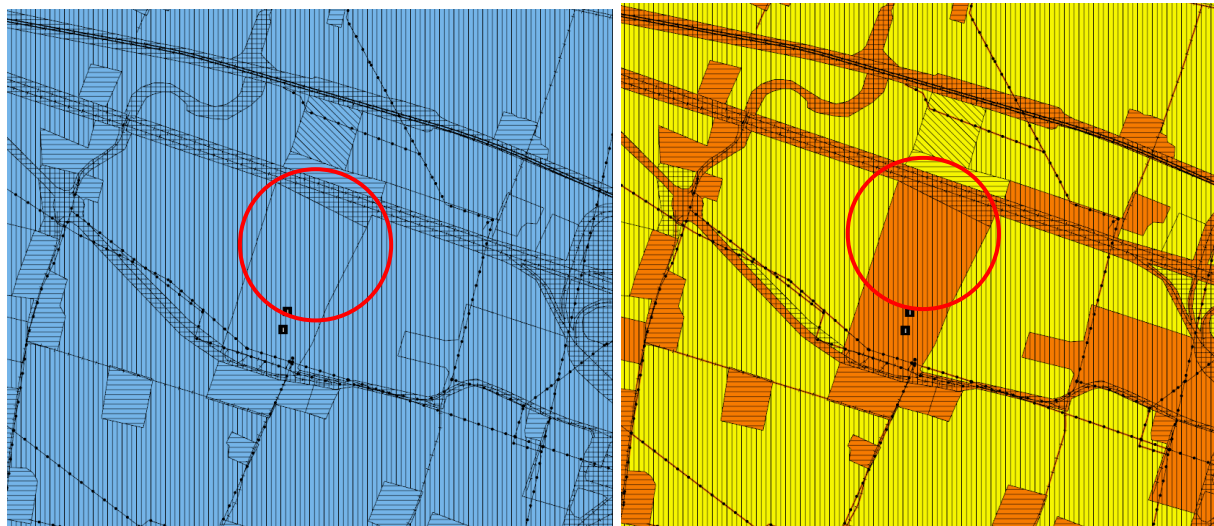
Le mappe del rischio di alluvioni contengono, pertanto, tali elementi con riferimento ai predetti scenari.

Nel territorio regionale, le attività finalizzate alla mappatura della pericolosità e del rischio ai sensi dell'art. 6 del D. Lgs. 49/2010 sono sviluppate con riferimento ai seguenti temi:

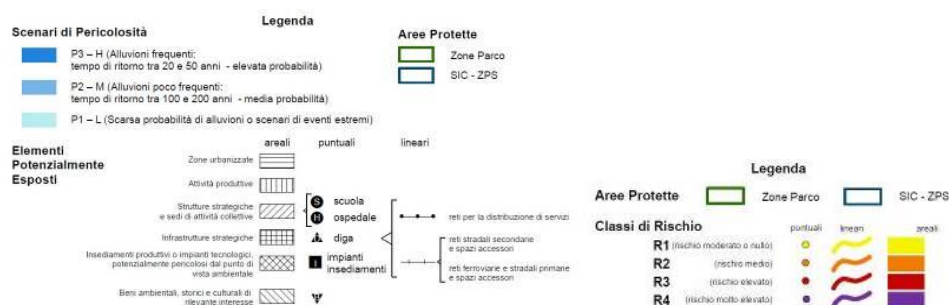
1. Individuazione del reticolo idrografico di riferimento;
2. Mappatura della pericolosità per i seguenti ambiti omogenei (con finalità di adeguamento/omogeneizzazione e/o completamento):
  - a) corsi d'acqua principali;
  - b) reticolo naturale secondario e minore (in ambito collinare-montano prevalentemente);
  - c) reticolo artificiale di bonifica (nel territorio di pianura);
  - d) ambito costiero.
3. Analisi dei cambiamenti climatici in atto e futuri e aggiornamento dell'input idrologico;
4. Analisi dell'uso del suolo ed individuazione degli elementi esposti;
5. Definizione di un metodo per la valutazione della vulnerabilità e del rischio

Il principio di base che ispira tutte le attività è quello della valorizzazione degli strumenti già predisposti nell'ambito della pianificazione di bacino in attuazione della normativa previgente (Piani di Assetto Idrogeologico, PAI) e il complesso patrimonio di conoscenze disponibile.

Nel territorio in esame sono definite le mappe di “Pericolosità ed Elementi Esposti” e le mappe del “Rischio” 2019, predisposte ai sensi dell'art. 6 della DIRETTIVA 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010 – SECONDO CICLO.



**Figura 6** – Stralcio Mappa della Pericolosità e degli Elementi Esposti 2019, predisposte ai sensi dell'art. 6 della DIRETTIVA 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010 – SECONDO CICLO



L'area di interesse ricade rientra in uno Scenario di Pericolosità P2 - M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità) e in Classe di Rischio R2 (rischio medio).

In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio anzi descritte, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- ristrutturazione edilizia;
- interventi di nuova costruzione;
- mutamento di destinazione d'uso con opere.



### 3. ACCORGIMENTI DA ASSUMERE PER RENDERE L'INTERVENTO COMPATIBILE CON LE CRITICITÀ RILEVATE, IN BASE AL TIPO DI PERICOLOSITÀ E AL LIVELLO DI ESPOSIZIONE RILEVATO

Per i procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, la richiamata DGR 1300/2016 riporta, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del loro rispetto in sede di rilascio del titolo edilizio.

**“a.1.** la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;

**a.2.** è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:

- le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
- vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;
- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);
- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.

Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

**a.3.** favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.”

Gli accorgimenti in termini di quota altimetrica della struttura e delle sue parti (su cui vertono varie delle disposizioni regionali richiamate) sono certamente quelli di maggior rilievo ai fini della protezione di beni e persone esposte.

