



PIANO URBANISTICO GENERALE

COMUNE DI ROTTOFRENO
PROVINCIA DI PIACENZA

committente

Amministrazione Comunale di Rottofreno

sindaco e assessore all'urbanistica

dott. arch. Paola Galvani

responsabile settore urbanistica

geom. Enrica Sogni

progettista

dott. arch. Filippo Albonetti

collaboratori

dott. arch. Laura Gazzola

dott. pian. Andrea Anselmi

dott. arch. Matteo Tagliaferri

analisi geologiche, sistema naturale e Val:

dott. geol. Filippo Lusignani

collaboratori

dott. arch. Giorgia Spallazzi

geom. Andrea Leccacorvi



QUADRO CONOSCITIVO DIAGNOSTICO

Assunzione: Luglio 2021
Rev. 01 -
Rev. 02 -

APPROFONDIMENTI

ottobre 2022

AII_1

INDICE

PREMESSA	pag.	3
APPROFONDIMENTI SCHEDA N°24 ACQUE SUPERFICIALI	pag.	4
PGRA	pag.	4
SICUREZZA CENTRI ABITATI	pag.	11
- Area 1 San Nicolò a Trebbia	pag.	12
- Area 2 San Nicolò a Trebbia	pag.	14
- Area 3 San Nicolò a Trebbia	pag.	15
- Area 4 San Nicolò a Trebbia	pag.	20
- Area 5 San Nicolò a Trebbia	pag.	22
- Area 6 Rottofreno	pag.	24
- Area 7 Rottofreno	pag.	25
- Area 8 Rottofreno	pag.	25
- Area 9 San Nicolò a Trebbia	pag.	26
- Area 10 Rottofreno	pag.	28
- Area 11 Centora	pag.	30
- Area 12 Santimento	pag.	30
Il progetto "IoT" per la difesa di San Nicolò a Trebbia.	pag.	32
APPROFONDIMENTI SCHEDA N°15 CLIMATOLOGIA	pag.	37
ALLEGATI		
- "Quadro conoscitivo sul suolo del comune di Rottofreno" a cura Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna		

PREMESSA

In questo documento sono contenuti gli studi e le analisi editi per il Piano Urbanistico, che dettagliano le schede di sintesi presenti nel documento “*Quadro conoscitivo diagnostico*” tratto dal QC del PSC.

APPROFONDIMENTI SCHEDA N°24 Acque superficiali IL PPGRA 2019

Il "*Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni*" è l'insieme di misure e strumenti che riguardano gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni: ha come obiettivo la riduzione delle conseguenze negative delle inondazioni, soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi non strutturali, di azioni per la riduzione della pericolosità e pratiche sostenibili. E' predisposto dall'Autorità di Bacino distrettuale e dalle Regioni del Distretto Idrografico, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento Nazionale di Protezione civile.

La Direttiva 2007/60/CE prevede che la valutazione e la gestione del rischio possano essere articolati in 3 fasi successive:

1. Valutazione preliminare del rischio di alluvioni,
2. Redazione delle Mappe della pericolosità e Mappe del rischio di alluvione,
3. Predisposizione dei Piani di Gestione del Rischio di Alluvione.

Da un lato, il Piano tiene conto di tutte le misure che occorre adottare in "*tempo differito*" in termini di: analisi dei processi fisici in atto, individuazione delle criticità, indicazione dei rimedi da declinarsi in interventi strutturali (opere di difesa intensive od estensive) e non strutturali, questi ultimi ritenuti prioritari, come le norme per governare la gestione del suolo e delle acque, le previsioni di sviluppo e l'uso del territorio, la conservazione della natura, la navigazione, ecc. (art. 7, c. 3, lett. a D.Lgs. 49/2010).

Tale componente è da ricondurre alla pianificazione di bacino ed è, per il territorio della Regione Emilia- Romagna, di fatto, già efficacemente contenuta nei P.A.I. attuali e vigenti, ai quali il PGRA fa diretto riferimento, prevedendo, eventualmente, locali integrazioni qualora siano individuate nuove importanti criticità.

Dall'altro lato, il PGRA contiene le misure che occorre predisporre per la gestione in "*tempo reale*" dell'evento, proprie dei piani di protezione civile che contemplano: la previsione e il monitoraggio idrometeorologico, il sistema di allertamento per il rischio idraulico e l'intervento di soccorso, la sorveglianza idraulica e la regolazione dei deflussi.

Altro aspetto importante è quello dell'individuazione delle azioni concrete da attuare in corso di evento e della catena di comando.

Tale componente è affidata alla elaborazione delle Regioni, in coordinamento tra loro nonché con il

Dipartimento nazionale della protezione civile. (art.7, c. 3, lett. b D.Lgs. 49/2010) e costituisce un elemento

Lo strumento cardine per la valutazione e la gestione del rischio sono le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (art.6 del D.Lgs. n.49/2010 e art.6 della Dir. 2007/60/CE).

Le Mappe della Pericolosità da Alluvione rappresentano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali ed artificiali) con riferimento a tre scenari:

- a) scarsa probabilità di alluvioni (P1, pericolosità bassa);
- b) alluvioni poco frequenti (P2, pericolosità media);
- c) alluvioni frequenti (P3, pericolosità elevata).

Gli scenari sopra descritti sono rappresentati in carta con tre tonalità di blu', associando al diminuire della frequenza di allagamento il diminuire dell'intensità del colore. Le Mappe del Rischio indicano invece la presenza degli elementi potenzialmente esposti¹ che ricadono nelle aree allagabili e la corrispondente rappresentazione in 4 classi di rischio:

R4 molto elevato – viola (in carta)

R3 elevato - rosso

R2 medio - arancione

R1 moderato (o nullo) – giallo.

Per quanto concerne il "**Reticolo naturale principale e secondario**" (RP) nel Comune di Rottofreno le mappe di pericolosità e rischio del PGRA, di cui di seguito si riporta stralcio, interessano il corso del F. Po, del F. Trebbia e T. Nure.

All'interno del Piano è presente un'analisi, eseguita per comune, delle superfici interessate e degli abitanti esposti alle quattro classi di rischio (R1 – R4);

Stralcio tabella 7.1.1 - Abitanti per classi di rischio e superfici delle aree a rischio nel territorio comunale di Rottofreno (fonte: Allegato 0 alla relazione Parte A del PGRA: "Superfici e abitanti a rischio per comune").

PROVINCIA	COMUNE	CODICE ISTAT	Superfici (Km2) delle aree a rischio				TOTALE
			R4	R3	R2	R1	
Piacenza	Rottofreno	8033039	0,22	2,30	4,21	15,41	22,13

PROVINCIA	COMUNE	CODICE ISTAT	Abitanti per classi di rischio divisi per Comuni				TOTALE COMPLESSIVO
			R1	R2	R3	R4	
Piacenza	Rottofreno	8033039	25	0	3753	64	3842

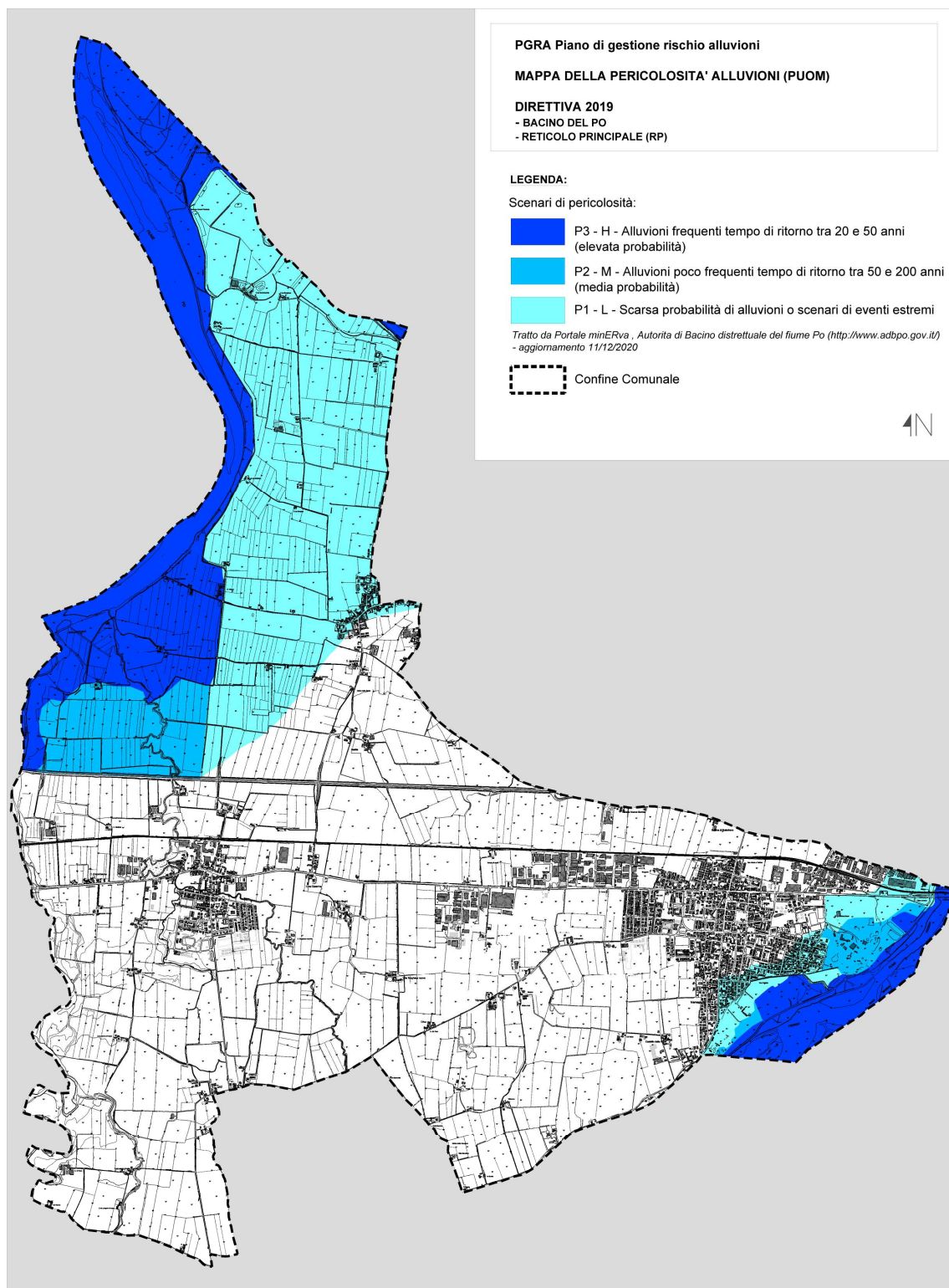
Dall'analisi degli stralci sopra riportati emerge che oltre 3.800 abitanti del Comune di Rottofreno risultano esposti a rischio di allagamento, di cui circa il 97,7% alla classe di rischio R3, il 1,7% alla classe R4, il 0,6% alla classe R1. Per quanto riguarda le superfici, invece, si evidenzia che su oltre 22 km di aree esposte a rischio, la maggior parte (69,9%) ricade nella classe R1, il 19% nella R2, circa il 10% nella classe R3 e solo 1% nella R4.

Gli Allegati Inoltre, la mappa della pericolosità non evidenzia la presenza di edifici strategici² potenzialmente esposti al rischio di alluvione: l'area di ammassamento di San

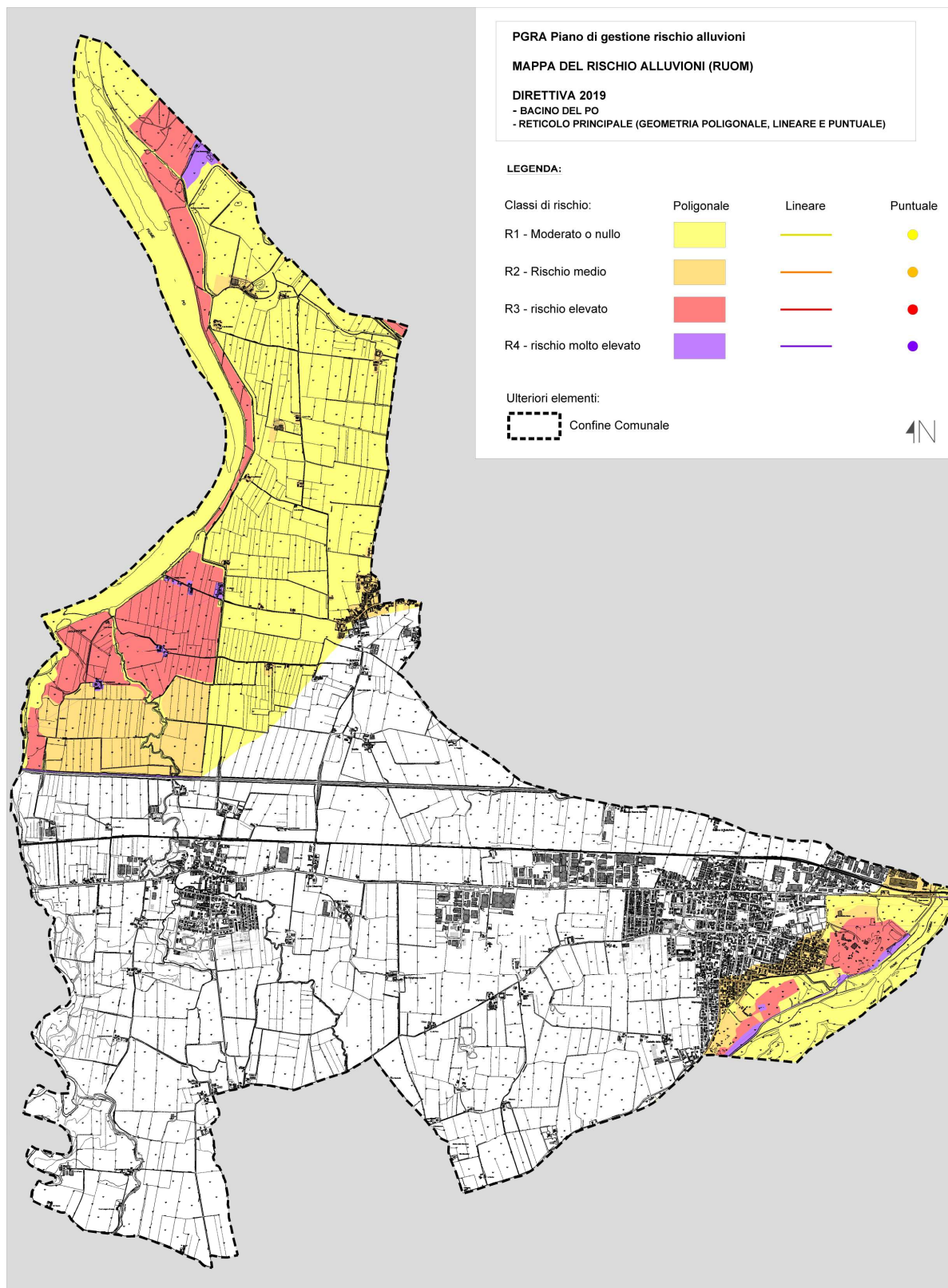
¹ popolazione coinvolta, servizi infrastrutture, attività economiche, etc.

² dati tratti dal "Nuovo piano comunale di protezione civile" approvato dal C.C. del 4/09/2010 con delibera n°28

Nicolò ricade invece in area allagabile con scarsa probabilità (tempo di ritorno oltre 200 anni) come l'area di accoglienza all'aperto di Santimento (campo sportivo).



Inquadramento del territorio comunale su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Naturale Principale e Secondario.



Inquadramento del territorio comunale su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Naturale Principale e Secondario.

Per la resilienza idraulica del territorio è necessario intervenire nelle aree maggiormente vulnerabili individuate dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni, attraverso le seguenti regole urbanistico/edilizie:

elevata probabilità di inondazione (P3):

- limitare/vietare l'insediamento di nuovi edifici e/o usi sensibili e/o potenzialmente impattanti;
- per gli edifici esistenti promuoverne la rilocalizzazione a partire dagli usi più sensibili e/o impattanti.

media probabilità di inondazione (P2):

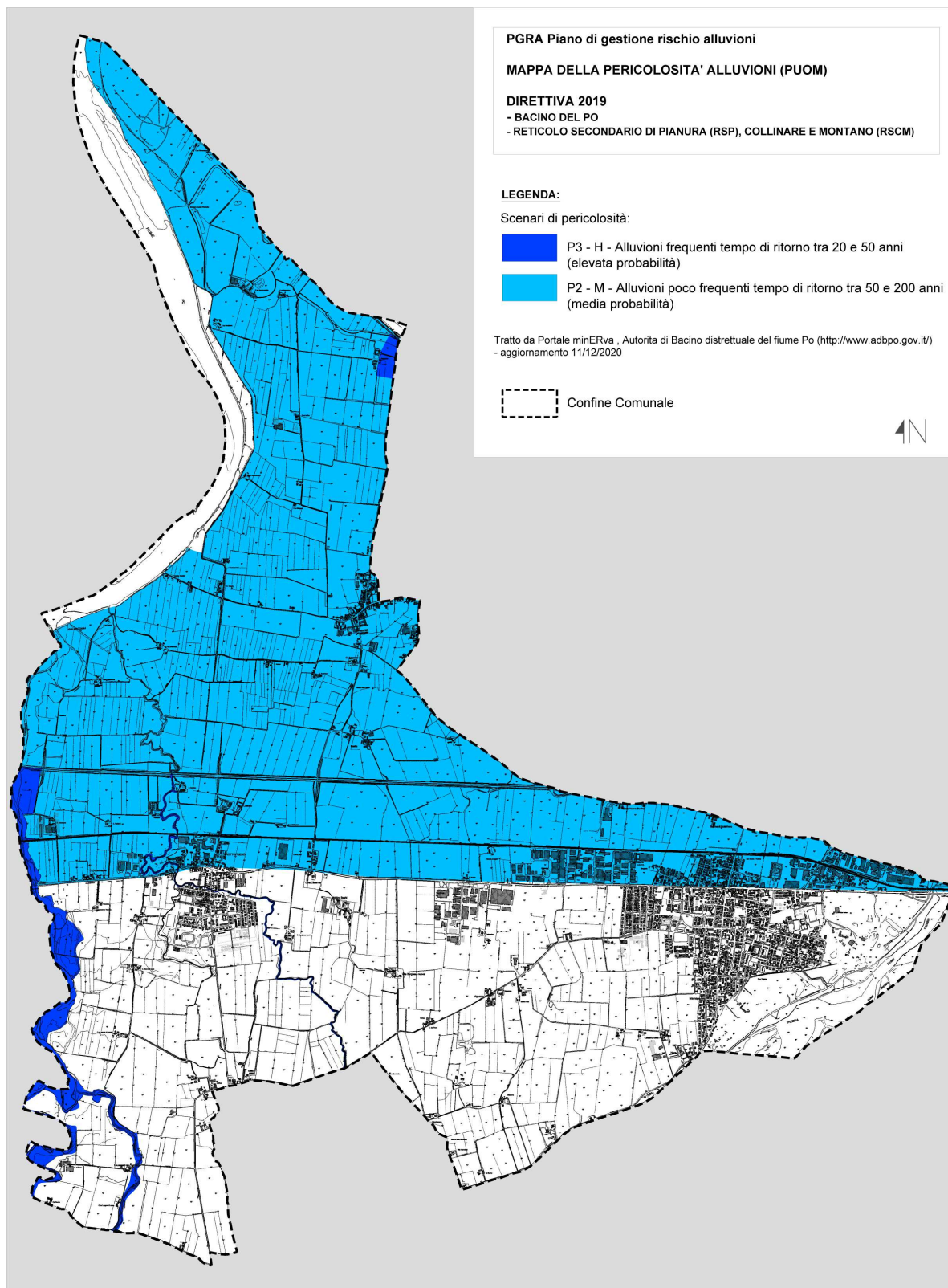
- consentire l'insediamento di nuovi edifici e/o usi solo dopo dimostrazione del non incremento del rischio idraulico grazie alla presentazione di uno studio idraulico;
- promuovere interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità degli edifici esistenti attraverso adeguati interventi di manutenzione;

fascia di Pertinenza fluviale:

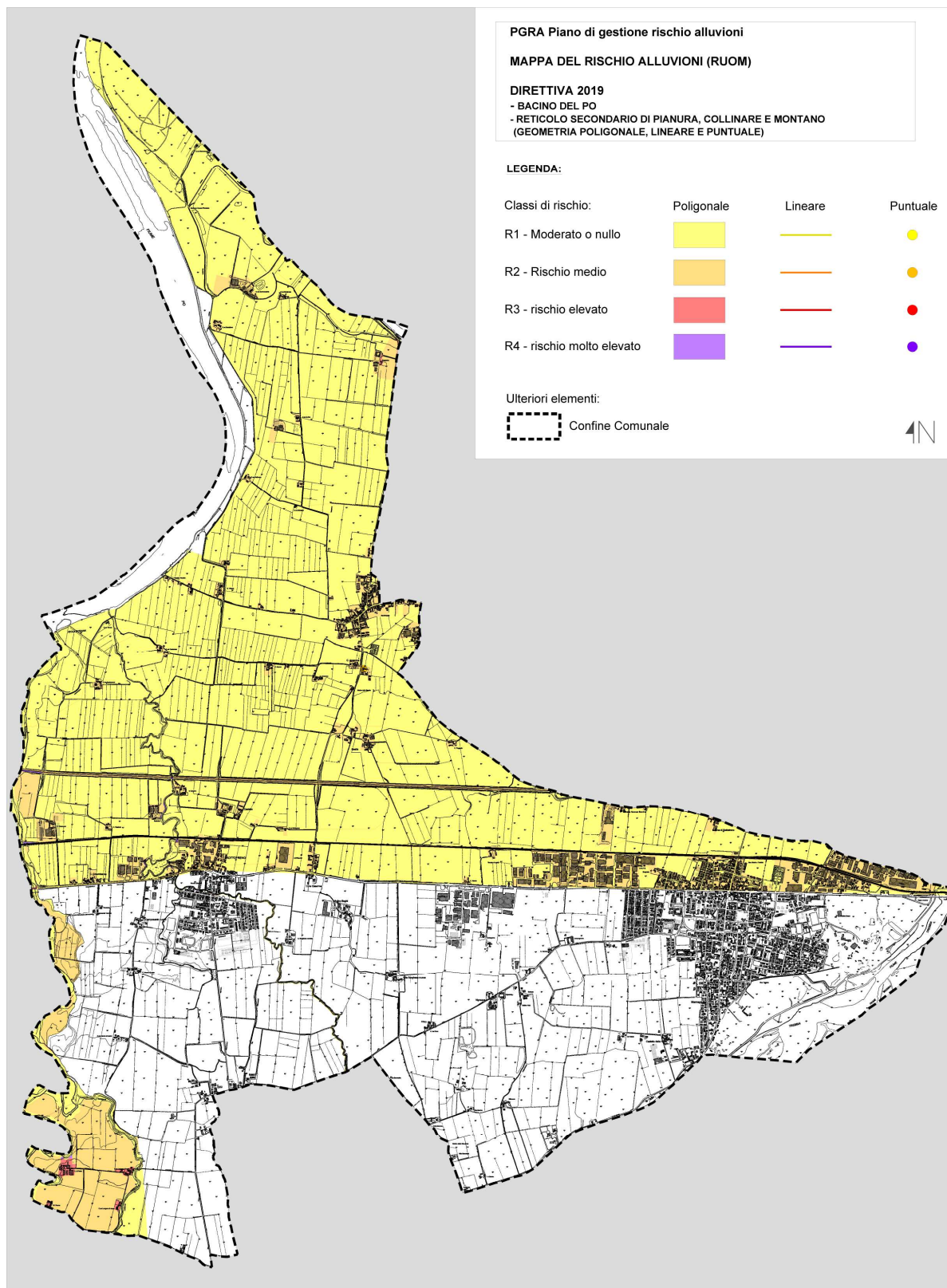
- consentire l'insediamento di nuovi edifici e/o usi solo dopo dimostrazione del non incremento del rischio idraulico grazie alla presentazione di uno studio idraulico;
- promuovere interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità degli edifici esistenti attraverso adeguati interventi di manutenzione.

Per quanto concerne il "**Reticolo secondario di pianura**" (RSP - costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dal Consorzio di bonifica di Piacenza e da quelli irrigui privati) stante le caratteristiche proprie del reticolo, nello scenario di alluvione poco frequente (P2), l'involuppo delle aree potenzialmente allagabili, coincidente con gran parte dei settori di pianura a nord della SP10 Padana Inferiore ha carattere indicativo in quanto il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni è stato di tipo prevalentemente storico - inventariale e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 anni³ in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio e necessita di ulteriori approfondimenti di tipo conoscitivo. Ne deriva che l'estensione delle aree interessate da alluvioni rare (P1 - tempo di ritorno 50/200 anni) è ricompresa, di fatto, nello scenario P2. Le alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui che danno origine a condizioni di rischio pressochè totalmente moderato/nullo (R1). La mitigazione delle condizioni di rischio per il patrimonio edilizio esistente si fonda su azioni di protezione civile ed eventualmente di autoprotezione e di protezione passiva.

³ ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica



Inquadramento del territorio comunale su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura.



Inquadramento del territorio comunale su base Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010). Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura.

SICUREZZA IDRAULICA DEI CENTRI URBANI

Negli ultimi anni, la frequenza di eventi climatici in grado di causare calamità quali allagamenti, e più in generale alluvioni, sembrano in costante aumento; tali manifestazioni rappresentano uno degli aspetti più eclatanti delle variazioni che il clima sta subendo a scala globale e tendono a provocare particolari criticità anche in ambiente urbano, dove le naturali dinamiche ambientali si sovrappongono alle modifiche introdotte dallo sviluppo antropico sul territorio. In ambito urbano è noto come all'interno di un singolo evento di particolare intensità sia peraltro molto difficile separare gli effetti derivanti dalla pressione antropica esercitata sul territorio da quelli legati alla variabilità naturale delle precipitazioni.

Ciò premesso l'analisi condotta in fase di elaborazione del "*QC diagnostico*" ha permesso di mettere in luce alcune puntuali criticità che interessano il centro abitato di San Nicolò a Trebbia e Rottofreno. Trattasi di criticità che condizionano l'attuale sistema per lo smaltimento delle acque meteoriche rispetto alle quali l'Amministrazione comunale vuole attivare una politica di riduzione del rischio di allagamenti.

E' importante sottolineare come i centri urbani in questione siano parzialmente dotati di reti di smaltimento di tipo misto. Lo studio ha permesso di evidenziare quelle zone in cui la risposta della rete alle sollecitazioni meteoriche intense è inadeguata a causa di sottodimensionamento e/o a sua vetustità, disfunzione sulla continuità idraulica o scarsa manutenzione che almeno in un caso è riconducibile ad un complesso passaggio di competenze dopo la scomparsa di fatto dell'originario consorzio privato di gestione.

Quanto sopra si aggiunge anche alla criticità connessa alla minore quota del piano di campagna al quale si trovano alcune zone a monte del centro abitato a seguito dell'estrazione di argille per le fornaci per la produzione di laterizi che storicamente hanno caratterizzato la zona di San Nicolò, con conseguente necessità di sollevamento di parte delle acque piovane per il loro allontanamento e nonostante i lavori già eseguiti negli anni recenti per la riduzione del rischio ed il miglioramento dell'efficienza idraulica.

Nelle schede che vengono di seguito proposte sono descritte le possibili cause delle criticità manifestatesi e gli ipotizzati interventi per una loro soluzione/riduzione di accadimento.

Si può fin da ora affermare come trattasi di interventi strutturali che riguardano il normale processo di adeguamento della rete, rivolto a risolvere, come accennato, situazioni localizzate venutesi a creare principalmente per problemi di invecchiamento della rete e modificazioni delle condizioni di contorno.

S.Nicolò a Trebbia Area 1 - Via Libertà

Criticità riscontrata

Parziale ostruzione della sezione di deflusso del rio Cotrebbia (tratto interrato) compreso fra via Frappoli, via Alicata e via Libertà; la verifica, a seguito di apposita video ispezione, ha messo in luce la presenza di accumulo di sedimenti che ne riduce drasticamente la sezione e l'assenza di pozzetti di ispezione ha impedito di ricostruire a mezzo video ispezione la posizione esatta di collocamento del rivo a seguito delle numerose deviazioni dello stesso effettuate durante l'urbanizzazione dell'area, avvenuta negli anni '80 (tratto di via Libertà e via Nenni) e negli anni '90 (area del sedime stradale di via Alicata e realizzazione di via Frappoli quale collegamento con la preesistente via Mamago).

Tale "*collo di bottiglia*", in occasione dei sempre più frequenti eventi di pioggia di breve durata ed elevata intensità, causa rigurgito della rete di monte generando allagamenti lungo via Quasimodo nel tratto compreso fra via Argine e via La Pira.

Appare altresì necessario tracciare e valutare lo stato di consistenza delle reti di smaltimento delle acque meteoriche del quadrante via Volta / via Papa Giovanni Paolo II, via Fellini, Piazza della Pace, che risultano scaricare verso il fronte di via Lampugnana e da qui parzialmente verso il reticolo del rio Gragnano a ovest e parzialmente verso il Rio Cotrebbia ad est, con al conseguenza che tra i due reticoli potrebbero essersi create anche delle zone di collegamento e commistione.

Interventi di riduzione del rischio

- 1_ Ripristino officiosità della sezione di deflusso;
- 2_ Verifica punti di collegamento della rete afferente il rio Cotrebbia e quella del rio Gragnano/Ziano al fine di determinarne precisamente il tracciato e il loro stato di funzionamento/manutentivo;

S.Nicolò a Trebbia Area 2 - Via Mamago

Criticità riscontrata

I ricorrenti allagamenti in via Mamago (di cui l'ultimo nel settembre 2019 dove sono state segnalate lame d'acqua di altezza di oltre 20 cm) sono presumibilmente dovuti a 2 principali concause:

- 1_ Ostruzione della sezione di deflusso del rio Cotrebbia (intubato), nel tratto a partire da via Frappoli fino a via Libertà, che genera rigurgito delle acque verso monte fino a farle fuoriuscire dalle caditoie di via Quasimodo;
- 2_ Aggravio di portata sul rio Cotrebbia dovuto all'immissione del contributo generato dalla impermeabilizzazione della lottizzazione di via "La Pira" che ha messo ulteriormente in sofferenza la rete.
- 3_ Nei momenti di maggiore intensità di pioggia si ritiene che anche la ridotta dimensione delle caditoie esistenti possa aver generato situazioni di ristagno temporaneo pur in presenza di un deflusso possibile nella rete di scolo.



Una delle ostruzioni riscontrate con la videoispezione

Interventi di riduzione del rischio

- 1_ Ripristino officiosità della sezione di deflusso del rio Cotrebbia a valle dell'incrocio con via Alicata
- 2_ Verifica dimensionamento sezioni idrauliche
- 3_ Aumento dimensione delle caditoie
- 4_ Aumento della quota delle soglie degli scivoli dei garage e dei piani interrati degli edifici che si affacciano su via Mamago quale protezione all'ingressione dell'acqua durante eventuali allagamenti.

S.Nicolò a Trebbia Area 3 - Quartiere Brugnata

Criticità riscontrata

La costruzione del quartiere Brugnata prese avvio nei primi anni 60' e si sviluppò a partire dalla strada Provinciale 10 via Emilia Pavese in direzione sud (verso monte) e cioè verso l'attuale strada comunale Lampugnana.

Alla fine degli anni 70' il quartiere raggiunse un'estensione di circa 2,5ha.

La direzione della rete di scolo, di natura mista per acque meteoriche e luride, era rivolta verso un canale di gronda (ancora esistente) parallelo alla SP 10 che a sua volta recapitava le acque oltre detta arteria in un canale a cielo aperto che, baipassando la la linea ferroviaria To-Pc faceva confluire gli afflussi in comune di Calendasco lungo un colatore posto in fregio alla strada comunale della Bonina.

La continua espansione che ha caratterizzato il quartiere negli anni successivi ha portato, alla fine degli anni 80', al raddoppio della sua superficie impermeabilizzata (circa 5 Ha).

La rete di smaltimento realizzata oltre un ventennio prima, riuscì fino ad allora a garantire un sufficiente grado di officiosità alla rete; negli anni '90 venne inoltre realizzato lungo la ferrovia To-Pc il colatore fognario principale, all'interno del quale vennero convogliate le portate di magra (acque luride) e di prima pioggia per l'avvio a depurazione, con scolmo delle acque eccedenti verso la preesistente rete di scolo superficiale.

Alla fine degli anni 2000 il quartiere raggiunse la sua massima espansione⁴ con una superficie impermeabilizzata pari a oltre 9 ha e con ulteriore carico di acque luride e solo parzialmente di ulteriori acque meteoriche, che pure in parte vennero indirizzate nelle nuove urbanizzazioni verso monte e quindi verso il reticolo del Rio Gragnano. La situazione idraulica divenne via via sempre più critica in quanto i collettori settentrionali (di valle), e il canale di gronda⁵ posto in fregio alla SP, realizzati negli anni 60' divennero insufficienti a smaltire gli apporti dei sempre più frequenti eventi di pioggia di breve durata ed elevata intensità dell'intero quartiere; in termini idraulici trattasi di rete sviluppatasi per prolungamenti successivi che ha generato un evidente sottodimensionamento del suo tratto terminale che non è più in grado di smaltire i volumi d'acqua scolante (reflua e meteorica).

