



**Dott. Alberto Manella**  
Studio di Geologia

Geologia Applicata | Geotecnica | Geologia Ambientale  
Idrogeologia | Idrologia | Idraulica

## Studio geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio

L.R. 11-03-2005 n. 12 - D.G.R. 22-12-2005 n.  
8/1566 - Ord. 20-03-2003 n. 3274

### RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

#### Committente

Comune di Fara Olivana con Sola

#### Località

Comune di Fara Olivana con Sola (BG)

#### Data

Dicembre 2007

#### Relatore

Dott. Geol. Alberto Manella



via degli Alpini 12, 24064 Grumello del Monte (BG) | tel/fax 035 831209  
C.F. MNLLRT69C23E219M | P.IVA 02383900160  
alberto@studiomanella.it | [www.studiomanella.it](http://www.studiomanella.it)

## INDICE

1 – PREMESSA .....	Pag.	3
2 – METODOLOGIA APPLICATA .....	»	4
2.1 – Fase analitica .....	»	4
2.2 – Fase di sintesi/valutazione .....	»	8
2.3 – Fase di proposta .....	»	8
3 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	»	8
3.1 – Posizione geografica .....	»	8
3.2 – Conformazione orografica ed idrologica .....	»	9
4 – ASPETTI CLIMATICI .....	»	9
4.1 – Precipitazioni .....	»	10
4.2 – Radiazione solare e temperatura .....	»	11
4.3 – Umidità e pressione atmosferica .....	»	11
4.4 – Evapotraspirazione .....	»	12
5 – CARATTERI GEOLOGICI DELLA PIANURA E CARATTERIZZAZIONE DI MASSIMA DEI TERRENI AI FINI GEOLOGICO-APPLICATIVI .....	»	12
5.1 – Assetto geologico dell'area .....	»	12
5.2 – Proprietà geotecniche del sottosuolo .....	»	13
6 – CONFORMAZIONE GEOMORFOLOGICA, IDROGRAFICA E PEDOLOGICA DEL TERRITORIO .....	»	15
6.1 – Elementi geomorfologici .....	»	15
6.2 – Elementi idrologici .....	»	16
6.3 – Elementi pedologici .....	»	20
7 – ASSETTO IDROGEOLOGICO E VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI .....	»	22
7.1 – Struttura idrogeologica del sottosuolo .....	»	23
7.2 – Geometria della superficie piezometrica .....	»	25
7.3 – Vulnerabilità degli acquiferi .....	»	25
8 – PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE .....	»	26
9 – VALUTAZIONI DI SINTESI .....	»	27
9.1 – Vincoli geologico-ambientali .....	»	27
9.2 – Aree di vulnerabilità e pericolosità .....	»	30
10 – FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO .....	»	31



11 – NORME GEOLOGICHE DI PIANO .....	»	31
Art. 1 – Classe di fattibilità 1 .....	»	32
Art. 2 – Classe di fattibilità 2 .....	»	32
Art. 3 – Classe di fattibilità 3 .....	»	32
Art. 4 – Classe di fattibilità 4 .....	»	34
Art. 5 – Regolamento di polizia idraulica .....	»	34
Art. 6 – Fasce fluviali definite dal Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico del fiume Pò .....	»	40
Art. 7 – Studi di approfondimento dello strumento geologico comunale ..	»	43
Art. 8 – Norme per la valutazione degli effetti sismici di sito .....	»	44
12 – ALLEGATI .....	»	44
12.1 – Allegati alla relazione .....	»	44
12.2 – Cartografia tematica .....	»	44
13 – BIBLIOGRAFIA .....	»	45

## 1 - PREMESSA

La componente geologica riveste un'importanza determinante nell'ambito degli studi e delle indagini finalizzati alla pianificazione territoriale, la quale prevede la suddivisione di alcune aree in particelle omogenee con specifiche destinazioni urbanistiche. La valutazione degli elementi di connotazione del paesaggio e l'analisi dettagliata dei fenomeni naturali, che originano l'equilibrio dinamico dell'ambiente, conducono alla scelta di interventi antropici capaci di garantire la tutela del complesso sistema ambientale territoriale e di minimizzare gli effetti negativi dell'urbanizzazione nei confronti del patrimonio paesistico collettivo.

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Fara Olivana con Sola è stato predisposto lo studio geologico di tutto il territorio nell'intento di acquisire la conoscenza dei fattori fisici e naturali che concorrono, opportunamente analizzati ed interpretati, alla definizione dei criteri di selezione delle trasformazioni da operare, coniugando le esigenze pratiche di fruizione dell'ambiente con il rispetto delle peculiarità paesaggistiche del comparto in esame.

La Legge Regionale 11-03-2005 n. 12 ha introdotto un nuovo strumento di gestione del territorio comunale, caratterizzato da un innovativo approccio culturale alla materia urbanistica e denominato Piano di Governo del Territorio. La componente geologica assume una forte centralità, soprattutto nella definizione dei rischi esistenti sulla base dei quali devono essere operate le scelte di modificazione d'uso dei terreni. Ai sensi dell'art. 8 comma 1 lettera c della Legge 12/2005 nel Documento di Piano del P.G.T. deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio secondo quanto previsto dall'art. 57 comma 1 lettera a.

In adempimento alla suddetta legge la Regione Lombardia ha emanato la D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566 contenente:

- le linee guida per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio
- le indicazioni per l'aggiornamento degli studi geologici approvati
- le modalità di confronto fra gli strumenti di pianificazione comunale con gli atti di pianificazione sovraordinata (PTCP e PAI).

La direttiva regionale rappresenta un documento normativo molto aggiornato, in quanto recepisce le "Norme Tecniche per le Costruzioni" in materia di rischio sismico, traducendole nell'ambito della procedura di microzonazione da realizzare sulla base della classificazione sismica dei comuni lombardi.

Le modalità d'indagine geologica e le tecniche impiegate per la realizzazione della documentazione tecnica sono riferite ai criteri ed agli indirizzi stabiliti dalla Regione Lombardia attraverso le seguenti delibere: D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566 e D.G.R. 15/01/1999, n. 6/40996; inoltre l'analisi della componente sismica dello studio geologico è stata articolata in

relazione ai contenuti dell'Ordinanza n. 3274 del 20-03-2003 e delle successive modifiche ed integrazioni.

Nella redazione della cartografia geologica d'inquadramento e di dettaglio sono state impiegate la simbologia e la nomenclatura geologica stabilite, utilizzando i colori proposti; tuttavia in alcuni casi sono state apportate piccole modifiche volte a migliorare la chiarezza dei documenti cartografici, ove la sovrapposizione di molti simboli e colori ha richiesto la variazione degli standard di riferimento per consentirne una facile lettura.

L'insieme della documentazione tecnica prodotta ha fornito un quadro esaustivo delle peculiarità geologiche che caratterizzano il territorio, favorendo mediante l'intersezione dei dati raccolti la scelta circostanziata più adeguata alla vocazione dei siti sui quali operare gli interventi di urbanizzazione.

Ad ogni buon conto si precisa che il lavoro svolto non ha lo scopo di affrontare singoli problemi geologico-tecnici ed idrogeologici, né solleva l'Amministrazione ed il privato cittadino dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico ed ambientale.

## 2 - METODOLOGIA APPLICATA

L'obiettivo della creazione di un sistema di informazioni finalizzate alla pianificazione territoriale è stato raggiunto operando in tre fasi di lavoro, articolate secondo una tempistica dettata dalla progressiva e graduale comprensione delle realtà ambientali che caratterizzano l'apparato paesaggistico, con l'attuazione di operazioni differenti mirate all'obiettivo finale della zonazione del territorio.

La base cartografica impiegata, fornita dall'Ufficio Tecnico Comunale e riportata in scale differenti in relazione al tematismo rappresentato, è costituita dal rilievo aerofotogrammetrico e dalla Carta Tecnica Regionale.

### 2.1 – FASE DI ANALISI

In questa fase è stata effettuata una raccolta di dati integrata con i rilevamenti diretti eseguiti sul terreno; le operazioni predisposte sono state le seguenti:

- raccolta di informazioni storiche presso archivi comunali e pubblici;
- consultazione di bibliografia geologica e geologico-tecnica;
- raccolta di dati climatici presso le stazioni di misura;
- analisi di fotografie aeree con individuazione dei principali lineamenti geomorfologici;
- rilevamento geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico, con acquisizione di dati di campagna;

- valutazione del rischio sismico.

L'esame delle condizioni di rischio sismico è stato predisposto interpretando le condizioni geologiche e morfologiche del sito per identificare la possibilità, in occasione di eventi sismici, di effetti di amplificazione che possano alterare la situazione di pericolosità sismica dell'area stabilita dalla normativa. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti e quindi in rapporto alle caratteristiche dei terreni si distinguono i seguenti gruppi di effetti locali.

1) **Effetti di sito o di amplificazione sismica locale:** interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche di ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Questi effetti sono a loro volta distinti nei seguenti due gruppi:

- ✓ effetti di amplificazione topografica, che si verificano quando le morfologie e le irregolarità della topografia favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto;
- ✓ effetti di amplificazione litologica, che si verificano quando l'esistenza di orizzonti litologici di particolari proprietà meccaniche possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno.

2) **Effetti di instabilità:** riguardano i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese, associato a collassi e movimenti di grandi masse di terreno. Nel caso di versanti in equilibrio precario di possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di processi gravitativi; nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici si possono verificare movimenti differenziali fra i vari settori; nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista geotecnico si possono avere cedimenti, fluimenti, scivolamenti e colamenti; nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo si possono verificare fenomeni di subsidenza legati al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

Nell'ambito del territorio comunale di Fara Olivana con Sola, trattandosi di un'area completamente pianeggiante e priva di scarpate di altezza superiore a 10 m, gli effetti di possibile amplificazione sismica sono connessi con la presenza nel sottosuolo di livelli stratigrafici di scarsa qualità geotecnica, potenzialmente soggetti a cedimenti ed in grado di accentuare la risposta sismica locale, producendo azioni sui manufatti esistenti maggiori rispetto a quelle attese.

La metodologia impiegata per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal Decreto Ministeriale 14-09-2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dall'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20-03-2003, si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia. Tale metodologia prevede i seguenti tre livelli di approfondimento:

- **1° livello:** consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e di dati esistenti in letteratura;
- **2° livello:** è articolato nell'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente, sulla base di determinazioni di tipo semi-quantitativo, a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale;
- **3° livello:** comporta la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite.

Il primo livello è obbligatorio per tutti i comuni e contempla la redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale riportando gli scenari di pericolosità contenuti nella seguente tabella:

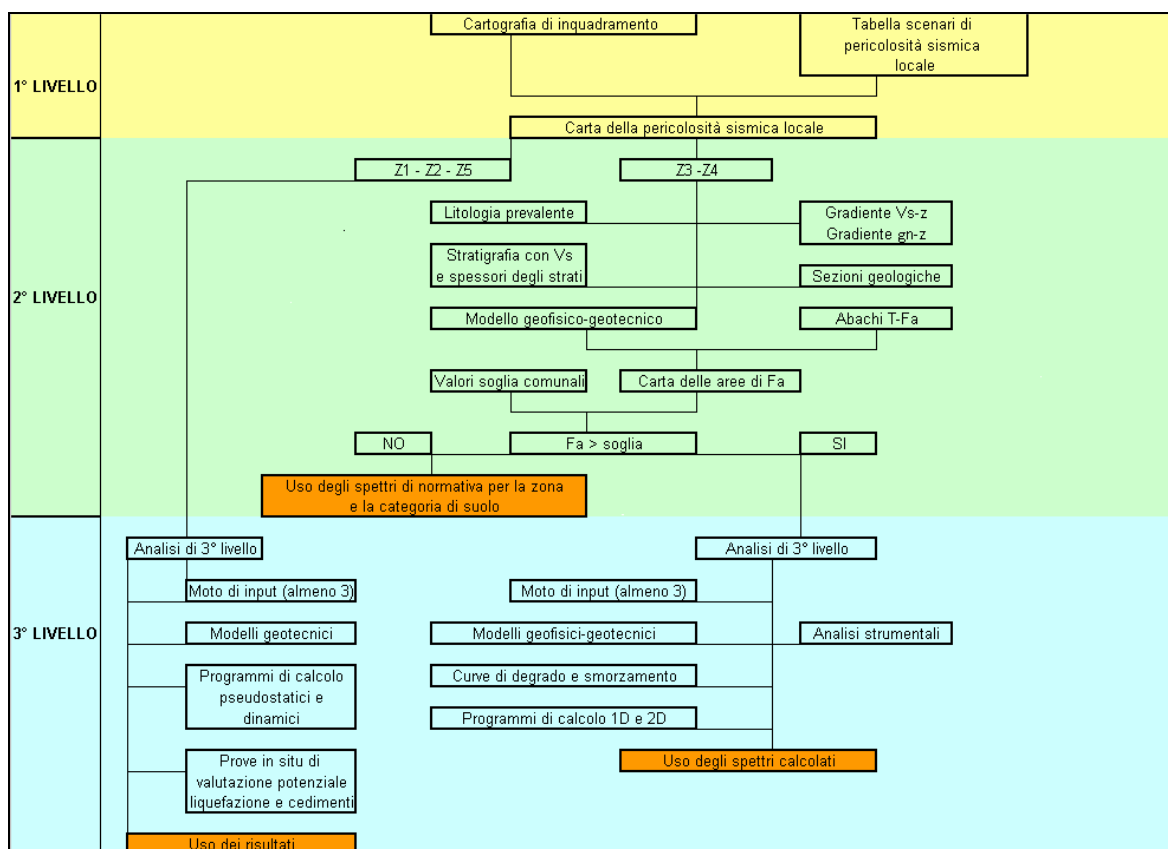
<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Il secondo livello è obbligatorio per i comuni che ricadono nelle zone sismiche 2 e 3 nelle aree suscettibili di amplificazione sismica morfologica e litologica ed interferenti con l'urbanizzato e/o le aree di espansione.