In termini di misure atte a favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, e ad evitare l'accumulo o l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti, l'area risulta dotata di una adeguata rete di raccolta e deflusso delle acque meteoriche.

Affrontare il tema della riduzione della vulnerabilità delle strutture realizzate in aree esondabili impone la definizione di alcuni concetti base di carattere generale che riguardano il rischio alluvione.

Si definisce infatti:

**RISCHIO = Pericolosità x Valore Bene Esposto x Vulnerabilità**

La **Pericolosità** esprime l'entità del fenomeno (alluvione, frana, sisma, ecc.) e la probabilità che si manifesti in un lasso temporale più o meno ampio.

La **Vulnerabilità** può esprimersi come il danno atteso, ovvero la percentuale di riduzione del valore che il fenomeno calamitoso produce sul bene; si definisce atteso perché riferito ad un fenomeno la cui intensità e la cui frequenza non è certa bensì legata ad una curva di probabilità statistica. La vulnerabilità è normalmente proporzionale alla intensità del fenomeno.

Per ridurre il **Rischio** è dunque possibile agire sui tre fattori (pericolosità, valore e vulnerabilità) ricercando ove possibile la maggiore combinazione in termini di costi benefici. Tale concetto è ben ripreso dalla direttiva europea sulle alluvioni (Direttiva 2007/60/CE) nella quale si esprime la stretta correlazione tra gli interventi per la difesa del suolo ed il beneficio economico che ne può derivare.

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di bacino del fiume Po affronta il tema della mitigazione del rischio mediante interventi strutturali e non che ottengano una riduzione delle sue singole componenti.

In particolare per la diminuzione della pericolosità il PAI ha disegnato un assetto delle difese idrauliche del fiume Po e del reticolo idrografico dimensionato per fenomeni di piena con tempi di ritorno di 200 anni.

La riduzione del valore dei beni esposti si attua invece con quegli articoli normativi del PAI che governano l'uso del suolo nelle aree soggette ad esondazione, così da limitare la presenza di edifici, impianti e attività altrimenti localizzabili.

Esplorare in modo esteso questo campo però non è cosa semplice, perché si intuisce che la vulnerabilità di un edificio o di un impianto o di una sua specifica componente dipende non solo dall'intensità dell'evento, ma dalle tipologie e dalle caratteristiche costruttive del bene stesso, innumerevoli e non sempre note.

I paragrafi seguenti hanno lo scopo di fornire suggerimenti e linee guida per l'individuazione delle misure possibili da adottare per la riduzione ed il contenimento dei danni in caso di fenomeni meteorologici particolarmente intensi che possono mettere in crisi localmente il reticolo secondario di pianura; tali strategie sono da interpretarsi come elementi di buona tecnica costruttiva non prescrittivi.

### **Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impianti elettrici**

Gli impianti elettrici risultano molto sensibili nei confronti della presenza di acqua e possono essere fonte di elevate criticità qualora vengano a contatto con essa se non sono state adottate opportune precauzioni. Pertanto si suggerisce in maniera non prescrittiva di seguire le seguenti linee guida di carattere generale del tipo:

- nelle costruzioni esistenti: qualora non sia possibile sopraelevare il pavimento al di sopra del livello di piena, conviene comunque spostare a livello del soffitto gli impianti elettrici, le tracce in cui passano le canalette dovrebbero avere una pendenza tale da favorire una veloce asciugatura dell'impianto, e si consiglia di mettere in salvo su rialzi, o meglio ancora ai piani alti, gli elettrodomestici o l'arredo che si può danneggiare in caso di piena.
- impianto elettrico e relativo quadro elettrico distinto per vani potenzialmente sommersibili.

### **Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: impermeabilizzazione**

Tra le misure passive per ridurre il grado di danneggiamento dei beni e delle strutture risulta sicuramente utile aumentare in generale il grado di impermeabilizzazione. Tale obiettivo è perseguibile in numerose modalità. Tra le migliori più frequenti e meno impattanti è possibile segnalare le seguenti tematiche:

- Se il livello di piena non supera il metro è inoltre possibile pensare di impermeabilizzare il perimetro esterno dell'edificio con guaine impermeabili protette da un rivestimento, e porre barriere con guarnizioni sulle soglie, da montare manualmente in caso di allerta. Questo sistema non garantisce risultati se la piena supera il livello di impermeabilizzazione, o se viene a mancare l'intervento umano, ma può funzionare bene per eventi di piena moderati riducendo di molto i danni.
- Si suggerisce di non creare cantine oppure spazi completamente interrati in zona allagabile. Se esistono già, è bene verificare la presenza di aperture tipo bocche di lupo o griglie di aerazione in modo da individuare le possibili vie preferenziali di

infiltrazione dell'acqua e dunque poter prevenire le opportune azioni di impermeabilizzazione. Questi luoghi non dovranno essere comunque utilizzati come deposito di beni deteriorabili, né come superficie abitabile.

### **Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture: dettagli costruttivi**

Si ritiene opportuno indicare alcuni suggerimenti che possono comunque aumentare la durabilità degli immobili e ridurre i potenziali danneggiamenti, non solo a fronte di allagamenti diffusi ma anche davanti a fenomeni meteorologici con tempo di ritorno inferiore ai 100 anni come adottato nella analisi qui esposta. Ci si riferisce in particolare ad alcuni dettagli costruttivi di cui tra i più comuni si riporta:

- impianto igienico sanitario con valvole anti riflusso;
- impianti di riscaldamento, condizionamento e trattamento ubicati a quota maggiore possibile;
- realizzazione di cordoli perimetrali: es. le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc).