Interventi di riduzione del rischio

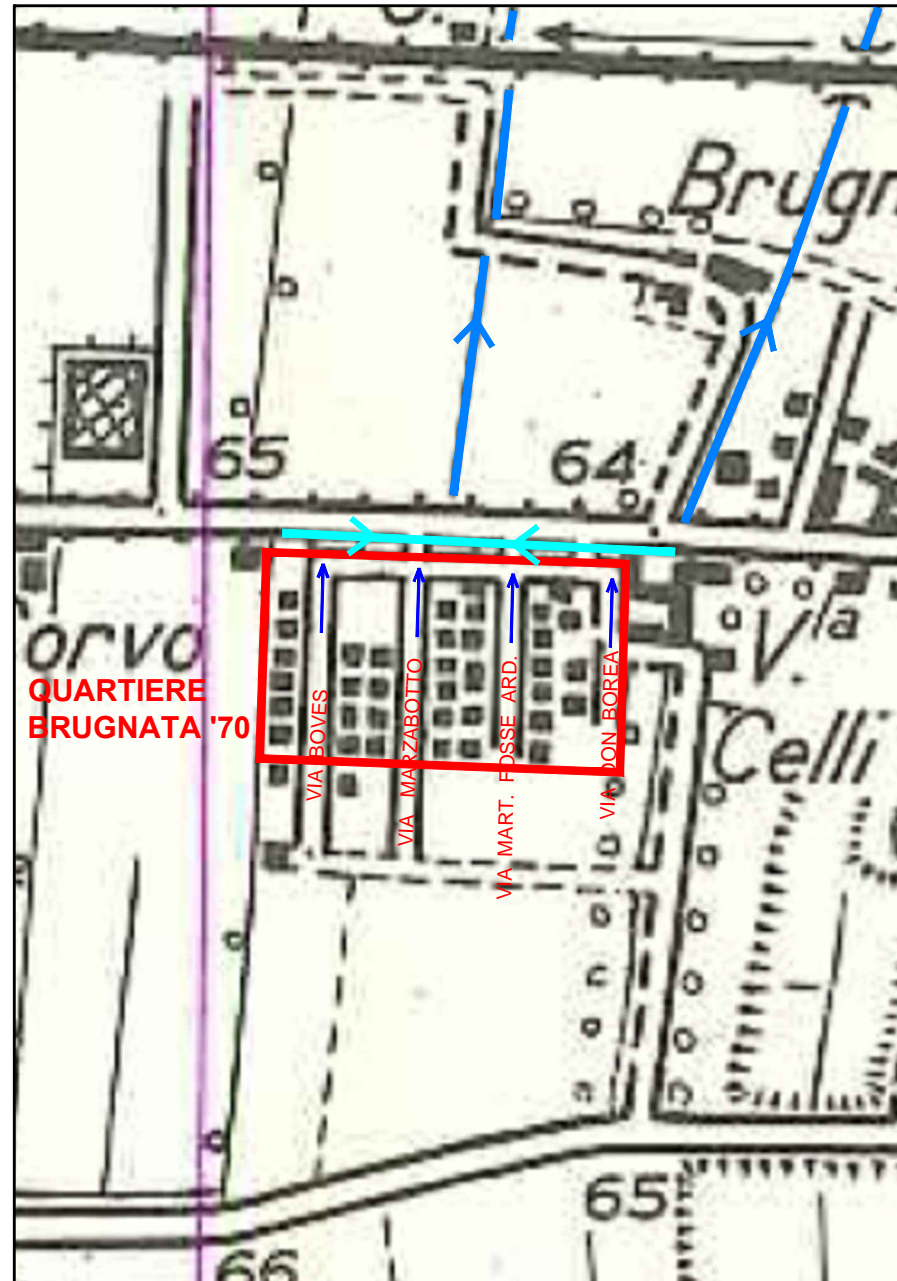
Gli interventi per risolvere la situazione di sofferenza idraulica a cui è soggetto di questo tratto di rete, durante eventi particolarmente intensi, potrebbero essere così sintetizzati:

1_ Verifica preliminare a mezzo video ispezione del tratto di rete più vecchio nei pressi della

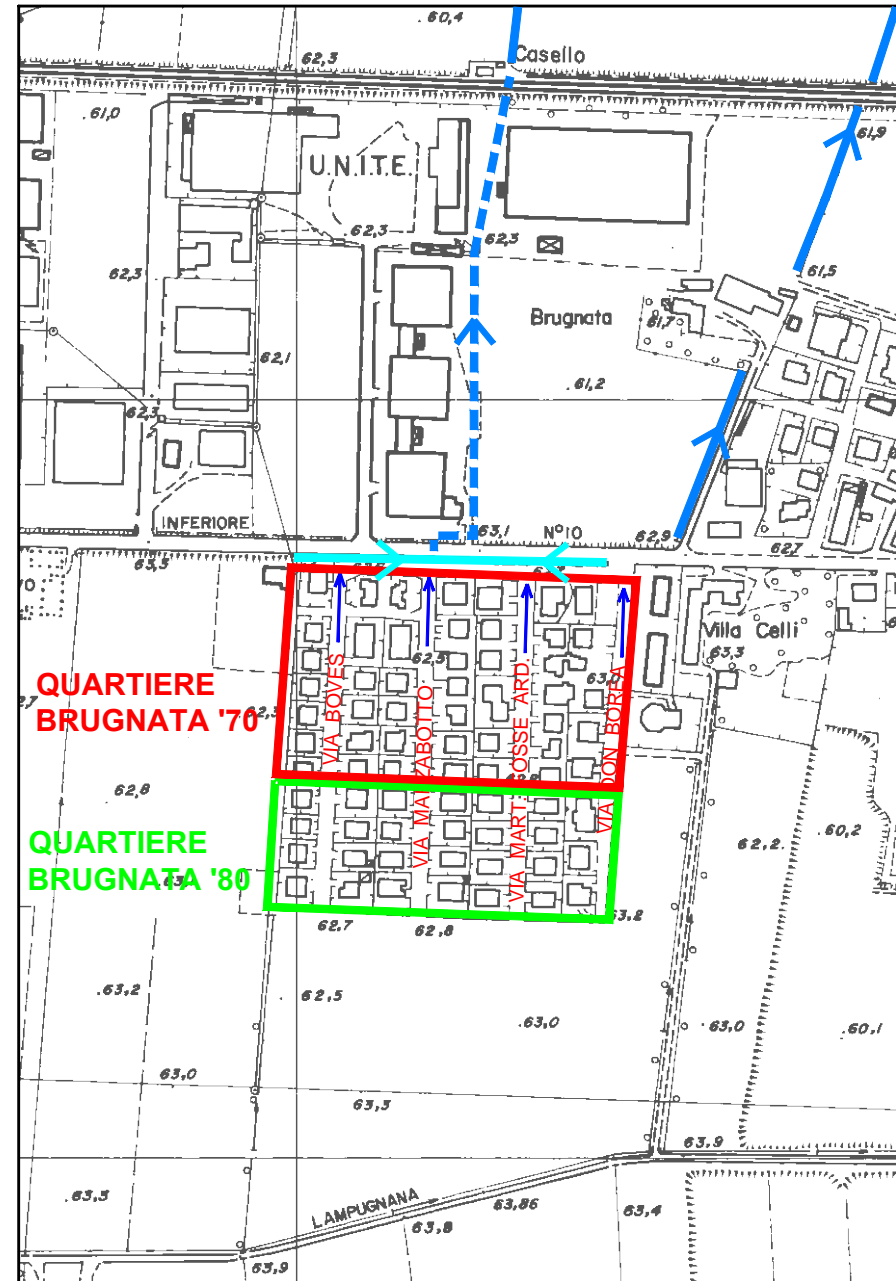
⁴ che è anche quella attuale

⁵ dorsale atta a ricevere le portate derivanti dal drenaggio dell'intero quartiere

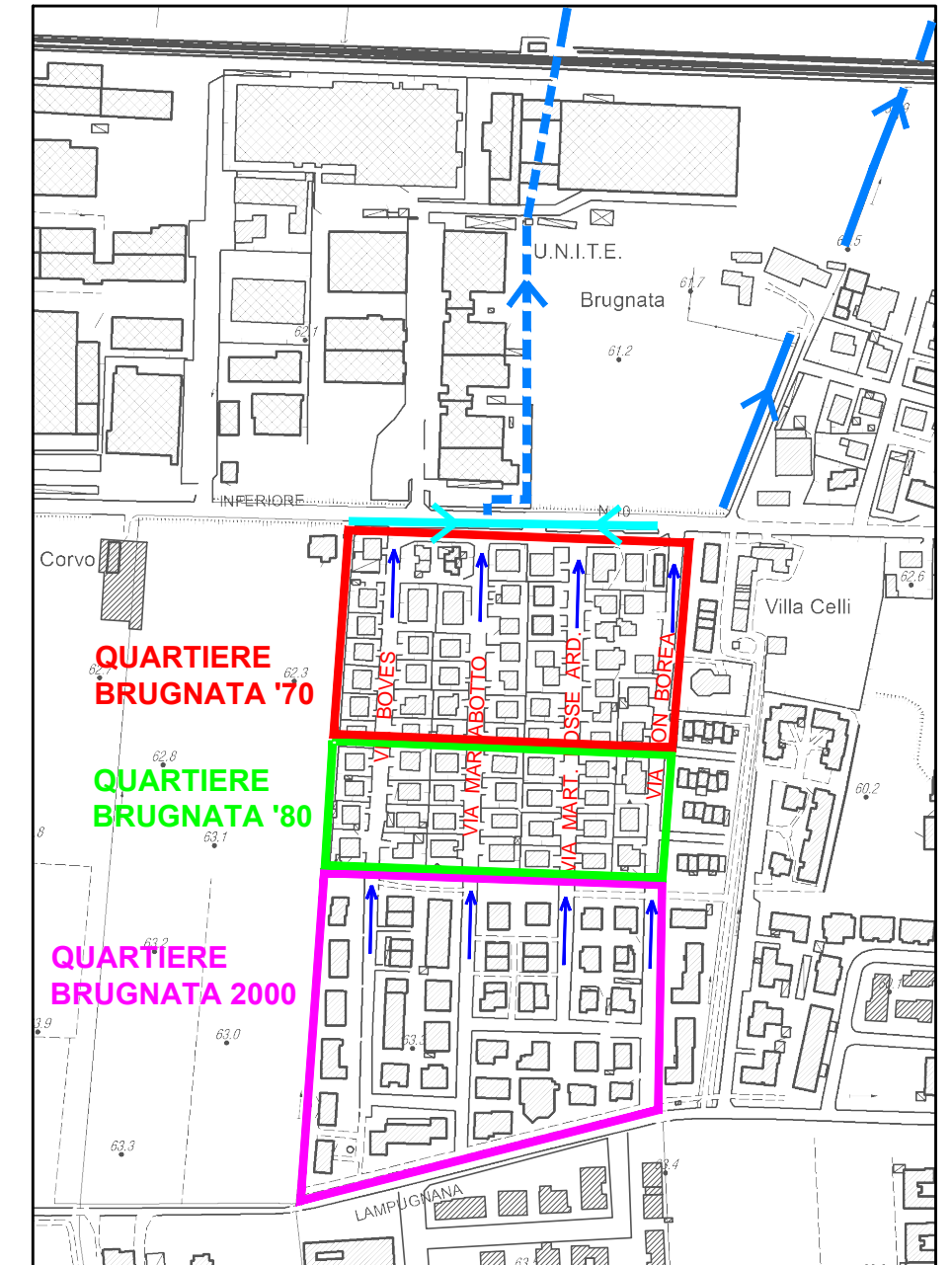
EVOLUZIONE QUARTIERE BRUGNATA (S. NICOLO')



1970



1985

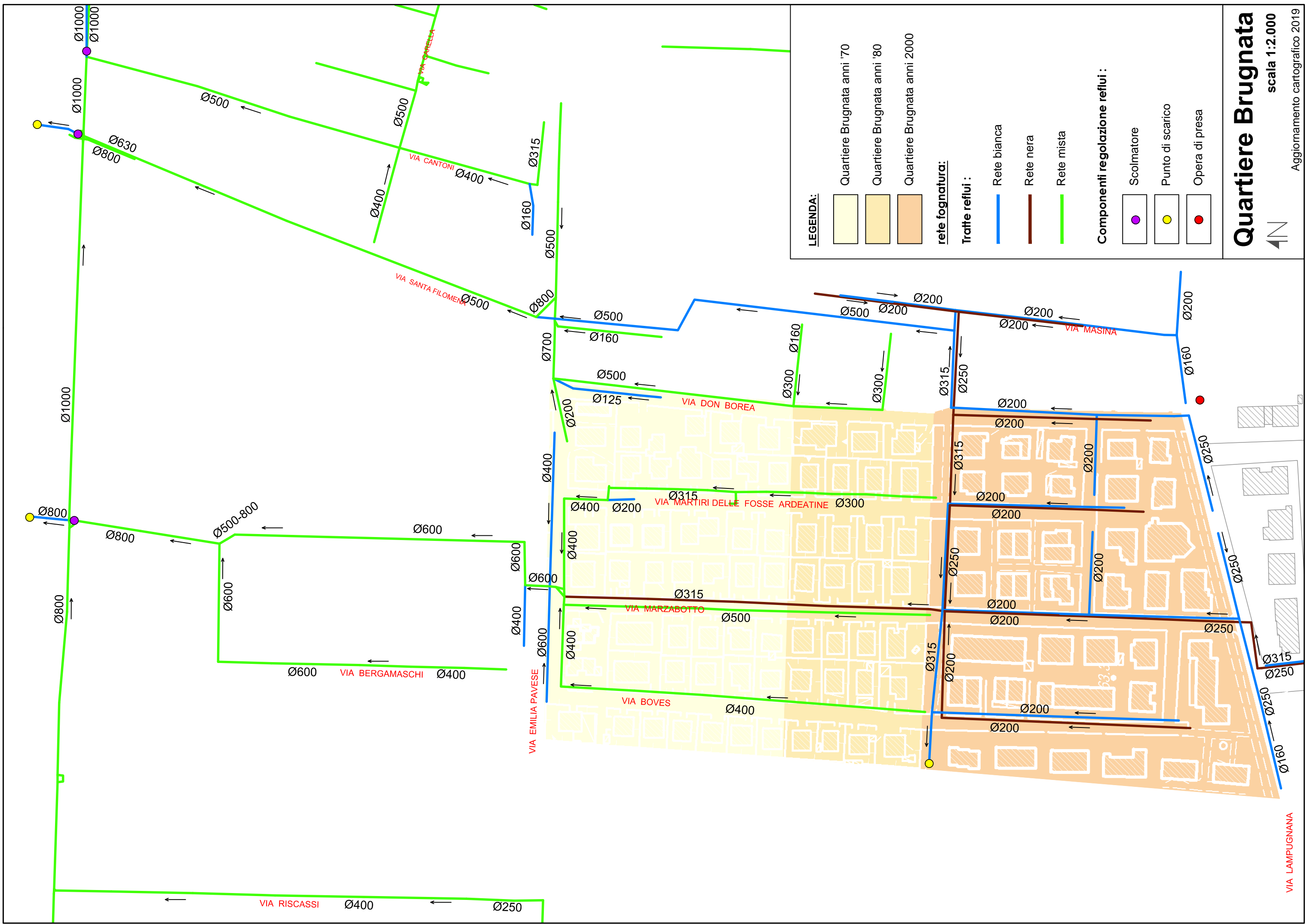


2019

LEGENDA:

- Dorsale di collettamento acque dell'intero quartiere
- Direzioni reti di scolo acque sotterranee
- Direttrici di deflusso (canali a cielo aperto)
- Direttrice di deflusso (canale tombinato) da verificare a mezzo video-ispezione

scala 1:5.000



LEGENDA:

- Quartiere Brugnata anni '70
- Quartiere Brugnata anni '80
- Quartiere Brugnata anni 2000

rete fognatura:

- Tratte reflui:**
- Rete bianca
 - Rete nera
 - Rete mista

Componenti regolazione reflui:

- Scolmatore
- Punto di scarico
- Opera di presa

Quartiere Brugnata

scala 1:2.000



Aggiornamento cartografico 2019

VIA LAMPUGNANA

SP 10 e del canale di gronda (dorsale di collettamento dell'intero quartiere);

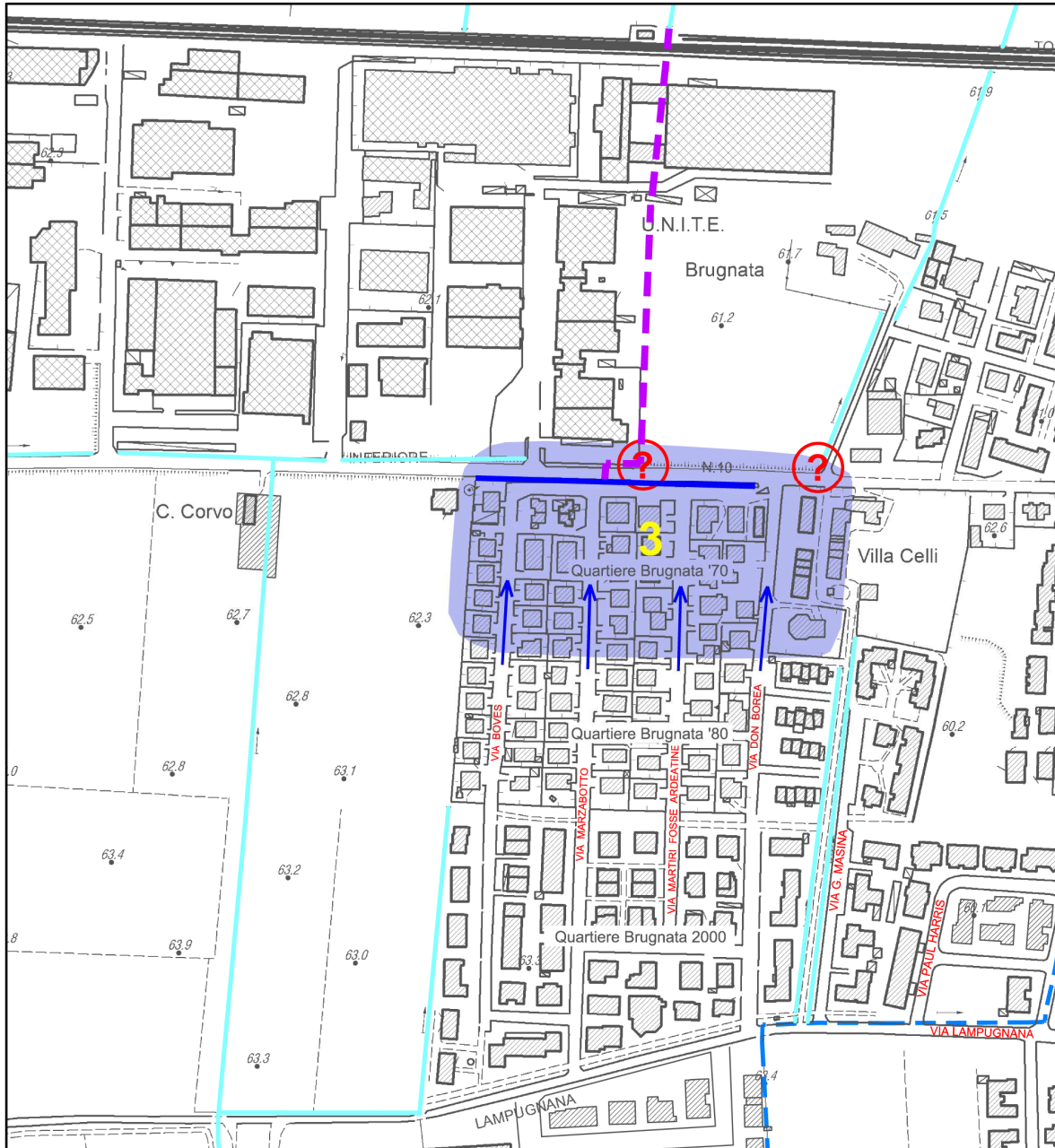
2_ Intervento strutturale sulla dorsale con posa di tubazione con sovradimensionamento del condotto per ricavare volumi utili di invaso favorendo la decapitazione delle portate al colmo con valutazione anche dell'eventuale allargamento del sottopasso stradale della SP10R Via Emilia laddove se ne accertasse la dimensione insufficiente;

3_ risezionamento dei collettori ritenuti insufficienti a seguito degli interventi di video ispezione;

4_ Eventuale deviazione delle portate provenienti dalla porzione di quartiere più recente (anni 2000) verso la vasca di via Masina, o verso le costruende vasche di laminazione dell'area di "Accordo operativo" AN3, in modo da alleggerire gli apporti sulla rete di valle (più vecchia);

5_ Verifica dell'effettivo tracciato e del loro stato manutentivo delle due direttrici di deflusso a valle della SP 10, rispettivamente l'una a servizio delle vie Boves, Marzabotto e Martiri Fosse Ardeatine e l'altra a servizio di via Don Borea e di parte del controviale della SP10R Via Emilia;

CRITICITA' 3



LEGENDA:

- - - Rete idrografica Consorzio di Bonifica di Piacenza tombinata
- Dorsale di collettamento acque dell'intero quartiere
- - - Collettore acque miste
- Rete idrografica minore
- 3 - Allagamento dovuto al sovraccarico rete smaltimento (*Quartiere Brugnata, S.Nicolò*)
- ↗ Direzione di scolo rete di smaltimento (miste)
- ? Punti di intersezione della rete da verificare con l'ausilio di video-ispezione



S.Nicolò a Trebbia Area 4 loc- Bonina

Criticità riscontrata

Nella porzione di territorio a nord del tracciato ferroviario TO-PC, fra loc. Bonina di Rottofreno e Case nuove Bonina, la rete che storicamente ha collettato le acque di fognatura mista di San Nicolò a Trebbia era costituita in gran parte da canali a cielo aperto che recapitavano nel colatore al bordo della strada comunale della Bonina.

Negli ultimi anni, e seppure con l'aggiunta negli anni '90 della captazione delle portate di magra e di prima pioggia a mezzo del nuovo colatore situato a monte della ferrovia TO-PC, sono segnalati frequenti allagamenti in loc. Bonina di Rottofreno probabilmente dovuti al concorso di due cause, l'una riconducibile alla riduzione di sezione ed in alcuni casi alla sparizione dei canali agricoli originariamente esistenti e che consentivano il deflusso delle acque rilasciate dagli scolmatori di cui è provvisto il colatore fognario e, dall'altro, dalla ridotta sezione di deflusso del colatore lungo la strada comunale della Bonina e dall'assenza di adeguate pendenze per convogliare le acque rilasciate sulla superficie dei campi verso il colatore originariamente posto lungo la testata di valle degli appezzamenti.

Si segnala altresì l'eliminazione di alcuni originari elementi di drenaggio interpoderali ed in alcuni casi la loro mancata manutenzione che ne inficia l'efficienza.

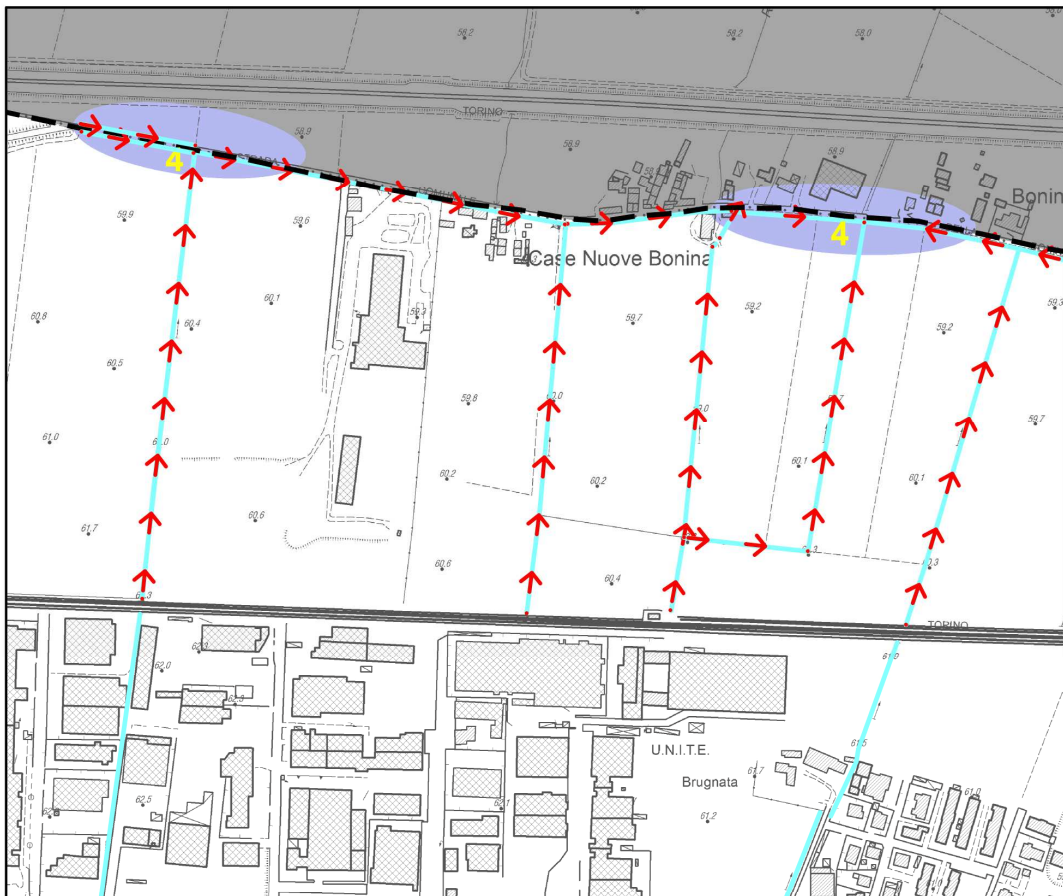
Interventi di riduzione del rischio

- 1_ Ripristino efficienza dei canali di scolo interpoderali;
- 2_ Verifica dimensionamento sezione idraulica del colatore lungo la strada comunale della Bonina ed eventuale sua risagomatura unitamente al ripristino delle originarie pendenze per il convogliamento delle acque verso le opere di presa;



I ricorrenti allagamenti della sede viabile lungo la strada comunale della Bonina

CRITICITA' 4



LEGENDA:



● - Allagamenti dovuti alla scarsa manutenzione (Loc. Bonina, S. Nicolò)



Canali di scolo a scarsa manutenzione e/o a sezione di deflusso insufficiente

S.Nicolò a Trebbia Area 5: Via Aldo Moro - Brodolini - Don Minzoni

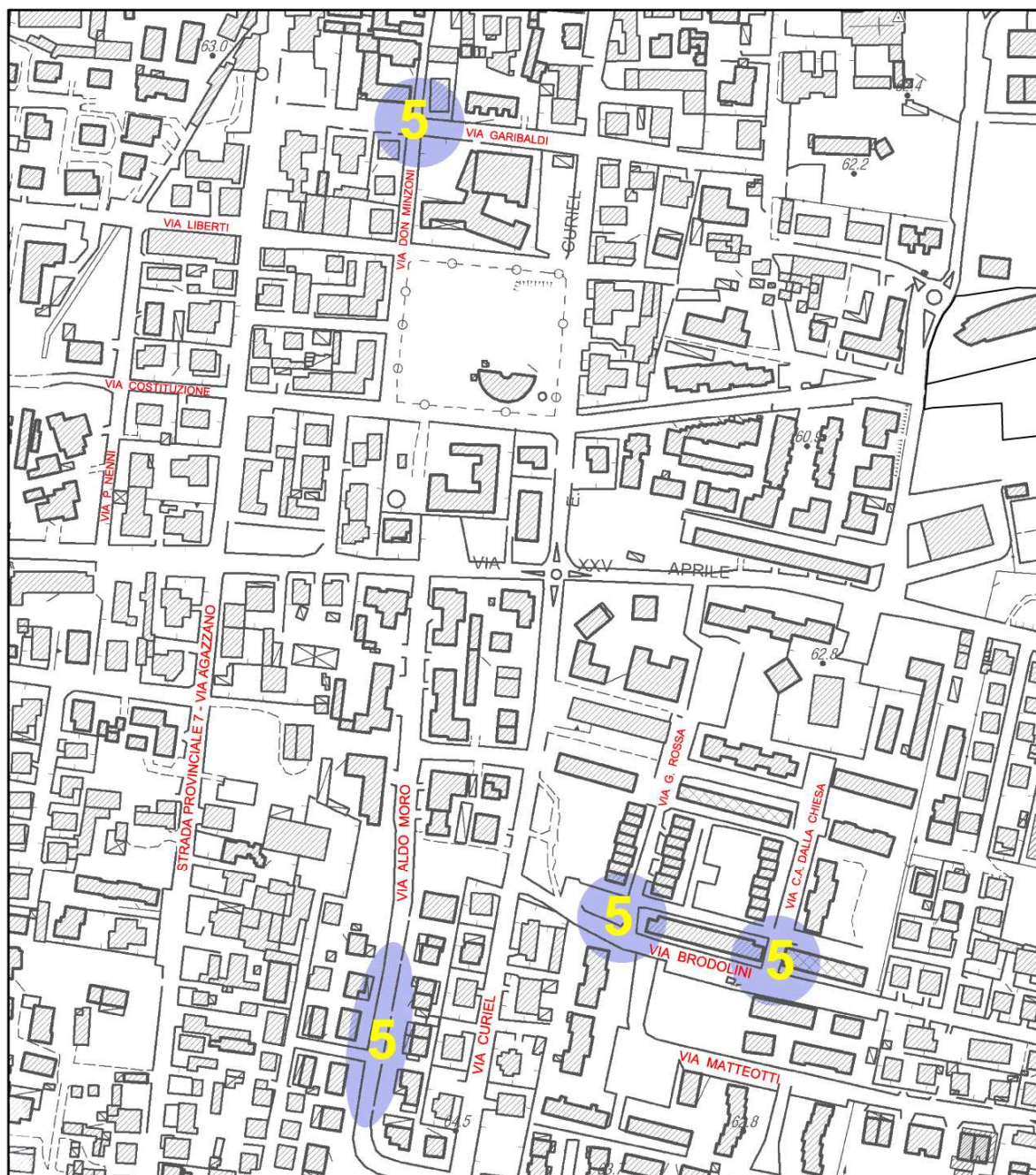
Criticità riscontrata

Trattasi di criticità puntuali emerse negli ultimi anni dovute presumibilmente alla rete di smaltimento divenuta insufficiente o parzialmente ostruita, unitamente ad una possibile sezione delle caditoie stradali insufficiente a garantire l'immediato deflusso delle acque in caso di eventi particolarmente intensi.

Interventi di riduzione del rischio

- 1_ Verifica preliminare a mezzo video ispezione del tratto di rete interessato sia a monte che a valle dell'allagamento
- 2_ Aumento della quota delle soglie degli scivoli dei garage e dei piani interrati degli edifici quale protezione all'ingressione dell'acqua durante eventuali ulteriori allagamenti.
- 3_ Risezionamento dei collettori ritenuti insufficienti a seguito degli interventi di video ispezione;

CRITICITA' 5



LEGENDA:



- 5 - Allagamenti puntuali dovuti alla rete di smaltimento divenuta insufficiente
(Via Moro; Via Garibaldi; Via Brodolini-Via Rossa; Via Brodolini - Via Dalla Chiesa, S. Nicolò)



Rottofreno Area 6: via Resistenza - via Verdi

Interventi di riduzione del rischio già eseguiti

A seguito di allagamenti ricorrenti che si verificavano in via Resistenza, sono stati realizzati tre distinti interventi per la mitigazione del rischio idraulico. Con riferimento agli allagamenti che interessavano l'area di via Donizetti, a seguito di videoispezione è stata rimossa una interferenza con un allaccio privato male eseguito che riduceva sensibilmente la sezione libera di deflusso delle acque meteoriche, liberando quindi la sezione di deflusso di via Donizetti affluente in via Resistenza che si presenta oggi in buone condizioni di manutenzione. Un secondo intervento è stato realizzato all'intersezione di via Rossini con via Resistenza, dove è stato realizzato uno scolmatore che consente alle acque provenienti da Via Rossini di defluire direttamente verso il reticolo idrico superficiale senza essere convogliate in direzione est sino alla intersezione con via Roma (dove è presente uno scolmatore per la cattura delle acque luride ed il loro avvio a depurazione) per poi defluire a ritroso verso il Rio Lurone a ovest delle aree urbanizzate. A seguito dei primi monitoraggi la situazione ha manifestato un miglioramento della funzionalità delle reti, ma non si sono ancora verificati alla data di redazione della presente eventi di intensità elevata come quelli che avevano generato le criticità lamentate. Permane in problema della quota insufficiente alla quale sono posti gli scivoli dei garage interrati, che determinano il convogliamento ai piani inferiori di acqua anche in presenza di un battente su strada pubblica essai ridotto.

Per quanto riguarda l'ulteriore criticità di via Resistenza alla intersezione con via Verdi e con l'adiacente parcheggio sono state effettuate opere di riasfaltatura con cambio delle pendenze per evitare la realizzazione di un fenomeno di colo verso i garage interrati e da qui, attraverso strumenti di pompaggio, di nuovo nella rete di monte così da generare un ricircolo di acque. Anche con riferimento a tale intervento sono state aumentate le opere di captazione delle acque meteoriche di dilavamento stradale avviate a deflusso verso il reticolo idrico dopo la cattura delle acque di prima pioggia, con l'effetto di alleggerire il carico complessivo della rete mista originaria con pendenza verso via Roma. Anche in questo caso non è possibile documentare l'effetto degli interventi realizzati a fronte di precipitazioni particolarmente intense, al momento non ancora verificatesi dopo l'effettuazione dei lavori.

Monitoraggio interventi eseguiti

- 1_ Verifica degli effetti degli interventi eseguiti
- 2_ eventuale innalzamento delle quote degli scivoli esistenti per evitare ingressione di acqua proveniente dalla strada pubblica.

Rottofreno Area 7 via Campo sportivo vecchio

Criticità riscontrata

Trattasi di criticità puntuali emerse negli ultimi anni dovute presumibilmente alla rete di smaltimento divenuta insufficiente o parzialmente ostruita.

Interventi di riduzione del rischio

1_ Verifica preliminare a mezzo video ispezione del tratto di rete interessato sia a monte che a valle dell'allagamento

2_ Aumento della quota delle soglie degli scivoli dei garage quale protezione all'ingressione dell'acqua durante eventuali ulteriori allagamenti.

Rottofreno Area 8: Via della Repubblica

Trattasi di criticità dovute alla lunga percorrenza delle acque di scolo per raggiungere il recapito finale (Rio Loggia); il tracciato delle acque bianche (che si svolge sul lato settentrionale della strada e raccoglie tutte le utenze del lato settentrionale della via) raggiunge via Roma per poi tornare indietro fino al pozzettone che poi scarica nel rio Loggia. Sul lato meridionale della strada è presente un vecchio canale che presumibilmente si innesta su detta rete in un punto non meglio precisato.

