



CITTA' DI

FOLLONICA

Provincia di Grosseto



NUOVO PIANO STRUTTURALE

DOCUMENTO DI ADOZIONE e APPROVAZIONE

art.19 della L.R. 65/2005

Il Sindaco:
Andrea Benini

Dirigente:
Arch. Domenico Melone

Responsabile del procedimento:
Geom. Elisabetta Tronconi

Garante dell'informazione
e della partecipazione:
Dott.ssa Noemi Mainetto

Tav. G00

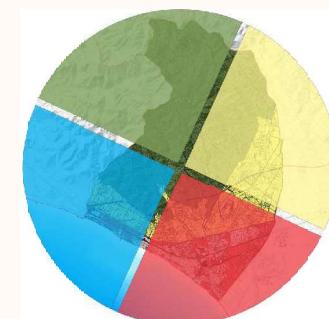
Relazione Geologica Illustrativa (D.P.G.R. 5/R/2020)

Ufficio di Piano:

Arch. Domenico Melone
Arch. Luisa Magliano
Dott. Fabio Ticci
Geom. Elisabetta Tronconi
Geom. Riccardo Fanti
Arch. Elisabetta Berti
Arch. Rita Monaci

Studio Geologico:
Dr. Geol. Massimo Marrocchesi

Collaboratori:
Dr. Geol. Lorenzo Fanciulletti
Dr. Geol. Fabrizio Fanciulletti



PREMESSA

Il presente studio sintetizza i risultati delle indagini geologiche di supporto al nuovo Piano Strutturale del Comune di Follonica, in Provincia di Grosseto.

Lo studio è stato redatto in ottemperanza al D.P.G.R. 5/R/2020, allegato A, con la presente relazione che risulta parte integrante degli elaborati cartografici allegati al quadro conoscitivo di seguito elencati:

- TAV. G01 Carta Geologica (scala 1:10000)
- TAV. G02 Carta Geologico Tecnica (scala 1:10000)
- TAV. G03 Carta dei Dati di Base (scala 1:10000)
- TAV. G04 Carta Geomorfologica (scala 1:10000)
- TAV. G05 Carta della Morfodinamica Costiera (scala 1:2000)
- TAV. G06 Carta Idrogeologica (Scala 1:10.000)
- TAV. G07 Carta della Pericolosità Geologica (Scala 1:10.000)
- TAV. G08 Carta della Vulnerabilità delle Falde (Scala 1:10.000)

Si precisa che il Comune di Follonica ricade in classe di sismicità 4, conseguentemente le cartografie tematiche hanno tenuto conto di questa classificazione

Il presente studio recepisce ed integra i dati disponibili per il territorio comunale, ed in particolare si fa presente quanto segue:

- La cartografia topografica di base, utilizzata per la redazione degli elaborati, è costituita dalla CTR alla scala 1:10000 della Regione Toscana (anno 2010);
- Il dato altimetrico, utilizzato nelle elaborazioni, è costituito dal DTM (Risoluzione a terra 10m, anno 2010) integrato, ove disponibile, dal DTM-LiDAR (risoluzione a terra 2m, anno 2004); entrambi i dati sono resi disponibili da Regione Toscana;

- I dati geologici e geomorfologici fanno riferimento al DataBase Geologico e Geomorfologico della Regione Toscana, opportunamente integrati ed aggiornati mediante verifiche dirette;
- La definizione delle pericolosità tiene conto del quadro proposto dagli strumenti sovraordinati Appennino Settentrionale (PAI frane Toscana Costa, PGRA), opportunamente integrato ed aggiornato.

1. CARTA GEOLOGICA (Tav.G01)

La carta geologico-strutturale del territorio studiato è stata realizzata integrando i dati relativi al *DB geologico* della Regione Toscana (aggiornati al Novembre 2018), al *DB geomorfologico* della Regione Toscana (aggiornati al Settembre 2018), con la cartografia del progetto CARG ed integrata da verifiche dirette.

Depositi Olocenici
h5 - Terreni di riporto, bonifica per colmaia (Olocene)
b - Depositi alluvionali attuali: ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali. (Olocene)
g2a - Depositi di spiaggia: sabbie littorali (Olocene)
Da - Depositi eolici: sabbie di dune costiere (Olocene)

Depositi pliocenici e pleistocenici
bnb - Depositi alluvionali terrazzati: ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali (Pleistocene medio-superiore)
q1 - Sabbie rosse (Pleistocene medio-superiore)
q2 - Sabbie e conglomerati (Pleistocene medio-superiore)
q3 - Conglomerati e sabbie (Pliocene inf.? - Pleistocene medio)

Depositi messiniani
MESb - Conglomerati poligenici (Turoliano sup.)

Unità Liguri Interne
APA - Argille a Palombini: Argilliti grigie e calcilutiti (Cretaceo inf.)