### **Buona tecnica**

Si vogliono di seguito indicare norme generali di buona tecnica che si suggerisce di tenere in considerazione, a prescindere dalla mappatura dei fenomeni di allagamento stimati dalla presente trattazione:

- la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;
- è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:
  - le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
  - vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
  - le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
  - siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.
- al di sotto del livello di massima piena si consiglia di utilizzare pareti che non presentino intercapedine inaccessibili. Il classico tamponamento a pacchetto composto da blocco esterno, isolante e veletta di mattoni comporta seri problemi se l'isolante non è a cellule chiuse. Questo si impregna d'acqua che difficilmente riesce poi ad evaporare. Invece lo stesso sistema con intercapedine riempita con una schiuma in poliuretano funziona meglio. Tuttavia resta preferibile avere lo strato di isolante facilmente ispezionabile e all'occorrenza smontabile, composto da pannelli rigidi sorretti da guide di metallo o materia plastica. Infatti gli interstizi in luoghi non accessibili danno adito ad accumuli di fango e acqua spesso mischiati ad agenti inquinanti chimici od organici che non potendo defluire rischiano di compromettere la salubrità degli ambienti.



#### 4. PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI UTILIZZATI

L'analisi idrologica ha lo scopo di definire le portate in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia. La stima degli afflussi/deflussi, sul lotto oggetto di studio, è stata realizzata utilizzando come parametro di calcolo il metodo Curve Number elaborato dal Soil Conservation Service (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento. L'analisi è stata fatta analizzando i tempi di ritorno delle piogge, e in funzione di questi e del coefficiente di deflusso, dipendente dal tipo di permeabilità e uso del terreno, si sono determinati i valori massimi della portata istantanea al colmo e soprattutto, per il caso in esame, i volumi di pioggia immagazzinabili all'interno della vasca di laminazione presente.

La determinazione dei vari parametri di interesse (portate, volumi ecc..) col metodo afflussi/deflussi, deve avere come input l'altezza di pioggia ricavate dall'elaborazione statistica dei dati pluviometrici per piogge intense e di breve durata (15', 30', 1, 3, 6, 12 e 24 ore) rilevati, da cui si ottengono le curve di possibilità climatica per differenti tempi di ritorno. Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (d) dell'evento di pioggia in funzione di un prefissato tempo di ritorno (TR) è stata necessario individuare la legge probabilistica che meglio si adatta alla serie storica del campione analizzato. Generalmente, per le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia, la distribuzione che meglio interpreta le serie storiche risulta essere quella di Gumbel, descritta dall'espressione:

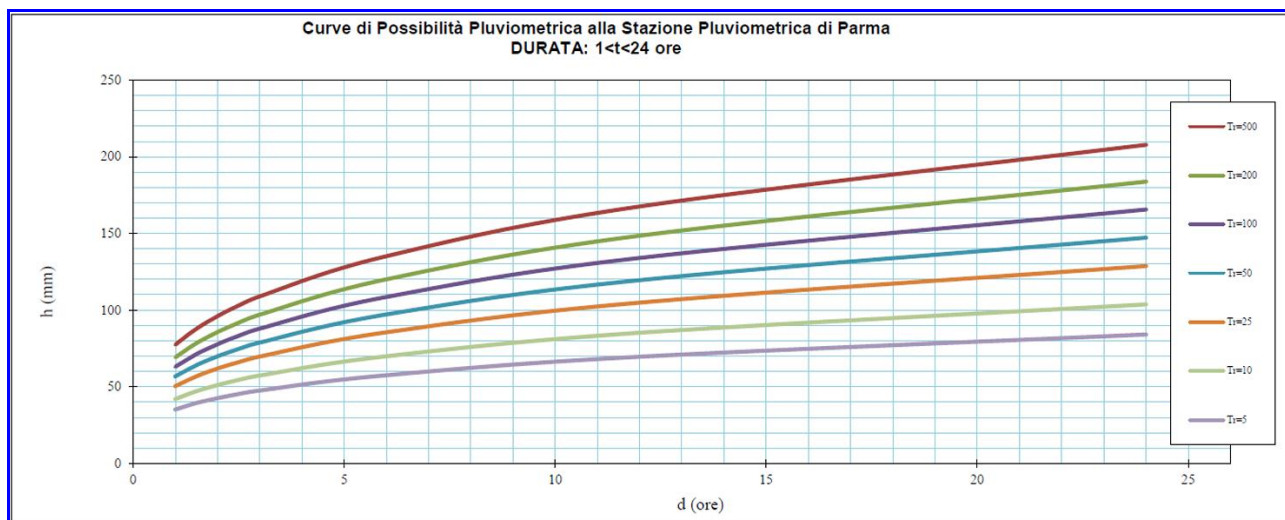
$$h = a \cdot (T)^n$$

Nelle successive tabelle sono riportati i parametri delle curve di possibilità pluviometriche di riferimento forniti dal Consorzio della Bonifica Parmense.

**Tabella 1** – parametri delle Curve di possibilità pluviometrica – Consorzio di Bonifica Parmense

| TR anni | DURATA: 1<t<24 ore - h=a*t^n |        |         |
|---------|------------------------------|--------|---------|
|         | n                            | lna    | a       |
| 2       | 0.2408                       | 3.2272 | 25.2084 |
| 5       | 0.2732                       | 3.5633 | 35.2782 |
| 10      | 0.2849                       | 3.7371 | 41.9778 |
| 15      | 0.2897                       | 3.8235 | 45.7631 |
| 20      | 0.2926                       | 3.8798 | 48.4150 |
| 25      | 0.2946                       | 3.9211 | 50.4584 |
| 30      | 0.2961                       | 3.9536 | 52.1212 |
| 40      | 0.2983                       | 4.0025 | 54.7351 |
| 50      | 0.2998                       | 4.0388 | 56.7562 |
| 100     | 0.3039                       | 4.1433 | 63.0109 |
| 200     | 0.3071                       | 4.2377 | 69.2450 |
| 500     | 0.3105                       | 4.3499 | 77.4723 |