I fenomeni di allagamento riscontrati si ritiene che siano dovuti alla persistenza degli allacci delle abitazioni sul lato meridionale della strada lungo il vecchio canale intubato, non in carico al gestore del servizio, attraverso il quale vengono convogliate in direzione est (via Roma) al pari delle fognature miste esistenti nelle quali probabilmente confluiscono per poi essere convogliate nel colatore fognario e da qui a depurazione (acque luride e di prima pioggia) e scolmate verso un colatore di acque meteoriche con pendenza contraria e recapito finale nel Rio Loggia a metà circa del tracciato stradale di via Repubblica (accesso laterale pubblico ad abitazioni private con affaccio sul Rio Loggia).

Si rileva che alla intersezione tra via Repubblica e l'accesso al Rio Loggia tramite tronco chiuso di strada pubblica è presente una ampia vasca di laminazione interrata, accessibile tramite botola stradale, che dalla visione delle tracce di riempimento sulla muratura laterale risulta per lo più inutilizzata. Tale intervento sarebbe stato realizzato nella seconda metà degli anni '90 probabilmente per la mitigazione del rischio idraulico della zona, ma con ogni probabilità rimasto incompiuto quantomeno per quanto concerne la regolazione degli allacci privati.

Interventi di riduzione del rischio

1_ Verifica del tracciato della rete di scolo e dimensione del pozzettone.

2_ Riorganizzazione della rete di smaltimento (riduzione della tratta)

3_Verifica altezza delle soglie degli scivoli dei garage quale protezione all'ingressione dell'acqua durante eventuali ulteriori allagamenti.

4_Risezionamento collettori insufficienti

San Nicolò a Trebbia Area 9 – area sottesa all’impianto di sollevamento di via Paul Harris

Criticità riscontrata

Le acque meteoriche di colo dei campi di monte sono di norma oggetto di captazione da parte del reticolo idrico superficiale costituito principalmente dal Rio Gragnano (che si dirama in due differenti direttrici in attraversamento del centro abitato di San Nicolò), il Rio Calendasco ad est e, per quanto residuo a seguito della sua deviazione a monte del paese in Trebbia, dal Rio Cotrebbia già oggetto di una specifica scheda.

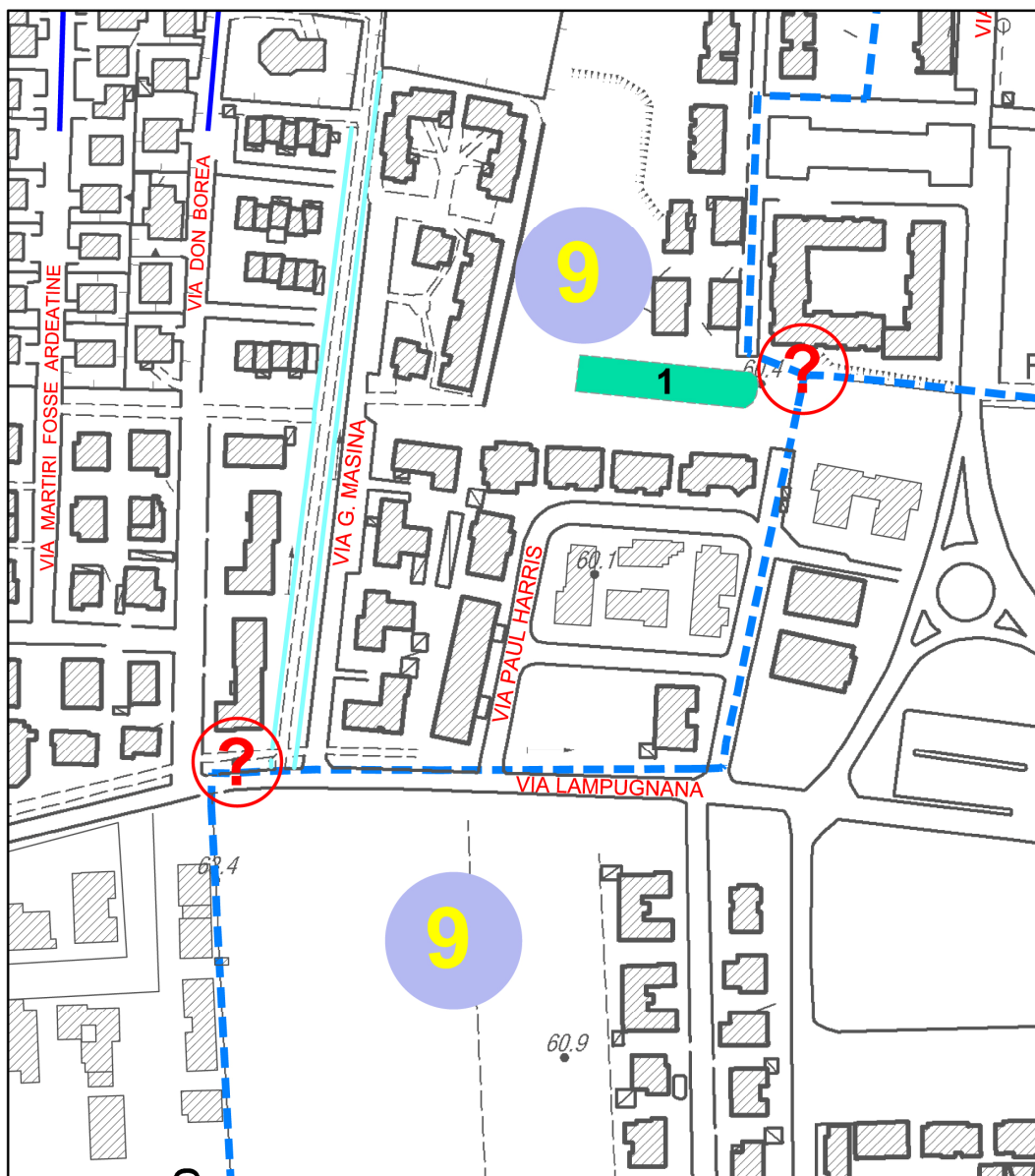
Particolarità della zona è da rinvenirsi nella presenza di numerosi appezzamenti di terreno situati ad una quota inferiore rispetto al piano di campagna originario, quale conseguenza dell'estrazione di argille per la produzione di laterizi a servizio delle fornaci che storicamente hanno sempre caratterizzato la zona.

Il deflusso delle acque meteoriche avviene attraverso una rete di canali privati che conducono le acque verso una saccatura presente immediatamente a ridosso della zona di nuova urbanizzazione del paese (inserire foglio e mappale) e da qui, attraverso una condotta sotterranea, alla vasca di laminazione realizzata in epoca recente dal Consorzio di Bonifica di Piacenza in sostituzione di un impianto preesistente e risalente all'epoca delle escavazioni citate.




In particolar modo l'intervento ha avuto ad oggetto la realizzazione di una vasca di laminazione (area recintata) con previsione di una tracimazione della stessa verso la restante depressione all'interno della quale è situata. Oggettivi miglioramenti sono già stati ottenuti, posto che il miglioramento del sistema di pompaggio ha reso meno frequenti gli allagamenti dell'area e la risagomatura del terreno consente il progressivo colo delle acque eccedenti verso il sistema di pompaggio, evitando così i ristagni putrescenti che avevano a lungo caratterizzato l'area, oggi riqualificata a giardino. Il sollevamento avviene con immissione delle acque in un ramo del Rio Gragnano, precedentemente fatto oggetto nella zona di valle di interventi di risagomatura, allargamento ed intubamento sino al punto di attraversamento della ferrovia Torino – Piacenza.


Per il principio dei vasi comunicanti, al raggiungimento delle quote di tracimazione della vasca, anche le aree agricole private e situate a monte della via Lampugnana subiscono un allagamento e risentono del miglioramento dovuto al pompaggio successivo.

CRITICITA' 9



LEGENDA:

-  Rete idrografica Consorzio di Bonifica di Piacenza tombinata
-  9 - Rischio collasso condotta sotterranea e portata insufficiente impianto di sollevamento di Via P. Harris (Via Lampugnana-Via P.Harris, S.Nicolò)
-  1 - Vasca di laminazione "Via Masina"

 Punti di intersezione della rete da verificare con l'ausilio di video-ispezione

La criticità principale residua è da identificarsi nel fatto che la condotta sotterranea di collegamento con l'impianto di sollevamento è costituita da un vecchio manufatto in cemento

situato alla stessa quota del punto di captazione (come detto, ribassata) che peraltro nel corso dell'urbanizzazione dell'area risulta essere stato lasciato al di sotto delle aree private insistenti nell'area di lottizzazione anziché deviato al di sotto di strada pubblica.

Il rischio di un collasso della tubazione e la sostanziale impossibilità di provvedere alla sua manutenzione rende necessaria la pianificazione del suo spostamento dal punto di raccolta dell'acqua all'impianto di pompaggio con attraversamento di via Lampugnana, percorrenza della stessa sino alla intersezione con il ramo ovest di via Paul Harris e da qui all'impianto. La rilevante profondità di quota e la necessità di spostare conseguentemente anche eventuali allacci delle acque meteoriche rende l'intervento particolarmente invasivo e oneroso.

Per quanto riguarda la potenza di pompaggio, essa è attualmente limitata dalla portata del Rio Gragnano; l'eventuale laminazione a monte di tale rivo potrebbe consentire di aumentare la portata di pompaggio a beneficio di un più rapido allontanamento delle acque.

Interventi di riduzione del rischio

- Creazione di nuova condotta per il collegamento tra i canali di gronda delle aree agricole di monte e l'impianto di sollevamento di via Paul Harris, con abbandono dell'esistente sito in aree private;
- A seguito di laminazione (o deviazione) a monte delle acque del Rio Gragnano, recuperata quindi una sezione di deflusso sufficiente, eventuale aumento della portata di sollevamento a beneficio di un più rapido effetto drenante.

Rottofreno Area 10 – zona a monte di via Unità d'Italia

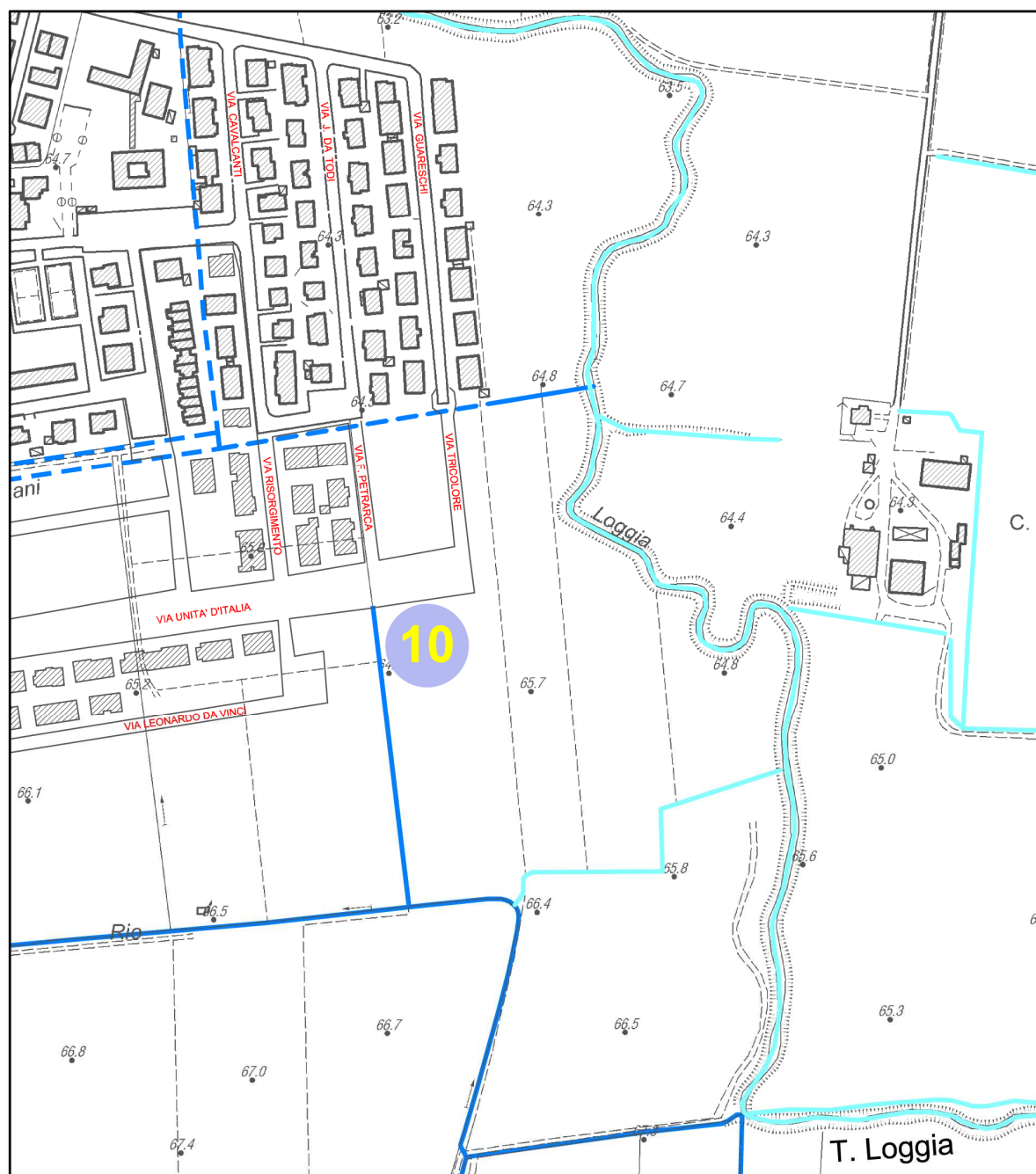
Criticità riscontrata

A seguito dell'urbanizzazione dell'area avvenuta negli anni 2000 si verificano consistenti ristagni d'acqua nei campi posti immediatamente a monte dell'area urbanizzata, suscettibili di eliminazione attraverso la realizzazione di una canalizzazione per il convogliamento delle acque verso l'adiacente Rio Loggia. L'area risulta di proprietà privata ed è quindi da escludersi un intervento pubblico diretto, ma sarà eventualmente necessario fare ricorso a poteri ordinatori in ambito di pubblica sicurezza e tutela della salute pubblica.




Interventi di riduzione del rischio

1_ realizzazione a cura del privato (o del precedente lottizzante, qualora il problema si rivelasse dovuto ad errata realizzazione delle opere di urbanizzazione) di nuova canalizzazione per l'allontanamento delle acque meteoriche.

CRITICITA' 10



LEGENDA:

-  Rete idrografica Consorzio di Bonifica di Piacenza a cielo aperto
-  Rete idrografica Consorzio di Bonifica di Piacenza tombinata
-  10 - Ristagni d'acqua per insufficiente regimazione delle acque eccedenti (a monte di Via Unità d'Italia, Rottofreno)

Centora area 11 – via San Girolamo

Criticità riscontrata

A seguito di interventi di aratura probabilmente non corretti, la strada comunale si trova in alcuni punti al di sotto della quota dei campi agricoli situati nelle immediate vicinanze, in assenza di sistemi di raccolta ed allontanamento a gravità delle acque di colò, probabilmente non mantenuti nel tempo e progressivamente scomparsi; ciò determina il regolare allagamento della sede stradale, che risulta quindi parzialmente invasa dalle acque stagnanti ed a seguito dell'evaporazione delle stesse compromessa nella fruizione per la presenza di terra e materiale depositato.

Interventi di riduzione del rischio

- 1_ Ripristino a cura dei privati frontisti delle cunette o canali di colò dei campi sino al punto di attraversamento della strada pubblica, per il successivo colò in direzione del torrente Tidone attraverso il reticolo idrico superficiale;
- 2 Eventuale manutenzione e ripristino delle opere di sottopasso stradale e verifica dell'efficienza del reticolo di colò verso il reticolo idrico principale.

Santimento Area 12 – via Veratto – Strada Barattiera

Criticità riscontrata

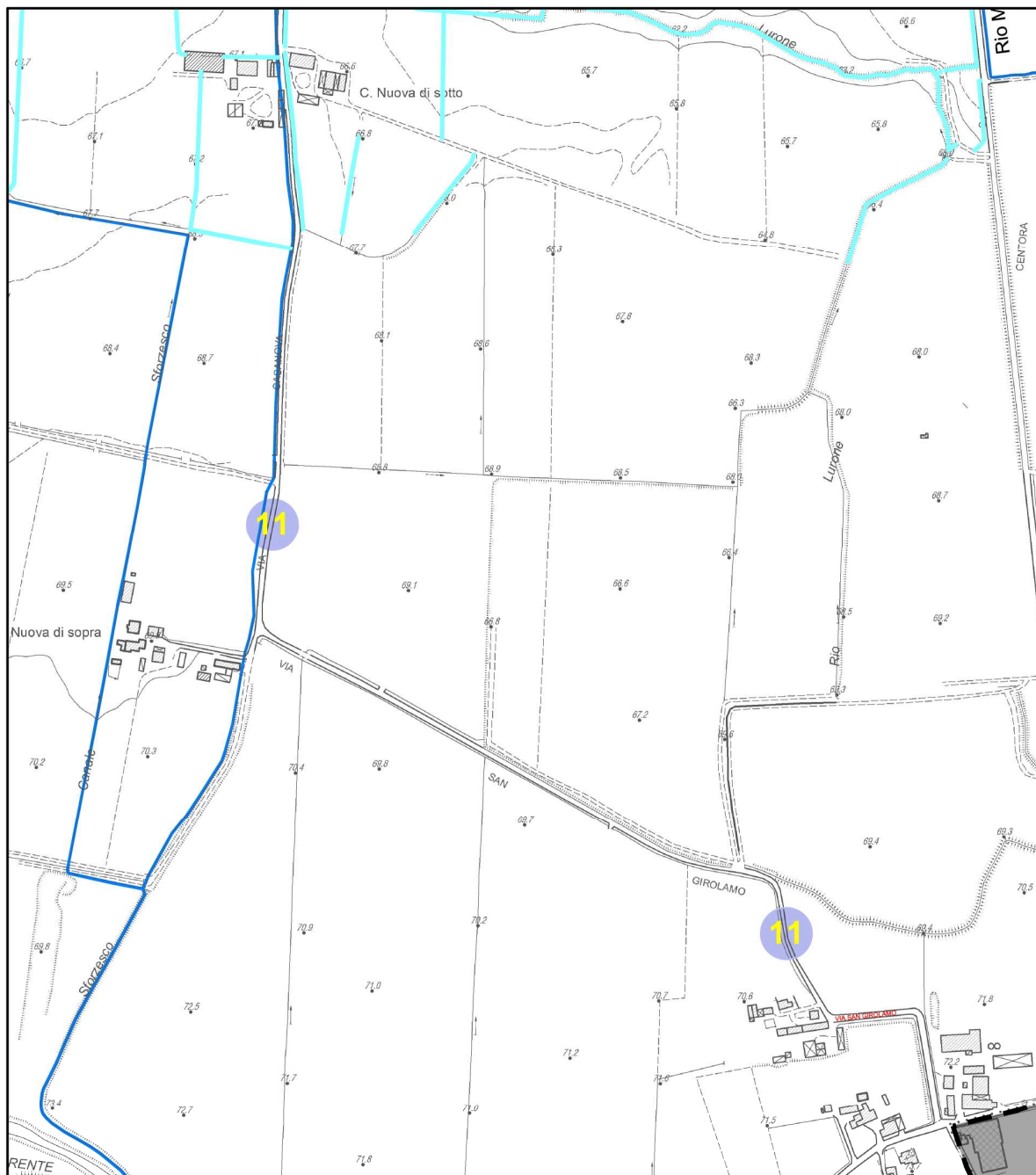
Nel corso degli anni 2017 e 2018 si sono verificati diversi eventi di allagamento della strada comunale di Veratto con interessamento delle abitazioni frontistanti e, in un caso, allagamento massivo sino alla viabilità provinciale (SP13). Nel caso specifico sono state individuate le cause nella riduzione della sezione di deflusso di alcune cunette e canali situati a bordo della via Veratto e conducenti le acque sino alle canalizzazioni irrigue situate sui due lati della strada Barattiera.

Gli interventi di pulizia delle opere di scolo, effettuati dai privati frontisti, hanno permesso di migliorare sensibilmente la situazione, evitando quantomeno l'allagamento delle aree abitate, ma a tutt'oggi risulta necessario provvedere ad una mappatura corretta delle zone di colò delle acque verso le chiaviche per il superamento dell'argine del fiume Po, risultando al momento incerto l'esatto percorso di allontanamento delle acque dal centro abitato di Santimento.


Interventi di riduzione del rischio


- 1_ mantenimento della piena efficienza delle condotte di colò di via Veratto verso Strada Barattiera;
- 2 verifica delle condizioni di efficienza dei canali situati lungo Strada Barattiera e mappatura anche del c.d. Canale della Gabbionetta che, in quanto inizialmente realizzato ad inizio '900 per l'irrigazione dei campi mediante sollevamento delle acque del fiume Po, risulta in contropendenza, dovendosi quindi accuratamente escludere il suo utilizzo per opere di bonifica.

CRITICITA' 11



LEGENDA:

 Rete idrografica Consorzio di Bonifica di Piacenza a cielo aperto

 11 - Allagamenti frequenti sede stradale per una non corretta regimazione delle acque eccedenti (Via S. Girolamo, Centora)



Il progetto "IoT" per la difesa di San Nicolò a Trebbia.

Negli ultimi anni, il numero e la frequenza di eventi climatici particolarmente intensi in grado di causare effetti catastrofici sembrano in costante aumento, cosicché termini quali "bomba d'acqua", "flash flood", "alluvione", "stato di calamità" sono ormai divenuti d'uso comune. Tali manifestazioni rappresentano uno degli aspetti più eclatanti delle variazioni che il clima sta subendo a scala globale e tendono a provocare conseguenze significative in ambiente urbano, dove le naturali dinamiche ambientali e territoriali si sovrappongono alle modifiche introdotte dall'attività antropica, a volte con esiti particolarmente evidenti. Le conseguenze più ricorrenti della fenomenologia associata ad eventi estremi in cui si hanno precipitazioni di elevata intensità e breve durata sono costituite da criticità geologico-idrauliche come le esondazioni dei corsi d'acqua a cui sono spesso associati fenomeni erosivi di varia natura.

Ciò premesso il progetto di seguito descritto, interamente finanziato per il suo start-up da una filiera di imprese piacentine aderenti al "Rict" (Aziende per le nuove tecnologie) di Confindustria, è volto, al fine di contrastare tali eventi, ad aumentare la resilienza idraulica delle aree urbanizzate (intese sia come popolazione che come beni esposti a rischio idraulico e di allagamento).

Reticolo Principale - F. Trebbia

L'amministrazione con detto progetto, data la necessità di definire strategie di adattamento ai cambiamenti climatici, prevede di attivare un sistema di monitoraggio idraulico che permetterà di definire con sufficiente anticipo, a tutela del centro abitato di San Nicolò, l'arrivo di eventi alluvionali critici e quindi consentire l'attivazione di idonee misure di auto-protezione, sia automatiche che mediante attivazione personale, nei confronti di rischio di alluvionamento.

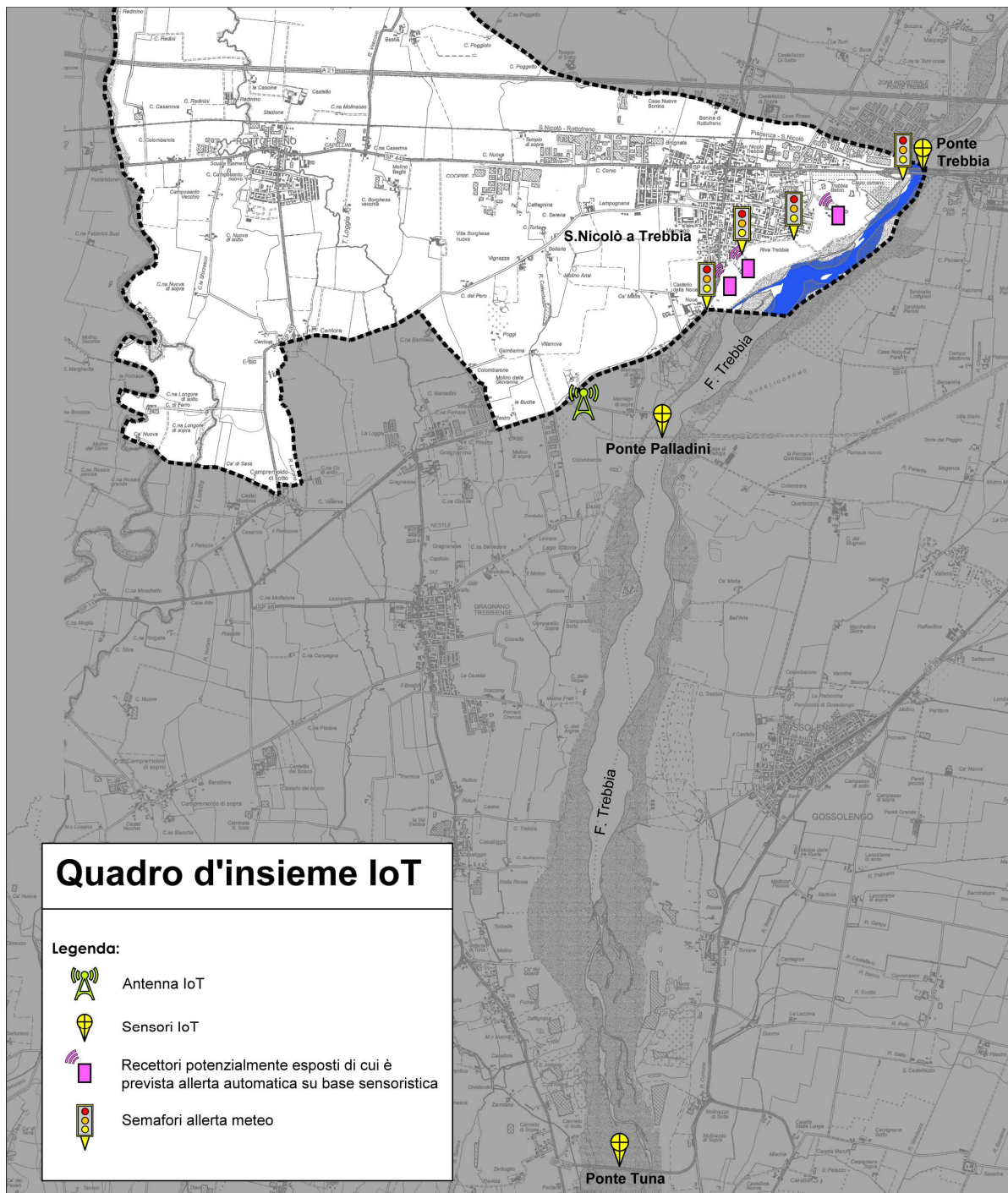
In particolare il progetto prevede l'istallazione di 3 punti di rilevazione sul corso del F. Trebbia che da monte verso valle vengono così individuati:

- 1) Ponte di Tuna
- 2) Ponte Paladini
- 3) Ponte via Emilia.

Su dette infrastrutture sono attualmente in corso di installazione sensori di livello idrometrico che, sulla base delle serie storiche e del confronto con i sensori di monte (ponti radio esistenti della rete regionale), consentiranno di creare degli scenari di progetto ai quali associare degli scenari di attivazione in caso di emergenza nell'ambito del nuovo Piano di Protezione Civile, in corso di redazione da parte dell'Unione.

L'obiettivo di tali specifiche localizzazioni dei punti di rilevazione è avere, rispetto al centro abitato di San Nicolò, un allertamento con tempo di attivazione⁶ sufficiente a porre in essere misure di autoprotezione.

⁶ pari al tempo di corrivazione



Premesso che:

- il ponte di Tuna dista in linea d'aria circa 8,5 km dalle prime aree urbanizzate di San Nicolò e conseguentemente è possibile stimare un tempo di corrvazione dell'ordine di 1h circa;
- il ponte Paladini dista dalle prime zone urbanizzate di San Nicolò circa 1,2 km e poco più di 3 km dalla zona più densamente abitata ed alle aree di maggiore fruizione della zona non protetta da argine (Rivatrebbe);

il sistema prevede l'utilizzo del sensore ubicato presso il Ponte di Tuna per un primo preallarme e quello del ponte Paladini per un allarme, con conseguenti scenari di attivazione.

In base alle misure di sicurezza che saranno determinate dal Piano di Protezione Civile, contenute presumibilmente in apposite schede, uno scenario di progetto particolarmente gravoso a Tuna potrebbe determinare un allarme diretto anche a San Nicolò; in base quindi agli scenari di progetto (rischio rilevato in "real time") il sistema IoT attiverà automaticamente una procedura di allerta che consisterà nell'accensione di tabelle semaforiche posizionate in corrispondenza di tutti i tratti di attraversamento dell'argine.

Sono previsti 2 livelli di allerta:

- 1) segnale giallo lampeggiante: "prestare attenzione",
- 2) semaforo rosso divieto di accesso alle zone non protette da argine e ordine di riparare in zona protetta.

L'ipotesi attualmente prevista per il posizionamento di detti segnali semaforici è stata riportata nell'Allegato grafico QC 07 Sicurezza e Resilienza scala 1:5.000.

Lo stesso sistema IoT potrà determinare l'allertamento in automatico⁷ dei soggetti esposti a rischio (a partire dagli esercenti le attività economiche⁸ poste in dette aree critiche).

Il sistema è altresì progettato per essere immediatamente esteso anche a tutti i comuni limitrofi, a cominciare da Piacenza, posto che il raggio di copertura dell'antenna è di 15 km dal suo posizionamento (Ponte Paladini).

Reticolo secondario - canali consortili

Dal punto di vista del reticolo idrico secondario lo stesso sistema di trasmissione potrà monitorare la portata transitante nel Rio Gragnano, dall'omonimo capoluogo comunale a Gragnanino, dove è esistete uno scolmatore che, se automatizzato, potrebbe deviare le acque verso il Rio Loggia o consentire alle stesse il deflusso verso San Nicolò. Monitorando quindi contemporaneamente (i) la portata del Rio Loggia in corrispondenza dell'attraversamento della Strada Vignazza e (ii) la portata del Rio Gragnano in entrata a San Nicolò, a monte della scuola primaria di Via Serena la paratia automatizzata potrà deviare alternativamente le portate in eccesso o verso il Rio Loggia o il Rio Gragnano a seconda dell'effettiva capacità di deflusso del recettore superficiale.

Rispetto alla prima fase del progetto precedentemente descritta (rischio dovuto al reticolo principale - F. Trebbia) già in corso, questa ulteriore fase richiede per la sua attuazione una collaborazione del Consorzio di Bonifica di Piacenza che al momento è in fase di definizione e di cui si attende uno sviluppo progettuale rispetto alle analisi di deflusso ed alle modalità di installazione dei sensori.

⁷ tramite numeratore telefonico pre-registrato tipo Alert System⁷ o tramite APP dedicata già predisposta

⁸ imprese legate all'attività estrattiva ed al trattamento inerti

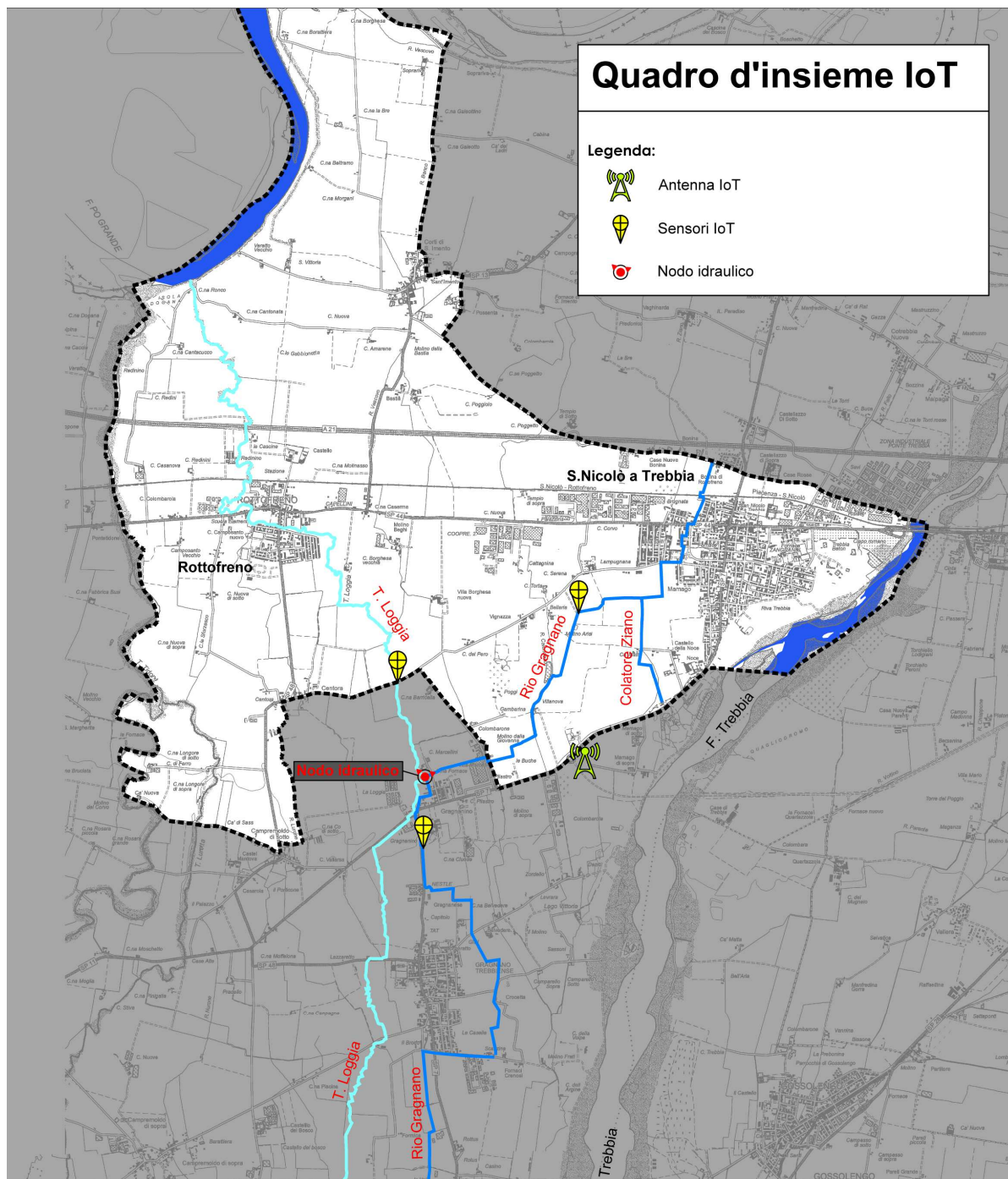
Applicazione futuribile

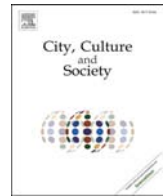
Un ulteriore utilizzo del sistema potrebbe essere quello, in accordo con l'Amministrazione Provinciale di Piacenza, per il monitoraggio in tempo reale della condizione dei manufatti di attraversamento (ponti sul F. Trebbia) con aggiunta di sensori di vibrazione o di elastometri, potendo ipotizzare con lo stesso sistema la installazione, anche in questo caso, di segnali semaforici in grado di interdire se necessario l'accesso ai ponti laddove le condizioni rilevate (pressione sui pilastri, deformazioni ecc...) possano mettere a rischio la struttura o l'altezza dell'acqua raggiunga livelli tali da renderne pericolosa la percorrenza.

