



# CITTA' DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA

SETTORE TERRITORIO

SERVIZIO QUALIFICAZIONE CITTÀ PUBBLICA E OPERE STRATEGICHE

PIAZZA GANGANELLI, 1 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA - TEL. 0541 356356 - EMAIL urp@comune.santarcangelo.rn.it



## OGGETTO:

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'INCROCIO FRA LA VIA PASQUALE TOSI, LA VIA ANTICA EMILIA E LA S.P. 136 "SANTARCANGELO MARE" MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI NUOVA ROTATORIA STRADALE ED OPERE CONNESSE NEI TERRITORI DEL COMUNE DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA E RIMINI (RN).  
CUP C41B20000010004**

PROGETTO DI FATTIBILITA'  
TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO ESECUTIVO

DIRIGENTE DEL SETTORE TERRITORIO:

**ING. NATASCIA CASADEI**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

**ING. ROBERTO SIGNOROTTI**

COLLABORATORE AL RUP:

**GEOM. GILBERTO BUGLI**

PROGETTISTA:

**ING. ANDREA AMADUCCI**

PROGETTISTA PUBBLICA ILLUMINAZIONE:

**ING. ALBERTO FRISONI**

PROGETTISTA AMBIENTALE:

**DOSSA GEOL. DANIELA TONINI**

ELABORATO:

**RELAZIONE IDRAULICA**

ALLEGATO:

TAVOLA:

**6**

DATA:

**26/01/2022**

SCALA:

-

**POLISTUDIO**  
architecture & engineering  
**POLISTUDIO A.E.S.**  
Società di Ingegneria S.r.l.



NOME FILE:

L:\01-Commesse\2020\20-0155-ROTATORIA\_VIA\_TOLEMAIDE\3-Progettazione\50-PD\405-INF-Rel\0001-Rel\PD-06-Relazione idraulica\_int.dwg

## SOMMARIO

<b>RELAZIONE IDRAULICA .....</b>	<b>2</b>
1 <i>PREMESSA .....</i>	2
2 <i>INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....</i>	2
2.1 <i>NORME REGIONALI.....</i>	3
3 <i>DESCRIZIONE STATO ATTUALE .....</i>	4
4 <i>DESCRIZIONE STATO DI PROGETTO.....</i>	4
4.1 <i>FOGNATURA BIANCA.....</i>	4
4.2 <i>INVARIANZA IDRAULICA .....</i>	5
5 <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO .....</i>	8
5.1 <i>ANALISI CARTOGRAFICA DEI PIANI DI RIFERIMENTO .....</i>	8
5.2 <i>VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....</i>	9
5.3 <i>CONSIDERAZIONI GENERALI STATO DEI LUOGHI ED EVENTUALI MITIGAZIONI DEL RISCHIO ...</i>	10
5.4 <i>CONCLUSIONI.....</i>	10
6 <i>VERIFICA IDRAULICA ALLA SEZIONE DI CHIUSURA.....</i>	11

## RELAZIONE IDRAULICA

### 1 PREMESSA

La presente relazione idraulica si prefigge lo scopo di descrivere le reti di deflusso delle acque a seguito della realizzazione di una nuova rotatoria nei territori del comune di Santarcangelo di Romagna e Rimini per la messa in sicurezza dell'intersezione tra la via Pasquale Tosi, la via Vecchia Emilia e la Strada Provinciale SP 136 "Santarcangelo mare".