Dati geologici modificati da
DBgeologico e CARG (Regione Toscana)

Unità Liguri Esterne
RCH - Argilliti e calcari di Poggio Rocchino: argilliti varicolore manganeseifere con marne, calcari marnosi e calcareniti (Albiano - Campaniano)
MLL - Formazione di Monte Morello: flysch carbonatici, calcari marnosi e marne (Paleocene sup. - Eocene med.)
SIL - Formazione di Sillano - Santa Fiora: argilliti grigio-brunastri e calcilutiti (Cretaceo sup. - Paleocene)

Unità Sub-Liguri
ACC - Argille e Calcari di Canevolo: argilliti e calcilutiti. Torbidi in strati da spessi a molto spessi, livelli di arenarie (ACCb). (Paleocene - Eocene)

Falda Toscana
STOI - Scaglia Toscana (membro delle Argilliti di Brolio) (Cretaceo inf.? - Paleogene)
DSD - Diaspri: radiolariti rosso scure o verdi, solitamente stratificate, localmente con interstrati argillitici. Talvolta, nella parte alta della formazione, marne silicee e argilliti rosse con rare intercalazioni di calcilutiti silicee grigio verdastre (Malm p.p.)
POD - Marne a Posidonia: marne e calcari marnosi grigio-verdastri, con rare intercalazioni di marne o argilliti rosse e di calcareniti talvolta selcifere (Lias sup. - Dogger p.p.)
LIM - Calcare selcifero di Limano: calcilutti talvolta marnosi, grigio chiaro ben stratificati, con noduli e lisce di selce grigio chiaro e sottili interstrati marnosi; rari livelli calcareniti (Lias med. - sup.)

MAS - Calcare Massiccio: calcari e calcari dolomiticci grossolanamente stratificati e massicci (Lias inf.)