In merito a tale progetto si allega l'articolo pubblicato dalla rivista "*City Culture & Society*" (Ed. Elsevier) e di cui l'Avv. Raffaele Veneziani, attuale Sindaco del comune di Rottofreno, è il coautore.

Il progetto è risultato il "*case history*" italiano nell'ambito del progetto europeo CAPFLO⁹ che verte sulla "*definizione di uno strumento di misurazione del livello delle capacità sociali per la prevenzione, gestione e mitigazione dei rischi da inondazione e la sua applicazione in 5 bacini idrografici europei*". (per ulteriori approfondimenti si rimanda al sito dell'Università di Barcellona: <https://blogs.uab.cat/capflo/case-studies/>).

⁹ a cui hanno partecipato l'Università di Barcelona (Spagna), Lab'Urba (Francia), Istituto di Studi Ambientali (Olanda), Istituto per la Governance della Sostenibilità (Germania) ed i rappresentanti di 5 bacini europei (Val Trebbia in Italia, Ebro in Spagna, Mosa in Olanda e Danubio in Germania).





Strengthening resilience through participatory development of “life and social skills” in flood management

Franca Cantoni^b, Elisa Mori^{a,*}, Raffaele Veneziani^c, Elena Zuffada^d

^a *Università Cattolica del Sacro Cuore, Faculty of Business and Law, Ufficio 590, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, 29122, Piacenza, PC, Italy*

^b *Università Cattolica del Sacro Cuore, Faculty of Business and Law, Ufficio 601, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, 29122, Piacenza, PC, Italy*

^c *Major, Comune di Rottofreno, Viale Marconi, 2, 29010, Rottofreno, PC, Italy*

^d *Università Cattolica del Sacro Cuore, Faculty of Business and Law, Ufficio 570, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, 29122, Piacenza, PC, Italy*

ARTICLE INFO

Keywords:

Resilience
Stakeholders' engagement
Participatory development
Risk management
Calamitous event

ABSTRACT

Floods events have become more frequent phenomenon all over the world and require to be promptly managed. The centrality of Public Administrations (PAs) in managing calamitous events is widely recognized. Nevertheless, the adoption of traditional approaches has become manifestly inefficient because of excessive delays.

This paper encourages a participatory approach of different categories of citizen (engaged in volunteering, aware, not aware) in different phases of the calamitous event (homeostatic phase, turbulent phase, rebooting phase) in supporting the Public Institutions. Accordingly, the research question deals with the understanding of how it is possible to increase effectiveness of emergency response by overcoming the Citizens-Institutions' gap.

The research presents the flood event of Nure and Trebbia valleys (Italy) as emblematic examples of territorial resilience created thanks to the rational intervention in different phases of different types of citizens (mainly citizens engaged in volunteering, aware and not-aware citizens) in support of the work done by the PAs.

1. Introduction

Floods events have become more frequent phenomenon all over the world and require to be promptly managed. The centrality of Public Administrations in managing calamitous events and high uncertainty situations is widely recognized because the Public System is the only one endowed (with powers and resources) to intervene in situations of extreme gravity and complexity. Nevertheless, the adoption of traditional flood risk management approaches has become manifestly inefficient (Thalera & Seebauer, 2019) and new approaches have recently been incorporated in disaster risk reduction policies.

Resilience, here understood both as a construct and as a process that generate the ability to effectively and positively deal with an exogenous shock, has become a central concept for those engaged in the practice of emergency and disaster management (Demiroz & Haase, 2019). The paper discusses the limits of Public organizations' traditional “top down” approach in managing emergencies and disasters. The research highlights how stakeholder engagement and participatory development of

social skills can be of support to local administrators in strengthening resilience by facilitating flood risk assessment and management. About this, the research encourages a participatory approach of different categories of citizen (engaged in volunteering, aware, not aware) in different phases of the calamitous event (homeostatic phase, turbulent phase, rebooting phase) in supporting the Public Institutions.

Accordingly, the research question deals with the understanding of how it is possible to increase effectiveness of emergency response by overcoming the Citizens-Institutions' gap.

The answer arises from the analysis of data emerged from the CAP-FLO project (CAPacity building for FLOod mitigation), a research project funded by the European Commission's Humanitarian Aid and Civil Protection department and the discussion of a practical case, namely ARTURO, created with the aim of strengthening local communities' resilience.

Beyond the importance of institutions' preparedness and inter-organizational coordination in disaster response, literature (e.g. Linnell, 2014) and empirical evidences recognize that citizens (and

* Corresponding author.

E-mail address: elisa.mori@unicatt.it (E. Mori).

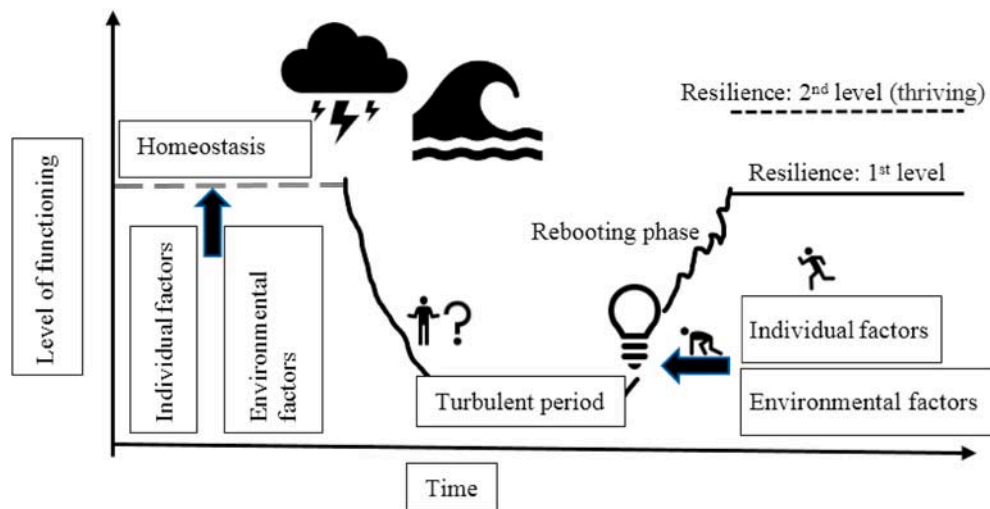


Fig. 1. Process of generating resilience. Source: Cantoni, 2014.

collaboration between public administrations and citizens) become increasingly important for enhancing societal resilience and suggest an active involvement of the population to ensure the effectiveness and timeliness of the action.

The study concludes with practical implications and suggestions for future research. The paper offers interesting and easy to-be-implemented insights for local institutions, groups and citizens.

2. Calamitous events: risk, risk management and resilience

Starting from the pioneering studies of Anthony (1974), empirical research, grown in quantity and improved in scientific quality, reveals definitive and terminological ambiguities, highlighting the heterogeneity of the risks experienced (preventable, strategic, external) and the skills acquired by individuals and communities considered resilient.

The most widely classification of risks recognized and cited in literature is offered by Kaplan and Mikes (2012) who propose the following tripartition:

- *preventable risks* such as breakdowns in processes and human errors;
- *strategic risks* undertaken voluntarily after weighing them against the potential rewards;
- *external risks* which are beyond one's capacity to influence or control, are scarcely predictable as well as their potential impact, and little knowledge is available on how to handle them.

Our research focuses on calamitous events and consequently on the last type of risks listed. In that, resilient communities differ from the other ones by their ability to tackle the external uncertainty and equivocality by being "potentially ready" for the unexpected to occur (Weick & Sutcliffe, 2011). Resilient communities develop the capacity to cope with a wide array of anomalies and are constantly striving to grow their skills and capabilities to do so, through learning from events and near events.

The term "life skills" used by the World Health Organization (WHO) generally refers to a range of basic cognitive, emotional and relational skills, which allow people to operate competently both individually and socially. In other words, they are skills and abilities that allow the acquisition of a versatile and positive behavior, thanks to which it is possible to effectively face the demands and challenges of everyday life.

Described in this way, the skills that can fall within the "life skills" are innumerable and the nature and definition of the same can be differentiated according to culture and context. They can be grouped into three areas:

- *emotive* (self-awareness, emotion management, stress management);
- *relational* (empathy, effective communication, effective relationships);
- *cognitive* (solving problems, making decisions, critical thinking, creative thinking).

The integrated set of skills of these three areas give rise to the resilience which in this work is to be understood as the ability to effectively deal with an adverse and destabilizing external event (such as a flood) by promptly identifying solutions capable of bringing individuals and the community towards a new balance, similar or even better than the manifestation of the traumatic event (Giustiniano et al., 2018).

Several Authors within their research have explained the resilience factors (Kumpfer, 2002), the interrelationships between risk and protection factors (Earvolino-Ramirez, 2007) as well as the underlying mechanisms (Giustiniano & Cantoni, 2018), the processes (Luthans et al., 2007) and the results (Jacelon, 1997).

Among the many meanings detectable in practice, this research:

- does not deliberately consider the concept of resilience that refers to the ability to cope with "chronic stressors" - that is, the disturbances to the homeostasis of the system present in a continuous and persistent form;
- refers exclusively to resilient behavior detectable as a result of catastrophic events caused by unexpected external shocks and by the destabilizing extent (in the specific case: flood);
- means resilience in its double meaning of construct and process as will be later explained.

The resilience, by the authors of this work, is understood as complex construct (a combination of emotional, relational and cognitive skills) that arises from and at the same time nourishes a process articulated in phases and describable through a dynamic framework (Cantoni, 2014) identified by two variables (time and operating level) with Cartesian coordinates where:

- the time is described along the ordinate axis;
- the operating level along the abscissa axis.

In order to speak of resilience, an antecedent and a consequent must be present: the antecedent is represented by the situation of adversity, significant crisis or trauma (flood event); the consequent, on the other hand, is represented by the result (see Fig. 1).

While noting the importance of the forecasting dimension - which makes it possible to issue timely and hopefully effective alerts - it is nevertheless necessary to highlight the inevitability of the manifestation of the flood event itself, the disastrous effects of which pour on people and communities.

Starting from the homeostatic situation, an inevitable adverse event (“trigger”) - that represents the antecedent - occurs. A detailed analysis of the process allows us to identify the following phases:

- the turbulent period starts following the manifestation of the flood event which may have a variable duration depending on the timeliness used by the community and the public institution in identifying the response deemed congruent;
- the “rebooting” or ascent phase (from the Latin *resalio*) follows.

Since resilience is a multilevel skill, two types of factors are present to define the homeostatic situation and to accelerate or slow down the “rebooting”:

- individual: personal traits of adaptability, flexibility, extroversion and openness to experiences, self-mastery, the ability to formulate strategies to deal with problems, the internal “locus of control” and the consequent evaluation cognitive about threats, security and adversity (Earvolino-Ramirez, 2007; Bahrami & Evans, 2011);
- environmental (social or community): participation and involvement in the implementation of the programs and the emphasis on commitment and the possibility of participating in prosocial initiatives.

It is also important to specify another explanatory recurrence, namely that the effects of the generating events do not immediately manifest themselves in their full power. This is explained by the fact that the system needs time to process the event and perceive the change in the level of operation. When there is a worsening of the operating level (the operating level cannot be determined precisely although it is below the homeostasis point), the turbulence period begins during which the system is disoriented. The system that defines itself resilient, once the situation is realized, is determined to regain at least its original level of operation: thus begins the “rebooting” phase which can be accelerated by the “cenesesthesia” i.e. constant monitoring of environmental changes that will help to understand the start of the turbulent period. The latter can be approached in different ways depending on whether the system has developed a good margin of control over the events and the environment around it over time.

Specifically, two mechanisms are activated which are the basis of resilient reintegration:

- the “appraisal” or the cognitive evaluation of the situation and the stressful event which can be of two types: primary and secondary. During the primary assessment it is determined whether the event is irrelevant, positive or stressful, while during the secondary it is decided what can be done to deal with the situation and what resources to use;
- “coping” or the operational response to assessing the situation, the ability to cope with stressful events. It is the behavioral and cognitive strategy to manage and mediate between environmental demands and internal needs.

The “rebooting” can therefore give rise to two situations of resilience: 1st and 2nd level where the “thriving” (2nd level) takes place when the functioning of the system reached after the rebooting is better than in the pre-trauma state. Carver (1998) further defines this concept by asserting that “*thriving can reflect [...] a quick recovery or an increased level of functioning*”. Ickovics and Park (1998) agree with this definition and suggest that “thriving” represents something more than a simple return to balance (homeostasis) following a challenge [...].

We propose a value-added model, where the individual or a community can go far beyond survival and recovery from a stressful situation or a challenge. According to Tedeschi and Calhoun (2004), post-trauma growth “*is not simply a return to the ‘baseline’ but an experience of improvement that for some people is extremely profound*”. As a result, this concept contains “*a quality of transformation or a qualitative change*” (Ibid).

3. An integrated approach to disaster management

When talking about the management of calamitous events (i.e. earthquakes, cyclones, landslides, floods, severe drought phenomena, fires) and high uncertainty situations¹ one may recognize the pivotal role played by governments in “emergency and crisis management”. Thinking at the case of flood, the public sector is responsible for adopting a variety of measures directed to a large part of the community such as (Kron, 2005; Lee et al., 2013): flood control management; structural (e.g. dams, reservoirs, retention basins, polders, levees, flood bypasses, flood channels, diversions, etc.) and non-structural measures (such as monitoring, forecast, runoff control, early warning systems); preparedness measures; education of and information to the public; communication systems, dissemination of warnings, alarm plans, evacuation plans; selection and training of personnel for emergency staff; relief services; land-use planning and enforcement of land-use restrictions; immediate re-establishment of lifelines and speedy reconstruction of damaged infra-structure; grants, low-interest loans, and/or tax relief for badly hit disaster victims (individuals and companies).

Governments, here intended to different public administrative levels, including local, regional, and national levels, have a greater responsibility in preparing for mitigation and adaptation strategies to address climate risk impacts both because of the characteristics of disastrous events and some characteristics of the public system. Firstly, we can mention the long time periods as well as the big scale and unpredictability of the potential impact of the phenomenon (Ploberger, 2020; Zuffada, 2012). Secondly, The Public Administration has super-ordinate powers and competences, namely the exercise of regulation, inspection and control functions that in some cases allow to prevent risks, in others cases to promptly circumscribe critical phenomena and in any case to dispose of useful information to deal with emergencies. Thirdly, different kind of public institutions are widespread and deep-rooted in a territory, with different fields of specializations, making possible to network forces and resources (e.g. security forces, public transport services, telecommunication services) to set system actions. Finally, public administration are able to undertake real time collaborative decision-making processes (multilevel governance) between varying scale public institutions² (municipalities, provinces or metropolitan cities, environmental risk prevention agencies, inter-regional agencies for the management of hydrographic networks, civil defense, firefighters, etc.) when issues require to be treated in a transversal, inter-sectoral and/or interdisciplinary way (Peck, 2005).

On one hand, emergency response requires organization and planning, but on the other hand, it has to be innovated, adapted, and improved because plans, regardless of how well done, sometimes doesn't fit circumstances³ (Waugh, 2006).

That's why, even if the traditional Public Administration approach to

¹ One can think, for example, to events of an extraordinary nature like epidemics, health and humanitarian emergencies, but also interruption of major communication routes or urban decay and other social emergencies.

² The emergency management involves several actors and levels of government. This also because of the different systems and State models.

³ Municipal and inter-municipal emergency plans, for example, have been developed in order to build risk scenarios based on technical-scientific studies and statistics on existing events and integrated with the experience of operators and local citizens.

emergency management is based on public institutional networks,⁴ private sector organizations, non-profits, individuals and community organizations are increasingly called upon to be part of the emergency management system in consequence of limits (e.g. lack of resources, insufficient administrative and technical capacity of local authorities - especially if they are of small dimensions - to deal with the complexity of problems, relationships between levels of government often characterized by distrust, conflicts and a lack of coordination in responses) that many government organizations faced in emergency management (Comfort, 2002). According to Giustiniano et al. (2020) it's important that managers and policy makers act as leaders to build constructive interactions with the community so that they can facilitate the diffusion of resilience and organizational learning. The mobilization of organizational and individual volunteers also has a social-psychological purpose in that it brings communities together and gives them a sense of efficacy (Waugh, 2006). Of course, collaborative emergency management has its own open issues and limits too. One can think about the complexity of network settings and a denser set of relationships that creates further complication in the decision making mechanism, the need for re-allocation of competences and legal-administrative responsibilities and the development of new "coordination and managerial skills" of managers, coordination problems in multi-agency planning, differences in organizational goals, professional cultures, lines of accountability, political control styles and decision-making cycles (Boin & McConnell, 2007; Kapucu, 2012; Mandell, 2001; Sancino, 2014). However, these limits are not discussed in this paper.

Our proposition is to envisage a more comprehensive stakeholder management approach to emergency management in order to promote social participation, where active citizenship can play supporting roles, making communities supportive, competent and spreading environmental knowledge and awareness.

In this sense the involvement of nongovernmental actors in emergency response builds the capacity of communities to deal with future disasters. As stated also by Comfort (1999), the disaster experience can speed recovery and make communities more resilient when disaster happens again. On the contrary, community capacities to respond to and recover from disasters are not enhanced if public administration will exclude community involvement.

Crisis management involves two broad phases: the preparation phase, where public organizations aim to identify and interact with stakeholders and/or potential victims to prevent crises from happening and affecting stakeholders; the response phase, where public organizations aim to minimize stakeholders' losses that result from crises (Pearson & Clair, 1998, pp. 60–66). A public organization's behavior towards stakeholders during the preparation and the response phases of crisis management may range from no preparation, training of citizen engaged in volunteering, and making extra efforts in civic engagement.

In our research, we are convinced that the stakeholder engagement - here intended as the active and conscious participation of the citizen and the community - should contribute positively to the reduction of time relative to the turbulent period and accelerate the rebooting phase. Specifically, the model we intend to propose places a lot of emphasis on the difference between the "voluntary citizen" and the "hired citizen".

This distinction is of fundamental importance in that the voluntary citizen, caught by the impulse and without specific training, should slow down restoration operations while the hired citizen is instead a trained and aware citizen that can correctly activate the life skills previously discussed.

⁴ Of course, Civil defense authorities, whose responsibilities have changed over time all over the world, will play an important role in the network. In Italy, the establishment of the Civil Protection National Service is achieved with Law 225/1992, which is followed by several legislative provisions that have reformed its role, its position in the institutional setup and the areas of intervention.

The distinction we propose, as an original contribution of the paper, is therefore the following:

- *Citizen engaged in volunteering* – S/he is a member of civil protection associations, fundamental in the traditional approach and constituting an indispensable part, i.e., of the Regional Mobile Column. S/he is (i) accredited and registered with voluntary associations, for which they agree to be part of an organized system; (ii) trained as a condition of membership and constantly updated.
- *Aware citizen* – It is a citizen NOT engaged in voluntary associations of the Civil Protection, whose activity would therefore not normally be required in the context of the management of an emergency. Although reached, in hypothesis, by emergency communications, the aware citizen is NOT required any direct engagement in the traditional system, but only a personal action of self-protection on an individual/family scale. His/her behavior is normally dictated by the association of a previously known risk scenario, of which the effective verification is learned, to the individual conduct of adequate self-protection.
- *Unconscious (not-aware) citizen* - it comes from the mass of citizens who are NOT already engaged in any institutional civil protection system and are only reached by communications conveyed in top-down mode by the organized system.

As a matter of fact, citizens engaged in volunteering and unconscious citizens are already part of the system today. The former act as support - coordinated and indispensable - for the traditional system, while the unconscious citizens are the recipients of the Community protection measures managed by the former and rebooting activities.

The innovative proposal of this paper lies in the creation of the above mentioned second category.

4. Can citizens help?

Recently, Public Management studies and research have paid attention to the concept of resilience, as a viable solution in case of crisis or disaster (Boin & Van Eeten, 2013). This word has particularly emerged as an appealing perspective on cities (or region) to withstand a shock and adapt to it by gradually returning to the normal state or by evolving into a better one (Klein et al., 2003; Oliva & Lazzarotti, 2017). Resilient cities are characterized by adaptive capacity, robustness, redundancy, flexibility, resourcefulness, inclusiveness and integration (OECD, 2016).

In order to be resilient a city should develop the ability to undertake a proper change under changed circumstances while mitigating and accommodating the impact of current shocks. Therefore, as a result of the shock, the city should be able to renew its system up to the point that the shock will no longer have an impact, that means moving to an upper equilibrium, without returning to the status quo.

In this context, Public Administration is the best candidate to set risk management models based on resilience and community involvement. OECD underlined its key role in strengthening resilience too, since the impact of any shock depends on institutional capacity to respond and rebound from shocks (OECD, 2014).

In particular, Public Administration can act as catalysts for the following aspects (Davis et al., 2005; Mangione et al., 2013; Norris et al., 2008; Paton et al., 2001; Perez-Sales et al., 2005; Ronan & Johnston, 2005):

- share optimistic and supportive leadership with long-term vision;
- produce information and know-how, to learn from its past shocks creating a virtuous path-dependency to prepare the city to perform better in the future shocks;
- promote broad consultation, community involvement and community engagement;

Table 1
Modular employment of citizens in different phases.

	Citizen engaged in volunteering	Aware citizen	Uncconscious (Not-aware) citizen
Homeostatic Phase	Trained to act at each subsequent stage for the benefit of an entire community.	Trained to know the risks to which s/he is individually exposed, learns the risk-behavior correlation and the functioning of the communication mechanisms; s/he is credited for receiving "raw" emergency communications, including and accepting their intrinsic fallibility.	Reached by messages that stimulate to gain awareness.
Turbulent period	Once received the early warning, s/he prepares to immediately intervene to the call of the traditional system. At the same time, s/he can also carry out individual self-protection actions to reduce exposure to its own risk and that of its family circle. Once activated, s/he performs coordinated actions following top-down indications for the benefit of the community.	Once received the alert, s/he associates the learned scenario with an individual behavior, by protecting him/herself. Taking this action s/he eliminates a potential risk. In the turbulent phase, s/he consciously informs any unaware citizen, guiding him/her on a local scale in a safe condition.	When reached by the traditional alert system, s/he carries out the indications as s/he already does today. If s/he is part of the family circle of a conscious citizen, s/he is warned and guided towards a safe condition.
Rebooting	S/he intervenes in a coordinated manner to eliminate the harmful consequences of the event.	S/he makes him/herself available to the traditional system to intervene on the basis of instructions that make the intervention functional. The communication mechanisms, also in this case in top-down mode but also capable of providing a response (bidirectionality, limited however to question/answer) constitute a facilitator of the organization.	

Source: elaboration of the authors.

- invest in people to build human capital, sense of community and foster solidarity;
- create opportunities for learning (e.g. risk education, preparation, problem solving, self-efficacy);
- organize emergencies based on participation, dignity and respect for the victims' ability to control their own lives, by generating sense of predictability and safety in daily life;
- promote partnerships between groups, entities and businesses;
- develop community-based coping strategies;
- share stories, norms, narratives, rituals.

On the other side, we already emphasized that the traditional resilient response from the PA is not always as timely as it would be. For this reason, our approach to resilience involves not so much the transition from a traditional PA model to a stakeholders' engagement model but a joint use of the two in different phases of the disaster event in a more comprehensive way. To summarize we can hypothesize the modular employment of the different types of citizens (engaged in volunteering,

aware, not aware) in the different phases of the resilient process (homeostatic phase, turbulent period, rebooting) as shown in Table 1. This approach should pave the way to a quick and effective intervention by the PA, accelerating its reaction and response times.

Engaged citizen. As voluntary, his/her engagement is foreseen in the event of an emergency, so much so that s/he is pre-alerted on the occurrence, regardless of whether or not the actual verification of the expected risk. Moreover, the employment is functional to the reduction of community risk both in the forecast phase, in the turbulent phase, and finally in the rebooting phase. Compared to the traditional system, in which civil protection volunteers are activated by the traditional system in top-down mode, the introduction of an early warning system would have the sole purpose of reducing the latency time that elapses from the call in top mode - down to the actual taking of service.

Aware citizen. The concept is that the action consisting of putting oneself or the people with whom one comes into contact in safety constitutes itself a contribution to the civil protection system, since it causes a decrease in assets (human lives and, only in codified cases where this is possible, tangible assets) exposed to risk. From this it follows that the management of the turbulent phase by the traditional system will see fewer hotspots on which to prepare damage reduction interventions. Therefore, the system resources can be allocated more efficiently.

The choice to allow only a part of the citizens - the aware ones - to access emergency information (necessarily "raw information" due to the absence of adequate observation/processing time by the traditional system) is based on the trust agreement based on the citizen's ability to understand the message on the basis of a correlation scheme scenario - intervention learned during the training phase and in coherent activation by the aware citizen, which leads to a reduction in risk.

The problem of non-coherent activation (where not dysfunctional, such as for example the exposure to risk increased by the attempt to shelter material goods in conditions of risk or the attempt to take pictures) is the element that allows the selection between citizens "aware"/"not aware". The system maintains its intrinsic democracy because the level of aware citizen can be added (and indeed, hopefully should be reached) by all citizens, towards whom there are no barriers to entry. Finally, the accreditation phase allows the citizen to learn also the intrinsic fallibility of the system, subject to a margin of error indirectly proportional both to the quantity of available data and to the processing time, all in the context of river dynamics never really hydraulically describable due to the presence of physical and geological variables to date not capable of a detailed analysis.

Uncconscious citizen. Observation has shown that the achievement of a mass of citizens not aware of a risk report, even if correct, often generates dysfunctional behaviors that in turn determine an increase in exposure to risk, with consequent increase in damage, prolongation of the phase rebooting and, unfortunately, an increased risk of loss of life. Even in the proposed scenario, communication to this type of citizen takes place only in top-down mode but must include both the communication of the emergency news and the indication of the adequate self-protection behavior, not being able to trust the knowledge of the citizen. In general, the not-aware citizen will be called to follow the indications of the traditional system or, at the most, can be reached by the information mediated by the aware citizens and therefore be guided by the latter towards an adequate measure of self-protection.

5. The flood event of Nure and TREBBIA valleys

Our research adopts a qualitative method of investigation, in particular, case studies. They concern the flood event of Nure and Trebbia valleys, located in Northern Apennines in province of Piacenza (Italy). The case study methodology has been chosen basically for two reasons: the first aspect is that such practice will progress the knowledge and understanding of specific situations; secondly, because of its duality of being both situationally grounded and generalizable (Invernizzi et al., 2017). Moreover, the case study method facilitates the collection of

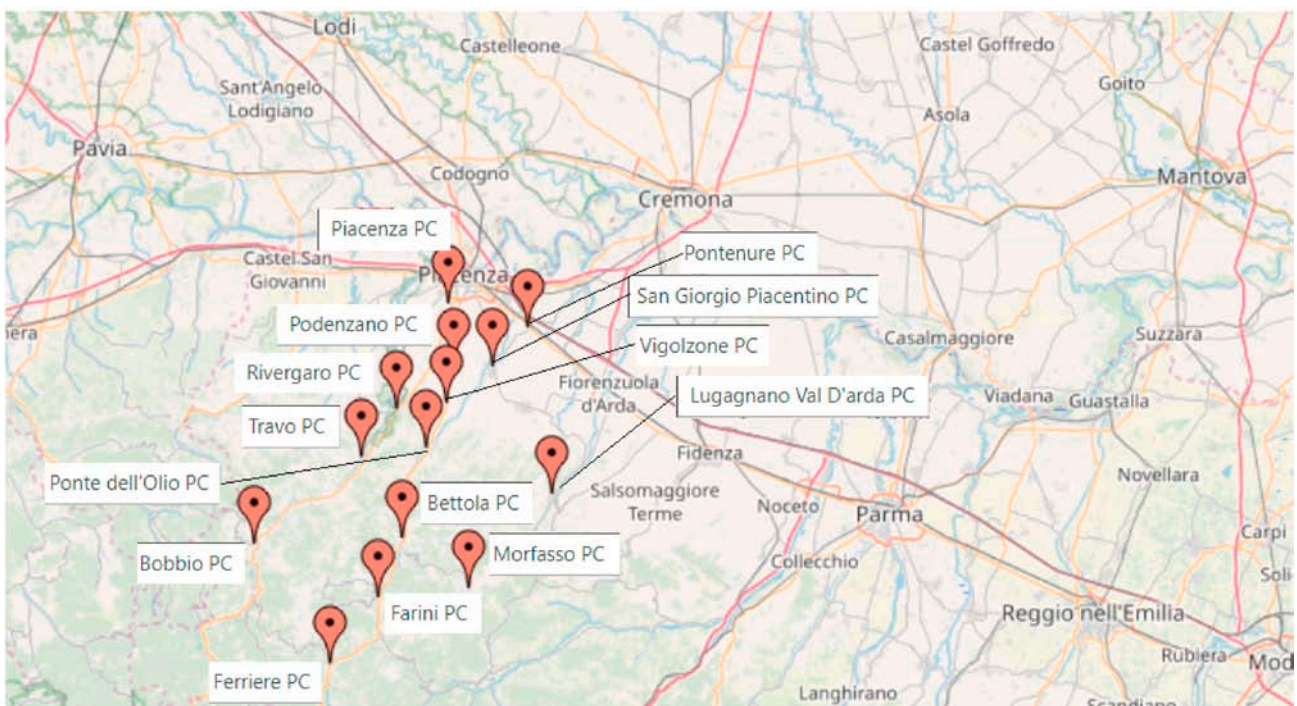
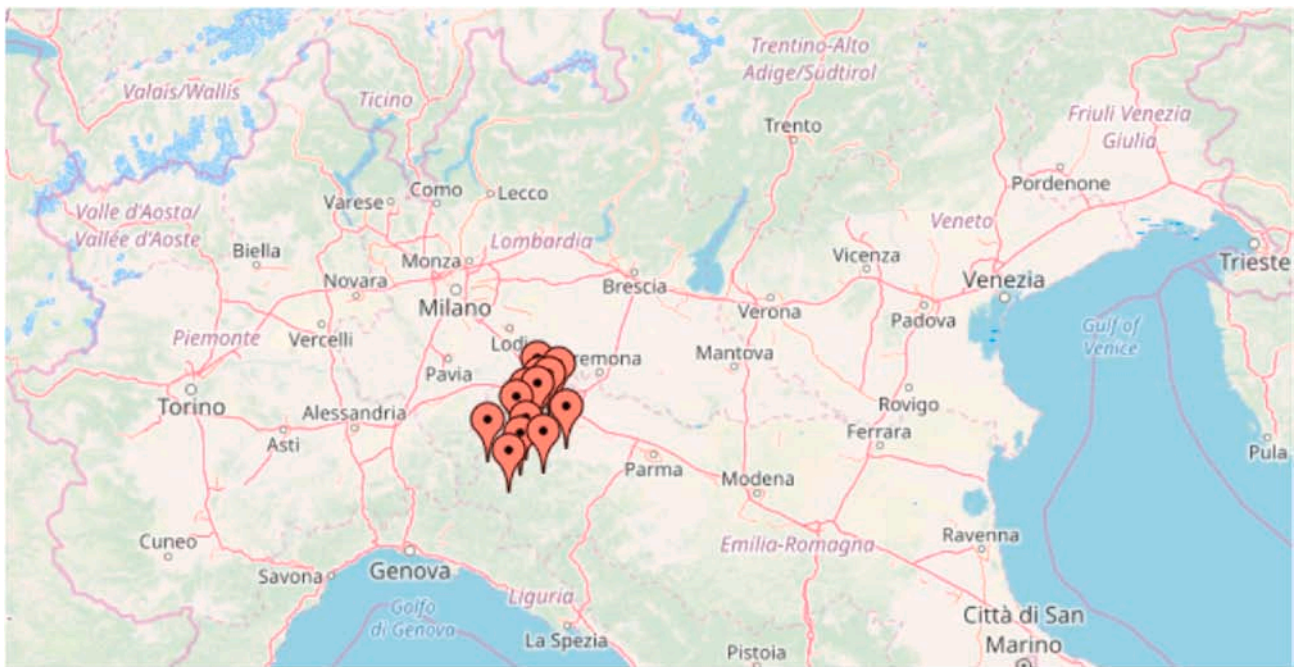


Fig. 2. Municipalities of Nure and Trebbia Valleys affected by flood (Event geolocalization).
 Source: ARPAE (2015), Quick assessment report on the flood event of September 13–14, 2015.

more extensive amounts of information than other methodologies: this provides for more comprehensive data and a greater understanding of the phenomenon.

During September 13th and 14th 2015, some municipalities of Nure and Trebbia valleys areas have been affected by a severe rainstorm event which has caused flooding along rivers and debris flows and landslides on slopes (Fig. 2).

Starting from 11.00 p.m. on September 13th, in about 6 h, along the Trebbia River valley, exceptional and persistent rains poured down deploying a stunning amount of precipitation of 340 mm, with an extreme hourly rainfall intensity of >100 mm/h in the Apennine⁵ ridge recorded in several meteorological stations of the Emilia- Romagna

⁵ Grazzini, F., Segadelli, S., Precipitazioni estreme e effetti al suolo sul reticolo minore: il caso del 14 Settembre 2015, ARPAE Technical Report, September 2016.

network of weather stations and managed by ARPAE⁶-SIMC. It followed a rapid rise in the hydrometric levels of Trebbia River and of the network of rivers and canals connected to it. It triggered debris flows along slopes and stream channels, landslides and floods, which caused serious damages.