Il terzo livello si applica successivamente al secondo quando la normativa nazionale è inadeguata all'interno degli scenari caratterizzati da effetti di amplificazione morfologica e litologica, quando vi sono aree soggette ad effetti di instabilità, cedimenti e liquefazioni e quando si è in presenza di zone di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non vanno applicati sulle aree che per situazioni geologiche e ambientali o per vincoli normativi siano considerate inedificabili.

Per sintetizzare quanto descritto si riporta di seguito il diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli d'indagine, così come stabilito nell'allegato 5 della D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566.



Il Comune di Fara Olivana con Sola è inserito in zona sismica 4 e quindi è stato applicato solo il primo livello, con l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica.

L'elaborazione critica delle informazioni raccolte ha permesso di realizzare la cartografia d'inquadramento così suddivisa:

Documento cartografico	Estensione e scala
Carta Geologica e Geomorfologica	Su tutto il territorio in scala 1:10.000
Carta Idrogeologica	Su tutto il territorio in scala 1:10.000
Carta della Pericolosità Sismica Locale	Su tutto il territorio in scala 1:10.000

La Carta Idrogeologica è stata inoltre corredata anche di una sezione idrogeologica, che rappresenta la distribuzione delle varie litologie in profondità e la geometria della superficie piezometrica.



## 2.2 – FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE

Le risultanze tecniche della fase di analisi sono state criticamente esaminate ed opportunamente interpretate in modo da fornire un quadro sintetico dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica ed idrogeologica. Inoltre l'esame dei vincoli normativi di natura prettamente geologica ed ambientale ha permesso l'individuazione delle specifiche limitazioni d'uso del territorio.

I documenti cartografici prodotti in questa fase sono rappresentati dalla **Carta dei Vincoli** e dalla **Carta di Sintesi**, redatte in scala 1:5.000 su tutto il territorio comunale.

## 2.3 – FASE DI PROPOSTA

La fase di proposta si articola nella compilazione della **Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano** su tutto il territorio comunale in scala 1:2.000 sulla base cartografica del PGT e 1:10.000 sulla CTR e delle norme geologiche di attuazione. In relazione alla tipologia della pericolosità geologica, geotecnica, idraulica ed idrogeologica e dell'entità dei fenomeni rilevati sono state assegnate classi di fattibilità diversa, riferite ad ambiti omogenei.

Le limitazioni riportate sono state definite in relazione a tutti i fattori fisici e geologici che compongono l'ambiente naturale, delineando fasce omogenee di territorio caratterizzato dalle medesime condizioni di pericolosità e rischio idrogeologico.

## 3 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Fara Olivana con Sola è situato all'estremità meridionale della pianura bergamasca a quote comprese fra 114 e 106 m s.l.m., in prossimità del confine comunale della Provincia di Cremona. Il territorio è attraversato dalla Strada Provinciale n. 103 sul confine orientale, dal fiume Serio su quello occidentale e dalla ex Strada Statale n. 11 su quello meridionale. Il centro abitato ed i nuclei agricoli circostanti raggruppano un numero complessivo di 1229 abitanti (dato fornito dall'anagrafe al 31-10-2007).

### 3.1 – POSIZIONE GEOGRAFICA

La forma del confine comunale descrive sommariamente un parallelepipedo con base pari a circa 2.5 km, altezza di 2.0 km ed estensione areale di 4.93 km<sup>2</sup>.

La distanza in linea d'aria dai principali centri del settore geografico in cui risulta inserito è di circa 29 km da Bergamo, 12 km da Treviglio e 3 km da Romano di Lombardia (fig. 1).

### 3.2 – CONFORMAZIONE OROGRAFICA ED IDROLOGICA

Il territorio comunale di Fara Olivana con Sola è costituito interamente da una morfologia pianeggiante, con pendenza media della superficie topografica pari a circa lo 0.35%.

Il deflusso e lo scorrimento delle acque superficiali principali avviene lungo il fiume Serio e mediante un sistema di rogge, da cui si diparte una fitta rete di fossi impiegati prevalentemente a scopo irriguo. L'elemento idrografico più importante è rappresentato dal fiume Serio, che si estende in direzione N-S, lambendo la porzione occidentale del territorio comunale. In aggiunta sono presenti altri elementi idrografici di significativa importanza, soprattutto sotto l'aspetto irriguo, quali la Roggia Borromeo e la Roggia Fontana Filtra, i cui caratteri ambientali verranno trattati in dettaglio nel capitolo 6.

Nel complesso il territorio di Fara Olivana con Sola possiede una localizzazione geografica ed una conformazione morfologica che ne consentono una classificazione come area di pianura e quindi soggetta ad una tipologia di studio geologico predefinita dalla D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566; i criteri determinati sono stati rigorosamente rispettati, sebbene con opportune personalizzazioni, nella composizione della presente indagine di supporto al Piano di Governo del Territorio.

## 4 – ASPETTI CLIMATICI

Il clima è l'insieme degli elementi meteorologici e dei loro effetti che si combinano in modo caratteristico per una certa area geografica durante il corso dell'anno, conferendo un'impronta distintiva al contesto ambientale del territorio.

L'importanza della valutazione delle tipicità climatiche di una zona deriva dal fatto che il clima è in grado di condizionare fortemente l'evoluzione morfodinamica del paesaggio naturale, provocando la formazione di innumerevoli morfologie connesse con i vari elementi meteorologici; inoltre l'analisi dello stato di funzionamento della rete idrografica oltre che delle opere di captazione e smaltimento delle acque non può prescindere dagli aspetti climatici dell'area di localizzazione degli elementi fisici naturali ed artificiali.

In sostanza è chiaro che l'analisi dettagliata del clima risulta di prioritario valore in quanto legata ad innumerevoli risvolti tecnici che consentono di effettuare interpretazioni e scelte di ordine applicativo e pianificatorio, con significative conseguenze sugli interventi puntuali di edificazione ed antropizzazione.

L'esame delle caratteristiche climatiche del territorio di Fara Olivana con Sola è stato eseguito attraverso la raccolta di dati disponibili presso la stazione meteorologica di Treviglio, dove si registrano con relativa continuità le variazioni degli elementi del clima. La scelta delle stazioni di riferimento è stata dettata principalmente dalla distanza e dalla fisiografia dei centri di rilevazione, così da ottenere indicazioni il più possibile fedeli alla zona d'indagine.

#### 4.1 – PRECIPITAZIONI

I dati pluviometrici sono stati raccolti presso la stazione di Treviglio, appartenente al Servizio Idrografico Italiano del Ministero dei Lavori Pubblici, per il periodo compreso fra il 1951 ed il 1988, integrandoli sino all'anno 2000 con i dati acquisiti dalla stazione dell'Istituto Tecnico Agrario di Stato G. Cantoni di Treviglio. Le precipitazioni intense, misurate ad intervalli regolari di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, sono riferite alla stazione pluviografica del Servizio Idrografico ed includono gli anni compresi fra il 1955 ed il 1986.

La posizione geografica delle due stazioni meteorologiche di Treviglio, poste alla quota di 126 m s.l.m., risulta particolarmente favorevole per rappresentare l'assetto climatico del territorio di Fara Olivana con Sola, la cui distanza da Treviglio è inferiore a 15 km e la cui conformazione morfologica non differisce in modo significativo.

I valori medi calcolati per costruire le tabelle ed i diagrammi sono stati definiti escludendo alcuni anni negli intervalli temporali suddetti per i quali, a causa di ragioni imprecise, non sono disponibili le misurazioni.

La tabella seguente rappresenta sinteticamente i dati pluviometrici raccolti, mentre i diagrammi contenuti nella fig. 2 indicano le medie mensili ed annuali calcolate nell'intervallo temporale di misura:

Intervallo temporale (anni)	Media annuale (mm)	Giorni piovosi (-)
1951-1960	897,5	-
1951-1970	881,8	-
1951-1980	886,8	-
1951-1990	889,4	-
1951-2000	945,4	-
Precipitazione massima annuale registrata = 1482,6 mm (1994)		
Anni di osservazione = 49		
Periodo di osservazione = 1951-2000		

L'esame dei diagrammi e della tabella sopra riportata indicano chiaramente un regime pluviometrico tipico delle aree pianeggianti, caratterizzate da precipitazioni medie annue solitamente inferiori a 1000 mm e da picchi distribuiti durante l'inizio della stagione autunnale e primaverile.

I dati pluviografici delle piogge intense, riportati nella fig. 3a, sono stati elaborati statisticamente secondo la legge di Gumbel, costruendo le curve di interpolazione contenute

nella fig. 3b, da cui è stata estrapolata la curva di possibilità climatica riferita ad un periodo di ritorno pari a 100 anni indicata nella fig. 3c. L'equazione di quest'ultima curva consente di determinare in funzione di un intervallo di tempo prestabilito la precipitazione critica che si può attendere ogni 100 anni e quindi i relativi quantitativi d'acqua convogliati da corsi d'acqua, bacini di raccolta e superfici di scolo urbanizzate.

Le precipitazioni nevose nell'area di Fara Olivana con Sola sono estremamente scarse e poco significative per la definizione dell'assetto climatico della zona.

## 4.2 – RADIAZIONE SOLARE E TEMPERATURA

Gli altri parametri che caratterizzano il clima assieme alla precipitazione sono stati raccolti presso la stazione dell'Istituto Tecnico Agrario di Stato G. Cantoni; il modesto numero e l'intermittenza delle misurazioni non consentono attendibili valutazioni statistiche, ma costituiscono semplicemente una serie di osservazioni frammentarie ed indicative di inquadramento climatico.

L'andamento dei grafici della radiazione solare e della temperatura contenuti nella fig. 4 descrivono una situazione tipica delle nostre latitudini: il picco d'intensità della radiazione solare si verifica con un certo margine di anticipo rispetto a quello della temperatura, per effetto della capacità termica del pianeta terrestre che continua ad accumulare calore anche quando l'altezza del sole inizia a diminuire.

Negli anni compresi fra il 1991 ed il 2000 la temperatura minore è stata raggiunta nel mese di dicembre e gennaio con circa 2,1°C, mentre i mesi più caldi sono risultati luglio ed agosto con temperature medie superiori a 23°C. La temperatura media annua si attesta all'incirca sui 12°C, in sostanziale accordo con i valori delle aree di media pianura.

Per quanto attiene alla radiazione solare il valore più elevato registrato nel mese di luglio è risultato pari a 299.1 cal/cm<sup>2</sup>/giorno, mentre il valore più basso corrisponde al mese di dicembre con 36.4 cal/cm<sup>2</sup>/giorno.

## 4.3 – UMIDITÀ E PRESSIONE ATMOSFERICA

Anche in questo caso i dati della stazione di Treviglio appaiono frammentari, ma comunque significativi per una valutazione di massima. La fig. 5 contiene la rappresentazione dell'oscillazione dell'umidità relativa e della pressione.

Come si nota i valori più bassi dell'umidità si verificano in concomitanza con la stagione primaverile, connessa ad una frequente riduzione del contenuto d'acqua nell'atmosfera. La pressione invece mostra delle variazioni più irregolari, in quanto risulta estremamente suscettibile alle perturbazioni che si possono verificare durante tutto il corso dell'anno; tuttavia si registrano valori massimi nel periodo autunnale.