Elementi strutturali
~~~ contatto stratigrafico
✓~~~ contatto stratigrafico inconforme
✓— contatto stratigrafico sepolto/incerto
~~~ falda
~~~ falda direna
~~~ contatto tettonico sovrattivo a basso angolo
~~~ sovrascorrimento di importanza principale
~~~ sovrascorrimento di importanza minore
~~~ contatto tettonico sepolto/incerto
23 Stratificazione a polarità sconosciuta
4 Stratificazione orizzontale diritta
5 Stratificazione verticale
23 Stratificazione inclinata diritta
23 Stratificazione inclinata rovesciata
23 Asse di piega

Limite Comunale

## 1.1 Inquadramento geologico regionale

L'area di studio si inserisce nel contesto geologico strutturale e tettonico dell'Appennino Settentrionale.

La storia evolutiva dell'Appennino settentrionale e l'assetto geologico che ne risulta, in cui si inserisce la Toscana meridionale, è un argomento che, almeno nei tratti essenziali, viene riconosciuto e condiviso nella letteratura geologica.

L'Appennino Settentrionale è una catena collisionale formata a seguito dello scontro fra la placca Sardo-Europea e la microplacca Adria (Boccaletti et al. 1971) (coinvolte nello scontro fra le grandi placche Eurasatica ed Africana).

Esso è costituito da unità tettoniche appartenenti a tre domini principali: il dominio oceanico Ligure-Piemontese rappresentato dalle successioni delle Unità Liguri Interne; il dominio di transizione oceano–continente, rappresentato dalle sequenze delle Unità Liguri Esterne e Sub-Liguri; il dominio di margine continentale (della placca Adria) che caratterizza le successioni delle Unità Toscane (Falda Toscana ed Unità Toscane Metamorfiche) e le unità del dominio Umbro-Marchigiano.

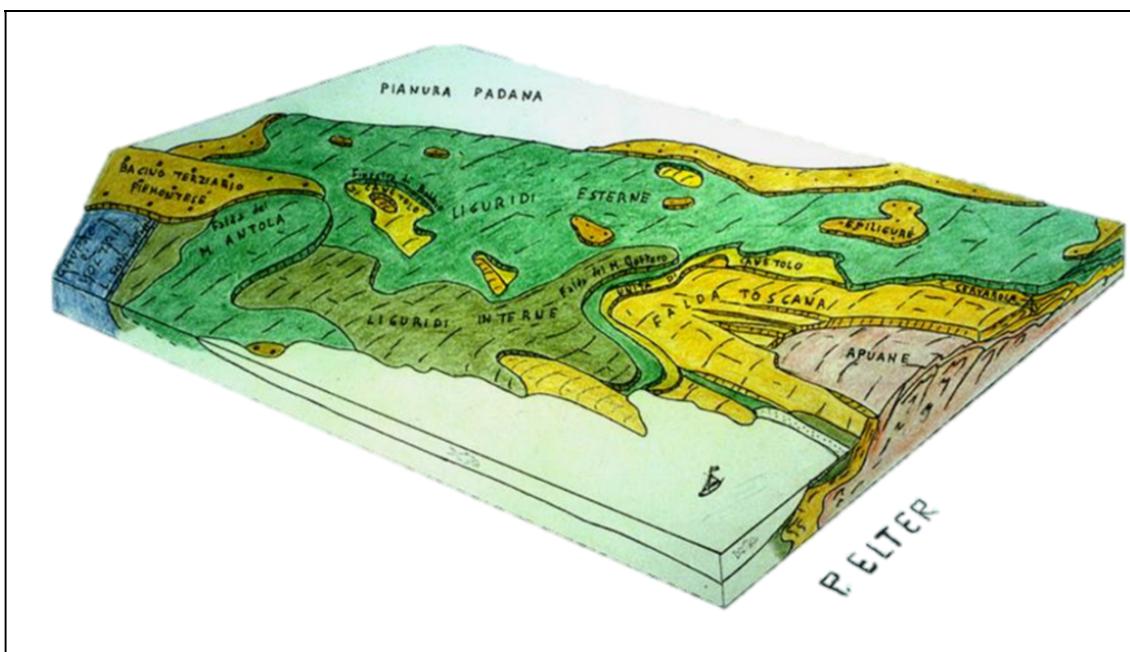


Figura 1 - Inquadramento geologico regionale: block diagram tratto da Elter 1994 che mostra i rapporti fra le varie unità tettoniche in Appennino settentrionale.

Ad una prima fase di subduzione di crosta oceanica sotto crosta continentale (iniziate nel Cretaceo inf. ed esaurite nell'Eocene med.), è seguita una fase di collisione continentale (sviluppata dall'Eocene med. al Miocene sup.) che ha visto l'instaurarsi di una tettonica compressiva generale, sviluppata tramite i grandi accavallamenti e faglie inverse della zona di fold and thrust belt della catena ed accompagnata da una tettonica estensionale che si sviluppa nelle porzioni di retroarco, con la formazione e lo sviluppo di bacini estensionali marini e continentali (Bacino Balearico, Tirrenico e Toscana Meridionale).

Le strutture estensionali ed i bacini sedimentari associati, sono attive dal Miocene inferiore-medio (Jolivet et al., 1994, Carmignani et al., 1995, Brunet et al., 2000) e la loro attività sta migrando progressivamente verso est insieme al sistema fronte di catena-avanfossa.

La catena appenninica ha visto poi, nella sua storia più recente, la deposizione di sedimenti e rocce sedimentarie che presentano varie relazioni con le strutture tettoniche sopra citate.

## **1.2 Assetto geologico strutturale locale: la Toscana meridionale**

L'assetto geologico e tettonico relativo alla Toscana meridionale, se pur molto ricco di dati e lavori dedicati, costituisce ancora ad oggi un argomento molto dibattuto. Il motivo delle difficoltà di convergenza tra i modelli geologici proposti dai vari autori, risiede nelle complicazioni strutturali relative a quest'area ed alle difficili (spesso pessime) condizioni di affioramento delle unità litostratigrafiche.

L'assetto strutturale attuale della Toscana Meridionale è dominato dalle deformazioni legate alla tettonica distensiva post-collisionale che nel Neogene e nel Quaternario ha determinato il collasso e lo smembramento di questo ampio settore della catena nord-appenninica.

Recenti studi sul Tirreno settentrionale e sui depositi epiliguri della Toscana Meridionale pongono l'inizio degli eventi deformativi in regime di distensione alla fine del Miocene inferiore (Carmignani *et alii*, 1994; Elter & Sandrelli, 1995).

A partire da questo momento sono stati distinti nella Toscana Meridionale due diversi eventi distensivi (Bertini *et alii*, 1991).

Durante il primo evento, riferito ad un intervallo di tempo compreso fra il Miocene inferiore ed il Tortoniano superiore, si è verificata una delaminazione della crosta superiore ad opera di faglie dirette a basso angolo e a geometria complessa (Decandia *et alii*, 1993); ne è derivata una situazione geometrica molto caratteristica, nota con il nome di “serie ridotta”, che consiste nella elisione di forti spessori di successione stratigrafica e nella diretta ed anomala sovrapposizione delle unità liguri sulla formazione anidritica triassica o addirittura sui termini superiori dell’Unità di Monticiano-Roccastrada.