**Fig. 1 – Inquadramento area di intervento (Fonte Google Earth)**

### 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nel dettaglio la normativa di riferimento per la redazione del presente Accordo Operativo è la seguente:

- Circolare della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 07.01.1974 n. 11633 sulla progettazione delle fognature;
- Delibera del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento in data 04.02.1977;
- D.M. 12.12.1985 recante le "Norme tecniche relative alle tubazioni";
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, n° 4, "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale";
- Criteri di applicazione alla Legge 319/76 emanati dal Ministero dei LL.PP. del 04.02.77, con particolare riferimento all'allegato 4 recante "Norme tecniche generali per l'installazione e l'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione";

- UNI EN 1401-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema;
- UNI EN 1610 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.
- Decreto Legislativo n. 152 del 03/04/2006 - “*Norme in materia ambientale*”;
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2000 - “*Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (GU L 327 del 22/12/2000)*”;
- Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2007 - “*Valutazione e Gestione dei rischi di alluvioni (Testo rilevante ai fini del SEE)*”;
- Decreto Legislativo n. 49 del 23/02/2010 - “*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni. (10G0071)*”;
- Decreto Legislativo n. 219 del 10/12/2010 “*Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque (10G0244)*”.

## 2.1 NORME REGIONALI

- D.G.R. n. 247 del 05/03/2012 “*Approvazione schema di <accordo per l'applicazione in regione Emilia-Romagna (bacino pilota del fiume Secchia) della direttiva 2007/60/CE, di cui al D.Lgs. 49/2010 pubblicato sulla G.U. n.77 del 02/04/2010>*”;
- D.G.R. n. 868 del 24/06/2013 Oggetto: D.Lgs. 49/2010 “*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*”: presa d'atto del percorso per la predisposizione delle mappe di pericolosità e di rischio;
- D.G.R. n. 1244 del 23/07/2014 “D.Lgs. 49/2010 “*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*”: presa d'atto del percorso per l'elaborazione del piano di gestione del rischio di alluvioni e costituzione di staff specificamente dedicati”;
- D.G.R. n. 1088 del 28/07/2015 “*Integrazione dei componenti e proroga della cabina di regia istituita con D.G.R. n. 1244/2014*”;
- D.G.R. n. 2050 del 10/12/2015 “*Attuazione della direttiva 2007/60/CE, recepita con D.Lgs. 49/2010, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni: presa d'atto degli elaborati costituenti i piani di gestione del rischio di alluvioni relativi al territorio regionale ricadente nei distretti padano, dell'appennino settentrionale e dell'appennino centrale*”;
- D.G.R. n. 1300 del 01/08/2016 “*Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione del rischio di alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 elaborato n. 7 (norme di*



attuazione) e dell'art. 22 elaborato n. 5 (norme di attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI delta adottato dal comitato istituzionale autorità di bacino del fiume Po con deliberazioni n. 5/2015".

### 3 DESCRIZIONE STATO ATTUALE

L'area è catastalmente individuata al foglio n. 41 del Comune di Rimini particelle 45, 47, 51, 119, 120, 123, 124 e al foglio n. 7 del comune di Santarcangelo di Romagna particelle 94, 228, 226, 230, 158, 690, 223. Attualmente al di sotto dell'attuale incrocio è presente il fosso tombinato Brancona che, una volta attraversata la via Vecchia Emilia diventa a cielo aperto.