I valori estremi misurati sono i seguenti:

- pressione max = 1010.8 mm (ottobre)
- pressione min = 1000.2 mm (aprile)
- umidità max = 80.0 % (novembre)
- umidità min = 62.9 % (marzo)

#### 4.4 – EVAPOTRASPIRAZIONE

Tale parametro rappresenta la quantità d'acqua che da un lato ritorna all'atmosfera mediante l'evaporazione e dall'altro viene assorbita dalle piante mediante processi biologici. La valutazione numerica è stata eseguita attraverso la **formula di Turc**, che la lega alla temperatura ed alla precipitazione media annua. Impiegando i dati a disposizione è stata ottenuta un'evapotraspirazione pari a 566 mm; la parte rimanente di acqua rispetto al totale della precipitazione media annua si infila nel sottosuolo e/o scorre superficialmente andando ad alimentare i corsi d'acqua.

In conclusione l'analisi e l'elaborazione dei parametri climatici desunti dalle stazioni meteorologiche testimoniano che il territorio di Fara Olivana con Sola è caratterizzato da un clima di tipo **temperato subcontinentale**, peculiare delle aree appartenenti alla Val Padana.

## 5 – CARATTERI GEOLOGICI DELLA PIANURA E CARATTERIZZAZIONE DI MASSIMA DEI TERRENI AI FINI GEOLOGICO-APPLICATIVI

L'origine e la distribuzione spaziale dei sedimenti che compongono la pianura è di fondamentale importanza per comprendere l'evoluzione geomorfologica del territorio e la circolazione delle acque sotterranee, oltre che le proprietà geotecniche del terreno costituente il sottosuolo.

Nella **Carta Geologica e Geomorfologica** (tav. 1) sono riportati gli elementi geologici e geotecnici ricostruiti in parte mediante rilevamento diretto ed in parte attraverso la raccolta di indagini eseguite in passato sul territorio.

### 5.1 – ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA

La zona pianeggiante a cui appartiene Fara Olivana con Sola è inserita nella Carta Geologica della Provincia di Bergamo in scala 1:50.000 fra i depositi alluvionali dell'Unità Postglaciale. La distinzione con gli altri sedimenti della pianura avviene prevalentemente su base morfologica e litostratigrafica, individuando settori altimetricamente più elevati, separati

da orli di terrazzamento alluvionale e caratterizzati da grado di alterazione progressivamente maggiore in funzione dell'età del deposito.

La geologia del Quaternario del territorio comunale di Fara Olivana con Sola è sostanzialmente connessa con l'azione del fiume Serio, il quale successivamente alla fusione delle grandi masse glaciali alpine ha prodotto una rilevante quantità di materiale detritico sabbioso-ghiaioso depositato nella conca padana. Una situazione particolare e degna di nota è rappresentata dalle aree di transizione fra bacini deposizionali diversi, dove la coalescenza fra conoidi alluvionali ha creato i presupposti morfologici per una sedimentazione di materiale limoso; si tratta di fenomeni correlabili alla presenza di aree abbandonate dai fiumi o interessate da una scarsa azione trattiva della corrente idrica, che favorisce la sedimentazione di particelle fini per spessori solitamente non rilevanti.

La zona di Fara Olivana con Sola come accennato in precedenza è localizzata in prossimità di un'importante asta fluviale e le stesse caratteristiche litologiche e tessiturali, sono connesse con l'attività deposizionale ascrivibile al Serio.

L'area rilevata è dotata in vicinanza del fiume di alcuni orli di terrazzamento alluvionale, poco marcati e generalmente discontinui; pertanto non sono state prodotte suddivisioni particolari delle unità quaternarie, distinguendo solo le zone perifluviali, peraltro ben caratterizzate anche sotto l'aspetto pedologico.

Il primo sottosuolo delle aree occupate dal territorio di Fara Olivana con Sola è costituito da depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi, con frazione limosa molto abbondante nei primi 4-5 m; i clasti che compongono la porzione granulare risultano ben arrotondati e di origine molteplice; in superficie è presente uno strato di alterazione limo-argilloso, oggetto delle attività agricole, dello spessore di 1 m.

## 5.2 – PROPRIETA' GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

Il processo di zonazione della pericolosità geologica e della microzonazione sismica di un territorio prevedono anche la conoscenza di tutti gli elementi litostratigrafici e geotecnici del sottosuolo.

La caratterizzazione geotecnica del terreno è stata eseguita sulla base delle informazioni raccolte dalle indagini geognostiche effettate in passato, dalle stratigrafie dei pozzi trivellati e dall'osservazione di scavi edilizi aperti. Chiaramente per le finalità del presente studio non è stata approfondita la determinazione dei parametri geotecnici, per i quali sono stati indicati degli intervalli di valori.

Nella Carta Geologica e Geomorfologica sono riportate tutte le indagini ed i dati impiegati per caratterizzare il sottosuolo, i cui dettagli sono contenuti nelle relative schede allegate. In particolare si dispone di:

- o dati tecnici inerenti i **pozzi per acqua** (profondità compresa fra 60 e 70 m)
- o diagrammi di **prove penetrometriche dinamiche continue** (profondità compresa fra 8 e 12 m).

I dati ricavati dai pozzi sono stati utilizzati per la ricostruzione delle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo, mentre i risultati delle prove penetrometriche hanno permesso la parametrizzazione del terreno con la definizione delle proprietà di resistenza e deformabilità del sottosuolo.

Le prove penetrometriche allegate segnalano che il sottosuolo interessato dalla distribuzione delle tensioni indotte dalle strutture edilizie, pur essendo formato da terreni a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaiosa, è costituito da due strati dotati di differenti proprietà meccaniche. Di seguito se ne descrivono le caratteristiche geotecniche:

#### I strato

- profondità = 0.0-4.0 m
- grado di addensamento = basso
- compressibilità = elevata
- peso di volume naturale = 1.8-2.0 t/m<sup>3</sup>
- angolo di attrito = 23°-27°
- coesione intercetta = 0.0 t/m<sup>2</sup>

#### II strato

- profondità = 4.0-12.0 m
- grado di addensamento = da basso a moderato
- compressibilità = media
- peso di volume naturale = 1.8-2.0 t/m<sup>3</sup>
- angolo di attrito = 28°-35°
- coesione intercetta = 0.0 t/m<sup>2</sup>

La profondità della falda libera, misurata indirettamente tramite le prove penetrometriche, è risultata compresa fra 2.0 e 3.5 m dal piano campagna. Va precisato che durante l'anno il livello piezometrico subisce oscillazioni cicliche connesse con il regime climatico stagionale e con le procedure di irrigazione delle aree agricole.

La copertura superficiale che compone il suolo è costituita da uno strato di spessore massimo pari ad 1 m di terreno limo-argilloso di natura residuale, derivante dall'alterazione chimico-fisica in loco, dotato di qualità geotecnica molto scadente e caratterizzato da una composizione chimica favorevole solo per l'impiego agricolo.

Nella Carta Geologica e Geomorfologica sono stati riportati i dati stratigrafici e geotecnici riferiti al primo strato, in quanto qualsiasi scavo o costruzione coinvolgono prevalentemente questa porzione del sottosuolo; inoltre le tensioni indotte da fondazioni continue su trave rovescia o isolate su plinto è probabile che raggiungano solo marginalmente il secondo strato, incontrando evidentemente rilevanti problematiche di portanza e cedimento.

Complessivamente si può quindi affermare che il terreno esaminato possiede una **qualità geotecnica scadente**, motivata dalla presenza di depositi sabbiosi sciolti e dall'esistenza della falda libera a ridotta profondità dal piano campagna. Ovviamente non si possono escludere variazioni di proprietà meccaniche da zona a zona, ma la verifica puntuale dovrà essere eseguita di volta in volta in funzione della tipologia e dell'estensione dell'intervento costruttivo.

## 6 – CONFORMAZIONE GEOMORFOLOGICA, IDROGRAFICA E PEDOLOGICA DEL TERRITORIO

Le forme ed i processi geomorfologici che governano gli equilibri dinamici del paesaggio naturale sono stati riportati dettagliatamente nella Carta Geologica e Geomorfologica (tav. 1) in scala 1:10.000, costruita mediante il rilevamento di campagna e la lettura delle fotografie aeree. A corredo di questa carta di base sono state inserite informazioni anche sulle proprietà pedologiche dei suoli e sono stati riportati gli elementi idrografici attraverso i quali avviene lo scorrimento delle acque superficiali.

Il territorio di Fara Olivana con Sola è interamente formato da una superficie pianeggiante, con irregolarità morfologiche legate ai terrazzamenti prodotti dal fiume Serio. Le aree perfluviali sono soggette a fenomeni di trasformazione e modellamento del terreno in seguito alla dinamica fluviale. La notevole diffusione di elementi idrografici e le innumerevoli unità pedologiche presenti sul territorio testimoniano un'importante vocazione antropica volta allo sfruttamento delle preziose risorse idriche ed agricole.

### 6.1 – ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

L'assenza di aree acclivi e la mancanza di variazioni molto accentuate di geometria della superficie topografica fanno sì che gran parte del territorio di Fara Olivana con Sola, con l'esclusione della porzione perfluviale, non sia coinvolta in particolari processi morfogenetici, responsabili delle principali trasformazioni del pianeta terrestre.

L'azione antropica si è sviluppata negli anni attraverso la realizzazione di bonifiche agricole, volte al miglioramento della qualità chimica ed agronomica del suolo ed all'ottimizzazione delle pratiche colturali dei fondi. Tuttavia i segni di tali interventi non sono visibili sul territorio, dal momento che non hanno comportato modifiche altimetriche rilevanti, limitandosi eventualmente alla creazione di nuovi fossi irrigui ed all'eliminazione di tratti non più utilizzabili.

Si segnala invece la vicinanza di un **lago di cava** al di fuori del confine comunale, nella zona sud-occidentale, dove l'azione antropica ha comportato una significativa trasformazione territoriale successivamente all'attività estrattiva di materiale ghiaioso-sabbioso dal sottosuolo.

La morfogenesi del territorio di Fara Olivana con Sola è dominata dal fiume Serio, che lungo la zona perfluviale svolge tuttora un'azione di modellamento continuo, attraverso processi di erosione e sedimentazione. Le numerose **isole fluviali** originate dal trasporto solido della corrente idrica mutano frequentemente la loro posizione e geometria, dal momento che il materiale ghiaioso-sabbioso viene rimaneggiato durante gli eventi di piena ordinaria. Il ciglio dell'**orlo di scarpata d'erosione fluviale** è stato riportato nella Carta Geologica e Geomorfologica per delimitare la fascia di stretta competenza del fiume, dove gli sforzi



tangenziali della corrente risultano ancora attivi, seppure agenti talora su sponde rinforzate con pietrame localmente cementato.

La testimonianza dell'attività del fiume nel passato è rappresentata invece dagli **orli di terrazzamento alluvionale**, presenti con geometrie irregolari e continuità spaziale molto ridotta. Il terrazzamento più evidente è quello esteso dalla località Sola, in prossimità del laghetto di cava, sino all'incrocio della Roggia Nuova nei pressi del cimitero. Spostandosi verso l'alveo sono stati individuati altri due orli di terrazzamento, la cui altezza e continuità appaiono comunque molto modesti.

In posizione nord-occidentale rispetto al cimitero è stato identificato un **argine fluviale artificiale**, creato recentemente per la protezione delle aree limitrofe dai fenomeni di esondazione. Tale opera è stata realizzata successivamente ad eventi di piena che hanno comportato l'esondazione del fiume e l'interessamento della Fontana Giulia, con l'allagamento di estese aree pianeggianti verso la frazione Sola. L'altezza e la larghezza di qualche metro del rilevato forniscono allo stato attuale un'adeguata garanzia di tutela da esondazioni dirette, sebbene non si possa escludere in concomitanza con una piena eccezionale, indicativamente con periodo di ritorno di 200 anni, l'interessamento di zone poste oltre l'argine.

Sulla base delle informazioni raccolte non si segna l'esistenza di punti di crisi idraulica e/o manifestazioni di esondazione verificatisi lungo le rogge presenti.

## 6.2 – ELEMENTI IDROLOGICI

L'area di Fara Olivana con Sola è localizzata nell'ambito del settore pianeggiante appartenente al bacino del fiume Serio. Il sistema idrografico superficiale del territorio (fig. 6) è articolato in corsi d'acqua naturali, che svolgono sola la funzione idraulica quali il fiume Serio, e corsi d'acqua misti che possiedono valenza idraulica ed irrigua. L'acqua che defluisce lungo il fiume proviene dal bacino idrografico sviluppato a monte, mentre quella che scorre nelle rogge deriva in parte dai corsi d'acqua naturali ed in parte dai fontanili esistenti alimentati dalle acque sotterranee.