Durante il secondo evento, che è riferito ad un intervallo di tempo compreso fra il Tortoniano superiore ed il Pleistocene medio, si sono sviluppate faglie a geometria listrica che hanno dato origine ad un sistema di fosse tettoniche, subparallele, allungate in direzione NW-SE, la cui apertura non si è verificata contemporaneamente ma è proceduta gradualmente da occidente ad oriente (Costantini *et alii*, 1995 *cum bibl.*).

Nella Toscana Meridionale esiste un’ampia documentazione che attesta che l’evoluzione sedimentaria neogenico-quaternaria è stata in gran parte condizionata da movimenti verticali della crosta, indotti dalla tettonica distensiva postcollisionale, con conseguenti variazioni relative del livello del mare (Bossio *et alii*, 1993).

In aggiunta a quanto sopra, occorre ricordare che, agli eventi estensionali registrati in Toscana meridionale, si associa anche la messa in posto di unità magmatiche. Queste unità comprendono rocce plutoniche, ipoabissali, subvulcaniche e vulcaniche di età decrescente da ovest verso est (Civetta *et al.* 1978).

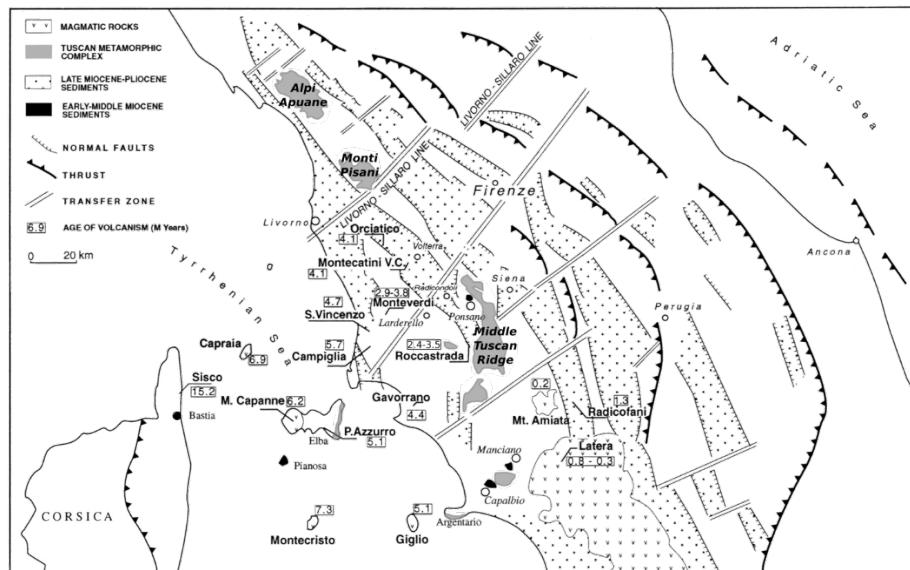


Figura 2 - Schema tettonico dell'appennino settentrionale (modificato da Decandia et al., 2001)

### 1.3 Assetto stratigrafico

Di seguito sono descritte le unità litostratigrafiche rappresentate in tav. 02, dall'alto verso il basso stratigrafico.

Le descrizioni fanno riferimento a quanto riportato nel *Continuum Geologico* della Regione Toscana e nelle legende originali d'autore delle cartografie CARG in scala 1:10000 e nella Relazione Illustrativa del Piano Strutturale del Comune di Follonica, redatto nel 2003 e successive integrazioni.

#### ***Depositi Olocenici***

**h5** - Terreni di riporto, bonifica per colmata (*Olocene*)

**b** - Depositi alluvionali attuali: ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali. (*Olocene*)

**g2a** - Depositi di spiaggia: sabbie litorali. (*Olocene*)

**Da** - Depositi eolici: sabbie di dune costiere. Le dune che originariamente bordavano il golfo di Follonica attualmente si presentano smembrate e per gran parte demolite. In alcuni tratti sono state fortemente antropizzate con costruzioni o con innesti di vegetazione ad alto fusto, in altri sono state invece smantellate completamente. (*Olocene*)

### ***Depositi pliocenici e pleistocenici***

**bnb** - Depositi alluvionali terrazzati: ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali. (*Pleistocene medio-superiore*)

**q1** - Sabbie rosse: comprendono le unità note in letteratura come *Sabbie rosso arancio di Donoratico* (*q9*) e *subsistema (RT2) di Riotorto*. Sono costituiti da depositi di natura eolica, colluviale e di piana di esondazione fluviale. Litologicamente si tratta di sabbie più o meno massive con inclusi, talvolta, ciottoli di piccole dimensioni. Caratteristico è il colore rosso mattone. La presenza di livelli ciottolosi aumenta in corrispondenza delle facies fluviali. Questi sedimenti costituiscono morfologicamente zone terrazzate. Il rinvenimento nelle sabbie di Donoratico di presenze di industrie del Paleolitico indica un'età compresa tra il Tirreniano e la glaciazione Wurmiana. Le datazioni fornite in letteratura, comunque, si riferiscono sistematicamente alla parte terminale del Pleistocene. (*Pleistocene medio superiore*)

**q2** - Sabbie e conglomerati: comprendono l'unità nota in letteratura come *Subintema (PC2) del Fiume Pecora*. Sono costituiti da sabbie e limi sabbiosi, con ciottoli sparsi e livelli argillosi e marnosi. Presenti anche livelli lentiformi di calcareniti sabbiose e da corpi lentiformi di conglomerati alluvionali. (*Pleistocene medio superiore*)

**q3** - Conglomerati e sabbie: comprendono le unità conosciute in letteratura con i nomi *Conglomerati di Pod. San Luigi* (*q6'*), *Subintema (PC4) del Fiume Pecora*, *subsistema (RT2)* di Riotorto. Si tratta, di depositi prevalentemente depositi in ambiente alluvionale, costituiti da conglomerati e ciottoli in matrice sabbiosa, talvolta cementata. Nella parte superiore sono presenti livelli di sabbie calcaree e di calcareniti grossolane in facies di panchina. I sintemi di Riotorto sono riferiti al Pliocene inferiore, mentre per i restanti affioramenti viene attribuito l'intervallo Pleistocene medio.

(*Pliocene inf? - Pleistocene medio*)