In the above mentioned context, flood wave reached the municipalities of Salsominore (12.30 a.m. – hydrometric level of 0.88 mt; 2.00 a.m. – hydrometric level of 8.20 mt), Marsaglia (2.00 a.m. - 0.79 mt; 4.30 a.m. - 6.05 mt), Bobbio (2.30 a.m. - 0.90 mt; 5.00 a.m. - 6.22 mt) and Rivergaro (5.00 a.m. - 0.57 mt; 7.00 a.m. - 4.31 mt) and all the valley areas, bringing forth extensive damage⁷.

During this event, several types of widespread effects on the ground occurred such as fast flows of debris along the slopes and stream channels (a total number of 305 occurrences), shallow landslides (342) and overbank flooding (Segadelli et al., 2020). These processes have struck many of the man-made structures (like roads, houses, cars, waterpipes) and economic activities, causing an estimated of more than 81,9 million⁸ euros worth of damage (about 49,5 million euros damages to public assets and goods, 3,7 million euros damages to private movable assets, 11,2 million euros damages to private real estate and 17,5 million euros damages to economic activities).

Having detected the exceptional nature of the event, the Regional Civil Protection Functional Center activated the civil protection system and warned the Prefecture of Piacenza, whose heads/administrators called an urgent meeting of the Emergency Coordination Center⁹ (namely *Centro di coordinamento dei soccorsi* - CCS). At the end of the meeting, at 4.38a.m. ¹⁰ the alarm was issued for Trebbia Valley area, with consequent activation of the interventions, according to the traditional approach.

Looking at the flood wave transit times, it is evident that at 4.38a.m. the mountain areas were already compromised and additionally, in the medium and low course areas, time available for carrying out prevention or risk-reduction actions was insufficient at that moment. Moreover, a large part of the population did not receive any notice of the ongoing emergency and was caught by the rise in the hydraulic levels of the river.

Furthermore, flood risks involve, by definition, large territories, whose *a priori* identification is not easy to define. As a consequence, when trying to ensure an immediate and widespread response to all individuals exposed to risk it became evident that resources available to the traditional civil protection system are inadequate.

Nonetheless, it wouldn't be fair to state that the above described approach was unsuccessful. However, it proved to be too slow to be fully effective.

The flood event in the Piacenza area was analyzed exhaustively within the European project "CAPFLO - Local resilience capacity building for flood mitigation",¹¹ and within numerous meetings held directly with citizens, especially victims. CAPFLO is a research project funded by the European Commission's Humanitarian Aid and Civil Protection department. Its aim is twofold: design two consistent tools to assess and develop social and civic capacities to cope with flood risk at local level, and disseminate results through a Guideline on social and civic capacity building. The flood event of Nure and Trebbia valleys is one of the 5

⁶ ARPAAE is the Regional Agency for Prevention, Environment and Energy of the Emilia-Romagna Region.

⁷ ARPAAE (2015), Quick assessment report on the flood event of September 13–14, 2015.

⁸ Cost of restoration estimated by Regional Authority for Civil Protection.

⁹ CCS is a coordination system that groups together various stakeholders involved in emergency management (Healthcare system, police department, Fire Service, Red Cross, etc).

¹⁰ *Monitoring bulletin of the Civil Protection Functional Center– internal proceedings; Municipality of Piacenza, proceedings of the flood investigation commission September 14th 2015.*

¹¹ <https://blogs.uab.cat/capflo/>.

European pilot case studies analyzed.

In the majority of cases, citizens have criticized (i) not being involved in decision-making processes¹² and (ii) not being warned about the ongoing risk. In flood circumstances and other types of risks characterized by high intensity (intense thunderstorms, hurricanes, earthquakes, etc.), short duration and high amount of individuals affected in a specific area, the only truly efficient response in terms of risk reduction is provided by a timely and pervasive activation of citizens. In this regard, the solicitation of citizens who have complained about the lack of timely information is worthy of attention and study. In fact, if every citizens, upon the occurrence of an adverse event, responded by implementing a self-protection action, they would have determined a civil protection measure aimed at reducing the number of people exposed to risk.

Actually, the above mentioned strategy would reduce the risk of the community and therefore confine the overall damage. If all citizens promptly and adequately carried out the aforementioned action plan, the risk - at least in terms of loss of life - would probably be close to zero.

During the analysis of the Trebbia Valley case as part of the CAPFLO project, between May and June 2016, it emerged that 55% of the interviewees declared that they did not know how to behave for the sake of minimizing the risks to which they are exposed, 72% did not know the civil protection plans established in their municipality of residence. Overall, 70% of the interviewees answered negatively when asked if they would feel ready to face a flood in case of occurrence, 28.8% answered positively and 1.2% declared they were unable to answer to the question. Finally, 52% of the interviewees declared that they are superficially or not-at-all informed about the risks deriving from a possible flood.

The result achieved by the CAPFLO project is the collective development of an information document to be disseminated in the local community, aimed at strengthening knowledge of the flood risk and the correct ways of dealing with the calamitous event, during and after its occurrence.

The active participation of citizens has been realized through the realization of broadcast/distribution, public meetings, field trips and visits, public events, public consultations, deliberative workshops, citizens science, volunteering.

It is evident that even correct and timely information regarding the imminent occurrence of a flood event (or in any case of a risk scenario to which the citizen does not know how to react) does not directly correspond to a decrease in risk exposure, but in some cases - on the contrary - it generates an increased danger.

Although not subject to quantitative detection, during meetings with citizenship it emerged that, if warned about the upcoming disaster, they would have tried to protect their tangible goods from damage (e.g. move the car parked outside the house), with a consequent increase of voluntary risk exposure, albeit unconsciously (dysfunctional behavior).

Today, many traditional approach to emergency management are moving more and more towards social or broadcasting real-time communication modes (nowcasting), but an important warning need to be considered with great attention: the potential danger that correct information, sent (or posted) to a not adequately trained person, could generate an increase in risk, rather than a decrease.

It seems essential that the system combines the traditional approach with an approach that directly involves citizens, both the homeostatic phase and the turbulent phase, after having provided them with training opportunities and assigning them the sole task of adopting protection measures for themselves and for people they are in direct contact with.

Based on such findings, one of the proposals developed in Trebbia

¹² When asked if citizens' knowledge is considered by the risk management system, 53% of respondents answered negatively, 24% said they were unable to answer (source: CAPFLO project survey, May–June 2016, sample 309 individuals interviewed).

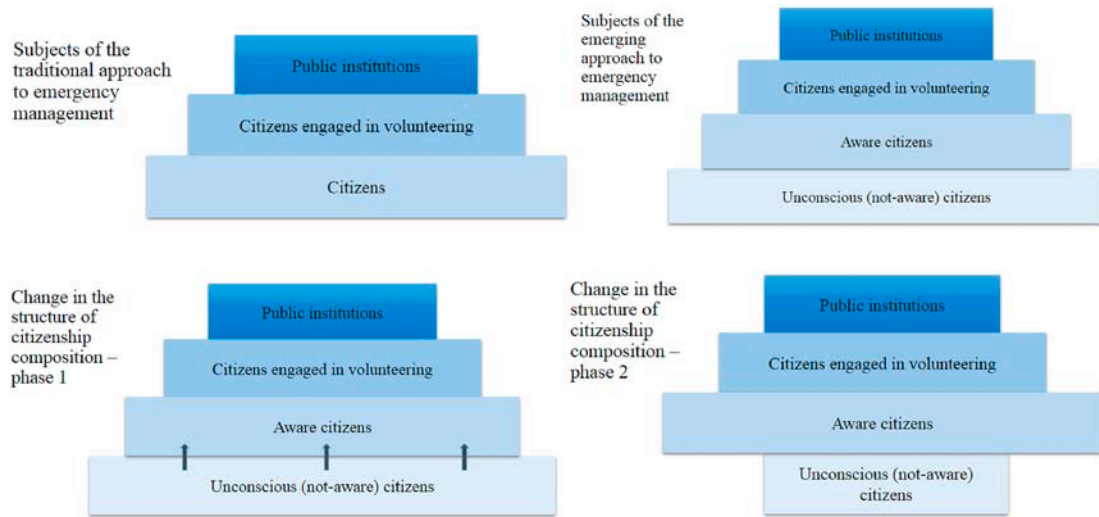


Fig. 3. Subjects of the emerging approach to emergency management. Source: elaboration of the authors.

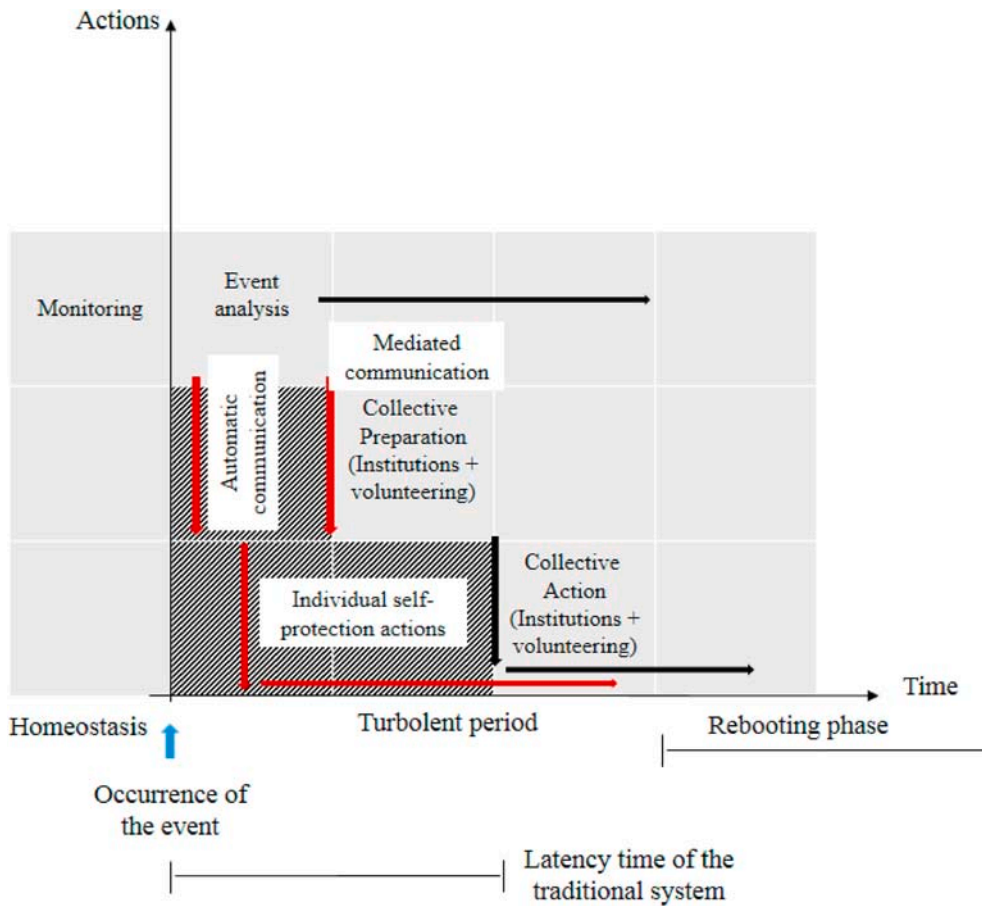


Fig. 4. Reaction time in case of emergency according to the traditional approach. Source: elaboration of the authors.

and Nure Valleys concerns the creation of an App¹³ (namely ARTURO)

¹³ ARTURO was the name of the app in the proposal submission that was awarded during SMAU Event “Excellence for public administration”, one of the most important Italian event dedicated to Information & Communication Technology held in 2016 in Milan.

that allows the transmission of general and emergency information, in an automated way, toward a specific target of citizens in order to activate self-protection measures to be carried out during the disastrous event.

The proposal is innovative as it allows citizens belonging to the civil protection voluntary service to receive information on current events in

advance so they can have enough time to prepare themselves once requested by the traditional system (therefore anticipating their activation). The same possibility is certainly offered to some non-volunteer citizens, selected on the basis of the completion of a training course aimed at understanding the risks and actions to be undertaken to face risks and calamitous events. The only action required of these citizens (*aware citizens*) is to bring themselves, and - possibly - people they are in direct contact with, to safety.

The solution is based on a “trust agreement” between public administration and citizen, in which the latter is involved but at the same time is trained to face a risk. Then, the communication is sent to people who are believed to be able to undertake appropriate action.

6. Discussion and conclusion

As we have previously discussed, when facing emergencies, such as floods in torrential river basins, the traditional managerial approach proves to be inadequate and not sufficiently timely in order to guarantee effective actions on a local scale.

Italy is not an atypical example though. The land-use situation in other countries is not good either. Reason why the proposal is highly replicable.

The study discussed the shift from a three-type classification to four-type classification of subjects involved in emergency management and how this could become functional to the support of the community protection system (traditionally composed by public institutions and volunteering) through the creation of an individual self-protection system, whose capillarity we believe could be able to generate many micro-harm reduction actions, increasing the benefit of the entire system (Fig. 3).

At the same time, the “emulative effect” should act as a lever to push the unconscious citizens towards awareness (especially in the younger generations), with the effect of increasing the resilience of the community.

The awareness of the fallibility of the system should lead to some other benefits: (i) a greater loyalty to the citizen – Public Administration, given the perception of being considered also individually, (ii) a reduction in recriminations for damages suffered, a consequence of knowledge of the risks and limits of management in an emergency phase, (iii) an awareness of the risk of error (in terms of both false positive and false negative), suitable for reducing disputes for non-warnings (to which a fact causing damage has occurred) and for non-decisive warnings on actual damage scenarios (in which even the “useless” activation of the citizen is often criticized).

As a synthesis of the foregoing paragraphs Fig. 4 shows the reaction time against the occurrence of a risk event and potential benefits of the proposed integrated approach.

At the beginning of a turbulent phase, the public institution analyzes and processes the information; later, communications to the subjects involved in the emergency management system are sent.

Finally, in a traditional approach, stakeholder collective action starts when they are reached by information/directives to undertake safety actions.

On one side, the implementation of an early warning system would have the effect of bringing the civil protection volunteer to prepare to take action immediately upon receipt of the request, thus eliminating both the time needed to identify the available/accessible (it would be done after the alert but before the actual need to take service), and the preparation/dressing times. Finally, it would also reduce the confluence times at the point of first departure. The starting order must in any case always be remitted to the Authority in the current civil protection system, because it is only with institutional activation that the benefits for the volunteers are activated (absence justified from work, ...).

On the other side, the activation of the aware citizen could permit the reduction of reaction times in the turbulent phase too, even before official communication.

Given a set of instruments for protection, aware citizens are the ones that can reduce material and human losses most effectively. Preparedness means taking appropriate measures that protect people, buildings and other material goods from being damaged by a flood.

It is worth noting that, obviously, the more immediate communication is, it has the disadvantage of being less precise. In this case the aware citizen - that signs the “trust agreement” with the Institutions - accepts this kind of risk and acts accordingly to what he learned during training.

If a minor damage results from the turbulent phase, due to the massive implementation of individual self-protection measures, this will lead to an abbreviation of the rebooting phase and a more rapid return to the homeostatic starting condition (or, hopefully, to a more resilient condition of equilibrium).

In this sense, a more comprehensive stakeholder engagement approach to emergency management adopted by public administration will have to work to stimulate citizenship (as is already the case today) for greater awareness, perhaps also using early warning systems, innovative communication tools (i.e. apps), accreditation systems and tailor-made training (i.e. meetings, workshops and seminars). Admission to the ranks of aware citizens should be the reward for accepting this “engagement”. The emulative effect should act as a lever.

The model we propose envisages an impressive change in the way of acting and an abandonment of the dichotomous and distant relationship citizen - public administration. It is based on the distinction between different profiles of citizens and a growing participation according to the level of awareness recognized to the citizen by the public administration. It finds foundation and reinforcement in the concepts of “civic participation” and in the realization of “participatory practices” characterized by a high degree of structuring. In contrast with what has been done in the past, it will be a matter of working together for the construction of a “participatory culture”, founded on coordination and collaboration and in overcoming the reluctance to change, a typical obstacle in all projects that involve abandoning the classic way of thinking and acting.

Future researches could be addressed both to test benefits and to detect limits that public organizations could face when trying to adopt more comprehensive stakeholder engagement approaches, including resistance to change and limits deriving from the bureaucratic system and organizational culture.

Funding sources

None.

Author contributions

This paper is the result of the joint work of the authors.

Declaration of competing interest

None.

References

- Anthony, E. J. (1974). The syndrome of the psychologically invulnerable child. In E. J. Anthony, & C. Koupernik (Eds.), *The child in his family: Children at psychiatric risk* (pp. 529–545). New York: Wiley.
- Bahrami, H., & Evans, S. (2011). Super-flexibility for real-time adaptation: Perspectives from silicon valley. *California Management Review*, 53, 21–39.
- Boin, A., & McConnell, A. (2007). Preparing for critical infrastructure breakdowns: The limits of crisis management and the need for resilience. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 15(1), 50–59.
- Boin, A., & Van Eeten, M. J. G. (2013). The resilient organization. *Public Management Review*, 15(3), 429–445.
- Cantoni, F. (2014). *La resilienza come competenza dinamica e volitiva*. Torino: Giappichelli.
- Carver, C. S. (1998). Resilience and thriving: Issues and models and linkages. *Journal of Social Issues*, 54, 245–266.

- Comfort, L. K. (1999). *Shared risks: Complex systems in seismic response*. Oxford, UK: Pergamon/Elsevier Science.
- Comfort, L. K. (2002). Rethinking security: Organizational fragility in extreme events. *Public Administration Review*, 62(s1), 98–107.
- Davis, R., Cook, D., & Cohen, L. (2005). A community resilience approach to reducing ethnic and racial disparities in health. *American Journal of Public Health*, 95(12), 2168–2173.
- Demiroz, F., & Haase, T. W. (2019). The concept of resilience: A bibliometric analysis of the emergency and disaster management literature. *Local Government Studies*, 45(3), 308–327.
- Earvolino-Ramirez, M. (2007). Resilience: A concept analysis. *Nursing Forum*, 42, 73–82.
- Giustiniano, L., & Cantoni, F. (2018). Between Sponge and Titanium: Designing micro and macro features for the resilient organization. In *Learning and innovation in hybrid organizations* (pp. 167–190). Cham: Palgrave Macmillan.
- Giustiniano, L., Clegg, S. R., Cunha, M. P., & Rego, A. (Eds.). (2018). *Elgar introduction to theories of organizational resilience*. Edward Elgar Publishing.
- Giustiniano, L., Cunha, M. P., Simpson, A. V., Rego, A., & Clegg, S. (2020). Resilient leadership as paradox work: Notes from COVID-19. *Management and Organization Review*, 1–5. <https://doi.org/10.1017/mor.2020.57>
- Ickovics, J. R., & Park, C. L. (1998). Thriving: Broadening the paradigm beyond illness to health. *Journal of Social Issues*, 54, 237–244.
- Invernizzi, D. C., Locatelli, G., & Brookes, N. J. (2017). Managing social challenges in the nuclear decommissioning industry: A responsible approach towards better performance. *International Journal of Project Management*, 35(7), 1350–1364.
- Jacelon, C. S. (1997). The trait and process of resilience. *Journal of Advanced Nursing*, 25, 123–129.
- Kaplan, R., & Mikes, A. (2012). Managing risks: A new framework. *Harvard Business Review*, 90(6), 48–60.
- Kapucu, N. (2012). Disaster and emergency management systems in urban areas. *Cities*, 29, S41–S49.
- Klein, R. J., Nicholls, R. J., & Thomalla, F. (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept? *Environmental Hazards*, 5(1–2), 35–45.
- Kron, W. (2005). Flood risk = hazard • values • vulnerability. *Water International*, 30(1), 58–68.
- Kumpfer, K. L. (2002). Factors and processes contributing to resilience. In M. D. Glantz, & J. L. Johnson (Eds.), *Resilience and development. Longitudinal research in the social and behavioral sciences: An interdisciplinary series*. Boston, MA: Springer.
- Lee, A. V., Vargo, J., & Seville, E. (2013). Developing a tool to measure and compare organizations' resilience. *Natural Hazards Review*, 14(1), 29–41.
- Linnell, M. (2014). Citizens response in crisis: Individual and collective efforts to enhance community resilience. *Human Technology*, 10(2), 68–94.
- Luthans, F., Avolio, B. J., Avey, J. B., & Norman, S. M. (2007). Positive psychological capital: Measurement and relationship with performance and satisfaction. *Personnel Psychology*, 60, 541–572.
- Mandell, M. P. (2001). Collaboration through network structures for community building efforts. *National Civic Review*, 90, 279–288.
- Mangione, G. R., Capuano, N., Orciuoli, F., & Ritrovato, P. (2013). Disaster education: A narrative-based approach to support learning, motivation and students' engagement. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 9(2), 133–156.
- Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F., & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41, 127–150.
- OECD. (2014). *Seine basin, Île-de-France: Resilience to major floods*. OECD Reviews of Risk Management Policies. December.
- OECD. (2016). *Resilient cities preliminary report*. Paris: OECD Publishing.
- Oliva, S., & Lazeretti, L. (2017). Adaptation, adaptability and resilience: The recovery of Kobe after the Great Hanshin earthquake of 1995. *European Planning Studies*, 25(1), 67–87. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1260093>
- Paton, D., Millar, M., & Johnston, D. (2001). Community resilience to volcanic hazard consequences. *Natural Hazards*, 24, 157–169.
- Pearson, C. M., & Clair, J. A. (1998). Reframing crisis management. *Academy of Management Review*, 23(1), 59–77.
- Peck, H. (2005). Finding better way to deal with disasters. *Logistics & Transport Focus*, 7(10), 19–21.
- Perez-Sales, P., Cervellón, P., Vázquez, C., Vidales, D., & Gaborit, M. (2005). Posttraumatic factors and resilience: The role of shelter management and Survivors' Attitudes after the earthquakes in El Salvador (2001). *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 15, 368–382.
- Ploberger, C. (2020). Risk management, climate change related risks, and the precautionary principle. In W. Leal Filho, et al. (Eds.), *Climate action. Encyclopedia of the UN sustainable development goals*. Springer Nature Switzerland AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95885-9>, 2020.
- Ronan, K. R., & Johnston, D. M. (2005). *Promoting community resilience in disasters: The role for schools, youth, and families*. New York: Springer.
- Sancino, A. (2014). Stakeholder management e governance locale: Quale ruolo per il management pubblico? *Azienda Pubblica*, 3, 260–279, 2014.
- Segadelli, S., Grazzini, F., Adorni, M., De Nardo, M. T., Fornasiero, A., Chelli, A., & Cantonati, M. (2020). Predicting extreme-precipitation effects on the geomorphology of small mountain catchments: Towards an improved understanding of the consequences for freshwater biodiversity and ecosystems. *Water*, 12(1), 79.
- Tedeschi, R., & Calhoun, L. (2004). Posttraumatic growth: Conceptual foundations and empirical evidence. *Psychological Inquiry*, 15, 1–18.
- Thalera, T., & Seebauer, S. (2019). Bottom-up citizen initiatives in natural hazard management: Why they appear and what they can do? *Environmental Science & Policy*, 94, 101–111.
- Waugh, W. L. (2006). Collaboration and leadership for effective emergency management. *Public Administration Review*, 66(s1), 131–140.
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2011). *Managing the unexpected: Resilient performance in an age of uncertainty* (Vol. 8). NJ: John Wiley & Sons.
- Zuffada, E. (2012). *Una pubblica amministrazione che funziona per la crescita del Paese*. Milano: Vita&Pensiero.

Franca Cantoni is Associate Professor in Business Organization. Following her degree in Economics from *Università Cattolica del Sacro Cuore*, she obtained her PhD in Business Information Systems from LUISS Guido Carli. The main research topics concern the micro and macro organizational impacts of change, outsourcing and organizational boundary choices. Author of several volumes, national and international publications, she has been a visiting researcher at the Department of Information Systems of the Siegen Universität and the Institut for Informatik of the Copenhagen Business School.

Elisa Mori is temporary research fellow at *Università Cattolica del Sacro Cuore*. She earned her Ph. D. in Labor Relations and Employment Law from *Università di Modena e Reggio Emilia* in 2013. She worked as researcher and contract professor at the *Università di Modena e Reggio Emilia*. She conducts research on the following topics: public management and sustainability of public administration, public sector accounting and performance measurement systems. She also collaborated with INVALSI (National institute for evaluation in education), municipalities and other Italian public entities.

Raffaele Veneziani is an Italian attorney. He obtained his degree from the Università degli Studi di Parma and has been practicing uninterruptedly since 2008. In 2011, he was elected Mayor of the Municipality of Rottofreno (a small town in the north of Italy), and was confirmed for two administrative terms. During this experience, he has developed expertise in water and flood management and civil protection and has participated in numerous national and European projects. He currently holds the position of Coordinator of Mayors for the Regional Agency for Water and Waste Management (Atersir) in the Province of Piacenza.

Elena Zuffada is Full Professor of Business Economics at Università Cattolica del Sacro Cuore. Since 2004 she is the Director of the Research Center for the Change in Public Administrations (CeCAP) and since 2008 of the Public Management division of ALTIS, High School Business and Society. With more than 20 years of experience in the public sector, she has coordinated numerous applied research projects, managerial training and consultancy on change management, organizational innovation in local authorities, performance evaluation systems, forms of management of public services and social reporting. Author of numerous publications on innovation and Public Management, she is a member of organizational and individual performance assessment entities in various regional and local bodies, Chambers of Commerce and Healthcare Companies.

APPROFONDIMENTI SCHEDA N°19 CLIMA

L'obiettivo di queste note è quello di aggiornare il capitolo "Climatologia" a corredo del Qc del PSC facendo riferimento ai dati recenti desunti dalla banca dati ARPAE riferiti alla stazione di San Nicolò a Trebbia (Rottofreno).

Risulta opportuno premettere che il clima dell'Emilia-Romagna sta progressivamente cambiando, come dimostrato da oggettivi riscontri che evidenziano come *"il cambiamento climatico nella nostra Regione non è una proiezione o uno scenario con alto grado di probabilità, ma un dato di fatto, un fenomeno documentato e già di rilevante entità. Negli ultimi 25 anni, la rete di monitoraggio Arpae ha registrato, in tutte le stagioni, significativi aumenti di temperatura rispetto al trentennio di riferimento 1961-1990, con incrementi superiori a 1 grado. Per quanto riguarda le precipitazioni, a una modesta riduzione del dato annuale si accompagna un notevole cambiamento dei regimi di pioggia nel corso dell'anno, con prolungati periodi siccitosi nella stagione estiva."*¹⁰ In particolare, confrontando i dati del periodo 1991-2015 con quelli del trentennio 1961-1990 si riscontra che le temperature medie regionali sono aumentate di 1,1 °C (+1,4 °C le massime, +0,8 °C le minime) mentre le precipitazioni annuali sono diminuite complessivamente di soli 22 mm (-2%) ma con notevoli cambiamenti stagionali (estati più aride e autunni più piovosi).

La situazione nel comune di Rottofreno può essere desunta dalle elaborazioni dei dati climatici disponibili e raccolti su siti istituzionali quali quello dell'ARPAE dell'Emilia-Romagna.

Per quanto riguarda le temperature medie, nel Comune di Rottofreno si è passati da una media di 12,6° nel trentennio 1961-1990, a una media di 13,8° nel periodo 1991-2015, con un significativo incremento¹¹ di 1,2°, corrispondente al 9.5% in più. Nei medesimi periodi a Rottofreno si è registrata una modesta tendenza alla diminuzione degli apporti medi annui di precipitazione di circa 2.3%, passando da 794 mm a 776 mm.

Queste tendenze sono desumibili anche dall'esame delle serie giornaliere di pioggia e di temperatura registrate dal 1961 al 2018 ed elaborate dall'ARPAE Emilia-Romagna con riferimento alla cella territoriale n°0289 in prossimità del territorio comunale, riprodotte nelle figg. 1 e 2 (vedi tabelle di seguito allegate).

¹⁰ ARPAE, Regione Emilia-Romagna, Atlante climatico dell'Emilia-Romagna 1961-2015, edizione 2017

¹¹ che ben rispecchia l'aumento misurato negli ultimi 50 anni per la nostra penisola di 1.4°C (CNR-ISAC Bologna)

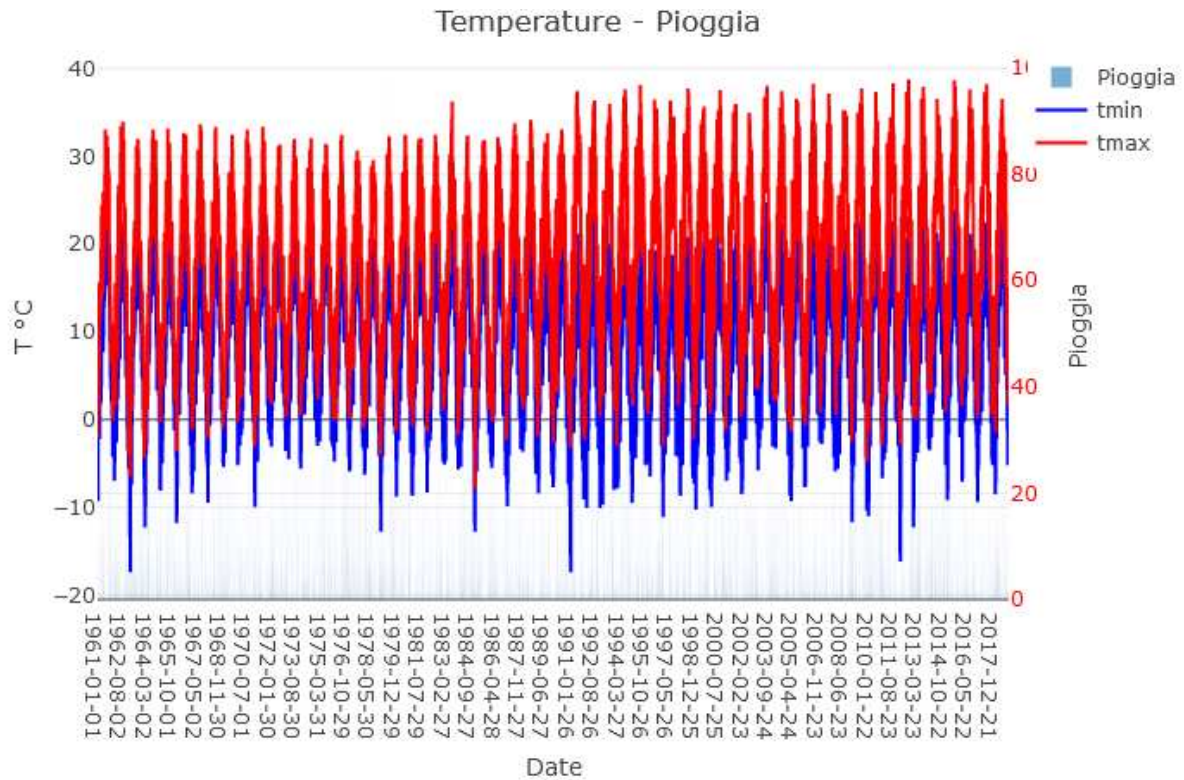


Fig. 1 – Pioggia e temperatura giornaliera nella cella 0289 dal 1961 al 2018
(ARPAE Emilia-Romagna, ERG5_Eraclito - Dataset climatico dal 1961)

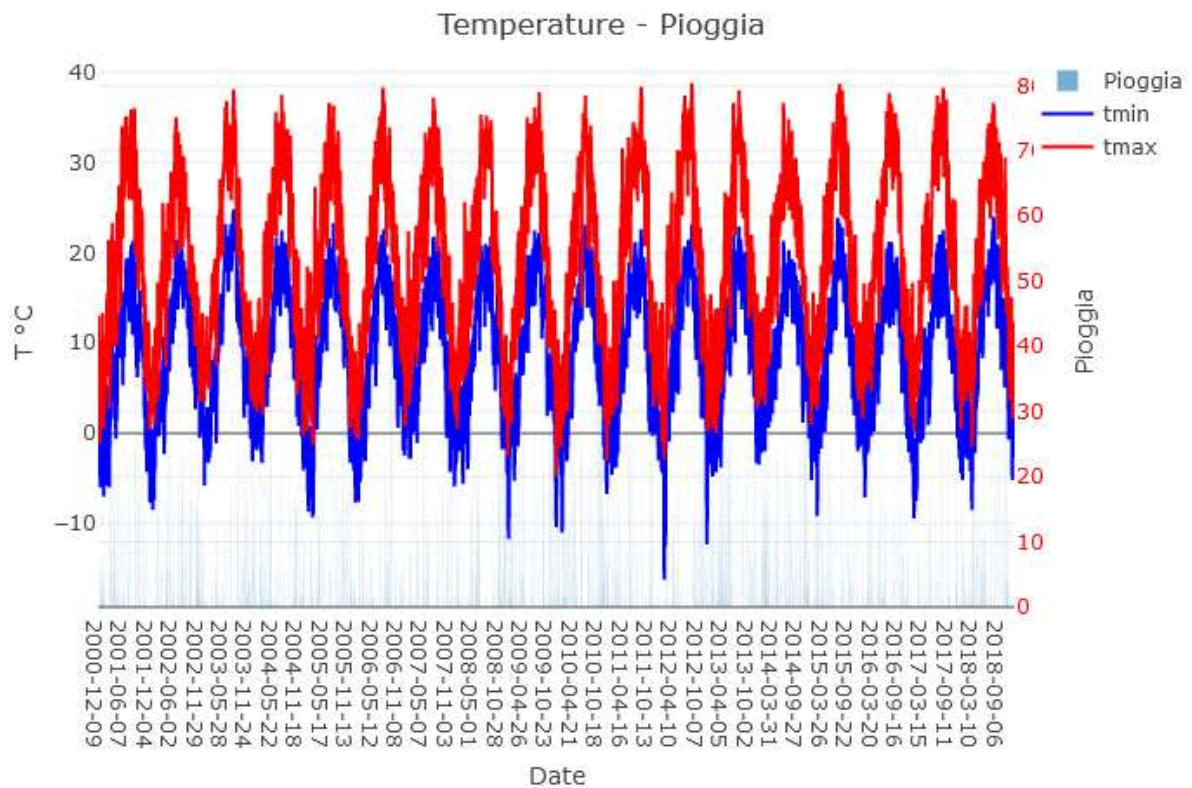


Fig. 2 – pioggia e temperatura giornaliera nella cella 0289 dal 2000 al 2018
(ARPAE Emilia-Romagna, ERG5_Eraclito - Dataset climatico dal 1961)

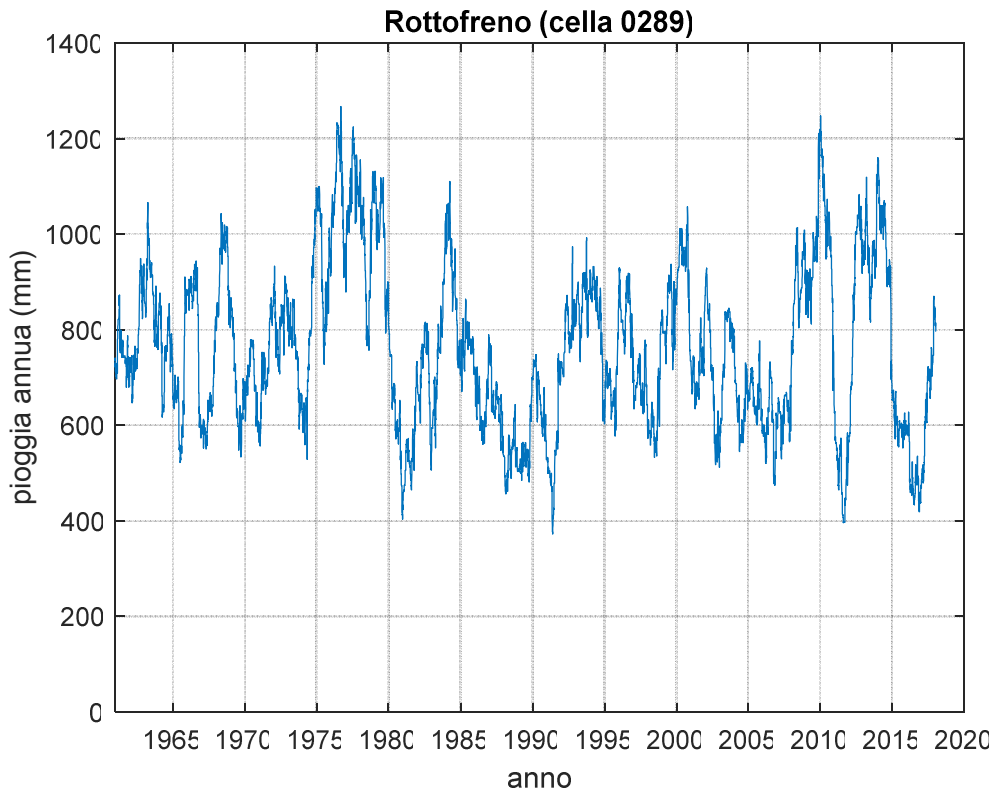


Fig. 3 – pioggia giornaliera nella cella territoriale n° 289 codice 310007 (Rottofreno)
(fonte: ARPAE Emilia Romagna)

Per un inquadramento della probabilità pluviometrica si può fare riferimento allo studio prodotto nel 2010 dalla Autorità d'Ambito di Lodi (Studio idrologico delle precipitazioni di breve durata ed elevata intensità nell'ATO di Lodi ai sensi dell'art. 5, c.3 del R.R. n. 4/2006, Autorità d'Ambito di Lodi, 2010), dal quale sono stati estratti i dati riportati in tab. 1, ottenuti dalle curve di possibilità climatica ricavate per la "stazione di Sarmato", che ricade nell'omonimo comune confinante, e quindi considerata rappresentativa della medesima "zona idrologica".