La delimitazione delle fasce fluviali nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po' interessa direttamente il territorio di Fara Olivana con Sola, sul quale insistono la fascia A, B e C (fig. 7), limitatamente alla zona occidentale ed esternamente ai centri abitati.

La denominazione, il percorso e le caratteristiche dei corsi d'acqua sono stati desunti dallo studio per l'individuazione del reticolo idrico superficiale, condotto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Fara Olivana con Sola dallo Studio Terre e Foreste di Romano di Lombardia, ai sensi della D.G.R. 25-01-2002 n. 7/7868 e successive modifiche.

Nella Carta Geologica e Geomorfologica sono stati rappresentati tutti i corsi d'acqua individuati nel suddetto studio, distinguendo le varie aste in reticolo principale e minore. Tale suddivisione ha permesso di separare gli elementi idrografici più significativi e ricchi di acqua, differenziati da quelli di carattere locale, per i quali si registrano scarse ed intermittenti portate idriche. In aggiunta va sottolineato che la rete irrigua non svolge un'importante funzione idraulica, bensì risulta sostanzialmente a servizio dell'attività agricola.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico superficiale, desunta dal suddetto studio, al quale si rimanda per maggiori dettagli.

### 6.2.1 – Fiume Serio

Si tratta senz'ombra di dubbio dell'elemento idrografico più importante, sia per estensione lineare che per sezione idraulica e portate di deflusso. Il fiume Serio prende origine nelle Alpi Orobie dal Monte Torena, attraversa le montagne e le colline della Valle Seriana entra in pianura a NE di Bergamo e confluisce da sinistra nel fiume Adda presso Pizzighettone. Il bacino idrografico individuato dalla sorgente alla foce occupa un'area complessiva di circa 1200 km<sup>2</sup>, con una lunghezza dell'asta fluviale principale pari a 124 km; lungo il percorso vi sono molti torrenti minori che confluiscono nel fiume, sino alla bassa pianura, settore in cui prevalgono le derivazioni verso le rogge piuttosto che le alimentazioni. Mentre nelle aree altimetricamente più elevate il percorso del fiume assume prevalentemente un andamento rettilineo con incisione delle unità rocciose, nella zona pianeggiante l'asta fluviale descrive frequenti e talora ampi meandri nei depositi alluvionali sciolti, che sono la conseguenza della riduzione di competenza della corrente trattiva nella fascia a minore pendenza. Nel tempo l'alveo del Serio ha subito diffuse e rilevanti trasformazioni, sia ad opera dei fenomeni erosivi della corrente idrica che in seguito ad operazioni antropiche volte allo sfruttamento dei terreni disposti nella zona perifluviale. Nel territorio di Fara Olivana con Sola il corso d'acqua possiede la connotazione tipo "braided", cioè con canali anastomizzati ed isole sabbioso-ghiaiose; l'altezza degli argini naturali, localmente sistemati artificialmente con scogliere in pietrame debolmente cementate, raggiunge valori medi di 2-3 m. Per questo importante elemento idrografico sussiste il vincolo previsto dalla Legge 431/1985, materializzato da una fascia di rispetto ambientale pari a 150 m.

### 6.2.2 – Roggia Navarezza

La roggia "Navarezza" trae origine nel territorio di Romano di Lombardia, con derivazione della Roggia "Fontanone di Romano". Il corso d'acqua, un tempo utilizzato anche per scopi irrigui, svolge la funzione principale di intercettare le acque meteoriche provenienti dal territorio circostante. Il tracciato della roggia percorre il territorio del Comune in senso nord-est – sud-ovest per un primo tratto e poi in senso nord-sud, fino al confine con la provincia di Cremona, portando le proprie acque nel territorio Cremasco.

### 6.2.3 – Roggia "Fontana Giulia"

Originariamente la roggia "Fontana Giulia" traeva origine dall'omonimo fontanile, localizzato nella parte ovest del territorio comunale. Oggi l'originario capofonte è collegato direttamente con un'opera di presa che deriva le acque del Fiume Serio. Le acque così derivate vengono fatte defluire nella roggia per essere utilizzate a scopo irriguo nel territorio cremasco.

#### **6.2.4 – Roggia “Fontana Tinazzo”**

Il corso d’acqua trae origine dal fontanile denominato “Tinazzo”, che era posto al limite nord del confine comunale. La roggia costeggia la strada campestre che dalla C.na Romana raggiunge l’abitato di Fara Olivana; raggiunto tale punto le acque vengono convogliate verso la roggia della “Fontana Filtra”. Attualmente la roggia “Tinazzo” svolge un ruolo determinante come scolmatore delle acque meteoriche provenienti dal territorio comunale posto direttamente a nord dell’abitato di Fara Olivana.

#### **6.2.5 – Roggia “Fontana Fabbrica”**

La testa del fontanile è localizzata all’interno del tessuto urbano di Fara Olivana, in prossimità del complesso scolastico. La risorgiva si presenta in uno stato di notevole degrado, con l’occlusione totale delle polle di risorgiva e franamenti spondali che hanno portato all’accumulo di materiale terroso nel fontanile. L’asta della risorgiva attraversato l’abitato (tratto intubato) raggiunge, con direzione nord-sud, il confine comunale in prossimità della strada provinciale per Romano. La roggia svolge un’importante ruolo nell’intercettazione e smaltimento delle acque superficiali della fascia est del territorio comunale.

#### **6.2.6 – Roggia “Fontana Filtra”**

Questo corso d’acqua trae origine dall’omonima risorgiva, posta a sud della C.na Romana. La testa di fonte ed il tratto dell’asta fino all’incrocio con la strada comunale per la C.na Fara Nuova sono stati oggetto di un progetto di recupero ambientale che ha permesso una ripresa della scaturigine dell’acqua dal capofonte. Il tratto a sud della strada comunale viene utilizzato come canale irriguo per distribuire l’acqua proveniente dal “Pozzo Bosco”. Il corso d’acqua, a sud della C.na Superba, piega verso est per confluire della roggia “Fontana Fabbrica”.

#### **6.2.7 – Roggia “Fontana dei Morti”**

Questo corso d’acqua trae origine dall’omonima risorgiva, posta a ridosso del confine comunale a ovest della C.na Romana. La testa di fonte si presenta alquanto degradata e la sua asta funge solamente come intercettatore delle acque meteoriche e di quelle di scolo irriguo. Il corso d’acqua con un percorso nord-sud raggiunge la C.na Fara Nuova, in questo punto si dirige prima verso ovest e poi ancora verso nor-sud fino a raggiungere la parte meridionale del territorio comunale, ove le sue acque vengono derivate a fossi irrigui. Il tratto di roggia, nei pressi del Cimitero, è stato incubato per consentire la realizzazione dell’allargamento della strada che conduce a Sola. L’asta del fontanile per un breve tratto viene utilizzata per la distribuzione dell’acqua irrigua del Pozzo “Bosco”, ma la sua funzione principale è quella di raccogliere le acque superficiali di scolo.

### **6.2.8 – Roggia “Fontana Fornace”**

Questo corso d’acqua trae origine dall’omonima risorgiva, posta nel territorio del Comune di Romano di Lombardia, immediatamente a nord del confine con Fara Olivana con Sola. Il capofonte è si trova in uno stato di totale abbandono, con un fondo parzialmente colmato da materiale terroso proveniente dalle sponde ed invaso da vegetazione arbustiva. L’asta della roggia corre in direzione nord-sud fino nei pressi della strada campestre della C.na Fara Nuova, dove confluisce nella “Roggia nuova”.

### **6.2.9 – Roggia Nuova**

Questo corso d’acqua trae origine da un capofonte localizzato nella parte ovest del territorio comunale. Tale risorgiva in un completo stato di abbandono, con l’alveo completamente colonizzato da vegetazione arbustiva e colmato da materiale terroso proveniente dalle sponde. Il corso d’acqua partendo dalla testa di fonte si dirige verso est fino alla strada campestre che porta al Cimitero, qui inizia a correre in direzione nord-sud fino al cimitero, quindi verso est per confluire nella Roggia “Novarezza”. Un tempo la roggia era utilizzata per la distribuzione irrigua dell’acqua scaturita nella risorgiva, oggi possiede esclusivamente la funzione di smaltire le acque superficiali intercettate.

### **6.2.10 – Roggia “Fontana Carotta”**

Questo corso d’acqua trae origine dall’omonima risorgiva, il fontanile si presenta un discreto stato di manutenzione e le acque sono presenti nella testa per la maggior parte dell’anno. La Roggia corre in direzione nord-sud e porta le acque di risorgiva sul territorio Cremasco ove vengono impiegate per l’irrigazione.

### **6.2.11 – Roggia “Fontana del Retorto”**

Questo corso d’acqua trae origine dal complesso di risorgive denominate “retorto”, dalle quali dipartono due rogge un tempo collegate ad anello. Attualmente del due risorgive si collegano tra di loro in direzione est-ovest. La roggia, raggiunta la strada S.S. n°11, prosegue nel territorio Cremasco. Le risorgive si presentano in un discreto stato di conservazione, e l’acqua scaturisce nella maggior parte dell’anno.

### **6.2.12 – Roggia “Fontana Occhio Tadino”**

Questo corso d’acqua trae origine da un complesso di piccole risorgive molto più ampio dall’attuale. Attualmente il corso d’acqua e i punti di risorgiva sono localizzati all’interno della lottizzazione artigianale posta in adiacenze alla S.S. n° 11. La roggia ed i punti di risorgiva presentano un insufficiente stato di conservazione. L’acqua scaturita viene poi convogliata verso il territorio Cremasco.

### **6.2.13 – Roggia “Vaso Borromeo”**

Questo corso d’acqua rappresentava un tempo un sistema che traeva origine dalla “Fontana Vaso Borromeo” localizzata in Comune di Romano di Lombardia. Dell’antico tracciato, nel territorio di Fara Olivana con Sola, ne resta solamente una porzione completamente cementificata che viene utilizzata per distribuire le acque irrigue provenienti dal pozzo “Bosco”.

### **6.2.14 – Roggia di Fara**

Questo corso d’acqua è la prosecuzione di una roggia che in Comune di Romano viene denominata “Fontanone”, la quale è una derivazione della “Roggia Novarezza”. Attualmente la Roggia viene utilizzata per distribuire le acque irrigue dei pozzi “Culetti” e “Romano”, ma svolge anche un importante funzione di regimazione delle acque superficiali. Dal confine Comunale il corso d’acqua prosegue in direzione Nord-sud, fino all’abitato di Fara, qui piega verso ovest confluendo nella “Roggia Tinazzo”. Un tempo le acque di questa roggia contribuivano ad alimentare il fossato di difesa del borgo medioevale.

### **6.2.15 – Roggia “Fontanile Laura”**

Questo corso d’acqua trae origine dall’omonima risorgiva, posta nella parte ovest territorio Comunale, e scorre parallelamente al corso della Fontana Giulia fino alla confluenza in essa. Il capofonte è in uno stato di totale abbandono, con un fondo parzialmente colmato da materiale terroso proveniente dalle sponde ed invaso da vegetazione arbustiva ed arborea.

### **6.2.16 – Roggia “Fontanile Ottavia”**

Questo corso d’acqua trae origine dall’omonima risorgiva, posta nella parte ovest territorio Comunale al confine con il territorio del Comune di Fornivo San Giovanni, e scorre lungo lo stesso fino alla zona di cava, qui si dirige verso sud-est confluendo nel Corso della Fontana Giulia. Il capofonte, molto articolato, si trova in uno stato di totale abbandono, con un fondo quasi colmato da materiale terroso proveniente dalle sponde ed invaso da vegetazione arbustiva ed arborea collegata direttamente con la vegetazione di ripa.

Come tutti i territori di pianura con forte vocazione agricola Fara Olivana con Sola è solcato da innumerevoli fossi e rogge irrigue di importanza locale, che non sono stati rappresentati nella Carta Geologica e Geomorfologica, ma che possiedono comunque una significativa valenza ambientale.

## **6.3 – ELEMENTI PEDOLOGICI**

La pedologia è la scienza che studia i suoli dal punto di vista fisico-chimico, determinando differenze tipologiche che trovano particolare riscontro sugli aspetti di utilizzo produttivo delle aree agricole. Per un territorio come quello di Fara Olivana con Sola, dove le zone coltivate interessano la maggior parte della superficie topografica, l'analisi dei caratteri pedologici dei suoli assume particolare importanza nell'ambito della pianificazione urbanistica, consentendo di operare scelte volte alla tutela del ricco panorama produttivo a vocazione agricola e zootecnica.