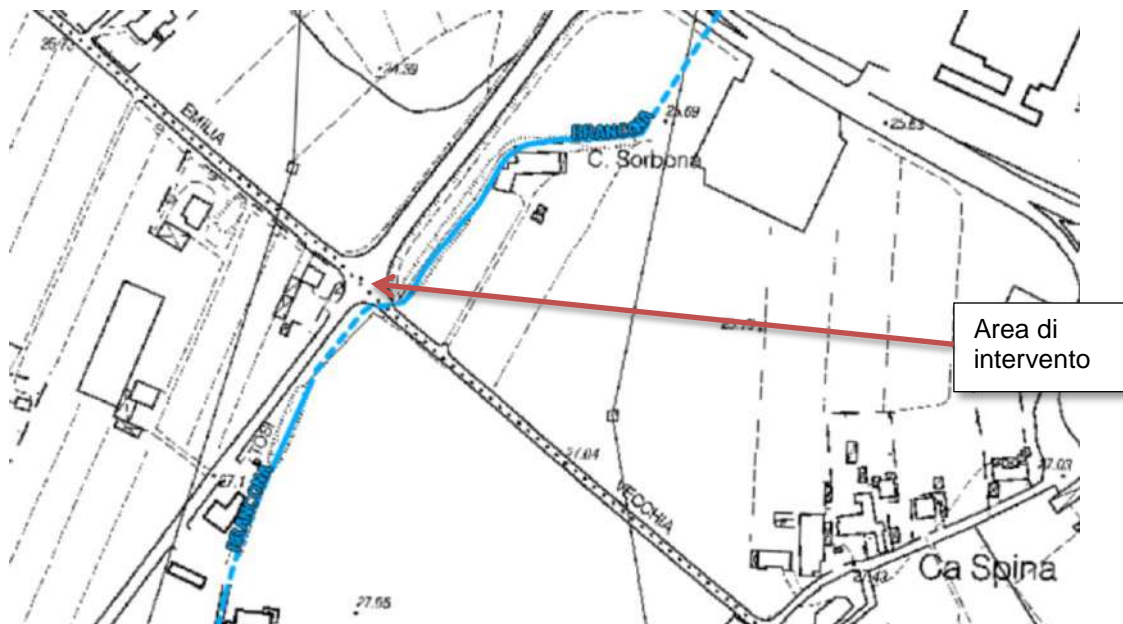


Fig. 4 – Estratto WEB GIS Consorzio di Bonifica della Romagna

Le acque di pioggia vengono smaltite nei fossi laterali presenti in affianco all'attuale incrocio e solo in parte vengono riversate all'interno dello scolo consorziale.

### 4 DESCRIZIONE STATO DI PROGETTO

#### 4.1 FOGNATURA BIANCA

Lo smaltimento delle acque meteoriche insistenti sulla piattaforma stradale sarà attuata attraverso i fossi laterali presenti attorno alla nuova rotatoria, ossia nel medesimo modo dello stato attuale. A seguito dell'inserimento del tratto di pista ciclabile su via Vecchia Emilia lato San Vito sarà realizzato un ramo di fognatura bianca che sarà collettato all'interno dello scolo consorziale Brancona (vedi tav. 17).

La **nuova fognatura** di raccolta delle acque bianche, realizzata con condotte in PVC DN315 SN8 SDR34.

Il nuovo collettore fognario sarà posato all'interno di un apposito scavo a sezione obbligata su uno strato di sabbia dello spessore di cm 10 previo livellamento del piano di posa in modo da rispettare la pendenza verso il recapito finale.

Il rinfianco ed il rinterro delle sezioni di scavo avverrà con sabbia ben costipata conforme alla norma UNI EN 13285 e UNI EN 13242 per un'altezza non inferiore a 20 cm sopra la generatrice superiore del tubo.

Lungo il nuovo tratto di rete sono previsti in corrispondenza dei cambi di direzione, e comunque a distanze non superiori a 40 m, appositi pozzetti d'ispezione completi di chiusini in ghisa sferoidale di tipo carrabile conformi alle norme UNI-EN 124. Il pozzetto e la lastra di copertura sono in cemento armato, dimensionati per sopportare carichi di prima categoria stradale.

La raccolta delle acque meteoriche, della porzione sud della rotatoria, avverrà tramite apposite caditoie di tipo carrabile in ghisa sferoidale (con almeno n° 8 asole) posate su pozzetto prefabbricato in calcestruzzo delle dimensioni di cm 50 x 50 x h = 70 poste ad un interasse di circa 15 m.

Tutte le caditoie di progetto, dotate di sifone ispezionabile, saranno collegate o alla rete fognaria o al fosso stradale (lato sud via Emilia Vecchia lato Casale) con tubazione in PVC SDR34 SN8 DN 160.

I chiusini e le caditoie sono previsti in ghisa sferoidale conformi alla norma UNI-EN 124 ed idonei alla classe di carico D400.