Nella tab. 2 sono invece riassunte le massime piogge annuali di breve durata e forte intensità fornite da ARPAE Emilia-Romagna per la stazione di San Nicolò a Trebbia (comune di Rottofreno). Il confronto fra le tabelle 1 e 2 evidenzia come gli eventi registrati nel 2011, il 2015 e il 2018 siano stati caratterizzati da tempi di ritorno maggiori di 10 anni¹² ed in particolare nei giorni: 29/06/2011, 08/05/2015, e 21/05/2018.

T\Durata	10 min	15 min	20 min	30 min	1h	3h	6h	12h	24h
2	9.009	12.8	13.65	17.58	18.84	24.51	30.49	39.65	52.47
5	11.86	17.73	19	25.62	25.52	33.20	41.31	53.71	71.09
10	13.75	20.99	22.54	30.95	30.58	39.79	49.51	64.36	85.19

Tab. 1: Stazione di Sarmato: stima altezze di pioggia $h(t, T)$ [mm] calcolate per tutte le durate [h] considerate e $T = 2, 5$ e 10 anni. (fonte: ATO Lodi)

¹² calcolati per la stazione di Sarmato

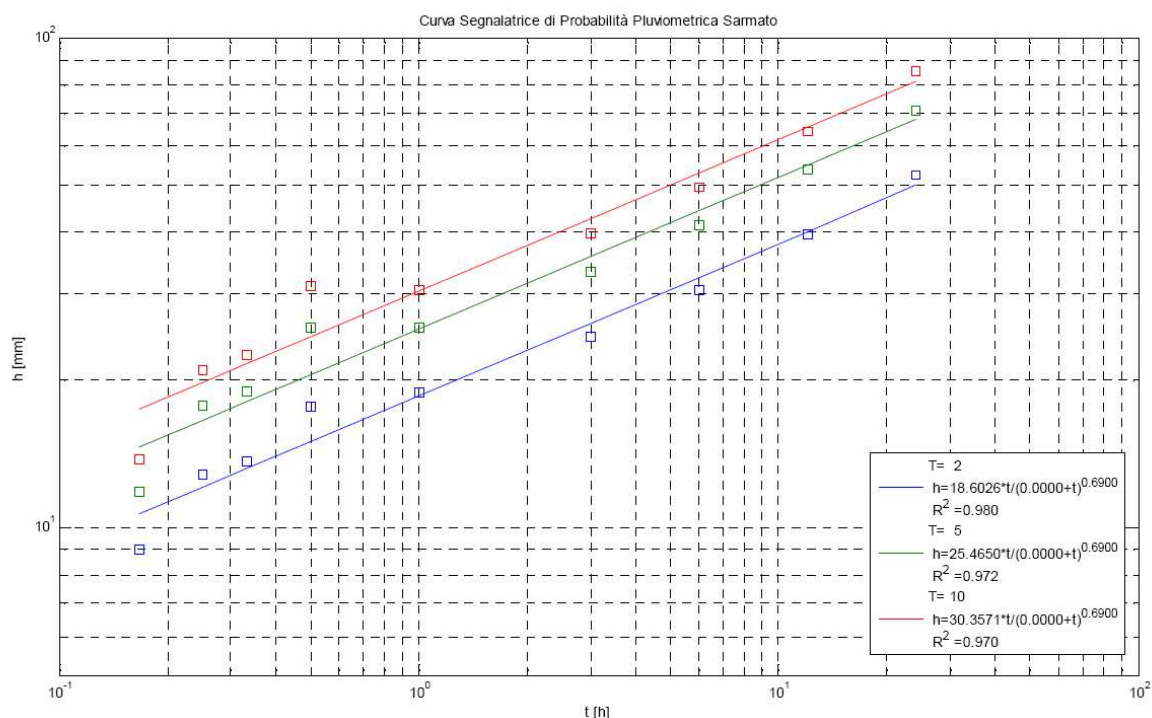


Fig. n°4: Curve di Possibilità Pluviometrica calcolata per la stazione di Sarmato

data	h (mm) 15 min	T stimato (curva Sarmato) anni	data	h (mm) 30 min	T stimato (curva Sarmato) anni
11/06/2007	8.4	<2	07/06/2007	11.0	<2
30/05/2008	10.8	<2	30/05/2008	14.2	<2
13/07/2009	9.8	<2	13/07/2009	15.2	<2
05/05/2010	14.0	2-5	17/06/2010	18.2	2
29/06/2011	16.8	2-5	29/06/2011	31.6	>10
12/09/2012	7.2	<2	30/09/2012	12.6	<2
24/05/2013	8.0	<2	24/05/2013	11.0	<2
04/08/2014	14.4	2-5	04/08/2014	20.8	2-5
08/05/2015	22.0	>10	08/05/2015	35.0	>10
29/07/2017	14.6	2-5	29/07/2017	20.8	2-5
21/05/2018	22.8	>10	21/05/2018	28	5-10

Tab. 2 - Scrosci di durata 15 e 30 minuti S.Nicolò (mm) nel periodo 2017-2018 (fonte: ARAPE Emilia-Romagna) – in neretto gli scrosci con tempo di ritorno maggiore di 10 anni, stimato sulla base delle curve di probabilità pluviometrica di Sarmato.

La tab. 3 riporta il numero di tali eventi maggiori di assegnati tempi di ritorno nel periodo 2011-2018.

Tempo ritorno anni	Numero di scrosci maggiori del Tempo di ritorno durata 15 min	Numero di scrosci maggiori del Tempo di ritorno durata 30 min
2	6	6
5	2	3
10	2	2


Tab.3 - Numero di precipitazioni maggiori di un determinato tempo di ritorno T registrati fra il 2007 e il 2018

Trattasi sicuramente di eventi meteorici significativi che non possono essere considerati "eccezionali" ma che comunque, come già segnalato in precedenza, hanno messo in grande sofferenza la rete di smaltimento delle aree urbane comunali; i dati di precipitazione rilevati sono infatti del tutto equiparabili a quelli desunti dalle curve di probabilità pluviometrica per la stazione di Sarmato con tempo di ritorno di 10 anni. Dai risultati precedentemente riportati emerge come le criticità devono quindi essere in gran parte messe in relazione alla vetustità di alcune porzioni di rete di smaltimento e alla sua mancata manutenzione rispetto ad eventi piovosi eccezionali.



11/12/2020

riepiloghi decadali-mensili-annuali>

 Dati Temperatura Periodo 1991-2019 stazione: San Nicolò comune: ROTTOFRENO (PC) Lat: 45.04 Lon: 9.59 alt: 68 bacino: PIANURA FRA TIDONE E TREBBIA sotto-bacino: PIANURA FRA TIDONE E TREBBIA																						
MESE	PERIODO	TEMPERATURA MINIMA										TEMPERATURA MASSIMA								TEMPERATURA MEDIA		
		n. dati (giorni)	media (C)	sqm (C)	giorni di gelo	notti tropicali	minima assoluta (C)	giorno	massima assoluta (C)	giorno	n. dati (giorni)	media (C)	sqm	giorni di gelo persistente	giorni caldi	massima assoluta	giorno	minima assoluta	giorno	n. dati (giorni)	media (C)	sqm
GENNAIO	I decade	248	-1.8	4.0	5.8	0.0	-13.1	10/01/2009	7.6	08/01/2018	248	5.4	3.5	0.3	0.0	14.5	05/01/2013	-1.7	05/01/2009	248	1.8	3.0
	II decade	248	-2.2	4.1	6.2	0.0	-14.5	13/01/2009	7.5	11/01/2014	248	5.6	3.8	0.4	0.0	20.9	19/01/2007	-2.2	18/01/2012	248	1.7	3.2
	III decade	273	-2.3	3.2	7.3	0.0	-12.0	31/01/1999	7.1	23/01/2007	273	6.6	3.6	0.1	0.0	17.6	21/01/2005	-2.4	26/01/2006	273	2.1	2.6
	mease	769	-2.1	3.8	19.3	0.0	-14.5	13/01/2009	7.6	08/01/2018	769	5.9	3.6	0.8	0.0	20.9	19/01/2007	-2.4	26/01/2006	769	1.9	2.9
FEBBRAIO	I decade	249	-1.8	4.6	5.6	0.0	-18.6	06/02/2012	6.1	08/02/2001	249	7.4	3.9	0.2	0.0	17.2	05/02/1999	-3.5	07/02/2012	249	2.8	3.4
	II decade	250	-1.8	3.9	6.1	0.0	-14.4	14/02/2012	7.3	19/02/2014	250	9.4	4.2	0.1	0.0	21.2	17/02/1998	-2.1	11/02/2012	250	3.8	3.2
	III decade	205	-0.4	3.4	3.8	0.0	-10.0	28/02/2018	7.9	29/02/2016	205	10.5	4.4	0.0	0.0	22.0	27/02/2019	0.4	26/02/2018	205	5.1	2.9
	mease	704	-1.4	4.0	15.5	0.0	-18.6	06/02/2012	7.9	29/02/2016	704	9.0	4.1	0.3	0.0	22.0	27/02/2019	-3.5	07/02/2012	704	3.8	3.3
MARZO	I decade	250	0.7	3.4	3.2	0.0	-11.1	04/03/2005	9.5	07/03/2007	250	12.7	4.7	0.0	0.0	25.8	09/03/2000	0.3	01/03/2018	250	6.7	3.3
	II decade	250	1.7	3.0	2.0	0.0	-7.6	19/03/2013	9.2	15/03/2011	250	16.0	4.4	0.0	0.0	28.2	20/03/2002	4.2	12/03/1996	250	8.8	2.9
	III decade	275	3.0	3.5	1.7	0.0	-5.0	31/03/1995	11.2	21/03/2017	275	16.6	4.2	0.0	0.0	27.2	21/03/2002	5.0	23/03/1998	275	9.8	2.9
	mease	775	1.8	3.3	6.9	0.0	-11.1	04/03/2005	11.2	21/03/2017	775	15.1	4.5	0.0	0.0	28.2	20/03/2002	0.3	01/03/2018	775	8.5	3.3
APRILE	I decade	250	4.6	2.9	0.4	0.0	-5.4	08/04/2003	11.4	04/04/2012	250	17.8	4.5	0.0	0.0	31.7	08/04/2011	6.9	10/04/2003	250	11.2	2.8
	II decade	250	5.3	3.0	0.2	0.0	-3.0	15/04/1995	11.5	16/04/2013	250	18.6	4.3	0.0	0.0	27.4	20/04/2018	7.3	11/04/2002	250	12.0	2.8
	III decade	250	8.0	2.9	0.1	0.0	-1.2	23/04/1997	15.0	29/04/2018	250	20.6	4.1	0.0	0.0	29.8	24/04/2007	9.0	21/04/1997	250	14.3	2.6
	mease	750	5.9	2.9	0.7	0.0	-5.4	08/04/2003	15.0	29/04/2018	750	19.0	4.3	0.0	0.0	31.7	08/04/2011	6.9	10/04/2003	750	12.5	3.0
MAGGIO	I decade	250	9.5	2.7	0.0	0.0	1.0	02/05/2017	15.0	06/05/2000	250	22.4	3.6	0.0	0.0	30.2	08/05/2003	10.2	05/05/2019	250	16.0	2.4
	II decade	248	10.8	2.3	0.0	0.0	4.5	17/05/2012	16.2	13/05/2019	248	23.6	4.0	0.0	0.3	31.7	20/05/2009	13.4	12/05/1996	248	17.2	2.5
	III decade	275	12.2	2.8	0.0	0.0	3.2	26/05/2013	17.9	30/05/2018	275	26.0	4.0	0.0	1.8	36.3	24/05/2009	10.1	25/05/2013	275	19.1	2.8
	mease	773	10.9	2.6	0.0	0.0	1.0	02/05/2017	17.9	30/05/2018	773	24.1	3.9	0.0	2.2	36.3	24/05/2009	10.1	25/05/2013	773	17.5	2.9
GIUGNO	I decade	249	13.6	2.5	0.0	0.0	5.8	01/06/2006	19.0	05/06/1998	249	27.1	3.7	0.0	2.2	34.9	10/06/2004	15.5	01/06/1997	249	20.3	2.6
	II decade	250	14.6	2.7	0.0	0.1	7.9	12/06/2001	20.5	20/06/2002	250	28.7	4.1	0.0	4.3	36.1	20/06/2003	12.9	11/06/1994	250	21.7	3.0
	III decade	247	15.7	3.0	0.0	0.4	6.8	23/06/1996	21.2	28/06/2008	247	30.3	3.6	0.0	5.8	37.3	28/06/2019	17.1	25/06/1996	247	23.0	3.0
	mease	746	14.6	2.7	0.0	0.5	5.8	01/06/2006	21.2	28/06/2008	746	28.7	3.8	0.0	12.8	37.3	28/06/2019	12.9	11/06/1994	746	21.7	3.1
LUGLIO	I decade	249	16.8	2.6	0.0	1.0	9.0	05/07/2007	23.4	07/07/2015	249	30.9	2.7	0.0	6.6	36.1	03/07/2010	20.2	05/07/1997	249	23.8	2.4
	II decade	250	16.5	2.6	0.0	0.8	9.2	13/07/2000	22.5	17/07/2009	250	31.0	2.9	0.0	6.7	37.9	17/07/2009	19.2	15/07/2002	250	23.7	2.4
	III decade	282	17.4	2.3	0.0	1.2	10.5	23/07/2008	22.2	24/07/2006	282	31.5	2.6	0.0	8.2	37.9	28/07/2013	21.8	21/07/2014	282	24.4	2.1
	mease	781	16.9	2.5	0.0	3.1	9.0	05/07/2007	23.4	07/07/2015	781	31.1	2.7	0.0	21.9	37.9	17/07/2009	19.2	15/07/2002	781	24.0	2.3
AGOSTO	I decade	260	17.5	2.3	0.0	1.5	11.6	10/08/2005	22.2	03/08/2018	260	31.2	3.1	0.0	7.3	38.3	10/08/2003	19.0	05/08/2000	260	24.3	2.3
	II decade	250	16.7	2.5	0.0	0.8	10.0	16/08/2005	21.0	15/08/1998	250	30.3	3.5	0.0	6.0	39.1	11/08/2003	18.5	12/08/1999	250	23.5	2.6
	III decade	264	16.1	2.7	0.0	0.5	5.8	31/08/1995	22.7	22/08/2012	264	29.9	3.6	0.0	5.8	38.8	21/08/2012	19.4	21/08/2007	264	23.0	2.7
	mease	774	16.7	2.5	0.0	3.0	5.8	31/08/1995	22.7	22/08/2012	774	30.4	3.4	0.0	20.0	39.1	11/08/2003	18.5	12/08/1999	774	23.6	2.6
SETTEMBRE	I decade	230	14.1	3.1	0.0	0.1	3.0	08/09/1996	21.6	06/09/2008	230	27.5	3.5	0.0	3.0	34.0	06/09/2008	13.4	02/09/1996	230	20.8	2.8
	II decade	228	12.6	3.3	0.0	0.0	4.5	13/09/1996	19.2	12/09/2011	228	25.2	3.9	0.0	1.3	32.6	14/09/2011	12.0	19/09/1996	228	18.9	3.0
	III decade	240	11.0	3.0	0.0	0.0	2.0	30/09/1995	18.8	28/09/2013	240	23.3	3.4	0.0	0.1	31.1	23/09/2004	11.0	21/09/1996	240	17.1	2.6
	mease	698	12.6	3.1	0.0	0.1	2.0	30/09/1995	21.6	06/09/2008	698	25.3	3.6	0.0	4.3	34.0	06/09/2008	11.0	21/09/1996	698	18.9	3.2
OTTOBRE	I decade	240	10.8	3.0	0.0	0.0	1.7	05/10/2008	17.6	07/10/2009	240	21.2	3.4	0.0	0.0	29.8	03/10/2011	12.0	06/10/1996	240	16.0	2.5
	II decade	238	8.3	3.3	0.0	0.0	0.3	20/10/2009	16.0	14/10/2000	238	18.3	3.7	0.0	0.0	29.1	11/10/2011	7.0	20/10/1999	238	13.3	2.7
	III decade	275	7.5	4.2	0.2	0.0	-6.2	29/10/1997	15.9	23/10/2019	275	16.1	3.6	0.0	0.0	28.7	24/10/2018	6.2	29/10/2003	275	11.8	3.2
	mease	753	8.8	3.6	0.2	0.0	-6.2	29/10/1997	17.6	07/10/2009	753	18.4	3.6	0.0	0.0	29.8	03/10/2011	6.2	29/10/2003	753	13.6	3.3
NOVEMBRE	I decade	240	6.1	4.0	0.5	0.0	-5.0	05/11/1995	15.0	03/11/2004	239	14.1	3.0	0.0	0.0	22.2	09/11/2015	5.5	09/11/2004	239	10.1	2.8
	II decade	250	4.1	4.1	1.3	0.0	-7.0	20/11/1998	12.7	11/11/2014	250	11.3	3.1	0.0	0.0	19.6	11/11/2015	3.0	19/11/1997	250	7.7	3.0
	III decade	246	2.3	4.5	3.1	0.0	-8.8	22/11/1998	12.7	24/11/2016	246	8.8	3.3	0.0	0.0	17.1	25/11/2019	0.3	25/11/2005	246	5.6	3.4
	mease	736	4.2	4.2	5.1	0.0	-8.8	22/11/1998	15.0	03/11/2004	735	11.4	3.1	0.0	0.0	22.2	09/11/2015	0.3	25/11/2005	735	7.8	3.6
DICEMBRE	I decade	258	0.7	3.9	3.9	0.0	-12.3	09/12/2012	11.0	01/12/2014	258	7.5	3.4	0.1	0.0	15.1	08/12/2011	-1.6	10/12/2001	258	4.1	3.1
	II decade	247	-1.0	3.6	5.7	0.0	-10.4	19/12/2009	8.5	19/12/2019	247	5.7	3.5	0.6	0.0	15.0	13/12/1997	-5.4	20/12/2009	247	2.3	3.0
	III decade	274	-1.4	3.9	5.9	0.0	-16.3	30/12/2005	7.8	26/12/2013	274	5.4	3.6	0.6	0.0	16.0	30/12/2018	-5.1	21/12/2009	274	2.0	3.1
	mease	779	-0.6	3.8	16.3	0.0	-16.3	30/12/2005	11.0	01/12/2014	779	6.2	3.5	1.2	0.0	16.0	30/12/2018	-5.4	20/12/2009	779	2.8	3.2

11/12/2020

riepiloghi decadali-mensili-annuali>



Dati Precipitazioni Periodo 1961-1990

stazione: San Nicolo' comune: ROTTOFRENO (PC) Lat: 45.04 Lon: 9.59 alt: 68

bacino: PIANURA FRA TIDONE E TREBBIA sotto-bacino: PIANURA FRA TIDONE E TREBBIA

MESE	PERIODO	PRECIPITAZIONE CUMULATA						GIORNI CON VALORE	
		numero dati (giorni)	media (mm)	mediana (mm)	sqm (mm)	pioggia cumulata massima, decadale o mensile (mm)	anno pioggia massima cumulata	x>=1	x>=20
								media	media
GENNAIO	I decade	250	12.3	1.0	18.3	63.4	1986	0.8	0.0
	II decade	250	19.9	8.0	22.6	81.8	1985	1.2	0.4
	III decade	275	14.6	7.0	16.5	56.0	1971	1.2	0.1
	mese	775	46.8	40.0	33.5	118.0	1986	3.2	0.4
FEBBRAIO	I decade	250	10.9	5.0	13.9	53.0	1986	1.0	0.1
	II decade	250	28.8	15.0	34.2	145.4	1987	0.8	0.5
	III decade	207	13.8	1.0	20.6	76.4	1984	0.7	0.2
	mese	707	53.5	42.0	40.3	149.0	1987	2.6	0.8
MARZO	I decade	250	20.1	8.0	23.9	84.8	1962	1.1	0.2
	II decade	250	20.2	10.0	24.6	93.2	1983	0.8	0.3
	III decade	275	23.2	16.0	26.0	120.8	1964	0.9	0.3
	mese	775	63.5	51.0	49.9	203.2	1964	2.8	0.8
APRILE	I decade	230	22.1	11.2	23.8	83.0	1969	1.5	0.3
	II decade	230	17.3	6.2	20.9	74.4	1962	0.9	0.2
	III decade	230	20.5	10.0	29.4	130.2	1961	1.2	0.2
	mese	690	59.8	45.0	45.1	174.6	1961	3.8	0.7
MAGGIO	I decade	250	27.6	15.0	34.7	152.4	1975	1.0	0.4
	II decade	250	18.8	12.0	18.3	74.4	1984	1.2	0.2
	III decade	275	23.7	15.0	21.1	71.0	1984	1.6	0.3
	mese	775	70.0	56.0	46.5	208.8	1975	3.8	0.8
GIUGNO	I decade	250	29.0	20.0	25.8	99.0	1965	1.4	0.5
	II decade	250	16.7	9.8	18.8	81.4	1975	1.1	0.2
	III decade	250	11.8	5.0	12.6	38.0	1983	0.7	0.1
	mese	750	57.4	48.0	33.5	137.4	1975	3.2	0.8
LUGLIO	I decade	250	12.7	4.2	16.4	69.0	1976	0.6	0.2
	II decade	250	10.8	5.0	13.2	53.8	1966	0.6	0.1
	III decade	275	10.0	4.0	14.1	51.0	1976	0.8	0.2
	mese	775	33.5	27.8	27.5	123.0	1976	2.0	0.5
AGOSTO	I decade	240	18.7	7.0	20.3	61.0	1985	0.5	0.3
	II decade	240	12.9	3.0	20.5	81.0	1966	0.4	0.2
	III decade	264	24.4	16.4	29.0	109.8	1975	0.8	0.3
	mese	744	56.0	49.0	41.3	132.0	1970	1.8	0.8
SETTEMBRE	I decade	250	19.0	14.0	21.5	92.0	1963	0.6	0.3
	II decade	249	23.5	9.0	23.1	77.4	1966	0.6	0.6
	III decade	250	8.4	4.0	10.8	34.6	1981	0.6	0.0
	mese	749	50.9	38.4	35.5	137.2	1963	1.7	0.9
OTTOBRE	I decade	240	24.9	9.0	26.8	77.4	1961	0.9	0.4
	II decade	239	25.4	6.0	37.4	134.4	1966	0.8	0.3
	III decade	264	23.4	11.0	24.8	99.0	1976	0.7	0.3
	mese	743	73.7	63.0	58.8	216.8	1966	2.4	1.1
NOVEMBRE	I decade	238	34.0	23.0	31.5	91.4	1968	1.2	0.5
	II decade	240	28.2	11.0	26.5	83.6	1961	0.9	0.4
	III decade	240	22.6	14.0	20.8	73.2	1987	1.1	0.2
	mese	718	84.8	91.0	45.4	164.6	1961	3.3	1.2
DICEMBRE	I decade	250	17.4	12.0	17.4	56.2	1987	1.1	0.2
	II decade	250	11.0	3.0	14.5	48.6	1975	0.8	0.1
	III decade	275	14.7	8.0	16.1	58.2	1964	0.8	0.1
	mese	775	43.1	30.0	29.1	125.8	1964	2.7	0.4

https://www.arpae.it/SMR/datiingresso/clima/tabelle_clima/stazioni/PrecTrent/6260.html

1/1

11/12/2020

riepiloghi decadali-mensili-annuali>

 Dati Precipitazioni Periodo 1991-2019 stazione: San Nicolo' comune: ROTTOFRENO (PC) Lat: 45.04 Lon: 9.59 alt: 68 bacino: PIANURA FRA TIDONE E TREBBIA sotto-bacino: PIANURA FRA TIDONE E TREBBIA	
--	--

MESE	PERIODO	PRECIPITAZIONE CUMULATA						GIORNI CON VALORE	
		numero dati (giorni)	media (mm)	mediana (mm)	sqm (mm)	pioggia cumulata massima, decadale o mensile (mm)	anno pioggia massima cumulata	x>=1	x>=20
								media	media
GENNAIO	I decade	229	16.3	7.0	20.1	81.0	1997	1.1	0.2
	II decade	230	14.7	4.0	15.8	53.6	1991	0.9	0.1
	III decade	253	10.3	3.2	13.9	51.0	1996	1.1	0.0
	mese	712	41.3	29.0	29.7	119.6	1996	3.4	0.4
FEBBRAIO	I decade	230	18.2	6.0	23.1	83.4	2009	1.1	0.2
	II decade	230	12.4	3.0	16.0	61.4	2010	0.4	0.1
	III decade	189	14.1	3.0	15.2	79.4	2016	0.7	0.1
	mese	649	44.7	35.0	35.3	143.4	2016	2.4	0.4
MARZO	I decade	230	15.9	10.0	15.7	58.6	2013	0.8	0.1
	II decade	230	11.2	0.0	22.2	88.2	2018	0.2	0.1
	III decade	253	18.6	12.0	18.4	68.4	2007	0.8	0.2
	mese	713	45.8	25.0	36.3	120.0	2013	2.0	0.5
APRILE	I decade	240	19.6	18.0	17.6	73.8	2000	1.0	0.1
	II decade	240	25.2	20.0	21.2	69.2	2002	1.0	0.3
	III decade	240	20.6	15.0	18.7	82.8	2009	1.2	0.2
	mese	720	65.3	68.0	34.3	145.0	2009	3.5	0.6
MAGGIO	I decade	240	32.3	25.0	28.9	89.4	2004	1.0	0.4
	II decade	240	17.9	8.0	20.1	86.0	2013	1.0	0.2
	III decade	264	16.8	7.0	18.5	76.2	2018	0.9	0.2
	mese	744	67.1	70.2	32.8	145.0	2013	3.2	0.8
GIUGNO	I decade	230	20.3	8.0	26.5	90.8	2011	1.0	0.3
	II decade	230	27.1	15.0	26.7	89.6	2010	0.9	0.4
	III decade	230	10.8	6.6	12.0	45.0	2011	0.2	0.0
	mese	690	58.3	35.0	45.7	175.2	1997	2.3	0.8
LUGLIO	I decade	240	8.8	4.6	11.7	44.8	2005	0.5	0.1
	II decade	240	16.9	14.0	20.1	89.6	2002	0.5	0.3
	III decade	264	8.3	2.0	13.3	69.0	2014	0.4	0.1
	mese	744	34.0	31.2	24.8	105.0	2014	1.4	0.5
AGOSTO	I decade	209	14.7	1.0	17.6	55.2	2002	0.4	0.3
	II decade	210	18.1	5.0	22.9	69.2	1997	0.5	0.2
	III decade	231	13.8	2.4	25.0	108.4	1999	0.6	0.1
	mese	650	46.6	29.0	43.3	174.0	1999	1.6	0.7
SETTEMBRE	I decade	190	24.2	18.6	23.9	79.6	2003	0.3	0.3
	II decade	190	25.1	13.0	26.7	119.2	2006	0.7	0.3
	III decade	190	33.4	22.0	44.5	191.8	1993	0.5	0.5
	mese	570	82.8	66.8	53.0	251.6	1993	1.7	1.4
OTTOBRE	I decade	220	26.7	18.0	29.4	101.0	2005	0.6	0.3
	II decade	220	25.2	14.0	31.7	126.4	2000	0.9	0.3
	III decade	242	31.7	26.0	28.9	108.4	1999	0.6	0.4
	mese	682	83.7	73.0	44.0	164.0	2000	2.2	1.0
NOVEMBRE	I decade	230	46.7	32.0	44.6	160.4	2010	0.8	0.6
	II decade	230	24.7	15.0	26.1	188.0	2014	1.0	0.3
	III decade	229	26.7	12.0	28.4	100.6	2007	1.1	0.3
	mese	689	98.1	88.0	62.9	264.2	2010	3.0	1.3
DICEMBRE	I decade	238	16.9	5.0	19.6	64.2	1992	1.0	0.2
	II decade	240	17.4	3.0	25.0	95.4	2008	0.8	0.2
	III decade	264	13.8	4.0	17.1	60.2	2010	1.0	0.1
	mese	742	48.0	39.0	42.9	141.0	1996	3.1	0.5

https://www.arpae.it/SMR/datiingresso/clima/tabelle_clima/stazioni/PrecVent5/6260.html

1/1

QUADRO CONOSCITIVO SUL SUOLO

COMUNE DI ROTTOFRENO (PC)



https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Femiliaromagnaturismo.it%2Fit%2Flocalita%2Frottofreno&psig=AOvVaw03h4MoglyrFP_W_sPgRspl&ust=1611331707725000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKjD2sW0re4CFQAAAAAdAAAAABAD

Sommario

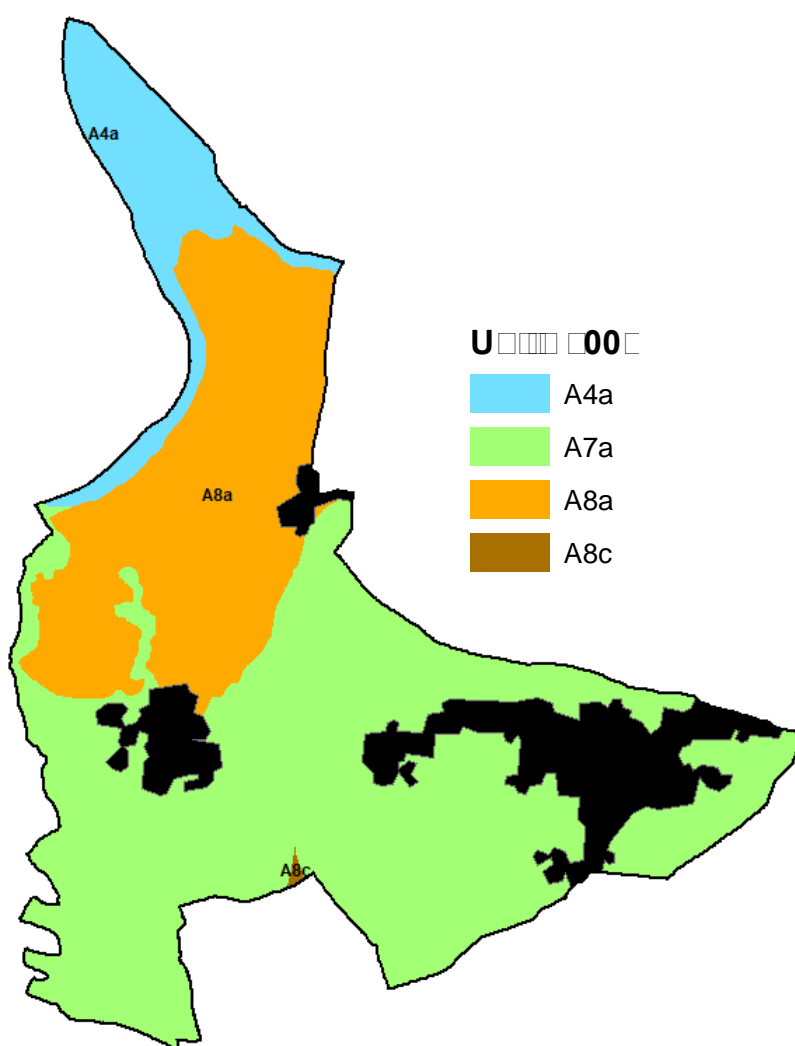
Inquadramento pedologico	2
Servizi Ecosistemici forniti dal suolo. Introduzione	5
Principali servizi ecosistemici dei suoli del comune di Rottofreno.....	7
Indice di qualità sintetico IQ4.....	10
Carta della capacità d'uso.....	11
Carte proprietà fisico-chimiche dei suoli.....	13
ALLEGATO 1. Descrizione delle classi di capacità d'uso	15
ALLEGATO 2. Struttura shapefile	19

Inquadramento pedologico

Sono disponibili per il territorio del comune di Rottofreno carte dei suoli di inquadramento generale alle scale 1:1Mk, 1:500k, 1:250k (versioni aggiornate dell'edizione 1994) ed una carta di semi-dettaglio alla scala 1:50.000 (ediz. 2018-2021) per la parte di pianura, Basso Appennino e parte del Medio Appennino).