| durata<br>[ore] | ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] |        |        |        |        |        |        |        |       |       |
|-----------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|                 | Tr=500                  | Tr=200 | Tr=100 | Tr=50  | Tr=25  | Tr=20  | Tr=15  | Tr=10  | Tr=5  | Tr=2  |
| 0.25            | 54.23                   | 47.86  | 43.03  | 38.18  | 33.30  | 31.71  | 29.66  | 26.72  | 21.51 | 13.64 |
| 0.5             | 69.64                   | 61.67  | 55.62  | 49.56  | 43.45  | 41.47  | 38.89  | 35.21  | 28.69 | 18.84 |
| 0.75            | 80.61                   | 71.52  | 64.64  | 57.73  | 50.77  | 48.51  | 45.57  | 41.38  | 33.96 | 22.75 |
| 1               | 77.47                   | 69.25  | 63.01  | 56.76  | 50.46  | 48.42  | 45.76  | 41.98  | 35.28 | 25.21 |
| 1.5             | 87.87                   | 78.43  | 71.27  | 64.09  | 56.86  | 54.51  | 51.47  | 47.12  | 39.41 | 27.79 |
| 2               | 96.08                   | 85.67  | 77.78  | 69.87  | 61.89  | 59.30  | 55.94  | 51.14  | 42.63 | 29.79 |
| 2.5             | 102.97                  | 91.75  | 83.24  | 74.70  | 66.10  | 63.30  | 59.68  | 54.50  | 45.31 | 31.43 |
| 3               | 108.97                  | 97.03  | 87.98  | 78.90  | 69.74  | 66.77  | 62.91  | 57.40  | 47.63 | 32.84 |
| 6               | 135.14                  | 120.05 | 108.61 | 97.12  | 85.55  | 81.79  | 76.91  | 69.93  | 57.56 | 38.81 |
| 12              | 167.59                  | 148.52 | 134.07 | 119.56 | 104.93 | 100.18 | 94.01  | 85.20  | 69.56 | 45.86 |
| 24              | 207.84                  | 183.75 | 165.50 | 147.17 | 128.70 | 122.71 | 114.92 | 103.79 | 84.06 | 54.19 |



**Figura 7** – Curve di possibilità pluviometrica – Consorzio di Bonifica Parmense

**Nel caso in esame si sono utilizzati i parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica per TR 100 anni e durata di pioggia pari a 24 ore forniti dal Consorzio della Bonifica Parmense.**

La scelta di prendere come riferimento una durata di pioggia pari a 24 ore risulta del tutto cautelativa, in quanto, per le dimensioni del bacino di interesse, sarebbe stato sufficiente prendere come riferimento un evento meteorico di durata minore.

Di seguito sono riportati i coefficienti di deflusso utilizzati per lo sviluppo del modello in esame

**Tabella 2** – Coefficienti di deflusso.

|   |                          |      |
|---|--------------------------|------|
| Coefficiente deflusso sup. impermeabile (tetti e coperture) | $\varphi_{imp\_T} (-)$   | 0.95 |
| Coefficiente deflusso sup. impermeabile (strade e piazzali) | $\varphi_{imp\_s} (-)$   | 0.9  |
| Coefficiente deflusso sup. semi-permeabili (autobloccanti)  | $\varphi_{sem\_imp} (-)$ | 0.6  |
| Coefficiente deflusso sup. verde                            | $\varphi_{per} (-)$      | 0.2  |

## 5. MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

La simulazione idraulica per la determinazione dei volumi di invaso necessari è stata effettuata con l'utilizzo del modello idrologico-idraulico **SWMM** (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A, che descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sull'area di un bacino imbrifero e quindi in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori, consentendo di definire le portate ed i volumi in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia.

Matematicamente il processo è rappresentato dalla soluzione di un sistema di equazioni differenziali che governano il bilancio della massa liquida (equazione di continuità) e della corrispondente energia meccanica (equazione del moto) tanto per il deflusso che si sviluppa come lama d'acqua fluente sulla superficie di una area elementare per effetto della saturazione del suolo e del superamento della sua capacità di infiltrazione, quanto del deflusso che si sviluppa come corrente essenzialmente monodimensionale in ciascuno dei tronchi elementari costituenti la rete drenante. Oltre tali equazioni differenziali, il modello impone contemporaneamente, attraverso successive formule, le condizioni al contorno, ed in particolare l'identità del livello in tutti gli estremi di canali che connettono lo stesso nodo, il legame tra livello raggiunto nei nodi, dimensione fisica delle confluenze e livelli idrici nei canali riceventi.

Le condizioni iniziali nel reticolo sono, invece, calcolate sulla base delle condizioni al contorno che riguardano i riceventi e della portata iniziale in ogni tratto.

Per quanto riguarda il deflusso di superficie, il programma considera ogni area elementare utilizzata per la schematizzazione dell'intero bacino come un serbatoio non lineare con un singolo ingresso che rappresenta le precipitazioni, e con più uscite che rappresentano rispettivamente l'infiltrazione, l'evaporazione ed il deflusso superficiale. È quest'ultima la componente maggiormente rappresentativa nel caso presente.

La capacità del serbatoio non lineare rappresenta la capacità massima d'accumulo sulle superfici del bacino, fornita principalmente dai micro e macro avvallamenti delle superfici e dal velo d'acqua presente sulle superfici bagnate, d'altezza variabile durante l'evento di pioggia.