#### 4.2 INVARIANZA IDRAULICA

Premesso che la normativa in materia di invarianza idraulica per il sito in esame prevede che per la regolamentazione degli scarichi all'interno del ricettore finale occorre rispettare:

- le norme in materia di invarianza idraulica, art. 11 comma 3 lett.a1 delle N.T.A. del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia – Conca, che prevede la creazione di un volume di laminazione per lo stoccaggio dell'incremento di portata derivante dall'impermeabilizzazione del suolo;
- le norme tecniche di attuazione del PTCP 2007 della Provincia di Rimini con particolare riferimento all'art. 2.5 comma 2 che fissa la massima portata scaricabile in 10 l/sec.\*ha;

premessi che:

- ✓ a seguito dell'intervento l'incremento di superficie impermeabilizzata risulta essere pari a 1.161,33 mq (si veda tav. 33);
- ✓ a seguito dell'intervento il gestore del servizio idrico integrato (Hera S.p.A.) prevede di realizzare, a propria cura e spese, un intervento atto all'eliminazione dell'attuale allaccio di fognatura mista all'interno dello scolo consorziale Brancona (dismissione tratto B-C DN400 si veda tav. 15) in corrispondenza del pozzetto C posto in angolo tra le via Pasquale Tosi e Vecchia Emilia lato San Vito, attraverso un intervento che consentirà il convogliamento di tali acque all'interno della vicina stazione di sollevamento e successivamente al depuratore di Santa Giustina;
- ✓ le acque della nuova rotatoria saranno smaltite nei fossi laterali alla nuova infrastruttura viaria (si veda tav. 17) con l'eccezione di una piccola porzione lato sud per la presenza di una recinzione privata;

- ✓ la superficie della nuova rotatoria gravante sullo scolo consorziale ammonta a 2.074,90 mq (si veda tav. 33);

tutto ciò premesso, tenuto conto che:

- 1) l'incremento di superficie gravante sullo scolo consorziale ammonta a 457,40 mq (stato di fatto  $S_{Fimp} = 1.617,50$  mq; stato di progetto  $S_{Pimp} = 2.074,90$  mq);
- 2) l'incremento di portata confluyente nello scolo Brancona a seguito dell'incremento di impermeabilizzazione, calcolato con il metodo cinematico adottando una curva di possibilità climatica con tempo di ritorno trentennale ammonta a 9 l/sec (vedi verifica sotto riportata);
- 3) la disconnessione della fognatura mista proveniente da San Vito comporta una riduzione di portata immessa nello scolo consorziale (tubazione DN400) superiore alla portata generata al punto precedente;

pertanto, nonostante un incremento di superficie impermeabile, gli interventi programmati consentono un non aggravio della situazione esistente nel recettore finale, per cui è plausibile dire che **non è necessario prevedere alcun volume volano** per il presente intervento.

### **Calcolo dell'incremento di portata**

Il calcolo delle massime portate di origine pluviale è stato effettuato con il metodo razionale adottando le curve segnalatrici di possibilità climatica riportate nel regolamento di Polizia Idraulica del Consorzio di Bonifica della Romagna che, per il tempo di ritorno 30 anni, sono caratterizzate dai seguenti parametri:

- Per  $t \leq 1$  ora:  $a = 54,64$  [mm/h]

$n = 0,73$

- Per  $t > 1$  ora:  $a = 51,09$  [mm/h]

$n = 0,27$

Il calcolo della massima piena con tempo di ritorno trentennale da utilizzare nelle verifiche idrauliche, viene effettuata utilizzando il metodo cinematico lineare, in base al quale la massima portata alla sezione di calcolo si verifica per un tempo di pioggia critico coincidente con il tempo di corrivazione, infatti in tale situazione si verifica la condizione di bacino totalmente contribuente.