### ***Depositi messiniani***

**MESb** - Conglomerati poligenici: corrisponde alla formazione nota in letteratura come *Conglomerati di Montebamboli (BAM)*. Tale formazione affiora estesamente lungo la parte Sud-Orientale del Comune. Essa è costituta da clasti di varie dimensioni fino ad un massimo di 20 cm, di forma rotondeggiante, litologicamente costituiti da elementi di calcari-palombini, calcari, calcareniti e arenaria. Tale conglomerato poligenico, all'affioramento, è a volte sciolto, talora è tenuto insieme da una matrice argillosa sabbiosa di colore rosso. Talvolta si intercalano nel conglomerato sacche di sabbie argillose. Caratteristico è il colore rosso scuro che si rinviene sulla superficie di gran parte dei clasti; questo colore tende a volte al viola con conseguenti spalmature limonitiche. La sua giacitura è nettamente discordante sulle unità tettoniche sottostanti. Questa formazione è stata datata al Messiniano Superiore, poiché è discordante sui gessi del Messiniano nella zona del Castello di Marsiliana ed è sottostante alle unità del Pliocene inferiore; (*Turoliano sup.*)

### ***Unità Liguri Interne***

**APA** – Argille a Palombini: alternanze regolari di calcilutiti, talvolta con base arenitica in strati medi, e di peliti scure in strati medi e spessi. Presenti verso la parte sommitale della formazione, marne e marne calcaree in strati medi e spessi e areniti fini in strati sottili. Torbiditi ed emipelagiti di ambiente bacinale. (*Cretaceo inf.*)

### ***Unità Liguri Esterne (Unità del Flysch a Elmintoidi, Unità Ottone)***

**RCH** – Argilliti e calcari di Poggio Rocchino: argilliti varicolori manganesifere con marne, calcari marnosi e calcareniti. (*Albiano - Campaniano*)

### ***Unità Liguri Esterne (Unità Santa Fiora, Unità Monte Morello)***

**MLL** – Formazione di Monte Morello: flysch carbonatici, calcari marnosi e marne.  
(*Paleocene superiore – Eocene medio*)

**SIL** – Formazione di Sillano-Santa Fiora: argilliti grigio-brune e calcilutiti. (*Cretaceo superiore - Paleocene*)

### ***Unità Sub-Liguri***

**ACC** – Argille e Calcarei di Canetolo: Argilliti e calcilutiti (**ACCb**) Torbiditi calcareo-marnose in strati da spessi a molto spessi, livelli di arenarie; (*Paleocene - Eocene*)

### ***Falda Toscana***

**STO1** - Scaglia Toscana (membro delle Argilliti di Brolio): argilliti e argilliti siltose e marnose rossastre, verdastre o grigie, talvolta con sottili intercalazioni di calcilutiti silicee e calcareniti grigie o verdastre; rare radiolariti rosse. (*Cretaceo inf.? - Paleogene*)

**DSD** – Diaspri: radiolariti rosso-scure o verdi, sottilmente stratificate, localmente con interstrati argillitici. Talvolta, nella parte alta della formazione, marne silicee e argilliti rosse con rare intercalazioni di calcilutiti silicee grigio-verdastre. (*Malm*)

**POD** – Marne a *Posidonomya Alpina*: marne e calcari marnosi grigio-verdastri, con rare intercalazioni di marne o argilliti rosse e di calcareniti talvolta selcifere (*Lias superiore – Dogger p.p.*)

**LIM** – Calcare selcifero di Limano: calcilutiti talvolta marnose, grigio - chiare, ben stratificate, con noduli e liste di selce grigio-chiara e sottili interstrati marnosi; rari livelli calcarenitici. (*Lias medio - superiore*)

**MAS** – Calcare massiccio: calcari e calcari dolomitici grossolanamente stratificati e massicci. (*Lias inferiore*)

## 2. CARTA GEOLOGICO-TECNICA (Tav.G02)

Con riferimento alla carta geologica di cui sopra, è stata redatta la seguente carta, precisando che da un punto di vista litotecnico è stato possibile accorpare in 10 "Unità Litotecniche" tutte le formazioni affioranti

### *Terreni di copertura*

-  RI - Terreni contenenti resti di attività antropiche (h5)
-  GW - Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie (MESb)
-  GP - Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia (q3)
-  GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (b-GM, bnb-GM, q2)
-  SW - Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose (q1)
-  SP - Sabbie pulite con granulometria poco assortita (g2a, Da)
-  CL - Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre

### *Substrato lapideo*

-  SFLP - Lapideo fratturato/alterato (MAS)
-  SFAL - Alternanza di litotipi fratturato/alterato (APA, RCH, MLL, SIL, ACC, STOI)
-  SFLPS - Lapideo, stratificato fratturato/alterato (DSD, POD, LIM)

Per quanto riguarda la definizione delle singole formazioni e/o dei fenomeni morfologici, si è proceduto secondo le seguenti classificazioni:

### **INSTABILITA' DI VERSANTE**

#### **Frane attive**

Si tratta di fenomeni gravitativi, di scorrimento e/o non definite, che presentano indizi di movimento in atto o recenti