Al fine di fornire indicazioni specifiche circa la natura, la distribuzione areale e la potenzialità agronomica dei suoli naturali sono state riportate nella Carta Geologica e Geomorfologica alcune unità pedologiche, recepite dai volumi della "Collana Ersal, Progetto Carta Pedologica". Di seguito si descrivono in forma sintetica le unità pedologiche riconosciute sul territorio comunale, rimandando alla suddetta collana per maggiori dettagli tecnici.

#### **Unita A**

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = buono
- ✓ permeabilità del suolo = media
- ✓ chimismo del suolo = alcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura senza limitazioni

#### **Unita B**

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = modesta
- ✓ drenaggio del suolo = lento
- ✓ permeabilità del suolo = medio-bassa
- ✓ chimismo del suolo = alcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura con limitazioni molto severe

#### **Unita C**

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = mediocre
- ✓ permeabilità del suolo = medio-bassa
- ✓ chimismo del suolo = neutro
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura con alcune limitazioni

#### **Unita D**

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = elevata
- ✓ drenaggio del suolo = buono
- ✓ permeabilità del suolo = media
- ✓ chimismo del suolo = alcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura con alcune limitazioni

#### Unita E

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = modesta
- ✓ drenaggio del suolo = mediocre
- ✓ permeabilità del suolo = medio-bassa
- ✓ chimismo del suolo = alcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura con severe limitazioni

#### Unita F

- ✓ uso del suolo = seminativo irriguo
- ✓ profondità del suolo = modesta
- ✓ drenaggio del suolo = discreto
- ✓ permeabilità del suolo = media
- ✓ chimismo del suolo = subalcalino-alcalino
- ✓ capacità d'uso del suolo = adatto all'agricoltura con severe limitazioni

#### Unita G

aree prive di suolo comprendenti gli insediamenti urbani ed industriali, i nuclei rurali, le infrastrutture e le zone verdi artificiali.

#### Unita H

aree con depositi fluviali attivi prive di suolo.

La maggior parte dei suoli di Fara Olivana con Sola comprende **terreni adatti all'uso agricolo**, con limitazioni controllabili dovute alla necessità di operare modesti interventi di conservazione. Localmente sono presenti aree che pur possedendo buone qualità sotto l'aspetto agronomico richiedono precise ed accurate pratiche di conservazione, volte a superare le limitazioni che riducono la scelta delle colture.

## 7 – ASSETTO IDROGEOLOGICO E VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

Gli elementi idrogeologici e della vulnerabilità degli acquiferi sono stati riportati nella **Carta Idrogeologica** (tav. 2). Le valutazioni effettuate in questo contesto hanno consentito di acquisire le informazioni necessarie per pianificare le scelte urbanistiche in rapporto al complesso sistema di distribuzione e deflusso delle acque sotterranee.

## 7.1 – STRUTTURA IDROGEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

Le informazioni che hanno permesso di ricostruire la geometria delle unità litostratigrafiche che costituiscono il sottosuolo e la distribuzione delle acque sotterranee sono state desunte dall'esame dei dati a disposizione presso i **pozzi per acqua** presenti sul territorio. E' stato quindi svolto un censimento della documentazione esistente presso la Provincia di Bergamo, che gestisce il regime delle autorizzazioni e delle concessioni di sfruttamento delle acque sotterranee; in aggiunta sono stati raccolti documenti predisposti nello studio geologico allegato all'ultima variante del Piano Regolatore e dati su un pozzo forniti gentilmente dalla società Probi Contadini con sede in via Castello 4 a Fara Olivana con Sola.

L'esame delle due stratigrafie disponibili, riportate in allegato, ha permesso di verificare la composizione granulometrica del terreno e di individuare tipologie stratigrafiche che si ripetono da zona a zona in profondità. La **sezione idrogeologica** contenuta nella tav. 2 è stata ricostruita impiegando il pozzo della società Probi Contadini, ubicato nel centro abitato di Fara, e quello della società Klaifer, posto all'estremità meridionale del territorio comunale sul confine con Isso. In tal modo è stato possibile attraversare l'intero territorio di Fara Olivana con Sola, esplorando anche la zona sprovvista di pozzi con stratigrafia. La sezione descrive la geometria delle unità litostratigrafiche riconosciute, modellate per correlazione fra i due pozzi, così da costruire un quadro sintetico ma attendibile dell'assetto idrogeologico del territorio. Le unità che compongono il sottosuolo dell'area di Fara Olivana con Sola, raggruppate in litozone, sono le seguenti:

### 1) **litozona ghiaioso-sabbiosa**

si sviluppa in continuità spaziale in tutto l'intervallo di profondità analizzato ed ospita la falda freatica oggetto dell'emungimento dei pozzi ad uso irriguo e zootecnico; è formata prevalentemente da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi con scarsi contenuti in materiale limoso; in profondità si riconoscono strati lentiformi spesso interrotti da sfrangiamenti laterali, che si frappongono nella litozona argillosa e sabbiosa;

### 2) **litozona argillosa**

rappresenta il livello impermeabile responsabile della formazione della falda libera ed è costituito da terreni argillosi e limosi presenti con continuità oltre i 60 m di profondità; nella zona settentrionale è stato rilevato un corpo lenticolare argilloso dotato di spessore pari a circa 5 m e sfrangiato progressivamente verso S, dove scompare completamente in corrispondenza del pozzo della Klaifer;

### 3) **litozona sabbiosa**

è presente fra 20 e 45 m di profondità solo nella stratigrafia del pozzo della Klaifer; si desume quindi che possa rappresentare un livello discontinuo caratterizzato da maggiore estensione nella zona meridionale del territorio comunale ed interdigitato con i sedimenti ghiaioso-sabbiosi più diffusi.

I rapporti spaziali fra le litozone descritte sono spesso molto complicati e non sempre è possibile individuare un assetto geometrico schematico; infatti i vari litotipi sono organizzati in corpi lentiformi dotati di frequenti passaggi laterali mediante interdigitazione. L'andamento geometrico delle litozone è stato interpretato cercando di correlare i vari livelli individuati nelle



stratigrafie disponibili e ricostruendo un assetto sintetico delle successioni stratigrafiche che compongono il sottosuolo.

I pozzi censiti, riportati nell'elenco allegato con la numerazione indicata anche nella Carta Idrogeologica, sono stati desunti tramite l'accesso agli archivi della Provincia di Bergamo, avvenuto nel mese di novembre del 2007, e quindi risultano tutti regolarmente autorizzati o in fase di istruttoria.

Le stratigrafie recuperate sono solamente due, in quanto le pratiche consultate sugli altri pozzi non contengono informazioni inerenti i terreni attraversati durante la perforazione.

I pozzi riportati nell'elenco sono per la maggior parte impiegati a scopo zootecnico ed irriguo; il pozzo della Klaifer è impiegato nell'ambito dell'attività produttiva industriale, mentre in località Sola esistono due pozzi privati utilizzati a scopo domestico ed igienico.

Per l'approvvigionamento idropotabile il Comune di Fara Olivana con Sola non dispone di pozzi di sua proprietà, ma si affida al servizio della società Uniacque S.p.A. con sede in via Malpaga 22 a Ghisalba (BG).

Il territorio di Fara Olivana con Sola è interessato anche da numerosi **fontanili attivi**, che rappresentano l'emergenza in superficie della falda freatica. La localizzazione e la numerazione degli stessi sono state predisposte sulla base del censimento condotto in data 02-11-2007, durante il quale sono state rilevate le caratteristiche idrogeologiche ed ambientali dei fontanili esistenti. Come si nota i fontanili sono prevalentemente situati nella zona occidentale del territorio comunale, testimoniando la ridotta soggiacenza della falda freatica e l'incremento di profondità del livello piezometrico allontanandosi dal fiume Serio verso E.

I fontanili censiti e riportati nella Carta Idrogeologica con le specifiche numerazioni e caratteristiche sono i seguenti:

Numerazione	Ubicazione	Stato	Forma della testata	Conservazione
1	Fontana Ronchina	Estinto	Subtriangolare	-
2	Cascina Romana	Attivo	A goccia	Cattiva
3	Cascina Romana	Attivo	A elle	Cattiva
4	Cascina Fara Nuova	Estinto	A goccia	Cattiva
5	Fiume Serio	Attivo	A goccia	Buona
6	Cascina Pomi	Attivo	A goccia	Cattiva
7	Sola	Attivo	A goccia	Cattiva
8	Cascina San Lorenzo	Attivo	A goccia	Cattiva

Per completare le informazioni sulla natura e le proprietà idrogeologiche del sottosuolo, è stato attribuito alle unità litologiche che costituiscono l'immediato sottosuolo un **grado di permeabilità medio-alto**, compatibile con la granulometria sabbioso-ghiaiosa riscontrabile per alcune decine di metri sotto il terreno agricolo di alterazione superficiale.

## 7.2 – GEOMETRIA DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA

La superficie piezometrica della falda libera è costituita da un insieme di punti che descrivono la profondità dal piano campagna del tetto del primo acquifero sotterraneo. La misura diretta del livello statico richiederebbe l'interruzione di funzionamento della pompa per un tempo necessario alla stabilizzazione; pertanto, non potendo bloccare l'afflusso idrico da taluni pozzi, si è preferito riportare l'andamento della superficie piezometrica desunto dalla Carta Idrogeologica, contenuta nello Studio Geologico allegato all'ultima variante al Piano Regolatore, redatta dal Dott. Geol. Giovanni Vagni.

La distribuzione delle curve isopiezometriche evidenzia la seguente situazione idrogeologica:

- a) in corrispondenza del fiume Serio si registra l'esistenza di un asse di drenaggio delle acque sotterranee, reso evidente dalla curvatura delle isofreatiche;
- b) il movimento delle acque sotterranee avviene prevalentemente secondo la direzione NE-SW, con gradiente idraulico medio pari a 0.32%;
- c) la profondità della superficie piezometrica varia da 2 a 5 m dal piano campagna.

Ovviamente le considerazioni esposte si riferiscono al periodo di misurazione dei livelli piezometrici, ma si deve rammentare che la falda libera, ricaricata abbondantemente dall'acqua di irrigazione dei campi coltivati può subire oscillazioni dell'ordine di 1-2 m, presumibilmente durante il periodo estivo, quanto il fabbisogno idrico delle colture aumenta, e durante le stagioni accompagnate da intense e copiose precipitazioni meteoriche.

## 7.3 – VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI

La vulnerabilità di un corpo acquifero rappresenta la suscettibilità dello stesso ad essere interessato da fenomeni di introduzione, propagazione e persistenza di mezzi inquinanti provenienti dalla superficie topografica o da pozzi adiacenti. I fattori che ne condizionano lo sviluppo sono sostanzialmente tre:

- ◆ profondità del livello piezometrico e tipologia della falda idrica
- ◆ caratteristiche litologiche del terreno insaturo
- ◆ spessore del terreno insaturo.

La definizione della vulnerabilità degli acquiferi posti nel sottosuolo del territorio di Fara Olivana con Sola è stata eseguita valutando tutti gli elementi che concorrono a stabilirla e che possono in qualche modo contribuire a modificare le condizioni di rischio idrogeologico. Pertanto nella Carta Idrogeologica sono stati inseriti in aggiunta alla classe di vulnerabilità anche gli elementi antropici, in quanto rappresentano fattori potenziali di inquinamento così come riduttori delle fonti di contaminazione delle acque sotterranee. In particolare sono stati indicati il perimetro della rete servita dall'acquedotto e dalla fognatura e gli insediamenti con scarico nel sottosuolo.

La determinazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi è stata eseguita attraverso il **metodo "Drastic"**, sistema numerico di valutazione che attribuisce un peso ai seguenti parametri idrogeologici ed ambientali:

- distanza tra la superficie del suolo e quella della falda
- ricarica dell'acquifero
- suolo che costituisce la copertura superficiale
- topografia dell'area
- impatto della zona non satura
- conducibilità idraulica.

Componendo l'effetto ed il peso dei vari fattori esaminati è stato ottenuto per tutto il territorio un **grado di vulnerabilità molto elevato**, motivato principalmente dalla ridotta soggiacenza della falda libera e dalla presenza di un terreno insaturo di natura sabbioso-ghiaiosa dotato di permeabilità medio-alta. D'altro canto il potere di autodepurazione insito in un terreno è direttamente proporzionale allo spessore di materiale attraversato ed indirettamente proporzionale alla granulometria dello stesso; la mancanza di livelli impermeabili al di sopra della superficie piezometrica crea una situazione di forte rischio ambientale, per cui un eventuale contaminazione del suolo produrrebbe un pressoché immediato deterioramento della qualità dell'acqua sotterranea appartenente alla falda libera.