Carta dei suoli 1:500.000

Il territorio del comune a questa scala¹ si differenzia nelle seguenti unità cartografiche di suolo-paesaggio; le descrizioni delle unità cartografiche sono state personalizzate sulle caratteristiche geomorfologiche e pedologiche specifiche per il comune di Rottofreno.



A4a. Suoli della piana a meandri del Po

La conformazione del rilievo è caratterizzata dall'assetto tendenzialmente sub-orizzontale, ad andamento ondulato, della piana a meandri bordeggiante il corso attuale del fiume Po. Comprende anche le aree golenali. Le quote sono comprese tra 51 e 58 m slm.

I suoli presenti in questa unità hanno pendenza tra 0,05 a 0,6%; sono molto profondi; a tessitura media o grossolana; calcarei; moderatamente alcalini, a moderata disponibilità di ossigeno. L'uso del suolo è agricolo, colture arboree da industria (pioppeti) e boschi ripariali.

Figura 1. Inquadramento a scala 1:500.000

¹ Adattata alla scala comunale

A7a. Conoidi e terrazzi recenti dell'alta pianura alluvionale appenninica

La conformazione del rilievo è caratterizzata da conoidi e terrazzi recenti del t. Tidone e f. Trebbia (attuali e abbandonati), associati ad estesi alvei di piena ordinaria, a predominante tessitura media-grossolana, oltre che a piccole interconoidi (T. Loggia). Le quote sono tipicamente comprese fra 51 e 77 m slm.

I suoli presenti in questa unità hanno pendenza che varia tipicamente da 0,2 a 0,5%; molto profondi; a tessitura media e fine; a buona disponibilità di ossigeno; da moderatamente a molto calcarei; moderatamente alcalini. Possono essere, all'aumentare della profondità, da non ghiaiosi a molto ghiaiosi. L'uso del suolo è agricolo (seminativi e prati avvicendati) e urbano.

A8a. Conoidi e terrazzi dell'alta pianura alluvionale appenninica, con suoli a moderata differenziazione del profilo

La conformazione del rilievo è caratterizzata da antiche superfici (interconoidi), debolmente incise da canali e corsi d'acqua minori. Gli ultimi episodi di messa in posto dei sedimenti sono riconducibili al periodo precedente l'età romana o immediatamente successivo. Le quote sono comprese fra 53 e 64 m s.l.m.

I suoli presenti in questa unità hanno pendenza che varia tipicamente da 0,2 a 3%; molto profondi; a tessitura fine, secondariamente media; a moderata disponibilità di ossigeno; da moderatamente a molto calcarei fino a fortemente calcarei in profondità; da neutri a moderatamente alcalini. L'uso del suolo è agricolo (seminativi, prati avvicendati) e urbano.

A8c. Conoidi e terrazzi dell'alta pianura alluvionale appenninica, con suoli a forte differenziazione del profilo

La conformazione del rilievo è caratterizzata da depressioni di varia ampiezza che sono incisioni di corsi d'acqua minori di antiche superfici poste in prossimità dei primi rilievi appenninici. Le quote sono comprese fra 64 e 117 m s.l.m. L'unità è poco diffusa nel comune di Rottofreno.

I suoli presenti in questa unità hanno pendenza che varia tipicamente da 0,2 a 5%; molto profondi; a tessitura fine; a moderata disponibilità di ossigeno; non calcarei in superficie fino a fortemente calcarei in profondità; da neutri a moderatamente alcalini. L'uso del suolo è agricolo (seminativi, prati avvicendati).

Carta dei suoli in scala 1:50.000

Il territorio del comune di Rottofreno inoltre è coperto al **100%** dalla carta dei suoli in scala 1:50.000, la quale è scaricabile dal portale regionale “**MinERva**”² e dal sito “**Cartografia dei suoli**”³. Per le modalità di consultazione e scaricamento dei dati si consiglia di leggere le **note illustrative**⁴.

La carta dei suoli del comune di Rottofreno presenta dei piccoli aggiornamenti rispetto all’edizione 2018 correntemente pubblicata. La prossima edizione sarà rilasciata nel 2021, ma nello shape allegato le parti aggiornate sono già disponibili.

Nella carta 1:50.000 ogni unità suolo-paesaggio contiene diverse unità cartografiche con descrizione dettagliata delle caratteristiche dei suoli presenti, differenziata poligono per poligono.

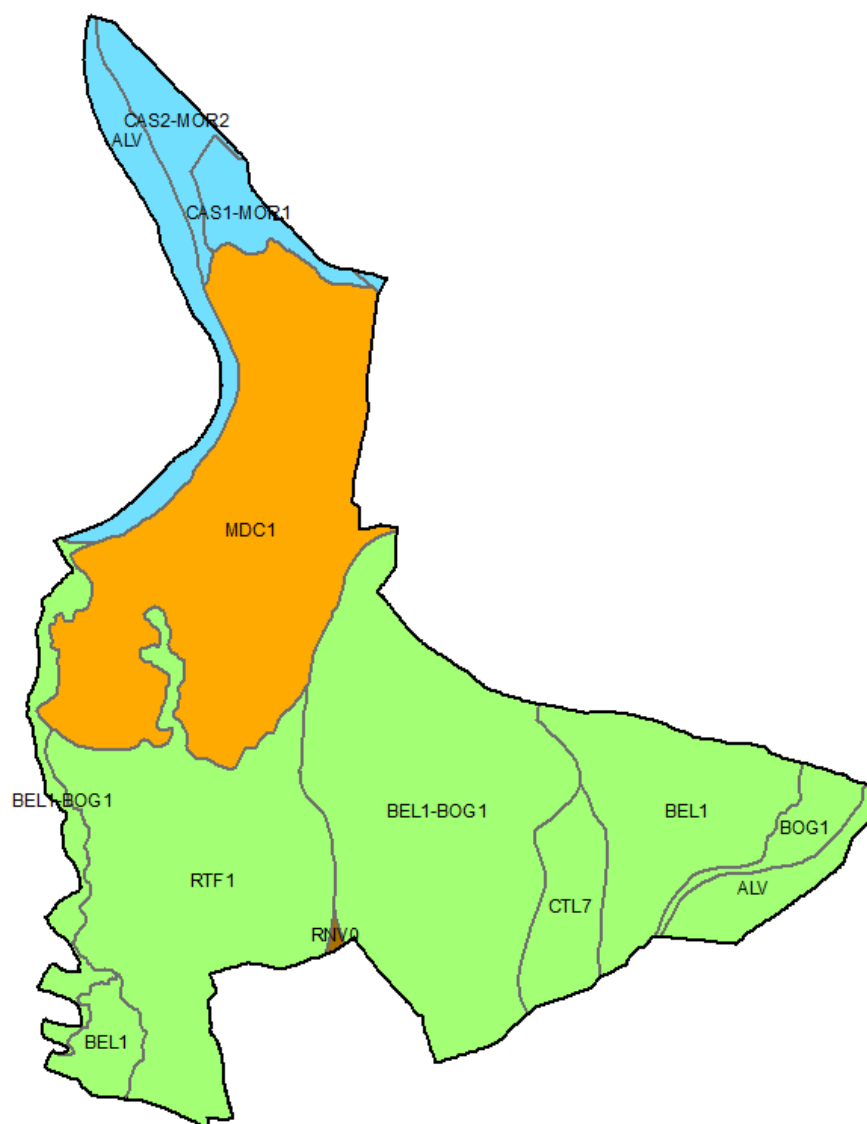


Figura 2. Carta dei suoli in scala 1:50.000

² <https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>

³ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis-suoli>

⁴ http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/carta_suoli_50k.pdf

Servizi Ecosistemici forniti dal suolo. Introduzione

I Servizi Ecosistemici (MEA, 2005) rappresentano i processi attraverso i quali gli ecosistemi naturali sostengono e soddisfano i bisogni umani. Tali Servizi Ecosistemici sono suddivisi in 4 categorie: Supporto, Regolazione, Approvvigionamento, Culturali (de Groot et al., 2002).

Nell'ambito del progetto **SOS4LIFE** sono stati individuati e calcolati sei funzioni/servizi dei suoli:

- BIO, Habitat per gli organismi del suolo
- BUF, Capacità protettiva
- CST, Stock di carbonio attuale
- PRO, Produzione di alimenti potenziale (carta di capacità d'uso dei suoli)
- WAR, Infiltrazione profonda di acqua
- WAS, Riserva di acqua

Cod.	Categorie servizi eco-sistemici	Contributi del suolo	Funzioni del suolo	Indicatori
BIO	Supporto	Habitat per organismi del suolo	Riserva Biodiversità	Habitat potenziale per gli organismi del suolo
BUF	Regolazione	Ritenzione e rilascio di elementi nutritivi e inquinanti. Attenuazione naturale (potenziale)	Magazzinaggio, filtraggio e trasformazione dei nutrienti, sostanze ed acqua	Capacità scambio cationico, pH del suolo, profondità delle radici
CST	Regolazione	Sequestro carbonio	Riserva di Carbonio	Sequestro carbonio
PRO	Approvvigionamento	Fornitura di cibo (potenziale)	Produzione di biomassa	Carta capacità d'uso
WAR	Regolazione	Regolazione acqua /controllo ruscellamento - alluvioni (potenziale)	Magazzinaggio, filtraggio e trasformazione dei nutrienti, sostanze ed acqua	Capacità di infiltrazione
WAS	Regolazione (Approvvigionamento)	Regolazione del ciclo dell'acqua: riserva idrica	Magazzinaggio, filtraggio e trasformazione dei nutrienti, sostanze ed acqua	Contenuto acqua capacità di campo Presenza della falda

Ogni servizio del suolo è descritto tramite **indicatori** basati sulle proprietà del suolo misurate o stimate quantitativamente. Si rimanda per la descrizione approfondita al documento "B1.2. Valutazione dei servizi ecosistemici e stima degli impatti economici e ambientali conseguenti al consumo e all'impermeabilizzazione dei suoli nei comuni di Forlì, Carpi e S. Lazzaro di Savena"⁵.

⁵ <http://www.sos4life.it/documenti/>

Ogni indicatore calcolato viene standardizzato come numeri nell'intervallo da 0 a 1:

$$X_{i\ 0-1} = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

- 0.0 - 0.1
 - 0.1 - 0.2
 - 0.2 - 0.3
 - 0.3 - 0.4
 - 0.4 - 0.5
 - 0.5 - 0.6
 - 0.6 - 0.7
 - 0.7 - 0.8
 - 0.8 - 0.9
 - 0.9 - 1.0
- dove $X_{i\ 0-1}$ è il valore standardizzato [0-1], X_i è il valore attuale, X_{\min} e X_{\max} sono rispettivamente il massimo ed il minimo dell'indicatore osservati nel territorio considerato. Il **valore massimo** osservato viene posto uguale a **1**, ed il valore **0** indica il **minimo relativo** nell'area considerata.
- I risultati sono profondamente influenzati dal grado di variabilità osservato nelle proprietà del suolo misurate e stimate, le cui gamme sono dipendenti dalla scala e diverse per ogni variabile.
- Gli indicatori sono stati normalizzati nell'intervallo 0-1 sull'intera popolazione regionale (parte di pianura). Operando il taglio sul comune/provincia/area vasta, gli indicatori possono essere normalizzati sulla popolazione di interesse.

Sono state prodotte per tutta la pianura emiliano-romagnola 6 carte attraverso una elaborazione geostatistica costituite da Elementi Quadrati Finiti di 500m di lato, con lo scopo di supportare le scelte della pianificazione urbanistica. L'obiettivo è di contribuire al raggiungimento della piena consapevolezza che il suolo non è solo una superficie ma un corpo naturale tridimensionale e che questa tridimensionalità fa sì che impermeabilizzandolo si perdano alcune funzioni essenziali per tutta la comunità.

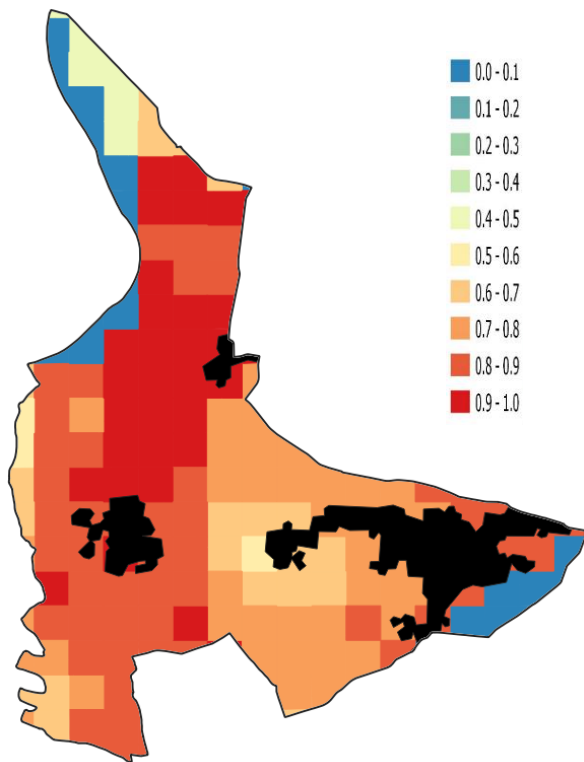
Nell'ambito del medesimo progetto sono state create le "Linee guida per la definizione dei servizi ecosistemici⁶" che prevedono la possibilità di fare un percorso personalizzato attraverso il rilevamento, la raccolta e la elaborazione dei dati da parte dei comuni, così come è stato fatto per il comune di Carpi (MO). Questo percorso è chiaramente costoso, anche se permette una maggiore definizione e dettaglio, specialmente per i suoli urbani, ed è per questo che nell'ambito del progetto LIFE la Carta dei servizi ecosistemici è stata inserita nella piattaforma a disposizione dei comuni e delle province per monitorare il consumo di suolo (azione B.4).

Nel presente documento è stata inserita la versione "risalata" a livello provinciale della carta già esistente.

Di seguito vengono illustrati i risultati sia per ognuno dei diversi servizi elencati in precedenza sia con una carta riassuntiva con la proposta di un **indice di qualità complessivo** che può essere inserito come indicatore all'interno della VALSAT.

⁶ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/pdf/sos4life-b1-3-linee-guida-per-la-valutazione-servizi-ecosistemici-dei-suoli.pdf/@download/file/SOS4LIFE-B1.3-Linee%20guida%20per%20la%20valutazione%20servizi%20ecosistemici%20dei%20suoli.pdf>

Principali servizi ecosistemici dei suoli del comune di Rottofreno

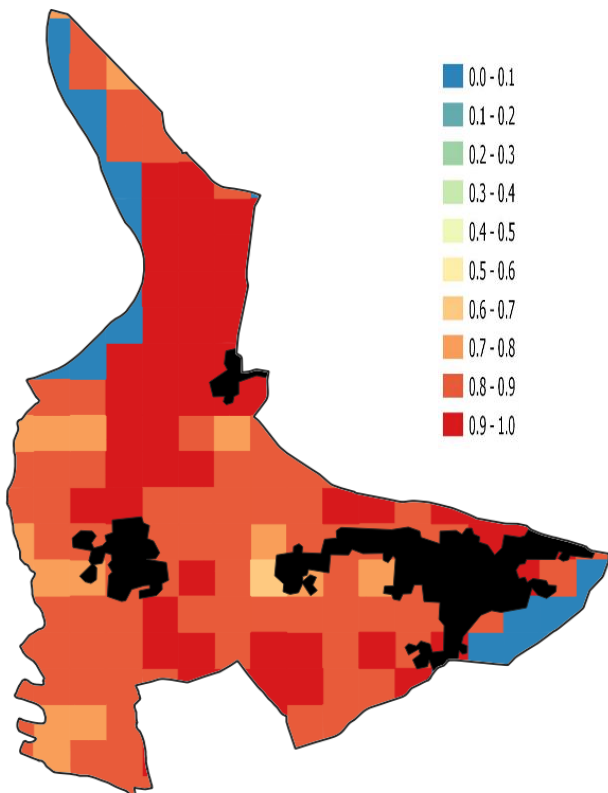


I suoli del comune di Rottofreno hanno una **capacità di attenuazione naturale** (effetto tampone) da **alta a molto alta** nelle interconoidi più recenti (unità A7a) e antiche (unità A8), dovuto alle tessiture dei suoli presenti che sono caratterizzate da alti contenuti di argilla, la mancanza di scheletro e per avere pH >6.5.

La capacità di attenuazione risulta da **moderata a moderatamente alta** invece nei terrazzi dell'unità A7a a causa delle tessiture dei suoli più grossolane, ma ancora molto ricche di limo.

Risulta **moderata** nella piana a meandri (unità A4a) per la presenza, insieme ai suoli limosi, di suoli sabbiosi.

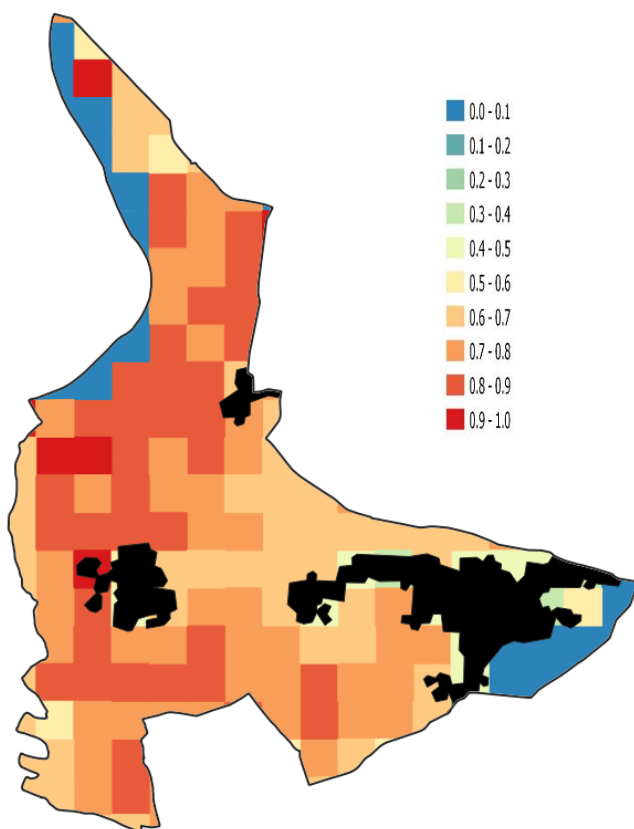
Figura 3. BUF. Capacità protettiva



Per quanto riguarda lo **stock di carbonio organico** (0-100 cm) detenuto dai suoli del comune di Rottofreno, questo si attesta prevalentemente su valori medio alti in termini relativi. Sono più ricchi di carbonio organico i suoli argillosi dell'unità A8 ed in alcune zone dell'unità A7a.

I suoli meno dotati di carbonio si riscontrano nei suoli franchi e franco ghiaiosi che si ritrovano nei terrazzi recenti dell'unità A7a e in quelli più grossolano della piana a meandri del Po (unità A4a).

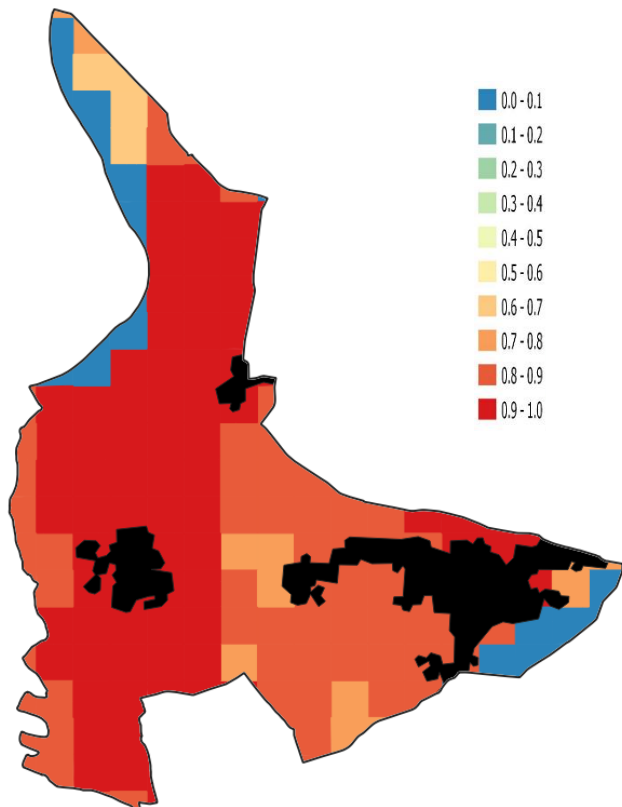
Figura 4. CST. Stock di carbonio organico attuale



La **qualità biologica dei suoli** della pianura del comune di Rottofreno rispecchia i principali usi agricoli. E' stato utilizzato l'indice QBS-ar (Parisi, 2001) come indicatore di qualità biologica il quale raggiunge i valori più alti nei prati stabili, vigneti/frutteti inerbiti e boschi, mentre i valori più bassi si riscontrano nei seminativi annuali (dovuto alle arature) e nei parchi urbani (a causa della compattazione dovuta al calpestio).

Risulta di conseguenza **bassa** in ambito urbano, ma con valori variabili da moderati ad alti nel resto dell'area comunale.

Figura 5. BIO. Habitat per gli organismi del suolo

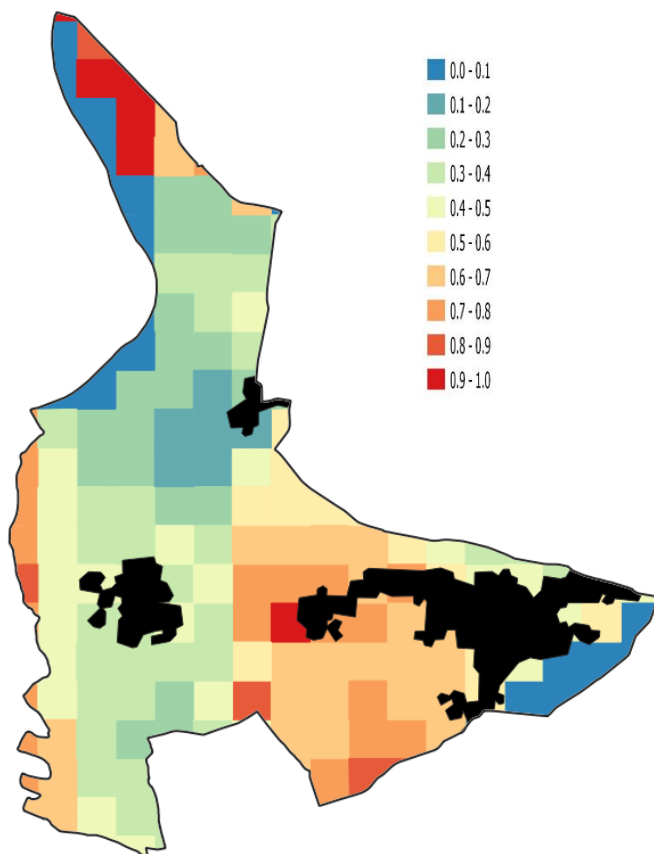


La capacità di **immagazzinamento di acqua** nei suoli del comune di Rottofreno è prevalentemente da **alta a molto alta**, dovuto principalmente alla diffusa presenza di suoli argillosi, agli elevati valori di densità apparente e alla mancanza di scheletro nelle zone di interconoide dell'unità A8 e dell'unità A7a.

Questa funzione è opposta alla WAR: meno il suolo è infiltrabile maggiore è la sua capacità di trattenere acqua. Di conseguenza i suoli più argillosi e/o limosi sono quelli più inclini ad agire come serbatoio, mentre i suoli più grossolani o ghiaiosi esplicano questa funzione in maniera minore.

I suoli che immagazzinano meno acqua sono quelli a tessitura sabbiosa e franco sabbiosa che si trovano nella piana a meandri del Po (A4a), nonché i suoli a tessitura media dei terrazzi dell'unità A7a.

Figura 6. WAS. Riserva di acqua

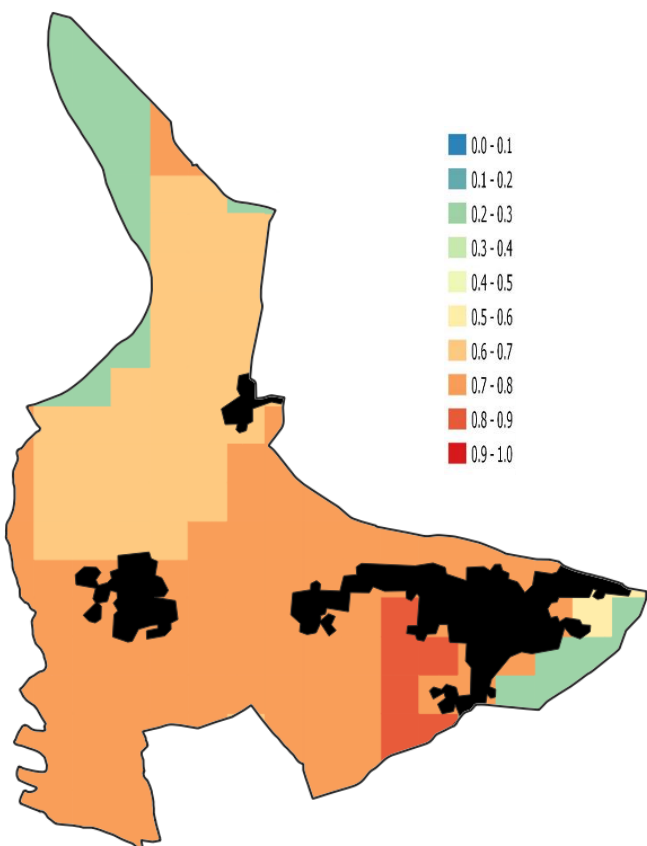


La **capacità d'infiltrazione profonda** dell'acqua nei suoli della pianura del comune di Rottofreno varia **da bassa ad alta** ed è speculare a WAS.

I suoli più permeabili si trovano nella piana a meandri del Po e sui terrazzi recenti del t. Tidone e f. Trebbia, per la presenza di suoli a tessitura grossolana e/o con presenza di ghiaia.

I suoli meno permeabili sono quelli caratterizzati da tessiture più fini o con alti contenuti di limo che si trovano nelle interconoidi dell'unità A7a e A8.

Figura 7. WAR. Infiltrazione profonda di acqua



I suoli del comune di Rottofreno ricadono perlopiù dalla II alla III classe di capacità d'uso e sono di conseguenza **molto fertili e adatti ad una vasta gamma di colture**. Fanno eccezione le aree golenali del Po e l'alveo del Trebbia (V classe per rischio d'inondazione).

Il fattore PRO è ricavato dalla carta di capacità d'uso che è disponibile per l'area di pianura e di collina (figura 10).

Figura 8. PRO. Produzione di alimenti potenziale

Indice di qualità sintetico IQ4

Nell'ambito del progetto SOS4LIFE, su richiesta dei comuni partner, è stato anche calcolato un indice sintetico (IQ4) che considera la **polifunzionalità dei suoli**. Si ottiene mediante la somma dei servizi PRO, WAR, BUF e CST, che sono considerati degli indici robusti e poco autocorrelati. L'indice IQ4 viene classato in 5 classi di qualità definite dalla distribuzione dell'IQ4 nell'area considerata:

- Classe 1 >80° percentile della distribuzione,
- Classe 2 <80° e > 60°,
- Classe 3 <60° e > 40°,
- Classe 4 <40° e > 20°,
- Classe 5 <20° percentile della distribuzione

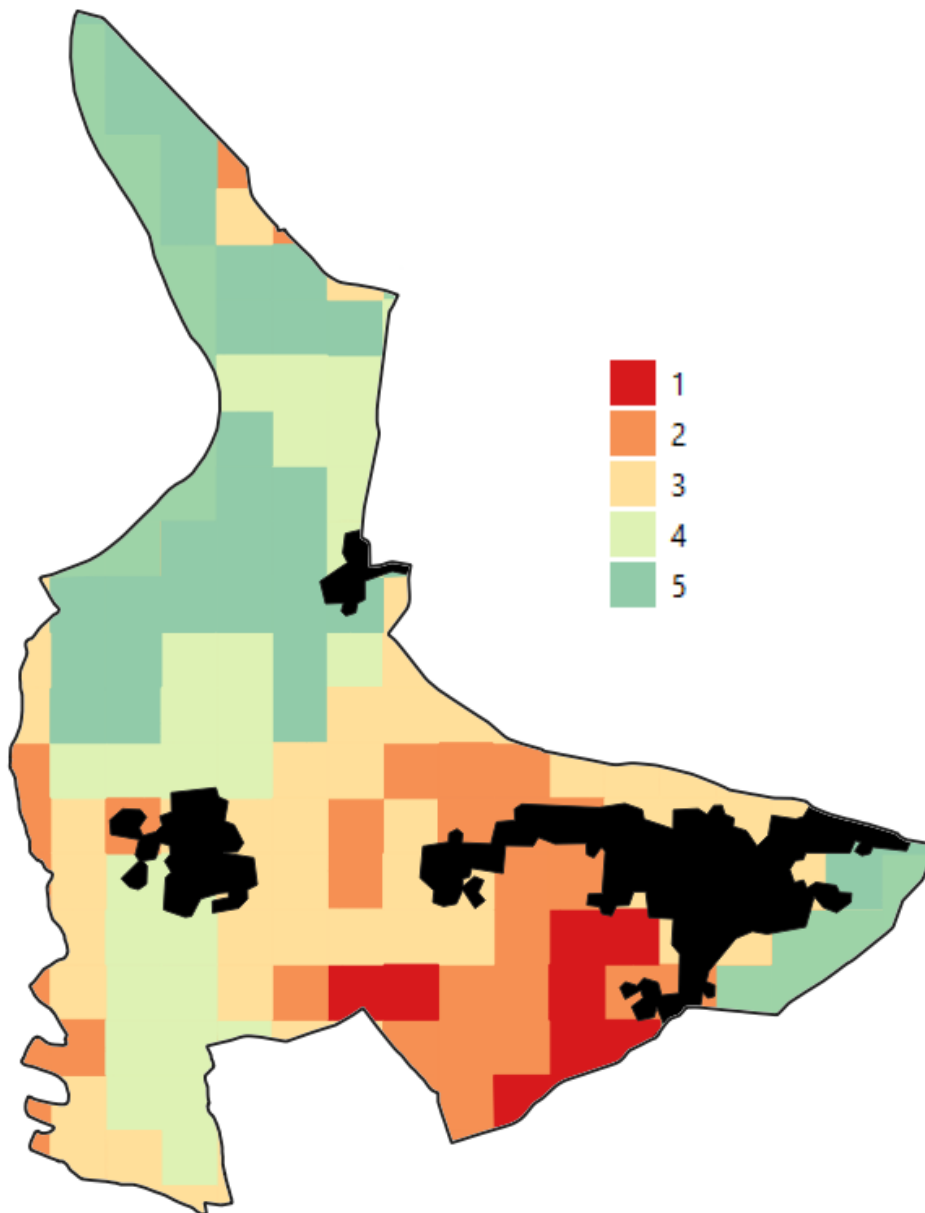


Figura 9. Indice sintetico di qualità dei suoli del comune di Rottofreno

Carta della capacità d'uso

La "Carta della capacità d'uso dei suoli a fini agricoli e forestali" è un documento di valutazione della capacità dei suoli di produrre normali colture e specie forestali per lunghi periodi di tempo, senza che si manifestino fenomeni di degradazione del suolo.

La carta crea la premessa per una corretta scelta di pianificazione e gestione territoriale, più vicina all'equilibrio naturale dell'ambiente e quindi meno bisognosa di interventi da parte dell'uomo (minori costi) e dotata della maggior efficacia produttiva possibile.