Nella logica del modello il deflusso superficiale ha inizio solo quando il volume d'acqua nel serbatoio supera la capacità d'accumulo superficiale, mentre l'infiltrazione (solo nella porzione permeabile della superficie) e l'evaporazione riducono continuamente il volume d'acqua accumulato nel serbatoio. L'infiltrazione è modellata secondo il metodo CN del Soil Conservation Service (USA). Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione siano potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso è ovviamente nullo. E' presente anche la componente di deflusso ipodermico e di base, derivante dalla schematizzazione della regione sotterranea come due serbatoi non lineari interconnessi; tale elemento, introdotto quando si dispone di osservazioni in continuo delle piogge, può simulare anche gli scambi idrici fra falda freatica e corso d'acqua, ma riveste un'importanza trascurabile nella simulazione di singoli eventi di piena, come quelli analizzati in questo studio, perché i tempi di risposta dei due serbatoi sotterranei eccedono largamente quelli del ruscellamento superficiale, fornendo un contributo al deflusso totale che diviene significativo solo in regime fluviale di morbida e magra. Il processo appena descritto, elaborato dal modulo RUNOFF del programma, è ripetuto per ogni area elementare schematizzata, e per ogni passo temporale in cui è necessario discretizzare l'intervallo di tempo durante il quale interessa simulare la trasformazione afflussi-deflussi e la propagazione della conseguente portata lungo il sistema drenante, tenendo conto delle confluenze secondo la struttura topologica della rete idrografica.

Nel caso in esame, si sono esaminati tempi di pioggia con durate differenti, dai 15 minuti fino alle dodici ore, e fissato l'intervallo temporale di calcolo della simulazione complessivamente in 24 ore, con pluviogramma di ingresso di tipo triangolare. I parametri che occorrono fissare per la simulazione idrologica e quindi per la determinazione delle portate generate sono i seguenti:

- caratteristiche fisiche e morfologiche dell'area sottesa (superfici impermeabili, aree verdi, strade ecc), che consentono di stimare le perdite e i coefficienti di deflusso, attraverso il metodo CN (caratteristiche del tipo di suolo);
- ietogramma in ingresso;



- il metodo di analisi afflussi/deflussi (metodo SCS Curve Number).

Come anticipato, per la determinazione delle principali perdite idrologiche come evapotraspirazione, infiltrazione ed immagazzinamento nelle depressioni superficiali, è stato utilizzato il metodo CN.

Il coefficiente CN attribuisce ad ogni singola porzione di superficie, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura al fine di stimare il coefficiente di deflusso medio.

Il metodo consiste essenzialmente di due parti: nella prima si stima il volume del deflusso risultante da una pioggia, nella seconda si determina la distribuzione nel tempo del deflusso e la portata al colmo. Rinviano ai testi d'idrologia (es. Ven Te Chow) l'illustrazione del metodo, nel seguito ci si limita a riportare gli elementi necessari alla sua applicazione. Scritta l'equazione di continuità:

$$Q = P - S'$$

dove:

Q (mm) = volume defluito fino all'istante generico t; P (mm) = volume affluito al medesimo istante;

S' (mm) = volume complessivamente perso =  $S^*Q/P$ ;

S (mm) = volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione =  $25.400/CN - 254$ .

La valutazione del coefficiente CN e la stima del coefficiente di deflusso ( $\delta$ ), per piogge con diverso tempo di ritorno TR, ha portato ai seguenti valori:

$$Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I - S)}$$

dove:

I = quota parte dell'afflusso che va ad invasarsi nelle depressioni superficiali ( $=0,2*S$ ).

La forma dell'idrogramma di portata è funzione del tempo di corrivazione  $t_c$ , della durata D, dell'impulso di pioggia efficace R, del tempo di ritardo del colmo L (Lag), dei tempi di crescita  $t_p$  (time to peak), di esaurimento  $t_r$  (recession time) e del tempo base (base time).

Il tempo di corrivazione o concentrazione, caratteristico del bacino, è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura. Per i bacini urbani il tempo di corrivazione  $t_c$  è descritto dalla somma di due termini:

$$t_c = t_r + t_p$$

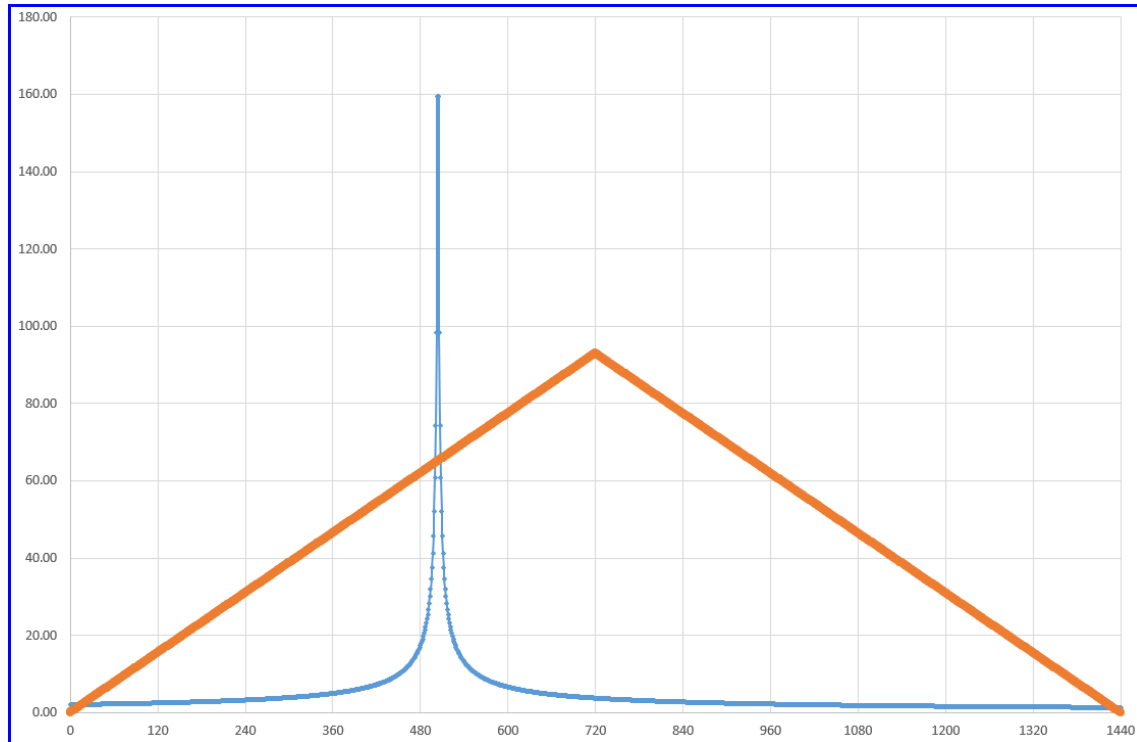
**$t_r$**  rappresenta il tempo di ruscellamento ovvero il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura del sottobacino di riferimento;