La portata al colmo per un generico bacino risulta quindi:

$$Q_i = \frac{\varphi_i \times i_{ci} \times S_i}{360}$$

dove:

$Q_i$  = portata al colmo di piena in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino [ $m^3/s$ ];

$\varphi_i$  = valore medio ponderale del coefficiente di deflusso del bacino determinato come media ponderale dei valori di cui alla sottostante tabella 1 (valori desunti da letteratura);

$S_i$  = superficie del bacino scolante [Ha];

$i_{ci}$  = intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  [mm/h];

Tipologia superficie	$\varphi$
Giardini ed aree verdi	0,2
Strade e pavimentazioni semipermeabili	0,5
Strade e parcheggi impermeabili	0,85
Tetti (pluviali disconnessi)	0,7
Tetti (pluviali connessi)	0,9

**Tab. 1-Coefficienti di deflusso**

La durata di pioggia considerata critica, che determina cioè il valore di colmo dell'idrogramma di piena, viene assunta pari al tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino preso in esame.

Per il bacino in oggetto tale tempo è stato calcolato utilizzando la formula:

$$t_{c(Ai)} = t_{ai} + t_{ri}$$

dove:

- $t_{ai}$  è il tempo di ingresso in rete;
- $t_{ri}$  tempo di rete e viene stimato come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria facendo riferimento alla velocità di moto uniforme:

$$t_{ri} = \sum \frac{L_i}{V_{ui}}$$

Nel seguito si riportano i calcoli delle massima portata nello scolo consorziale nella situazione ante e post operam.

### STATO DI FATTO

Per ciascuna tipologia di finitura superficiale le corrispondenti superfici contribuenti sono pari a:

Aree lastrate impermeabili (strade)	1.617,50 mq
Aree verdi	1.513,04 mq
<b>Superficie totale</b>	<b>3.130,54 mq</b>

Applicando a queste superfici i parametri previsti dalla normativa si ottiene il coefficiente di afflusso medio:

$$\varphi = 0,54$$

Il tempo di corrivazione ( $t_c$ ) del bacino risulta essere pari a 3,85 minuti, procediamo pertanto utilizzando la curva di possibilità climatica per tempi di pioggia inferiori all'ora e tempo di ritorno 30 anni:

$$h = 54,64 \times t_c^{0.73}$$

quindi sostituendo detti valori nell'espressione:

$$Q_i = \frac{\varphi_i \times i_{ci} \times S_i}{360} = 0,053 \text{ mc/sec}$$

si ottiene la portata massima nel ramo terminale.



## STATO DI PROGETTO

Per ciascuna tipologia di finitura superficiale le corrispondenti superfici contribuenti sono pari a:

Aree lastrate impermeabili (strade, scolo consorziale)	2.074,90 mq
Aree verdi	628,39 mq
<b>Superficie totale</b>	<b>2.703,29 mq</b>

Applicando a queste superfici i parametri previsti dalla normativa si ottiene il coefficiente di afflusso medio:

$$\varphi = 0,70$$

Il tempo di corrivazione ( $t_c$ ) del bacino risulta essere pari a 3,45 minuti, procediamo pertanto utilizzando la curva di possibilità climatica per tempi di pioggia inferiori all'ora e tempo di ritorno 30 anni:

$$h = 54,64 \times t_c^{0.73}$$

quindi sostituendo detti valori nell'espressione:

$$Q_i = \frac{\varphi_i \times i_{ci} \times S_i}{360} = 0,062 \text{ mc/sec}$$

si ottiene la portata massima nel ramo terminale.

## 5 VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

L'analisi del presente studio di compatibilità è stata condotta ai sensi della Direttiva 2007/60/CE per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvione e del D.L. n.49 del 23/02/2010 e della DGR n.2050 del 10/12/2015 con l'obiettivo di delineare i limiti e le misure per rendere l'intervento in oggetto compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali.

### 5.1 ANALISI CARTOGRAFICA DEI PIANI DI RIFERIMENTO

I piani di riferimento che tracciano i limiti sull'area sono stati raccolti e di seguito così analizzati:

- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) delinea per l'area di intervento, ricadente nella delimitazione dei bacini romagnoli, mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni, costituendo il quadro conoscitivo per la gestione del rischio di alluvione e per la definizione di misure per la riduzione di esso.