## 8 - PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Come accennato in precedenza il comune di Fara Olivana con Sola è interamente occupato da aree pianeggianti, prive di variazioni morfologiche di entità tale da determinare scenari di pericolosità connessi con zone di ciglio di scarpata e/o zone di cresta rocciosa; vi sono invece scenari riguardanti le proprietà geotecniche dei terreni quaternari di copertura superficiale.

Considerato che il comune di Fara Olivana con Sola è inserito nella zona sismica 4, la definizione della pericolosità sismica locale è stata svolta secondo i criteri previsti nel primo livello di analisi, individuando le zone dove gli effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili con buona approssimazione sulla base degli elementi geologici e geognostici a disposizione.

L'insieme dei dati geologici, geotecnici e geofisici contenuti nella cartografia d'inquadramento ed il quadro dei possibili scenari di pericolosità sismica sul territorio di Fara Olivana con Sola hanno permesso la redazione della **Carta della Pericolosità Sismica Locale**, allegata in scala 1:10.000 sulla medesima base cartografica.

Gli scenari individuati corrispondono alle categorie Z2 e Z4; si tratta rispettivamente di terreni di fondazione particolarmente scadenti con falda freatica superficiale e zone di fondovalle con depositi fluvioglaciali granulari. Gli effetti attesi in questi tipi di scenario sono riconducibili a:

- fenomeni di cedimento accompagnati da liquefazione del terreno, dovuto all'esistenza di orizzonti sabbiosi saturi
- amplificazioni litologiche e geometriche del sisma in funzione della natura del materiale posto nei primi 30 m al di sotto della superficie topografica.

L'individuazione dello scenario di pericolosità e dei relativi effetti ha condotto anche all'attribuzione della classe di pericolosità sismica, che nel caso del territorio di Fara Olivana con Sola corrisponde alla sigla H2.

La Carta della Pericolosità Sismica Locale rappresenta il documento di riferimento per l'esecuzione di eventuali approfondimenti d'indagine finalizzati allo studio specifico dei vari effetti sugli edifici esistenti connessi con un evento sismico.

## 9 – VALUTAZIONI DI SINTESI

Le risultanze dei dati raccolti nella fase analitica sono stati interpretati criticamente nella fase di sintesi, nella quale sono state ricostruite le limitazioni d'uso del territorio derivanti dalle normative in vigore di carattere geologico-ambientale e la zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica ed idrogeologica.

### 9.1 – VINCOLI GEOLOGICO-AMBIENTALI

I vincoli geologico-ambientali rappresentano nella gestione delle trasformazioni territoriali dei punti di riferimento con i quali i cittadini si devono confrontare per garantire la compatibilità fra l'intervento previsto ed il rispetto delle peculiarità paesaggistiche dell'area. La tipologia e la localizzazione dei vincoli è stata definita attraverso l'esame degli elementi fisico-naturali e delle strutture antropiche esistenti sul territorio di Fara Olivana con Sola, ricercando negli archivi della Regione Lombardia e dell'Ufficio Tecnico Comunale le informazioni necessarie per la corretta delimitazione delle aree tutelate.

I vincoli inseriti nella Carta dei Vincoli Geologico-Ambientali in scala 1:5.000 sono i seguenti.

### 9.1.1 - Vincolo di polizia idraulica

Il testo unico in materia di polizia idraulica è rappresentato dal R.D. 523/1904, che con tutte le successive integrazioni e circolari contiene l'insieme delle norme riguardanti le attività proibite e quelle consentite previa autorizzazione o nulla osta idraulico all'interno di ben definite fasce di rispetto.

Con la D.G.R. 25-01-2002 n. 7/7868 e la successiva D.G.R. 01-08-2003 n. 7/13950, emesse a seguito dei criteri definiti nella D.G.R. 22-12-1999 n. 47310 e successivi aggiornamenti, la Regione ha identificato i corsi d'acqua principali, su cui continuerà a svolgere le funzioni di polizia idraulica (eccezion fatta per i tratti di competenza dell'Aipo), rilasciando attraverso le sedi territoriali provinciali le varie autorizzazioni ed introitando i proventi derivanti dai canoni concessori. Le medesime mansioni sul reticolo minore sono state pertanto trasferite ai comuni ed ai consorzi di bonifica.

Nell'ambito del confine comunale di Fara Olivana con Sola la gestione della polizia idraulica e le limitazioni d'uso del territorio derivanti dall'esistenza della rete idrica superficiale sono così strutturate:

Corso d'acqua	Categoria	Fascia di rispetto	Vincolo ambientale	Ente gestore
Fiume Serio	Principale	Stabilita dal PAI	Si	Aipo
Roggia Navarezza	Minore	10 m	No	Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca
Roggia Fontana Giulia	Minore	10 m	No	Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca
Roggia Fontana Tinazzo	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Roggia Fontana Fabbrica	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Roggia Fontana Filtra	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Fontana dei Morti	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Fontana Fornace	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Roggia Nuova	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Fontana Carotta	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Fontana del Retorto	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Fontana Occhio Tadino	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola

Roggia Vaso Borromeo	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Roggia Fara	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola
Fontanile Laura	Minore	10 m	No	Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca
Fontanile Ottavia	Minore	10 m	No	Comune di Fara Olivana con Sola

### 9.1.2 – Vincolo PAI

Il fiume Serio è stato oggetto, nell'ambito del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po, di uno studio idraulico mirato all'individuazione delle aree soggette a diverso grado di rischio nei confronti dei fenomeni esondazione fluviale. Il piano è stato adottato dal Comitato Istituzionale tramite delibera n. 18 del 26-04-2001 ed è stato approvato, entrando definitivamente in vigore, tramite il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 maggio 2001.

Il territorio di Fara Olivana con Sola è interessato dalle fasce fluviali A, B e C, che delimitano le aree interessate da eventi di esondazione o allagamento prodotti dalla piena di riferimento calcolata con un periodo di ritorno pari a 200 anni. Per ognuna delle fasce le norme tecniche di attuazione del PAI prevedono specifiche attività vietate e consentite.

### 9.1.3 – Vincolo paesaggistico

Il vincolo paesaggistico è riferito al D.Lgs. 22-01-2004 n. 42, che ha raccolto tutte le normative di tutela ambientale precedenti in un testo unico, istituendo in particolare l'ampiezza della fascia di rispetto da applicare ad alcuni ambiti territoriali fra i quali i corsi d'acqua, i laghi ed i boschi. La D.G.R. 25/07/1986, n. 4/12028, che individua i corsi d'acqua pubblici per i quali si applica il vincolo paesaggistico, stabilisce che in territorio di Fara Olivana con Sola vi è il solo fiume Serio. Pertanto l'area soggetta al vincolo ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera c riguarda la zona compresa entro la distanza di 150 m dal corso d'acqua, per la quale gli interventi edilizi dovranno essere esaminati da apposite commissioni ambientali per il rilascio dell'autorizzazione paesistica.

### 9.1.4 – Vincolo Parco del Serio

Il Parco del Serio è stato istituito con la Legge Regionale n. 70 del 01-06-1985 lungo una fascia situata nella zona perifluviale ed allargata ad un ambito comprendente i terreni limitrofi anche a distanza di alcune centinaia di metri dall'alveo. Le attività vietate e consentite ed i programmi d'intervento nell'area tutelata sono contenuti nelle norme tecniche di attuazione, la cui ultima variante è stata approvata con D.G.R. n. 7/19711 del 03-12-2004. Il territorio di Fara Olivana con Sola è occupato in gran parte dal Parco del Serio, il cui perimetro si sviluppa nel settore occidentale con andamento subparallelo a quello del fiume.

### 9.1.5 – Vincolo cimiteriale

Il vincolo cimiteriale è stato istituito attraverso il regolamento di polizia mortuaria contenuto nel D.P.R. 10/09/1990, n. 285. All'art. 57 viene stabilita una fascia di rispetto che per i comuni con un numero di abitanti inferiore a 10.000 è pari a 50 m. Nell'ambito del territorio di Fara Olivana con Sola è presente un'area cimiteriale fra il centro abitato principale e la frazione Sola, la cui superficie complessiva vincolata è pari rispettivamente a circa 25000 m<sup>2</sup>.

### 9.2 – AREE DI PERICOLOSITA' E VULNERABILITA'

Il passo finale per la definizioni delle classi di fattibilità è rappresentato dall'identificazione di aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e della vulnerabilità, riferite al fenomeno che le genera. Nella **Carta di Sintesi**, redatta sull'intero territorio in scala 1:5.000, sono stati disegnati tematismi diversi la cui sovrapposizione consente di stabilire con buona precisione la classe di fattibilità finale in rapporto alle specifiche limitazioni riscontrate.

Gli ambiti di pericolosità/vulnerabilità individuati sul territorio di Fara Olivana con Sola sono i seguenti:

- 1) **aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**; si tratta di tutto il territorio comunale, il cui sottosuolo è interessato dalla presenza di una falda freatica a modesta profondità; in queste zone sussiste un elevato rischio di alterazione della qualità chimica delle acque e di interferenza con il deflusso idrico sotterraneo e la geometria della superficie piezometrica;
- 2) **aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**; sono rappresentate dalle porzioni di territorio interessate dalla perimetrazione delle fasce fluviali PAI; la distinzione è stata quindi operata assumendo esattamente quanto determinato dall'Autorità di Bacino e suddividendo il territorio in funzione dei rischi connessi con l'esondazione del fiume sulla base della piena con periodo di ritorno pari a 200 anni;
- 3) **aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**; anche in questo caso l'ambito di pericolosità occupa l'intero territorio comunale; le indagini geognostiche a disposizione segnalano che l'immediato sottosuolo, interessato dalla distribuzione delle tensioni indotte dai manufatti di comune realizzazione, è caratterizzato da una ridotta resistenza meccanica, che si traduce in un scarsa capacità portante del terreno di fondazione.

## 10 – FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano, redatta in scala 1:2.000 e 1:10.000, è stata ricostruita attribuendo un valore di fattibilità ai poligoni contenuti nella Carta di Sintesi.

Tale documento cartografico rappresenta quindi un insieme di informazioni in merito alla pericolosità geologica dei fenomeni rilevati sul territorio e fornisce indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso dei terreni.

L'applicazione della tabella 1, contenuta nella D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566 per direzionare la scelta della classe di fattibilità da adottare, ha condotto all'inserimento di tutto il territorio comunale in classe 3, con l'esclusione della fascia fluviale A del Serio a cui è stata attribuita la classe 4. Non è stato necessario apportare modifiche o variazioni rispetto alle classi d'ingresso in quanto le aree soggette a vulnerabilità ed a pericolosità convergono tutte nella medesima classe di fattibilità.

La fattibilità geologica costruita è in accordo anche con le previsioni della tavola e1 del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, che inserisce l'area di Fara Olivana con Sola fra "gli ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono essere assoggettati a puntuale verifica di compatibilità geologica ed idraulica". Gli studi e le indagini contemplati dal PTCP sono richiesti anche dalla normativa geologica di piano e quindi vi è omogeneità di previsione fra i due strumenti di pianificazione.

## 11 – NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Le norme geologiche di piano costituiscono la normativa d'uso della Carta di Fattibilità e riportano per ciascuna classe le indicazioni in merito alle indagini di approfondimento ed alla loro estensione, da effettuarsi prima degli interventi urbanistici, con riferimento alla tipologia ed all'intensità del fenomeno che ha determinato l'assegnazione della classe di fattibilità.

Va comunque ricordato che tali norme tecniche si sommano a quelle di tutela ambientale previste dai vari vincoli, che di volta in volta possono imporre soluzioni e studi aggiuntivi rispetto a quanto esposto in tale sede, secondo le intenzioni degli enti gestori dei vincoli.

Di seguito si riportano le norme geologiche inerenti gli studi di approfondimento e le opere di mitigazione del rischio, eventualmente da realizzare, organizzate in articoli da inserire integralmente in futuro nel Piano delle Regole e nel Documento di Piano del P.G.T..



### **Art. 1 – Classe di fattibilità 1 (Fattibilità senza particolari limitazioni)**

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni". Il territorio di Fara Olivana con Sola, per la conformazione geotecnica del sottosuolo e per l'assetto idrogeologico che lo caratterizzano, è sprovvisto di zone in classe 1.

### **Art. 2 – Classe di fattibilità 2 (Fattibilità con modeste limitazioni)**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Per le medesime ragioni esposte in precedenza non vi sono sul territorio di Fara Olivana con Sola aree in classe 2.