**$t_p$**  rappresenta il tempo di percorrenza ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di controllo.

Il tempo di ruscellamento è d'incerta determinazione variando infatti con la pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; esso viene assunto con valore compreso tra i 5 ed i 10 minuti per superfici impermeabili o difficilmente permeabili e per valori compresi tra i 10 ed i 15 minuti per superfici da permeabili a molto permeabili.

Nel caso in esame, avendo adottato i parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica per TR 100 anni e durata di pioggia pari a 24 ore forniti dal Consorzio della Bonifica Parmense, si è ricavata la seguente pioggia di progetto, utilizzata nel software SWMM per le simulazioni:

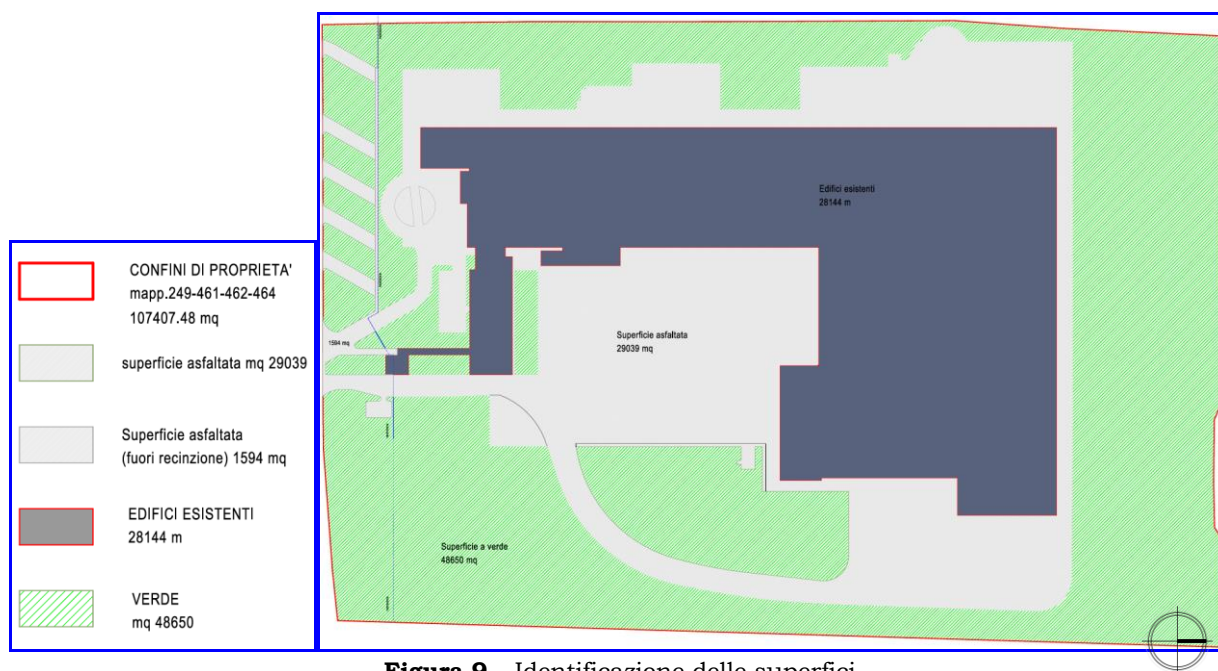
- Ietogramma triangolare (linea arancione) e ietogramma Chicago (linea azzurra) per una durata di pioggia pari a 1440 minuti (24 ore):



**Figura 8** – Ietogramma triangolare e ietogramma Chicago 24 ore

## 6. DEFINIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Per la modellazione idrologica/idraulica sono state considerate le seguenti superfici con relativi valori del coefficiente di deflusso:



**Figura 9** – Identificazione delle superfici

### **Superficie asfaltata**

Superficie: 30.633 mq

coeff. deflusso 0,90

### **Edifici esistenti**

Superficie: 28.144 mq

coeff. deflusso 0,95

### **Verde**

Superficie: 48.650 mq

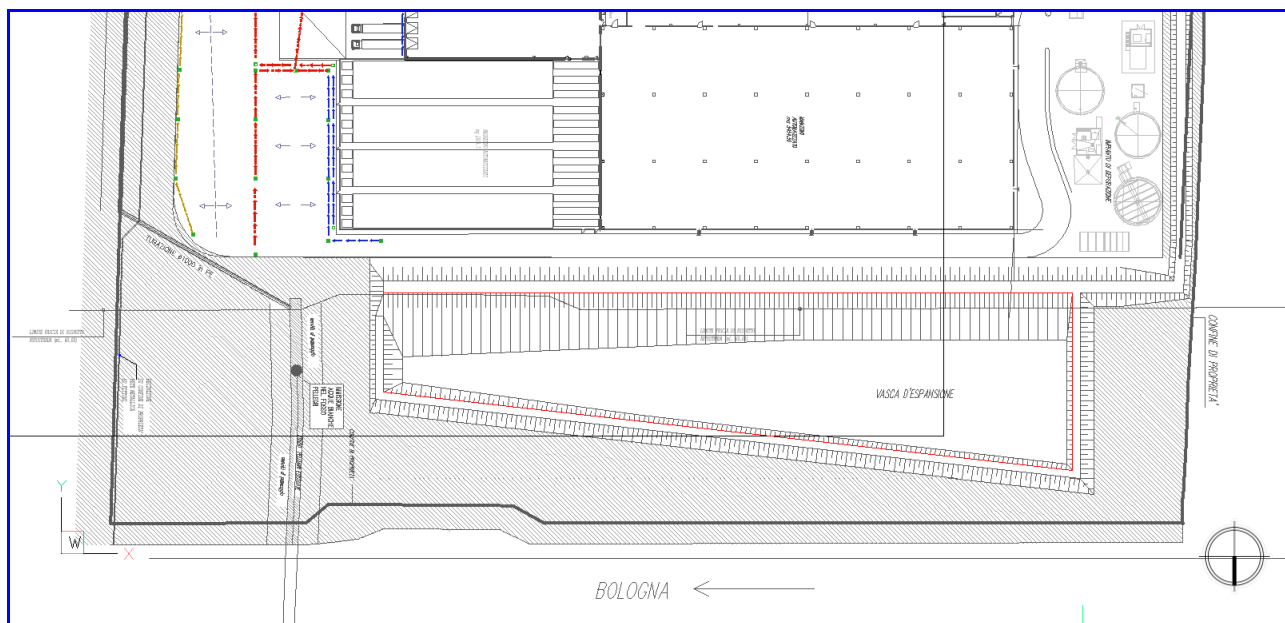
coeff. deflusso 0,20

Il drenaggio delle acque meteoriche, incidenti sulle aree impermeabili, avviene mediante una estesa rete idraulica che convoglia la totalità delle acque bianche ad una stazione di rilancio che, a sua volta, afferisce al sistema di laminazione (vasca in terra posta sul confine Nord dell'insediamento) e smaltimento finale a portata controllata, nel canale privato Pellegrini, per poi defluire al canale Consortile "Puppiola".

La verifica, a favore di sicurezza, viene condotta:

1. considerando che l'intera area (permeabile ed impermeabile) scoli all'interno della vasca di espansione;
2. considerando come volume utile solo quello della vasca di laminazione posta a valle del sistema di sollevamento, trascurando pertanto, a favore di sicurezza, i volumi accumulabili nelle condotte, nelle camerette, nelle caditoie e negli invasi superficiali;
3. trascurando la portata in uscita dalla vasca di espansione di 30 l/s, schematizzando quest'ultima come un bacino chiuso per verificarne l'effettiva capacità d'invaso.





**Figura 10 – Vasca di Espansione presente**

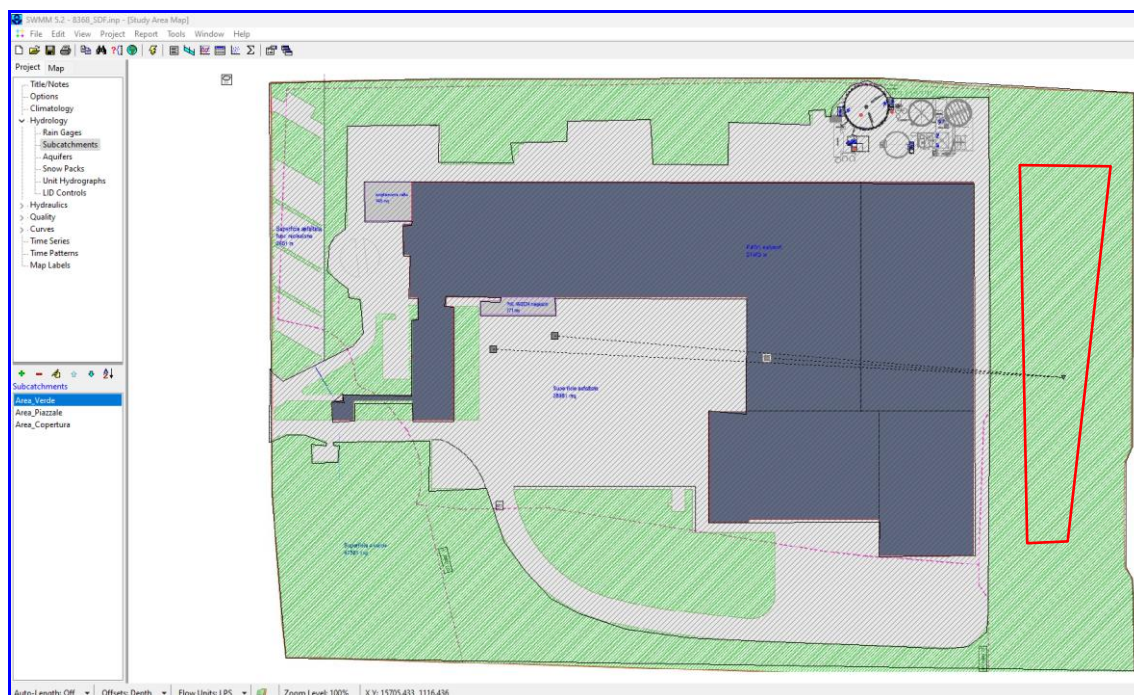
La vasca di laminazione presenta le seguenti caratteristiche:

- Superficie: 6.240 mq circa;
- Profondità minima (lato ovest): 1,0 m circa;
- Profondità massima (lato est): 2,0 m circa;
- Profondità media: 1,2 m circa;
- **Volume massimo di invaso stimato: 7.500 mc circa.**