L'area di intervento è stata individuata all'interno delle mappe:

- Reticolo secondario di pianura – Pericolosità – 256SE – Rimini – l'area ricade parzialmente nella delimitazione delle aree P2-M (Alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità) vedi fig. 5;

- Reticolo secondario di pianura – Rischio 256SE – Rimini – l'area ricade parzialmente nella delimitazione delle aree R1 (Rischio moderato o nullo) vedi fig. 6.

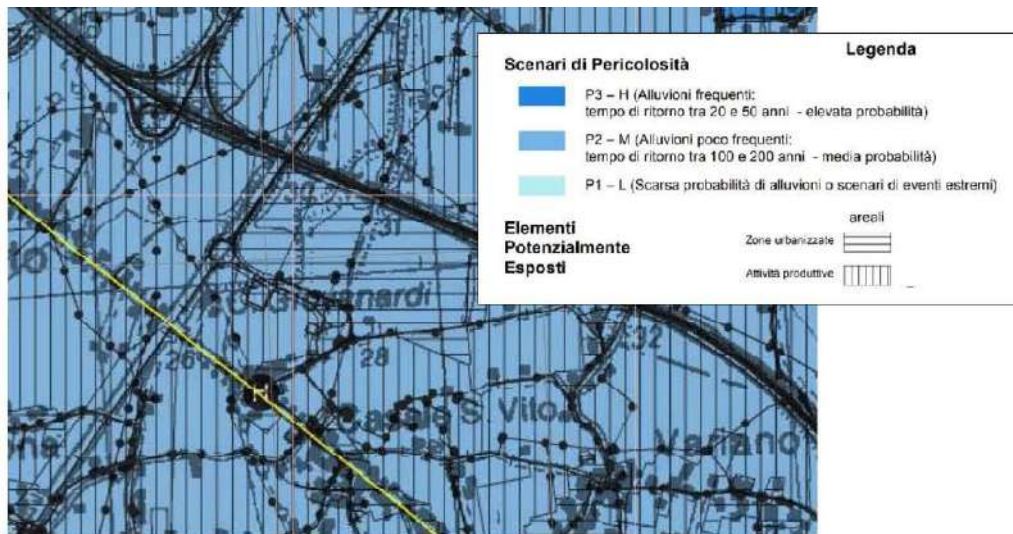


Fig. 5 – Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – 256SE – Rimini

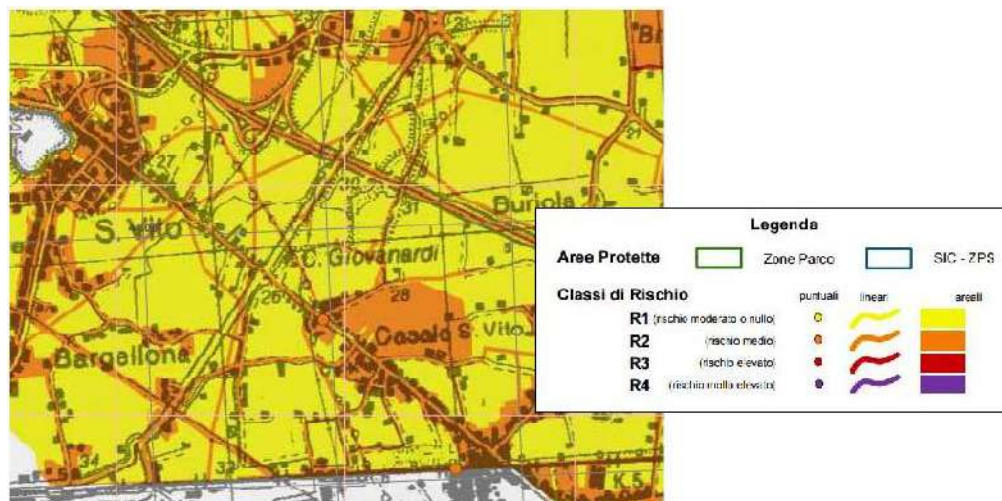


Fig. 6 – Mappa del rischio potenziale – 256SE – Rimini

## 5.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il rischio idraulico (R), per quanto riguarda i danni dovuti all'inondazione dell'area di interesse e definito attraverso la seguente espressione:

$$R=P*W*V$$

dove

- **P** (pericolosità) è la probabilità di accadimento del fenomeno d'inondazione caratterizzata da una data intensità (quota raggiunta dall'acqua, tempi di inondazione, tempi di permanenza dell'acqua, ecc.);