## **Frane quiescenti**

Si mostrano come accumuli gravitativi di materiale a granulometria variabile, che mostrano una sostanziale stabilità, senza evidenze di movimenti in atto, seppur la riattivazione degli stessi è da considerare come non totalmente esclusa.  
Risultano come frane di scorrimento, colate, a dinamica complessa e/o indeterminata

## **Frane non definite**

Si tratta di fenomeni gravitativi che non presentano indizi tali da far presupporre con certezza dei movimenti in atto e/o uno stato di quiescenza

### **ELEMENTI TETTONICO STRUTTURALI**

Sono stati cartografati dei lineamenti tettonici (faglie) discriminandole come stato di attività, tipologia (dirette-inverse o con cinematismo non definito) e presenza certa o incerta

### **FORME DI SUPERFICIE E/O SEPOLTE**

Sono stati cartografati degli elementi morfologici particolari, come delle conoidi alluvionali, delle falde detritiche e gli orli di scarpata > 20 m.

## **CLASSIFICAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE**

### **TERRENI DI COPERTURA**

#### **RI – terreni contenenti resti di attività antropiche**

Sono stati inseriti i terreni di riporto e/o bonifica a granulometria variabile, la cui allocazione deriva da interventi antropici s.l

### **GW – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia**

In questa classe risulta presente la formazione geologica MESb, che risulta costituta da clasti di varie dimensioni fino ad un massimo di 20 cm, di forma rotondeggiante, litologicamente costituiti da elementi di calcari-palombini, calcari, calcareniti e arenaria.

### **GP – Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia**

In questa classe risulta inserita la formazione q3, che risulta costituita da conglomerati e ciottoli in matrice sabbiosa, talvolta cementata

### **GM – Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo**

In questa classe risultano inserite le formazioni b (depositi alluvionali attuali) q2 (sabbie e conglomerati) e bnb (depositi alluvionali terrazzati)

Tali depositi si mostrano come una miscela, a percentuali variabili, di ghiaie, sabbie e limi

### **SW – Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose**

In questa classe risulta inserita la formazione q1, che si mostra come dei depositi di natura eolica, colluviale e di piana di esondazione fluviale; litologicamente si tratta di sabbie più o meno massive con inclusi, talvolta, ciottoli di piccole dimensioni

### **SP – Sabbie pulite con granulometria poco assortita**

In questa classe risultano inserite le formazioni g2A e Da, che risultano consistere nelle sabbie litorali e nelle sabbie di duna costiera

### **CL – Argille inorganiche di medio bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose etc..**

In questa classe risultano inseriti alcuni affioramenti della formazione b, dove è maggiormente presente la componente argillosa, mentre risulta subordinata la frazione sabbiosa e/o clastica

## **SUBSTRATO LAPIDEO**

### **SFLP – Substrato lapideo fratturato/alterato**

In questa classe risulta inserita la formazione MAS, costituita da calcari e calcari dolomitici grossolanamente stratificati e massicci

### **SFAL – Alternanza di litotipi fratturati/alterati**

In questa classe risultano inserite le formazioni APA (argille a palombini) ,RCH (argilliti e calcari), MLL (Flysch di Monte Morello), SIL (formazione di Sillano), ACC (argille a calcari di Canetolo) e STO1 (Scaglia Toscana)

Se si esclude la Scaglia toscana, risultano essere tutte formazioni flyschoidi delle Unità liguri, con indicativamente alternanze di calcari ± marnosi ed argilosclisti

### **FLPSP – Substrato lapideo stratificato fratturato/alterato**

In questa classe risultano inserite le formazioni DSD (Diaspri), POD (Marne a Posydonomia) LIM (Calcare selcifero), tutte costituite da elementi lapidei mostranti localmente stratificazioni ben distinguibili

## **3. CARTA DEI DATI DI BASE (Tav.G03)**

Nella Tavola G03 sono ubicate sia le principali e più rappresentative indagini geologico-tecniche eseguite nel territorio del Comune di Follonica.

### ***Indagini Puntuale***

▼ *Penetrometria Statica*

■ *Sondaggio*

I dati sono stati acquisiti sia da lavori di proprietà dell'Amministrazione Comunale che da lavori originali eseguiti dai professionisti geologi; i lavori contenenti le risultanze delle indagini sopra descritte, sono in possesso della Pubblica Amministrazione e dei competenti organi di controllo.

4 - CARTA GEOMORFOLOGICA (Tav. G04)