### **Art. 3 – Classe di fattibilità 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni)**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

La maggior parte del territorio di Fara Olivana con Sola è inserito in classe 3, a causa della scarsa qualità geotecnica dell'immediato sottosuolo e della ridotta profondità dal piano campagna della falda freatica. Anche la fascia fluviale B e C sono state inserite in classe 3, ma per quanto attiene le problematiche idrauliche la normativa di riferimento è dettata dal PAI e quindi trattata nell'art. 6.

#### **Art. 3.1 – Studi di approfondimento per interventi privi di rischio di inquinamento delle acque sotterranee**

In questo caso la realizzazione di edifici residenziali, fabbricati industriali e manufatti deve essere preceduta da un'indagine geotecnica finalizzata all'acquisizione, mediante prove in sito e/o di laboratorio, dei parametri meccanici che caratterizzano il terreno, alla valutazione della capacità portante e dei cedimenti della fondazione ed all'analisi di stabilità dei fronti di scavo. Il quadro geologico non comporta di per sé complicazioni insuperabili, ma la progettazione edilizia non può prescindere dalla conoscenza approfondita delle proprietà meccaniche del sottosuolo.

Lo studio di approfondimento dovrà essere corredato obbligatoriamente da specifiche indagini geognostiche finalizzate alla predisposizione della **relazione geotecnica**, articolata secondo i seguenti contenuti:

- inquadramento del sito nel contesto morfologico territoriale
- definizione delle proprietà geologiche dell'area
- individuazione degli elementi idrogeologici ed idraulici dell'area (questi ultimi solo per le zone in prossimità delle rogge)
- eventuale definizione delle tecniche di dispersione nel sottosuolo atte a garantire il rispetto dei corpi idrici sotterranei
- verifica idraulica delle sezioni di deflusso sulla base delle portate di massima piena dei corsi d'acqua (solo per le zone in prossimità delle rogge)
- eventuale acquisizione della stratigrafia del sottosuolo
- caratterizzazione geotecnica dei terreni ottenuta mediante indagini in sito e/o in laboratorio
- valutazione delle condizioni di stabilità dei fronti di scavo
- determinazione per le nuove strutture della capacità portante e dei cedimenti del terreno di fondazione
- esame dell'interferenza della falda con le operazioni costruttive
- indicazione delle modalità di esecuzione dei lavori e delle eventuali opere da costruire allo scopo di assicurare la protezione dei fabbricati da inconvenienti di carattere geotecnico.

### **Art. 3.2 – Studi di approfondimento per interventi connessi al rischio di inquinamento delle acque sotterranee**

La tipologia della problematica diviene in questa situazione di ordine idrogeologico, pertanto richiede uno studio dettagliato sulle proprietà litostratigrafiche dell'immediato sottosuolo e della falda idrica sotterranea, al fine di determinare la condizione di rischio effettivo e stabilire le eventuali soluzioni tecniche da impiegare per ridurre al minimo la possibilità di provocare l'inquinamento delle acque sotterranee. Per tutti gli interventi in aree sprovviste di allacciamento alla fognatura, per i quali si renda indispensabile il ricorso a dispositivi di dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche e/o di acque nere dovrà essere prodotta una relazione idrogeologica nella quale si fornisca la stratigrafia del sottosuolo, ricavata da trincee esplorative eseguite in loco o da scavi edilizi in aree adiacenti, si effettui un predimensionamento delle opere di dispersione idrica sulla base del regime pluviografico dell'area e si attesti infine la fattibilità delle operazioni in progetto.

### **Art. 3.3 – Norme tecniche per gli studi di approfondimento**

Le procedure di calcolo e le tecniche esecutive inerenti l'ambito edilizio sono stati regolati dallo Stato Italiano mediante l'emanazione delle "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicate con Decreto Ministeriale del 14-09-2005 ed entrate ufficialmente in vigore il 23-10-2005. Per quanto attiene gli aspetti riguardanti le costruzioni in zone sismiche si fa riferimento alla OPCM 3274 del 20-03-2003, successivamente modificata in varie occasioni sino alla versione definitiva dell'Ordinanza 3431 del 03-05-2005.

Allo stato attuale l'applicazione dell'Ordinanza è prorogata sino al 31-12-2007, periodo transitorio durante il quale è possibile continuare ad applicare nelle aree sismiche i contenuti tecnici del Decreto Ministeriale del 16-01-1996. Tuttavia per l'individuazione delle zone sismiche del territorio italiano si dovrà fare riferimento alla nuova classificazione, contenuta nella suddetta Ordinanza.

Alla luce della D.G.R. 07-11-2003 n. 14964 con la quale la Regione Lombardia imponeva l'obbligo in zona 4 della progettazione antisismica esclusivamente per gli edifici strategici e rilevanti, così come individuati dal Decreto n. 19904 del 21-11-2003, si potrà considerare per il Comune di Fara Olivana con Sola, inserito in zona 4 nella classificazione nazionale, un valore del grado di sismicità basso  $S = 6$ .

La relazione geotecnica ed idrogeologica, eventualmente da realizzare in forma unitaria nel caso in cui vi siano interventi compresi nella casistica indicata agli art. 3.1 e 3.2, dovrà essere firmata da tecnico abilitato e redatta comunque anche ai sensi del D.M. 11-03-1988.

Gli studi di approfondimento dovranno essere realizzati prima della progettazione degli interventi edilizi e la relazione geologica di supporto dovrà essere consegnata in sede di presentazione dei Piani Attuativi o in sede di richiesta del permesso di costruire.

#### **Art. 4 – Classe di fattibilità 4 (Fattibilità con gravi limitazioni)**

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), e) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Il territorio di Fara Olivana con Sola è interessato da una fascia in classe 4 posta lungo la zona perifluviale del Serio, nel perimetro identificato dal PAI in fascia fluviale A. La normativa di riferimento è rappresentata per le problematiche idrauliche dai contenuti del PAI stesso.

#### **Art. 5 – Regolamento di polizia idraulica**

Le norme inerenti la polizia idraulica sono state redatte dallo Studio Terre e Foreste in occasione dell'individuazione del reticolo idrico superficiale. Di seguito si riportano gli articoli che compongono il regolamento, per i cui dettagli si rimanda al suddetto lavoro.

##### **Art. 5.1 – Funzioni, scopi e criteri del Regolamento**

Il Regolamento definisce e individua le funzioni e i criteri di intervento su:

- a) fasce di rispetto
- b) attività vietate
- c) attività soggette ad autorizzazione comunale
- d) scarichi in corsi d'acqua
- e) manutenzioni
- f) canoni

#### **Art. 5.2 – Individuazione delle fasce di rispetto**

Per il fiume Serio la fascia di rispetto è stata ricostruita considerando uno Studio idrologico ed e geologico, conformemente ai criteri contenuti nelle norme del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.). Per i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore di competenza del Consorzio di Bonifica si applicano una fascia di rispetto di 10 m dalla sponda dell'alveo. Per i restanti corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore di competenza comunale le fasce di rispetto sono state individuate tenendo conto dei contenuti della DGR 25.gen.2002 n. VII/7868 e D.G.R. n 7/13950 del 3/08/2003. I due limiti esterni al corso d'acqua hanno distanza non inferiore a 10 m da ciascun limite d'alveo. Nel caso di erronee sovrapposizioni cartografiche fra fogli catastali ed aereofotogrammetrico comunale o di reali divagazioni del corso d'acqua si considerano i limiti più esterni misurando una distanza non inferiore a 10 m. Nei tratti urbani, solo nei tratti particolarmente favorevoli allo smaltimento idrico, sono state considerate distanze minime di 4 m. Per i tratti "tombati", ovvero chiusi definitivamente mediante riempimento di materiale, oppure tratti naturali privi di recapito finale e/o senza alcuna evidenza cartografica e/o morfologica valliva del tratto finale, vengono considerate distanze di 10 m dal tracciato indicato nella cartografia allegata, per garantire una sufficiente fascia di spaglio in occasione di eventi meteorici eccezionali.

#### **Art. 5.3 – Attività vietate all'interno delle fasce di rispetto**

Sono vietate le seguenti attività: a) L'occupazione e la riduzione delle aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua; b) Non è ammessa la posa longitudinale, in alveo, di gasdotti, fognature, acquedotti, tubature e infrastrutture a rete in genere, che riducano la sezione del corso d'acqua c) Le nuove edificazioni e i movimenti terra, se non aventi l'esclusivo scopo di consolidamento dei terreni, di regimazione idraulica del corso d'acqua o realizzazione di impianti agroforestali (siepi campestri e fasce tampone); d) La copertura e/o tombinatura dei corsi d'acqua. e) Le nuove recinzioni a meno di 5 m dall'alveo se si tratta di strutture asportabili formate da pali in legno e rete metallica f) Lo sradicamento e eliminazione di alberi e ceppaie, mentre il taglio di curazione deve essere autorizzato dall'Ente Parco per il territorio di sua competenza o dall'Amministrazione Comunale nella restante parte del territorio.

#### **Art. 5.4 – Attività consentite all'interno delle fasce di rispetto e soggette ad utorizzazione Comunale**

Sono consentite e soggette ad autorizzazione Comunale le seguenti attività: a) Gli interventi che non influiscano né direttamente né indirettamente sul regime del corso

d'acqua, specificati nei punti successivi; b) Le difese radenti (ossia senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna) realizzate in modo tale da non deviare la corrente verso la sponda opposta né provocare restringimenti d'alveo. Tali opere dovranno essere caratterizzate da pendenze e da modalità costruttive tali da permettere l'accesso al corso d'acqua: i muri spondali verticali o ad alta pendenza saranno consentiti solo all'interno del centro abitato e dove non siano possibili alternative di intervento a causa della limitatezza delle aree disponibili, e solo nei tratti compresi fra muri verticali già esistenti; d) tutti gli attraversamenti aerei di: linee elettriche e telefoniche. c) gli attraversamenti: ponti, gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere. I manufatti di attraversamento non dovranno:

- ✓ Restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso;
- ✓ Avere l'intradosso a quota inferiore al piano di campagna;
- ✓ Comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo;
- ✓ Prevedere il posizionamento di infrastrutture longitudinali in alveo che riducano la sezione; solo in caso di effettiva e di dimostrata necessità e impossibilità di diversa localizzazione, le stesse potranno essere interrate.

In ogni caso gli attraversamenti e i manufatti realizzati al di sotto dell'alveo dovranno essere posti a quote inferiori a quelle raggiungibili in base all'evoluzione morfologica prevista dell'alveo e dovranno comunque essere adeguatamente difesi dalla possibilità di danneggiamento per erosione del corso d'acqua.

#### **Art. 5.5 – Scarichi in corpi idrici**

I corpi idrici vengono definiti dalla Provincia e non coincidono con il reticolo idrico minore.

Uno scarico idrico deve essere autorizzato dalla Amministrazione Comunale sotto l'aspetto quantitativo. L'autorizzazione allo scarico, dovrà verificare preliminarmente la capacità del corpo idrico a smaltire le portate scaricate, con particolare riferimento, oltre alla sezione idraulica dello stesso (sufficienza od insufficienza), l'attuale regime idraulico, il franco di bonifica, la ricettività del collocamento finale. I limiti di accettabilità di portata di scarico fissati, in assenza di più puntuali indicazioni, dovranno comunque essere:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali e industriali;
- 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di pubbliche fognature.

Il manufatto di recapito dovrà essere realizzato in modo che lo scarico avvenga nella medesima direzione del flusso e prevedere accorgimenti tecnici (quali manufatti di dissipazione dell'energia) per evitare l'insorgere di fenomeni erosivi nel corso d'acqua. Tutti gli interventi che comportino lo scarico in acque superficiali dovranno essere accompagnati da una relazione idraulica, che accerti le portate di smaltimento e la conformità delle operazioni di immissione nel corso d'acqua.

#### **Art. 5.6 – Canoni**

Per ogni opera realizzata da parte di qualsiasi privato o Ente dovrà essere versato un canone di polizia idraulica come da tabella ed elenco di cui alla DGR n. 7/13950 del 01.08.2003. I canoni saranno aggiornati ed adeguati annualmente con delibera di Giunta Comunale in base all'indice ISTAT di variazione del costo della vita.

#### **Art. 5.7 – Ripristino di corsi d'acqua a seguito di violazioni in materia di polizia idraulica**

In caso di realizzazione di opere non autorizzate o in difformità da quanto autorizzato, la diffida a procedere ed il ripristino potranno essere disposte con apposita Ordinanza Sindacale ai sensi dell'art. 14 della legge n° 47/85 e DPR n. 380/2001.