- **W** (valore degli elementi a rischio) è il parametro che definisce quantitativamente, in modi diversi a seconda della tipologia del danno presa in considerazione, gli elementi presenti all'interno dell'area inondata;

- **V** (vulnerabilità) è la percentuale prevista di perdita degli elementi esposti al rischio per il verificarsi dell'evento critico considerato.

L'area di interesse presenta un rischio solo parziale di allagamento medio e, come già detto nel paragrafo precedente ricade solo parzialmente nello scenario P2 cioè che è interessata da scenari rari con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni. L'area di interesse è interessata dalla presenza di uno scolo consortziale in parte tombato e in parte a cielo aperto così come si evince dalla cartografia dettagliata della rete idraulica del Consorzio della Bonifica della Romagna.

### 5.3 CONSIDERAZIONI GENERALI STATO DEI LUOGHI ED EVENTUALI MITIGAZIONI DEL RISCHIO

Le misure di mitigazione del rischio secondo il PGRA sono riconducibili a sei tipologie:

- nessuna azione (M1);
- prevenzione (M2);
- protezione (M3);
- preparazione (M4);
- ricostruzione e valutazione post evento (M5);
- altre misure (M6).

L'area di interesse ricade in ambito non urbanizzato e di per sé l'intervento garantisce l'invarianza idraulica con la salvaguardia di aree verdi e permeabili in quanto Hera S.p.A. provvederà ad eliminare alcuni scarichi che oggi vengono riversati all'interno del Brancona. Inoltre l'orografia naturale dell'area, permetterà un convogliamento delle eventuali acque al di fuori dell'area di intervento.

### 5.4 CONCLUSIONI

In conclusione, preso atto che:

- ✓ l'area di intervento ricade solo parzialmente in zone P2-M (Alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità);
- ✓ non ricade in fascia di Pertinenza fluviale;

viste le cartografie di studio, il contesto riscontrato, le misure mitigative messe in campo, **i rischi analizzati risultano non rilevanti e comunque tali da non limitare l'intervento in oggetto.**

## 6 VERIFICA IDRAULICA ALLA SEZIONE DI CHIUSURA

Il calcolo della massima portata di origine pluviale alla sezione di chiusura individuata al termine del tombinamento di progetto è stato effettuato con il metodo razionale adottando le curve segnalatrici di possibilità climatica riportate nel regolamento di Polizia Idraulica del Consorzio di Bonifica della Romagna che, per il tempo di ritorno 50 anni, sono caratterizzate dai seguenti parametri:

- Per  $t \leq 1$  ora:  $a = 59,86$  [mm/h]

$n = 0,79$

- Per  $t > 1$  ora:  $a = 55,76$  [mm/h]

$n = 0,27$

Il calcolo della massima piena con tempo di ritorno cinquantennale da utilizzare nelle verifiche idrauliche, viene effettuata utilizzando il metodo cinematico lineare, in base al quale la massima portata alla sezione di calcolo si verifica per un tempo di pioggia critico coincidente con il tempo di corrivazione, infatti in tale situazione si verifica la condizione di bacino totalmente contribuente.