## 7. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO

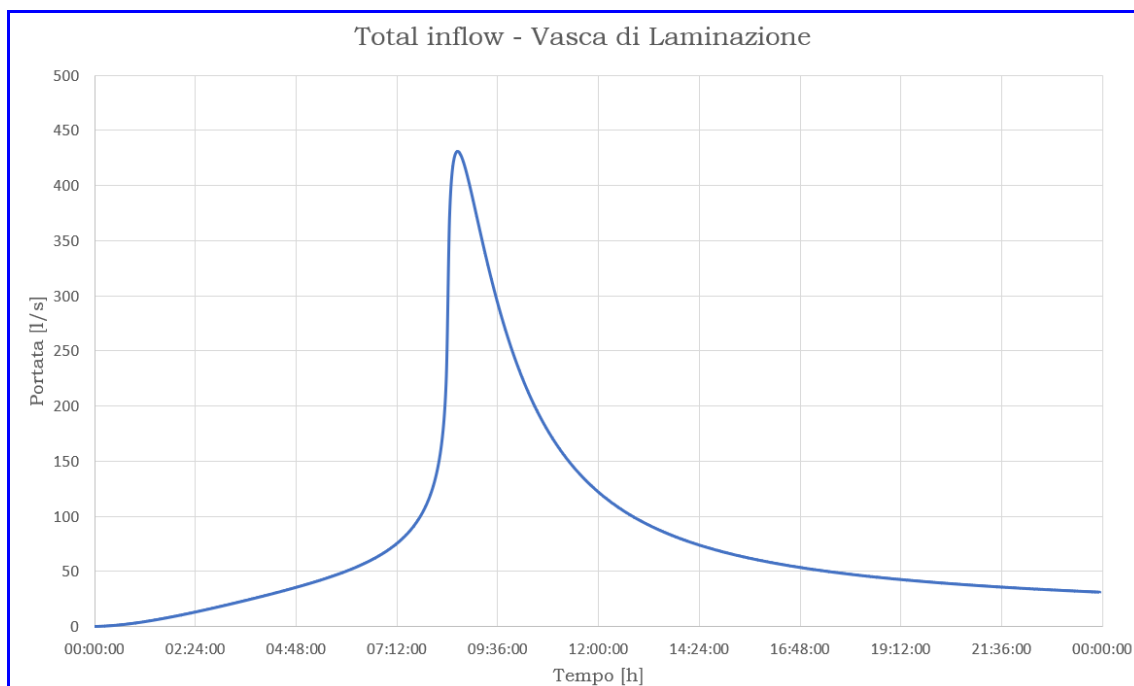
Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave.

Di seguito si riporta uno stralcio del modello di calcolo realizzato:



**Figura 11** – Modello SWMM dell'area

Nella seguente figura viene riportato l'andamento delle portate in l/s in ingresso alla vasca di laminazione, rispetto all'intero intervallo temporale dell'evento di precipitazione (24 ore):



**Figura 12** – Portate in l/s in ingresso alla vasca

Il volume scaricato all'interno della vasca di laminazione durante l'evento di pioggia considerato (TR=100 anni e durata pari a 24 ore) è di **6.813,98 mc**, a fronte dei 7.500 mc di invaso disponibili.

## 8. CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica ha avuto lo scopo di verificare secondo gli attuali parametri la vasca di laminazione, dimensionata all'inizio del percorso progettuale dall'ingegner Felice Martino in data 17 novembre 2017, a corredo dell'intervento di ampliamento dello stabilimento produttivo La Doria S.p.A. sito in Viale delle Esposizioni, n. 79/A nel Comune di Parma (PR).

In particolare si è voluto verificare che, anche nelle peggiori condizioni possibili secondo quanto stabilito dal "Regolamento di Polizia Idraulica" del Consorzio di Bonifica Parmense, la vasca di laminazione già presente allo stato di fatto fosse in grado di contenere i volumi di pioggia ipotizzati.

A favore di sicurezza, nel calcolo del volume complessivo di laminazione sono state fatte le seguenti considerazioni:

1. l'intera area dello stabilimento (permeabile ed impermeabile) scola all'interno della vasca di espansione;
2. il volume utile di invaso è solo quello della vasca di laminazione, trascurando i volumi accumulabili nelle condotte, nelle camerette, nelle caditoie e negli invasi superficiali;
3. la portata in uscita dalla vasca di espansione di 30 l/s non è stata modellata, schematizzando quest'ultima come un bacino chiuso per verificarne l'effettiva capacità d'invaso.

Le prescrizioni del Consorzio della Bonifica Parmense prescrivono che il volume d'invaso non possa essere inferiore a 600 mc/ha di superficie complessiva di trasformazione. Nel caso in oggetto di studio, l'impermeabilizzazione complessiva è pari a circa 5,6 ha corrispondenti ad un volume minimo d'invaso pari a 3.360 mc.

Sulla base delle considerazioni effettuate, per l'evento di pioggia designato (TR=100 anni e durata pari a 24 ore) si sono ottenuti i seguenti risultati:

**Tabella 3** – Risultati ottenuti

|  | Volume [mc] | $\Delta$ [mc] | Verifica        |
|--|-------------|---------------|-----------------|
| Volume da invasare                         | 6.814       | + 686         | <b>Positiva</b> |
| Volume disponibile<br>(vasca d'espansione) | 7.500       |               |                 |

**Visti i risultati ottenuti è possibile affermare che la vasca d'espansione presente, anche nelle condizioni peggiori ipotizzabili, risulta pienamente sufficiente alla laminazione dei volumi di pioggia derivanti del comparto in oggetto.**

San Michele Tiorre, li 11 dicembre 2024

Ing. Roberto Giovanelli