#### **Art. 5.8 – Autorizzazione paesistica**

Qualora l'area oggetto di intervento ricada in zona soggetta a vincolo paesistico, il richiedente dovrà presentare apposito atto autorizzativo rilasciato dall'autorità competente per territorio o per materia.

#### **Art. 5.9 – Richieste di sdemanializzazione**

Il Comune, in caso di necessità di modificare o di definire i limiti alle aree demaniali potrà proporre ai competenti uffici dell'amministrazione statale (Agenzia del Demanio) le nuove delimitazioni. Le richieste di sdemanializzazione sul reticolo minore dovranno essere inviate alle Agenzie del Demanio. L'amministrazione Comunale dovrà in tal caso fornire il nulla-osta idraulico. Si ricorda che, ai sensi del comma 4 del d.lgs. 11 maggio 1999 n° 152, le aree del demanio fluviale di nuova formazione non possono essere oggetto di sdemanializzazione.

#### **Art. 5.10 – Modalità e funzioni degli interventi**

Le opere da eseguirsi nelle fasce di rispetto devono garantire l'accesso al corso d'acqua per le manutenzioni e devono riqualificare tutto l'ambiente lungo il corso d'acqua. Inoltre gli interventi devono svolgere le seguenti funzioni: a) funzione idrogeologica: consolidamento del terreno, copertura del terreno, trattenuta delle precipitazioni atmosferiche, protezione del terreno dall'erosioni, drenaggio; b) funzione naturalistica: creazione di macro e micro-ambienti naturali divenuti ormai rari, recupero di aree degradate, sviluppo di associazioni vegetali autoctone, miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno; c) funzione estetico-paesaggistica: miglioramento visivo del paesaggio, inserimento di opere ecostruzioni nel paesaggio, protezione dal rumore; d) funzione economica: risparmio sui costi di costruzioni e di manutenzione di alcune opere.

##### **Tecniche di intervento agroforestali**

Le tecniche di intervento prevedono l'utilizzo di piante intere o di loro parti (semi, radici, talee) utilizzando esclusivamente specie autoctone compatibili con le tipologie forestali potenziali e di riferimento dell'area in cui si interviene. Si possono avere le seguenti tipologie di intervento: a) semina (a spaglio, idrosemina in spessore, o con colture protettiva); b) messa a dimora di talee

(viminate, fascinate, copertura diffusa con astoni, palificate, ecc.);c) piantagione di piantine radicate (erbacee, arbustive o arboree). Qualora l'impiego di piante o di loro parti non sia sufficiente per ottenere gli obiettivi prefissati, si può fare riferimento anche ad altri materiali quali: pietrame, legname, reti in materiale sintetico o in fibra naturale. d) Messa a dimora di specie arbustive ed arboree

#### **Tecniche di intervento per difese spondali**

Le difese spondali devono essere effettuate con tecniche di ingegneria naturalistica, in generale con le seguenti opere:

- Vimate, fasciate e cordonate vive
- Copertura diffusa con astoni di salice
- Grata viva
- Scogliera in massi reinverdita
- Muro di sostegno in gabbioni con talee
- Cabalette in pietrame e legno
- Palificata viva di sostegno
- Palizzata in legno con talee
- Muro di sostegno a secco

Salvo provata dimostrazione della loro ineluttabilità, sono vietati i muri in calcestruzzo armato.

#### **Art. 5.11 – Costruzioni, manufatti, recinzioni – Distanze minime**

Nelle fasce di rispetto non è consentita la realizzazione di costruzioni di nessun genere neppure a carattere provvisorio. Saranno consentite recinzioni, senza muratura al piede e realizzate con pali in legno e rete metallica, che in ogni caso avranno una distanza minima di m 5 dal punto più esterno della sponda. Per i corsi d'acqua all'interno del centro edificato e nelle zone già urbanizzate, potranno solo essere realizzate costruzioni che avranno le seguenti distanze: Costruzioni (al di fuori della fascia di rispetto individuata in Carta) Accessori (al di fuori della fascia di rispetto individuata in Carta) Recinzioni m 5.

#### **Art. 5.12 – Manutenzioni periodiche**

Le manutenzioni dei corsi d'acqua possono essere eseguite con mezzi meccanici o manualmente. Le frequenze dovranno essere stabilite sulla base di indagini specifiche da eseguire lungo i corsi d'acqua. Esse si dividono in: a) Manutenzione dell'alveo b) Manutenzioni spondali c) Manutenzioni dei muri d) Manutenzione delle briglie.

##### **A) Manutenzioni dell'alveo**

Le manutenzioni dell'alveo consistono nella pulizia ed eventuali asportazioni e/o riempimenti:

- asportazione di materiali in esubero che comporta il restringimento di sezione, tipo legna, cavi tereno franato e foglie
- asportazione materiali vari (plastica, carta, vetro, materiale ferroso)
- riempimento di buche o conche di erosione, con pietrisco e trovanti

##### **B) Manutenzioni spondali** Le manutenzioni spondali consistono in:

- taglio dell'erba

- controllo infestanti
- ceduazione
- diradamento
- lavorazione del terreno
- nuovi impianti agro-forestali (siepi campestri, filari, fasce tampone, formazioni boschive)

#### C) La manutenzione dei muri

Riguarda il controllo e la verifica di stabilità dei muri in C.A. ed a secco oltre che la pulizia dei muri dalle erbe e dai rovi e la sistemazione dei muri in pietra mediante consolidamento degli stessi. Tutto il materiale di risulta dovrà essere smaltito in impianti autorizzati previa analisi di caratterizzazione.

#### **Art. 5.13 – Formazione di rampe d’accesso**

Per poter eseguire le manutenzioni sarà data la possibilità di realizzare delle rampe d’accesso per i mezzi meccanici. Le rampe saranno realizzate con la seguente pavimentazione:

- pietrisco fine tipo granulato rollato e costipato
- pietra posata su letto di cemento.

#### **Art. 5.14 – Formazione di briglie**

Dove necessario, potranno essere costruite briglie aventi la funzione di:

- rallentare lo scorrere delle acque
- fermare i materiali Le briglie potranno essere costruite in:
  - tronchi di legno scortecciato
  - pietra con paletti di ferro.

#### **Art. 5.15 – Richiesta di autorizzazione**

Per qualsiasi opera da realizzarsi all’interno delle fasce di rispetto dovrà essere richiesta specifica autorizzazione tramite domanda scritta in cui dovranno essere indicati: a) Dati anagrafici, C.F., residenza del richiedente b) Progetto completo con:

- planimetria
- estratto mappa
- estratto aerofotogrammetria
- piante, prospetti, sezioni
- relazione tecnica ed agroforestale per gli interventi di ripristino e miglioramento ambientale
- documentazione fotografica

#### **Art. 5.16 – Rilascio autorizzazione**

L’autorizzazione verrà rilasciata nei modi e nei tempi previsti dalla legge.



## **Art. 6 – Fasce fluviali definite dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po**

Le fasce fluviali delimitate attraverso lo studio idraulico realizzato dall'Autorità di Bacino del fiume Po' corrispondono a differenti livelli di rischio nei confronti dei fenomeni di esondazione ed allagamento del fiume Serio, in concomitanza con un evento di piena caratterizzato da periodo di ritorno pari a 200 anni. Di seguito si riportano in forma sintetica le norme inerenti le tre fasce, rimandano per maggiori dettagli alla normativa completa del PAI.

### **Art. 6.1 - Classificazione delle Fasce Fluviali**

Le fasce fluviali sono classificate come segue.

-Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle presenti Norme, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;

-Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta.

-Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato.

### **Art. 6.2 - Fascia di deflusso della piena (Fascia A)**

Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

Nella Fascia A sono vietate:

- a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;
- b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. l);

- c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. m);
- d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;
- e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
- f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

Sono per contro consentiti:

- a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;
- b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m<sup>3</sup> annui;
- e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
- f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;
- h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;
- i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;
- l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;

m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

### **Art. 6.3 - Fascia di esondazione (Fascia B)**

Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

Nella Fascia B sono vietati:

- a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
- b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, let. l);
- c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art. 29:

- a) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- b) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;
- c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
- d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;
- e) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

#### **Art. 6.4 - Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)**

Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B. In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L. 183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, let. b), del D.L. n. 279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000.

#### **Art. 7 – Studi di approfondimento dello strumento geologico comunale**

La D.G.R. 22-12-2005 n. 8/1566 contiene le direttive inerenti gli studi di approfondimento indispensabili per analizzare con maggior dettaglio le condizioni di pericolosità del territorio. Tali procedure dovranno essere applicate allorché si desideri ripermire ambiti soggetti a vincolo o declassare aree precedentemente inserite in classe 4 di fattibilità geologica.

In ogni caso la scelta e la facoltà di ripermetrare o declassare un sito spetta all'Amministrazione Comunale.

### **Art. 8 – Norme per la valutazione degli effetti sismici di sito**

Il territorio di Fara Olivana con Sola è inserito in zona sismica 4, associata ad un'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A pari a 0,05g. Gli scenari di pericolosità sismica indicano che sussiste la possibilità di amplificazione litologica e geometrica così come di cedimento del terreno.

Qualora vi sia la necessità di progettare edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) si dovranno eseguire studi di approfondimento di II e III livello, esaminando gli effetti di amplificazione litologica e le problematiche connesse con il fenomeno della liquefazione. Tali studi potranno comunque essere eseguiti nelle medesime modalità in ogni occasione in cui si desideri progettare le strutture ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 del 20-03-2003 e delle successive modifiche ed integrazioni.

## **12 - ALLEGATI**

### **12.1 – Allegati alla relazione geologica generale**

- ◆ Allegato 1 – Elenco e stratigrafie dei pozzi per acqua
- ◆ Allegato 2 - Indagini geognostiche

### **12.2 – Cartografia tematica**

- ◆ Tav. 1 – Carta Geologica e Geomorfologica in scala 1:10.000
- ◆ Tav. 2 – Carta Idrogeologica in scala 1:10.000
- ◆ Tav. 3 – Carta della Pericolosità Sismica Locale in scala 1:10.000
- ◆ Tav. 4 – Carta dei Vincoli Geologico-Ambientali in scala 1:5.000
- ◆ Tav. 5 – Carta di sintesi in scala 1:5.000
- ◆ Tav. 6a, 6b – Carta di fattibilità delle azioni di piano in scala 1:2.000
- ◆ Tav. 6c – Carta di fattibilità delle azioni di piano in scala 1:10.000

### 13 - BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (1970): *Carta Geologica d'Italia – Foglio Treviglio*. Servizio Geologico Nazionale, Roma.
- AA. VV. (1998): *La comunità di Fara Olivana con Sola, venti secoli di storia*. Comune di Fara Olivana con Sola.
- BENINI G. (1990): *Sistemazioni idraulico-forestali*. Utet.
- BERETTA G.P. (1992): *Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee*. Pitagora Editrice Bologna
- CNR-GNDCI (1988): *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. Pubblicazione n. 75, Ed. Geograph.
- CASTIGLIONI G.B. (1989): *Geomorfologia*. Utet.
- CELICO P. (1986): *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori Editore.
- COMMISSIONE PER LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DEL CNR (1992): *Proposta di segni convenzionali*. CNR Roma.
- LANCELLOTTA R. (1987): *Geotecnica*. Zanichelli.
- MANELLA A. (2005): *Studio geotecnico finalizzato al Piano per Insediamenti Produttivi in località Sola*. Comune di Fara Olivana con Sola.
- MANELLA A. (2006): *Studio geotecnico finalizzato al Piano di Zona in via Vittorio Emanuele II*. Consorzio Insediamento Residenziale.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO: *Annali Idrologici*. Ufficio Idrografico del Po, parte 1° e 2°.
- NICEFORI F. (2006): *Fara Olivana con Sola, curiosando nell'archivio storico comunale*. Comune di Fara Olivana con Sola.
- PROVINCIA DI BERGAMO – DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA DELL'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO (2000): *Carta Geologica della Provincia di Bergamo*. Servizio Territorio della Provincia di Bergamo.
- REGIONE LOMBARDIA, ERSAL (1998): *Progetto carta pedologica – I suoli della pianura bergamasca sinistra Serio*.

SCESI L., PAPINI M. (1995): *Il rilevamento geologico-tecnico*. Città Studi Edizioni.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO, CNR, PROVINCIA DI BERGAMO (2000): *Carta idrogeologica e dei principali elementi di impatto ambientale della fascia dei fontanili compresa tra i fiumi Adda e Oglio*.

VAGNI G. (-): *Componente geologica relativa alla programmazione degli interventi territoriali*. Comune di Fara Olivana con Sola.