Per il caso specifico sono stati forniti dal Consorzio di Bonifica della Romagna i seguenti dati:

- $A_{tot}$  area del bacino idrografico totale del corso d'acqua compresi affluenti:  $A_{tot} = 10,35$  Km<sup>2</sup>;
- $A_s$  area del bacino idrografico chiuso a monte di S:  $A_s = 1,96$  Km<sup>2</sup>;
- $L$  lunghezza dell'asta principale dall'origine alla foce  $L = 9,09$  Km;

e determinati dal progettista i seguenti dati:

- $L_s$  lunghezza dell'asta principale estesa allo spartiacque:  $L_s = 2,76$  Km;
- $i_{tot}$  pendenza media dell'asta principale dall'origine alla foce:  $i_{tot} = 0,005$  m/m.

Il calcolo del tempo di corrivazione  $t_c$  viene calcolato con la *formula di Ventura modificata* (bacini di alta pianura - scolo a gravità con pendenze di scolo superiori a 0,001- e area del bacino idrografico  $A_{tot} > 1$  km<sup>2</sup>):

$$t_c = 0,053 \sqrt{\frac{A_{tot}}{i_{tot}}} = 2,41 \text{ ore}$$

Il coefficiente di deflusso  $C$ , che esprime il rapporto tra la portata e la precipitazione, risulta dato dalla seguente espressione semplificata:

$$C = (0,9 \cdot A_{imp} + 0,2 \cdot A_{perm}) / A_{tot}$$

per il caso in esame, essendo il grado di urbanizzazione dell'intero bacino pari al 29%, il coefficiente di deflusso risulta essere pari a:

$$C = (0,9 \cdot 3,0 + 0,2 \cdot 7,35) / 10,35 = 0,40$$

Il calcolo della portata di progetto alla foce del canale con il metodo cinematico, in ipotesi di curva area-tempi lineare, ietogramma ad intensità costante si calcola con la formula:

$$Q_{\text{tot}}(50) = 0,278 \cdot C \cdot a(50) \cdot t_c^{(n(50)-1)} \cdot A_{\text{tot}}$$

sostituendo i valori si ottiene:

$$Q_{\text{tot}} = 33,77 \text{ mc/sec}$$

Il coefficiente uometrico  $u(50)$  ovvero la portata di progetto per unità di superficie scolante è dato da:

$$u(50) = Q_{\text{tot}} / A_{\text{tot}} = 3,26 \cdot 10^{-6}$$

la portata alla sezione di chiusura (fine tombinamento di progetto) risulta pari a:

$$Q_s(50) = u(50) \cdot A_s = 6,39 \text{ mc/sec}$$

### **Calcolo della portata ammissibile nella sezione del canale**

La portata transitante in moto uniforme nella sezione di chiusura del canale di progetto viene calcolata con la formula di Bazin:

$$Q_s = A \cdot K \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

$$K = \frac{87 \cdot \sqrt{R}}{\sqrt{R} + \gamma}$$

dove:

A = area sezione utile (m<sup>2</sup>)

C = contorno bagnato (m)

R = raggio idraulico = A/C (m)

J = pendenza definita al punto del canale nel tratto interessato dall'opera (m/m)

$\gamma$  = coefficiente di scabrezza

$Q_s$  = portata ammissibile (m<sup>3</sup>/sec)

Il progetto prevede la posa di un preformato rettangolare di dimensioni 3,00 x 1,50 m quindi nell'ipotesi di considerare un franco di sicurezza pari a 30 cm (altezza utile di massimo riempimento 1,20 m) i singoli parametri assumono i seguenti valori:

- Area bagnata A = 3,60 m<sup>2</sup>;
- Contorno bagnato C = 5,40 m;
- Raggio idraulico R = 0,67 m;
- pendenza del canale J = 0,005 m/m;
- coefficiente di scabrezza uguale a 0,85 per manufatti con sviluppo superiore a 12 m;
- K = 42,68;

la portata  $Q_s$  smaltita, ammonta a:

$$Q_s = A \cdot K \cdot \sqrt{R \cdot J} = 8,96 \text{ mc/sec} > 6,36 \text{ mc/sec}$$

verificando così che la sezione di progetto è idonea al transito della portata di calcolo.