I territorio comunale di Follonica è diviso in due parti ben distinte dal punto di vista geomorfologico; la parte settentrionale è occupata dai rilievi collinari, la parte meridionale, compreso il centro urbano del capoluogo, è completamente pianeggiante fino alla linea di costa

* * * * *

Da un punto di vista geomorfologico mentre il comparto meridionale mostra di fatto assenza di significative forme geomorfologiche, nel comparto settentrionale sono state individuati numerosi fenomeni franosi o altre forme legate a vari fattori come sotto dettagliato

**FORME E DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA**

**Forme**

- Argine artificiale
- Canale artificiale o tratto di corso d'acqua artificializzato
- Orolo di scarpata antropica – altezza < 10 metri
- Area urbanizzata
- Area di laminazione o cassa di espansione

**Depositi**

- Riposo antropico (rilevato stradale, ferroviano ecc.)

**FORME E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITÀ'**

**Forme di denudazione**

- quiessente o attivo
- Suo di attività attiva indeterminato
- Orolo di scarpata di frana
- Orolo di scarpata di degradazione altezza > 20m

**Forme di accumulo e relativi depositi**

**Frane**

Stato di attività	Tipo di movimento
quiessente	Frana con tipo di movimento indeterminato
attivo	Frana di scorrimento
indeterminato	Frana di colanamento
	Movimento Complesso

**Depositi di versante:** Deposito a classi angolosi e subangolosi economici con contenuto variabile di matrice sabbiosa o limosa massivo o stratificato

**FORME E DEPOSITI DI ORIGINE MARINA**

**Depositi**

- Depositi generalmente sciolti messi in moto ad opera del moto ondoso in ambiente di spiaggia emersa e sommersa la cui tessitura varia a seconda della morfologia del littore.

**FORME E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI**

**Forme di erosione**

- Attivo
- Attivo
- Orolo di scarpata di erosione fluviale – altezza indeterminata
- Orolo di scarpata di erosione fluviale – altezza ≥ 20 metri
- Orolo di scarpata di erosione fluviale – altezza < 10 metri
- Solco erosivo di ruscellamento concentrato (gully erosion)
- Vallecola a V
- Vallecola a fondo concavo

**Forme di accumulo e relativi depositi**

**Pioggia**

Pleistocene med.- sup.	Anuale
	Granulometria indeterminata
	Ghiacciaie e sabbie prevalenti
	Argille inorganiche

**Depositi eluvio-colluviali:** Sedimenti a granulometria prevalentemente fine (sabbie e silice) con classi grossolani immersi nella matrice, depositi per meccanismi mixti di gravità e ruscellamento ai piedi dei versanti, delle scarpate e all'interno di vallecole a fondo concavo o piano. Possono formare coni di limitate dimensioni e a bassa pendenza allo sbocco degli impianti nelle aree pianeggianti.

**Conoide alluvionale o cono di deiezione a modesta pendenza allo sbocco degli impianti verso aree pianeggianti**

**FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA**

**Depositi eolici**

- Depositi eolico: Sabbie fini e sili di trasporto e deposizione eolica accumulate in dune e cordoni danai, per lo più in aree costiere.

**Limite Comunale**

## **FORME E DEPOSITI LEGATI ALLA GRAVITA'**

Le frane sono state divise in attive, quiescenti ed indeterminate, secondo i seguenti criteri

**FRANE ATTIVE:** aree in cui siano presenti evidenze morfologiche di movimento tuttora in evoluzione e possibile riattivazione nel breve periodo, con frequenza perlopiù stagionale

**FRANE QUIESCENTI:** frane con indizi di movimento antichi, attualmente stabili, in cui siano presenti evidenze morfologiche, anche se profondamente rimodellate da agenti naturali e/o antropici

**FRANE AD ATTIVITA' INDETERMINATA:** aree in cui siano presenti evidenze morfologiche, ma per le quali risulta impossibile stabilirne l'effettivo grado di attività

*****

Dalla loro visione diretta e da quello che è emerso dai rilievi fotogrammetrici è stato possibile suddividerle tra zona di distacco (Orlo) e zona di scorrimento ed accumulo

Le tipologie franose incontrate sono da ricondurre ad almeno 4 tipologie franose, così riassumibili:

**Frane con tipo di movimento indeterminato:** corrispondono a movimenti franosi il cui stato attuale non permette una certa ricostruzione delle cause e della tipologia del dissesto

**Frane di colamento:** si tratta di movimenti franosi derivanti da movimenti distribuiti in maniera continuata all'interno della massa spostata.

Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate, mentre i materiali coinvolti possono essere per lo più coesivi (colate di fango), con i depositi più frequenti costituiti da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