Lo schema di valutazione (Regione Emilia-Romagna, 2000, sulla base lo schema di classificazione Land Capability Classification dell'U.S.D.A. (U.S., Klingebiel and Montgomery, 1961) è articolato in otto classi sulla base dei seguenti parametri:

Classe	Profondità utile per le radici (cm)	Lavorabilità	Pietrosità superficiale e/o rocciosità	Fertilità	Salinità	Disponibilità di ossigeno	Rischio di inondazione	Pendenza	Rischio di franosità	Rischio di erosione	Rischio di deficit idrico	Interferenza climatica
I	>100	facile	<0,1% e assente	buona	<=2 primi 100 cm	buona	nessuno	<10%	assente	assente	assente	nessuna o molto lieve
II	>50	moderata	0,1-3% e assente	parz. buona	2-4 (primi 50 cm) e/o 4-8 (tra 50 e 100 cm)	moderata	raro e <=2gg	<10%	basso	basso	lieve	lieve
III	>50	difficile	4-15% e <2%	moderata	4-8 (primi 50 cm) e/o >8 (tra 50 e 100 cm)	imperfetta	raro e da 2 a 7 gg od occasional e e <=2gg	<35%	basso	moderato	moderato	Moderata (200-700m)
IV	>25	m. difficile	4-15% e/o 2-10%	bassa	>8 primi 100 cm	scarsa	occasional e e >2gg	<35%	moderato	alto	forte	da nessuna a moderata
V	>25	qualsiasi	<16% e/o <11%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	frequente	<10%	assente	assente	da assente a forte	da nessuna a moderata
VI	>25	qualsiasi	16-50% e/o <25%	da buona a bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	<70%	elevato	molto alto	Molto forte	Forte (700-1700 m)
VII	>25	qualsiasi	16-50% e/o 25-50%	m. bassa	qualsiasi	da buona a scarsa	qualsiasi	≥ 70%	molto elevato	qualsiasi	molto forte	Molto forte (>1700m)
VIII	<=25	qualsiasi	>50% e/o >50%	qualsiasi	qualsiasi	Molto scarsa	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi

La metodologia seguita è stata quella di attribuire ad ogni suolo presente, indipendentemente dalla sua diffusione, la classe di capacità d'uso con le limitazioni che concorrono a collocare il suolo nella classe. Queste limitazioni sono state simbolizzate con le seguenti sigle:

Tipo di limitazioni			
s: caratteri del suolo s1- profondità utile per le radici s2- lavorabilità s3- pietrosità superficiale s4- rocciosità s5- fertilità s6- salinità	w: eccesso idrico w1- disponibilità ossigeno per le radici delle piante w2- rischio di inondazione	e: rischio di erosione e1- inclinazione del pendio e2- rischio di franosità e3- rischio di erosione	c: clima c1- rischio di deficit idrico c2- interferenza climatica

Nell'allegato a pag. 15 la descrizione puntuale delle singole classi.

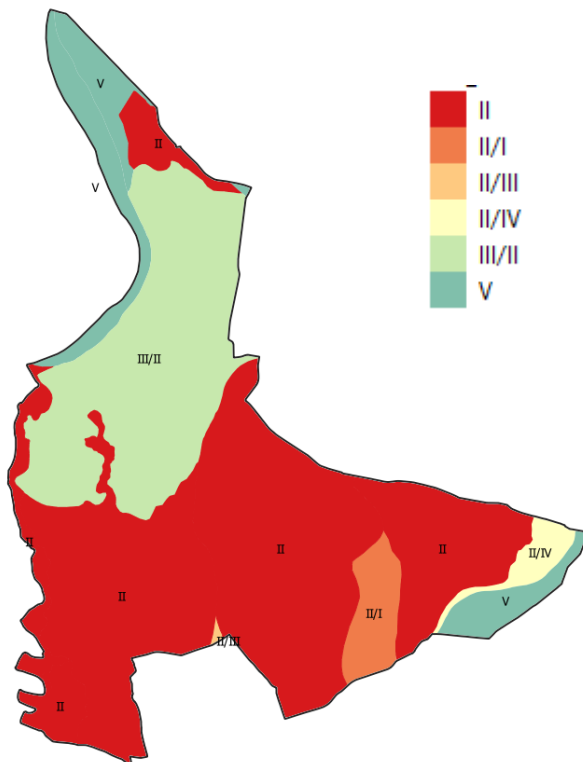


Figura 10. Carta di capacità d'uso (ed. 2021)

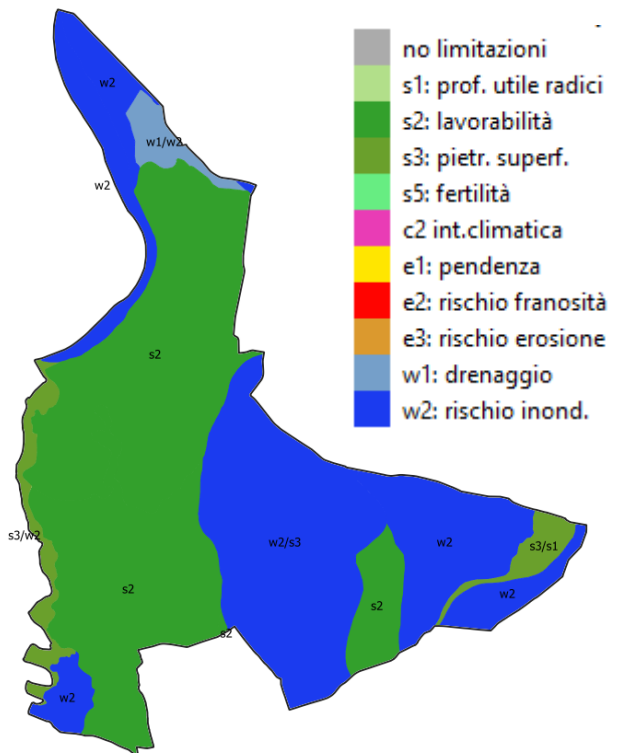


Figura 11. Limitazioni prevalenti (ed. 2021)

La carta di capacità d'uso è disponibile per l'intero territorio del comune. E' basata sui poligoni della carta dei suoli in scala 1:50.000.

I suoli presenti si collocano fra la II e la V classe di capacità d'uso. La II classe è presente nell'unità A7a, dove le principali limitazioni consistono in problemi di lavorabilità dove ci sono i suoli più fini (parte Ovest) e moderato rischio d'inondazione associato a presenza locale di pietrosità superficiale per la parte centro-orientale dell'unità. Sono in II classe anche le parti dell'unità A4a protette dall'argine maestro (modeste limitazioni dovute a rischio d'inondazione e drenaggio). I suoli per lo più argillosi dell'unità A8a e A8c ricadono in III/II classe per problemi di lavorabilità. I terrazzi recenti del Trebbia ricadono in II/IV classe per pietrosità superficiale e limitata profondità utile alle radici. Infine le aree golenali della piana a meandri del Po più vicina al letto del fiume vanno in V classe per rischio di inondazione, insieme agli alvei di piena ordinaria (Po e Trebbia)

Carte proprietà fisico-chimiche dei suoli

Quasi tutte le carte presentate sono scaricabili da **MinERva** (<https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>). Fanno eccezione le carte del pH, della tessitura 0—100 cm e dello stock 0-100 cm, che, elaborate nel corso del progetto SOS4LIFE, possono essere richieste direttamente al Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

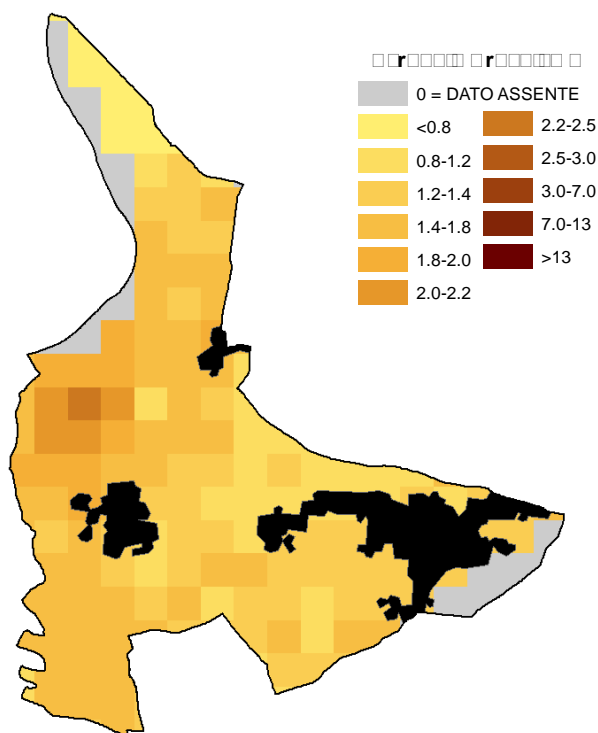


Figura 12. Carta del carbonio organico % 0-30 cm

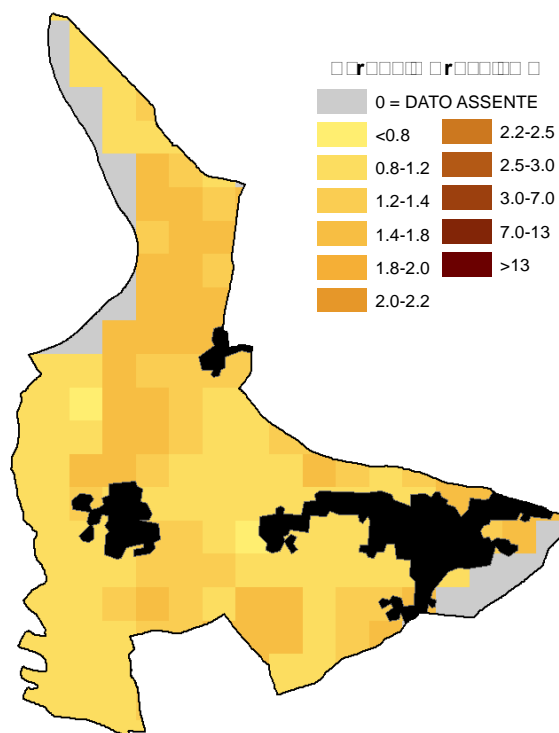


Figura 13. Carta del carbonio organico % 0-100 cm

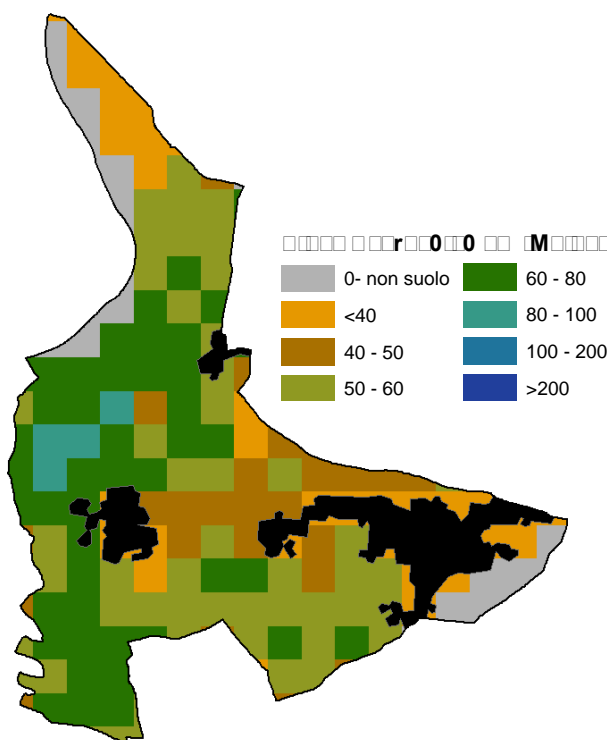


Figura 14. Carta stock di carbonio organico 0-100 cm

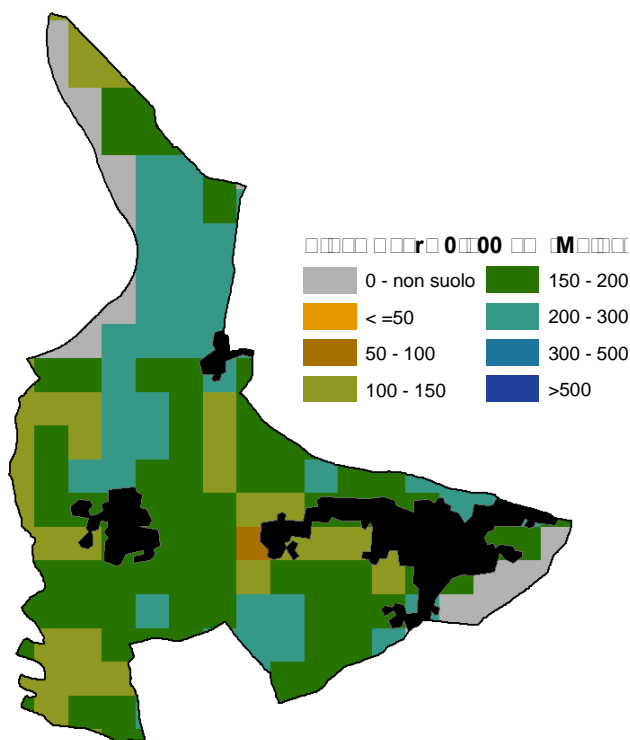


Figura 15. Carta stock di carbonio organico 0-100 cm

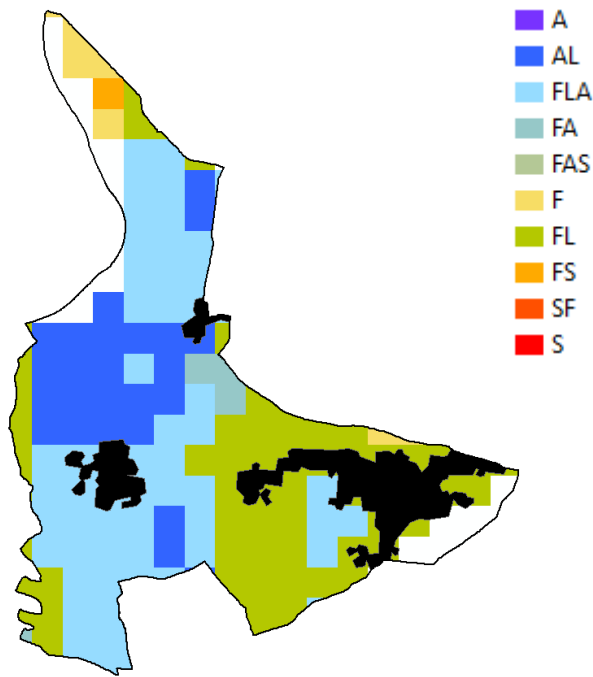


Figura 16. Classi USDA tessitura profondità 0-30 cm

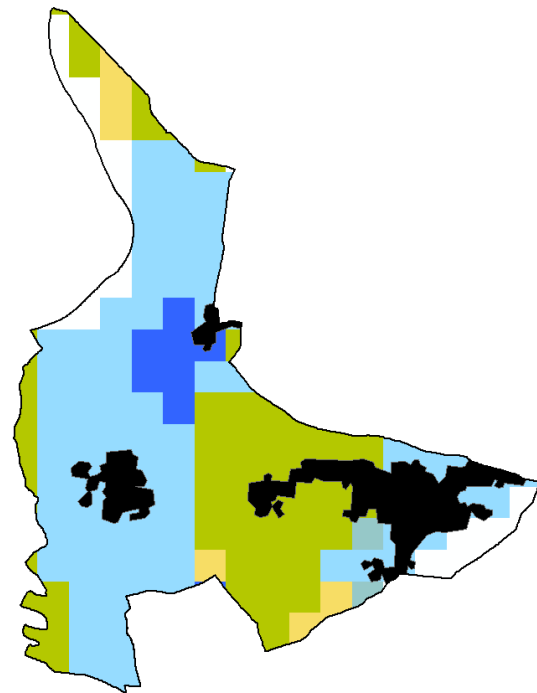


Figura 17. Classi USDA tessitura profondità 0-100 cm

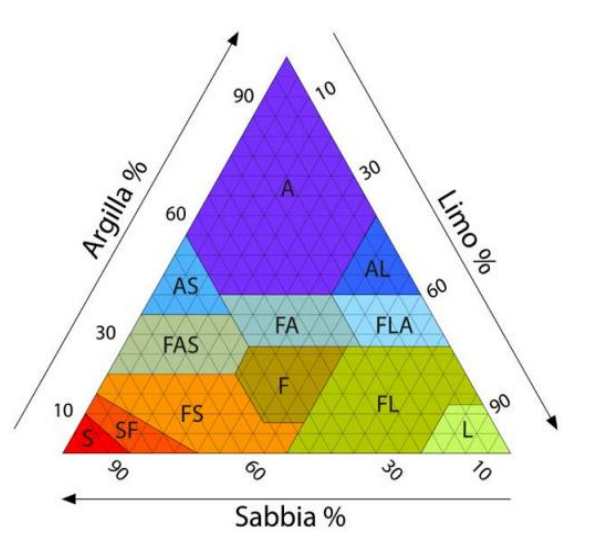


Figura 18. Tessitura. Classi USDA

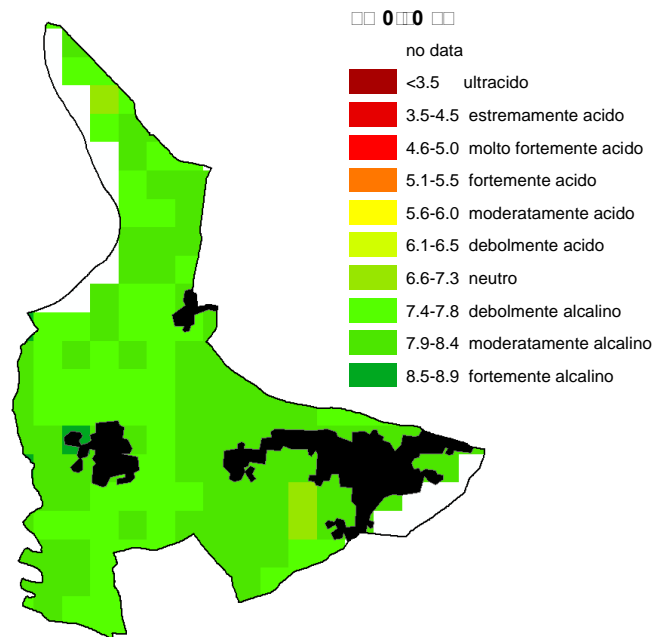


Figura 19. Carta del pH in acqua 1:2,5 profondità 0-30 cm

ALLEGATO 1. Descrizione delle classi di capacità d'uso

I^a Classe

I suoli in I^a Classe hanno poche limitazioni che ne restringono l'uso.

I suoli in questa classe sono idonei ad un'ampia gamma di colture e possono essere destinati senza problemi a colture agrarie, prati, pascoli, e ad ospitare coperture boschive o habitat naturali. Sono quasi pianeggianti o appena dolcemente inclinati e il rischio di erosione idrica o eolica è basso. Hanno buona capacità di ritenzione idrica e sono abbastanza forniti di nutrienti oppure rispondono prontamente agli apporti di fertilizzanti.

I suoli in I^a Classe non sono soggetti a inondazioni dannose. Sono produttivi e idonei a coltivazioni intensive. Il clima locale deve essere favorevole alla crescita di molte delle comuni colture di campo.

Nelle aree servite da irrigazione, i suoli possono essere collocati nella I^a Classe se le limitazioni del clima arido sono state rimosse con impianti irrigui relativamente fissi. Questi suoli irrigui (o suoli potenzialmente irrigabili) sono quasi piani, hanno un notevole spessore radicabile, hanno permeabilità e capacità di ritenzione idrica favorevoli, e sono facilmente mantenuti in buone condizioni strutturali. Possono richiedere interventi migliorativi iniziali, quali il livellamento, l'allontanamento di sali leggermente eccedenti, l'abbassamento della falda stagionale. Qualora le limitazioni dovute ai sali, alla falda, al rischio di inondazione o di erosione ricorrano frequentemente, i suoli sono considerati come soggetti a limitazioni naturali permanenti e non sono inclusi nella I^a Classe.

Suoli che sono umidi e hanno un subsoil con permeabilità lenta non sono collocati nella I^a Classe. Qualche tipo di suolo della I^a Classe può essere sottoposto a drenaggio artificiale come misura di miglioramento per aumentare le produzioni e facilitare le operazioni.

I suoli della I^a Classe che sono coltivati richiedono pratiche di gestione ordinarie per mantenere sia fertilità che struttura del suolo. Tali pratiche possono includere l'uso di fertilizzanti e calce, sovesci e cover-crops, interrimento di residui colturali e concimi animali e rotazioni.

II^a Classe

I suoli in II^a Classe hanno qualche limitazione che riduce la scelta di piante o richiede moderate pratiche di conservazione.

I suoli nella II^a Classe richiedono un'accurata gestione del suolo, comprendente pratiche di conservazione, per prevenire deterioramento o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato. Le limitazioni sono poche e le pratiche sono facili da attuare. I suoli possono essere utilizzati per piante coltivate, pascolo, praterie, boschi, riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

Le limitazioni dei suoli di II^a Classe possono includere (singolarmente o in combinazione) (1) gli effetti di lievi pendenze, (2) moderata suscettibilità a erosione idrica o eolica o moderati effetti sfavorevoli di passata erosione, (3) profondità del suolo inferiore a quella ideale, (4) struttura e lavorabilità del suolo leggermente sfavorevole, (5) salinità o sodicità da lieve a moderata facilmente correggibile ma anche che si ripresenta facilmente, (6) occasionali inondazioni dannose, (7) umidità regolabile con drenaggi ma presente permanentemente come moderata limitazione, (8) leggere limitazioni climatiche all'uso ed alla gestione del suolo.

I suoli di questa classe danno all'agricoltore una minor libertà nella scelta delle colture o nelle pratiche di gestione rispetto ai suoli della I^a Classe. Essi possono anche richiedere speciali sistemi di coltura per la conservazione del suolo, pratiche di conservazione del suolo, sistemi di controllo dell'acqua o metodi di dissodamento, quando utilizzati, per colture coltivate. Ad esempio, suoli profondi di questa classe con leggera pendenza soggetti a moderata erosione quando coltivati possono richiedere terrazzamenti, semina a strisce, lavorazioni "a girapoggio", rotazioni colturali includenti foraggere e leguminose, fossi inerbiti, sovesci o cover-crops, pacciamatura con stoppie, fertilizzazioni, letamazioni e calcitazioni. La giusta combinazione di pratiche varia da un luogo all'altro, in base alle caratteristiche del suolo, secondo il clima locale e i sistemi agricoli.

III^a Classe

I suoli in III^a Classe hanno severe limitazioni che riducono la scelta di piante e/o richiedono speciali pratiche di conservazione.

I suoli in III^a Classe hanno più restrizioni di quelli in II^a Classe e quando sono utilizzati per specie coltivate le pratiche di conservazione sono abitualmente più difficili da applicare e da mantenere. Essi possono essere utilizzati per specie coltivate, pascolo, boschi, praterie o riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

Le limitazioni dei suoli in III^a Classe restringono i quantitativi di prodotto, il periodo di semina, lavorazione e raccolto, la scelta delle colture o alcune combinazioni di queste limitazioni. Le limitazioni possono risultare dagli effetti di uno o più dei seguenti elementi: (1) pendenze moderatamente ripide; (2) elevata suscettibilità all'erosione idrica o eolica o severi effetti negativi di passata erosione; (3) inondazioni frequenti accompagnate da qualche danno alle colture; (4) permeabilità molto lenta nel subsoil; (5) umidità o durevole saturazione idrica dopo drenaggio; (6) presenza a bassa profondità di roccia, duripan, fragipan o claypan che limita lo strato radicabile e l'immagazzinamento di acqua; (7) bassa capacità di mantenimento dell'umidità; (8) bassa fertilità, non facilmente correggibile; (9) moderata salinità o sodicità, o (10) moderate limitazioni climatiche.

Quando coltivati, molti suoli della III^a Classe quasi piani con permeabilità lenta in condizioni umide richiedono drenaggio e sistemi colturali che mantengano o migliorino la struttura e gli effetti delle lavorazioni del suolo. Per prevenire il ristagno idrico e migliorare la permeabilità è comunemente necessario apportare materiale organico al suolo ed evitare le lavorazioni in condizioni di umidità. In alcune aree servite da irrigazione, parte dei suoli in III^a Classe hanno un uso limitato a causa della falda poco profonda, della permeabilità lenta e del rischio di accumulo di sale o sodio. Ogni particolare tipo di suolo della III^a Classe ha una o più combinazioni alternative di uso e di pratiche richieste per un utilizzo "sicuro", ma il numero di alternative possibili per un agricoltore medio è minore rispetto a quelle per un suolo di II^a Classe.

IV^a Classe

I suoli in IV^a Classe hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle piante e/o richiedono una gestione molto accurata.

Le restrizioni nell'uso per i suoli di IV^a Classe sono maggiori di quelle della III^a Classe e la scelta delle piante è più limitata. Quando questi suoli sono coltivati, è richiesta una gestione più accurata e le pratiche di conservazione sono più difficili da applicare e da mantenere. I suoli della IV^a Classe possono essere usati per colture, pascolo, boschi, praterie o riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

I suoli della IV^a Classe possono adattarsi bene solo a due o tre delle colture comuni oppure il raccolto prodotto può essere basso rispetto agli input per un lungo periodo di tempo. L'uso per piante coltivate è limitato per effetto di uno o più aspetti permanenti quali (1) pendenze ripide; (2) severa suscettibilità all'erosione idrica ed eolica; (3) severi effetti di erosione passata; (4) suoli sottili; (5) bassa capacità di trattenere l'umidità; (6)

frequenti inondazioni accompagnate da severi danni alle colture; (7) umidità eccessiva con frequenti rischi di saturazione idrica dopo drenaggio; (8) severa salinità o sodicità; (9) clima moderatamente avverso.

Molti suoli pendenti in IV^a Classe in aree umide sono utilizzati per coltivazioni occasionali e non frequenti. Alcuni suoli della IV^a Classe mal drenati e pressoché piani non sono soggetti a erosione ma sono poco adatti per colture intercalari a causa del tempo necessario al suolo per asciugarsi completamente in primavera e per la bassa produttività per piante coltivate. Alcuni suoli della IV^a Classe sono adatti ad una o più specie particolari, come frutticole, alberi ornamentali e arbusti, ma questa idoneità da sola non è sufficiente per metterli in IV^a Classe.

Nelle aree sub-umide e semiaride, i suoli di IV^a Classe con piante coltivate, adatte a questi ambienti, possono produrre: buoni raccolti negli anni con precipitazioni superiori alla media, raccolti scarsi negli anni con precipitazioni nella media e fallimenti nelle annate con precipitazioni inferiori alla media. Nelle annate con precipitazioni inferiori alla media il suolo deve essere salvaguardato anche se l'aspettativa di prodotto vendibile è bassa o nulla. Sono richiesti pratiche e trattamenti particolari per prevenire le perdite di suolo, per conservarne l'umidità e mantenerne la produttività. Talvolta è necessario trapiantare la coltura o effettuare lavorazioni di emergenza allo scopo principale di conservare il suolo in annate con precipitazioni basse. Queste pratiche devono essere adottate più frequentemente o più intensamente che nei suoli di III^a Classe.

V^a Classe

I suoli in V^a Classe hanno rischi di erosione assenti o lievi ma hanno altre limitazioni impossibili da rimuovere che restringono l'uso principalmente a pascolo, prateria, bosco, riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

I suoli in V^a Classe hanno limitazioni che restringono i tipi di piante che possono essere coltivate e che impediscono le normali lavorazioni per le colture. Essi sono pressoché piani ma alcuni sono umidi, sono spesso sommersi da corsi d'acqua, sono pietrosi, hanno limitazioni climatiche o hanno qualche combinazione di queste limitazioni. Esempi di suoli di V^a Classe sono (1) suoli di aree basse soggetti a frequenti inondazioni che impediscono la normale produzione delle colture, (2) suoli pressoché piani con un periodo utile per la crescita delle piante che ostacola la normale produzione delle colture, (3) suoli piani o quasi piani pietrosi o rocciosi, (4) aree con acqua stagnante dove il drenaggio per le colture non è praticabile ma in cui i suoli sono utilizzabili per foraggiere o arboree. A causa di queste limitazioni la coltivazione delle colture più comuni non è possibile; i pascoli però possono essere migliorati e si possono attendere profitti in caso di gestione adeguata.

VI^a Classe

I suoli in VI^a Classe hanno severe limitazioni che li rendono generalmente inutilizzabili per la coltivazione e limitano il loro uso principalmente al pascolo o prateria, boschi o riparo e nutrimento per la fauna selvatica.

Le condizioni fisiche dei suoli in VI^a Classe sono tali per cui è consigliabile effettuare miglioramenti dei pascoli e delle praterie, se necessari, quali semine, calcitazioni, fertilizzazioni e regimazioni delle acque tramite fossi perimetrali, fossi drenanti, fossi trasversali o diffusori d'acqua (water spreader). I suoli in VI^a Classe hanno limitazioni durevoli che non possono essere corrette, quali (1) pendenze ripide, (2) severi rischi di erosione, (3) effetti della passata erosione, (4) pietrosità, (5) strato radicabile sottile, (6) eccessiva umidità o inondabilità, (7) bassa capacità di trattenimento dell'umidità, (8) salinità o sodicità o (9) clima rigido. A causa di una o più di queste limitazioni questi suoli generalmente non sono usati per piante coltivate. Essi però possono essere usati per pascolo, prateria, bosco, riparo per gli animali o per qualche combinazione di questi.

Alcuni suoli della VI^a Classe possono essere utilizzati senza rischi per le colture comuni purché venga adottata una gestione intensiva. Alcuni suoli appartenenti a questa classe sono inoltre adatti a colture particolari come frutteti inerbiti, blueberries o simili, che necessitano di condizioni diverse da quelle richieste dalle colture

tradizionali. In base ai caratteri del suolo ed al clima locale, i suoli possono essere molto o poco adatti all'utilizzo a bosco.

VIIª Classe

I suoli in VIIª Classe hanno limitazioni molto severe che li rendono inutilizzabili per la coltivazione e restringono il loro uso principalmente al pascolo, al bosco o alla vegetazione spontanea.

Le condizioni fisiche nei suoli di VIIª Classe sono tali per cui è sconsigliabile attuare miglioramenti dei pascoli o delle praterie quali semine, calcitazioni, fertilizzazioni, regimazione delle acque con fossi perimetrali, canali di scolo, fossi trasversali o diffusori d'acqua. Le restrizioni del suolo sono più severe di quelle della VIª Classe a causa di una o più limitazioni durevoli che non possono essere corrette, quali (1) pendenze molto ripide, (2) erosione, (3) suoli sottili, (4) pietre, (5) suoli umidi, (6) sali o sodio, (7) clima sfavorevole o (8) altre limitazioni che li rendono inutilizzabili per le colture più comuni. Essi possono essere utilizzati senza problemi per pascoli, boschi o riparo e nutrimento per la fauna selvatica o per alcune combinazioni di questi con una adeguata gestione.

In base alle caratteristiche dei suoli ed al clima locale i suoli di questa classe possono essere molto o poco adatti all'utilizzo a bosco. Essi non sono adatti a nessuna delle colture comunemente coltivate; in casi particolari, alcuni suoli di questa classe possono essere utilizzati per colture particolari con pratiche di gestione particolari. Alcune zone di VIIª Classe possono necessitare di semine o piantagioni per proteggere il suolo e prevenire danni ad aree adiacenti.

VIIIª Classe

Suoli ed aree in VIIIª Classe hanno limitazioni che ne precludono l'uso per produzioni vendibili e restringono il loro uso alla ricreazione, vegetazione naturale, approvvigionamento idrico o per scopi estetici.

Per suoli ed aree in VIIIª Classe non si devono attendere profitti significativi dall'uso a colture, foraggi, piante arboree benché siano possibili profitti da uso a vegetazione spontanea, protezione dall'erosione idrica o ricreazione.

Le limitazioni, che non possono essere corrette, possono risultare dagli effetti di (1) erosione o rischio di erosione, (2) clima rigido, (3) suolo umido, (4) pietre, (5) bassa capacità di trattenere l'umidità e (6) salinità o sodicità.

Calanchi, rocce affioranti, spiagge sabbiose, alvei fluviali, zone limitrofe ad aree estrattive ed altre aree sterili sono incluse nella VIIIª Classe. Può essere necessario salvaguardare e gestire la crescita delle piante in suoli ed aree della VIIIª Classe in modo da proteggere altri suoli di maggiore interesse, per proteggere le acque, per la fauna e la flora selvatiche o per ragioni estetiche.

ALLEGATO 2. Struttura shapefile

Struttura dello shapefile dei servizi eco sistemici (SE_ROTTOFRENO.shp)

NOME CAMPO	DESCRIZIONE
ID500	Identificatore cella grid 500 x 500m
CAPUSO	Classe capacità d'uso
XID_DEL	Identificativo della delimitazione carta dei suoli
UC_50	Unità cartografica carta dei suoli 1:50.000
SUOLIB_PER	% di suolo libero (da ISPRA 2016)
BUF	BUF a livello regionale (indicizzato 0-1)
WAS	WAS a livello regionale (indicizzato 0-1)
WAR	WAR a livello regionale (indicizzato 0-1)
CST	CST a livello regionale (indicizzato 0-1)
BIO	BIO a livello regionale (indicizzato 0-1)
PRO	PRO Capacità d'uso (indicizzato 0-1)
IQ4	INDICE IQ4 a livello regionale
IQ4_classe	INDICE IQ4 classato a livello regionale
BUF_norm	BUF a livello provinciale (indicizzato 0-1)
WAS_norm	WAS a livello provinciale (indicizzato 0-1)
WAR_norm	WAR a livello provinciale (indicizzato 0-1)
CST_norm	CST a livello provinciale (indicizzato 0-1)
BIO_norm	BIO a livello provinciale (indicizzato 0-1)
IQ4_norm	INDICE IQ4 a livello provinciale
IQ4_CL_nor	INDICE IQ4 classato a livello provinciale
COMUNE	Nome del comune

Struttura shapefile capacità d'uso/carta dei suoli a varie scale (CU_ROTTOFRENO.SHP)

NOME CAMPO	DESCRIZIONE
L1	Carta dei suoli scala 1:5.000.000 ed. 2020
L2	Carta dei suoli scala 1:1.000.000 ed. 2020
L3	Carta dei suoli scala 1:500.000 ed. 2020
L4	Carta dei suoli scala 1:250.000 ed. 2020
UNI_250	Carta dei suoli scala 1:250.000 ed. 1994⁷
XID_DELIN	Identificatore delimitazione carta suoli 50k
UC_50	Unità cartografica carta suoli 50k
CLASSE_C_1	Classe capacità d'uso (n. arabo)
CLASSE	Classe capacità d'uso (n. romano)
limitaz1_f	Limitazione principale
limitaz2_f	Limitazione secondaria
limitaz3_f	Limitazione terziaria
lim_all	Tutte le limitazioni (unica stringa)
Ediz_50k	Anno edizione carta suoli 50K
COMUNE	Nome del comune

⁷ Non presente per la pianura