**Frane di scorrimento:** Si tratta di frane derivate dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio

**Movimenti complessi:** per quanto riguarda il tipo di movimento è stato considerato complesso, in quanto caratterizzato dalla risultante di 2 o più tipologie franose, con prevalenti meccanismi complessi di rotazione e di scivolamento

### **FORME E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI**

**Scarpate di erosione fluviale:** corrispondono a scarpate divise per altezza derivanti da fenomeni di erosione fluviale

**Valli a V:** in corrispondenza di affioramenti di rocce resistenti e/o ridotte coperture alluvionali su termini litoidi e/o semi-litoidi, le valli fluviali mostrano talora i caratteri di valli molto incise

**Valli a fondo concavo:** si tratta di valli aventi una forma basale concava, derivata da fenomeni erosivi su terreno non lapideo

**Ruscellamento concentrato:** nei versanti sede di affioramenti di termini prevalentemente argillosi sono presenti questi fenomeni di dilavamento, con locale concentrazione in rivoli secondo linee di scorrimento preferenziale.

### **FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA**

Si tratta di aree site in aree prossime alla linea di costa, dove sono presenti depositi di sabbie fini e silt, trasportate dal vento ed accumulate in dune e/o cordoni dunali

### **FORME E DEPOSITI DI ORIGINE MARINA**

Si tratta di depositi perlopiù sciolti, messi in posto ad opera del moto ondoso in aree di spiaggia emersa e/o sommersa, con tessitura variabile

## **FORME E DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA**

Sono stati cartografati dei canali artificiali, delle arginature, delle aree di riporto antropico, delle scarpate antropiche, nonché aree urbanizzate ed aree di laminazione e/o casse di espansione

## **5 - CARTA DELLA MORFODINAMICA COSTIERA (Tav. G05)**

Nella presente carta, redatta in scala 1:2.000, sono stati indicati le forme ed i depositi di origine antropica (Es. Barriera emerse, semisommerse ed emerse), quelli di origine marina (es. depositi di spiaggia, spiagge emerse e sommerse) e quelli di origine eolica (Es. Depositi eolici, dune mobili e consolidate), oltre a ciò sono state cartografati, per completezza informativa i depositi alluvionali attuali

### ***Forme e depositi di origine antropica***

#### *a. Aree urbanizzate/antropizzate*



Aree urbanizzate/antropizzate

#### *b. Opere di presidio della costa sabbiosa*



Barriera emersa: barriere emerse costituite da massi da scogliera, longitudinali o trasversali rispetto alla linea di riva, a protezione della costa sabbiosa (frangiflutti) e della duna.



Barriera semisommersa: barriere semisommerse (soffiole) costituite da massi da scogliera, longitudinali o trasversali rispetto alla linea di riva, a protezione della costa sabbiosa (frangiflutti).



Barriera sommersa: barriere sommersa costituite da massi da scogliera, longitudinali o trasversali rispetto alla linea di riva, a protezione della costa sabbiosa (frangiflutti).



Barriera sommersa relitta: massi da scogliera relitti, legati ad opere di presidio della costa ormai dismesse.

### ***Forme e depositi di origine marina***

#### *a. Depositî*



Depositi di spiaggia: Depositi generalmente sciolti messi in posto ad opera del moto ondoso in ambiente di spiaggia emersa e sommersa la cui tessitura varia a seconda della morfologia del litorale.

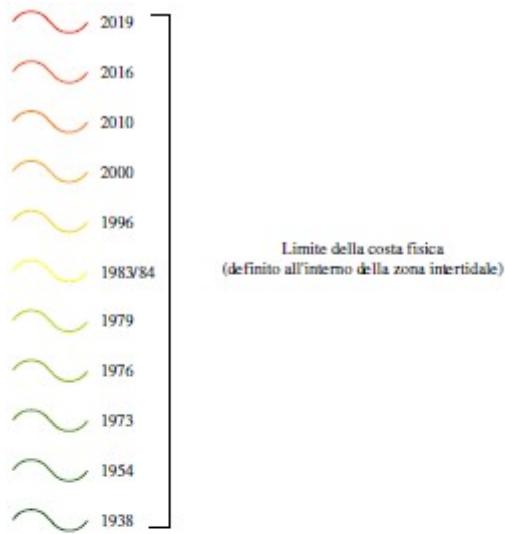
#### *b. Forme*



Spiaggia emersa: tratto di costa compreso fra la linea di costa fisica (zona intertidale) e la zona dove arrivano le onde di tempesta.



Spiaggia sommersa: tratto di costa sabbiosa, compresa fra la zona intertidale ed il limite estremo del fondale sabbioso.



### **Forme e depositi di origine eolica**

#### *a. Depositi*

Depositi eolici: Sabbie fini e silt di trasporto e deposizione eolica accumulate in dune e cordoni dunali, per lo più in aree costiere.

#### *b. Forme*

Duna mobile: porzione di duna soggetta al movimento ad opera del vento, con eventuale presenza di vegetazione rada, non sufficiente a stabilizzare le sabbie.

Duna consolidata: porzione di duna stabilizzata per la presenza di copertura vegetale, tale da permettere l'evoluzione del suolo.

### **Forme e depositi legati alle acque correnti superficiali**

Depositi alluvionali annuali

Si è provveduto anche ad indicare il limite della costa fisica ed il suo andamento dal 1938 al 2019, così come ricostruibile dai dati disponibili.

## **6 - CARTA IDROGEOLOGICA (Tav. G06)**

In questa carta le unità geologiche individuate sono state divise in 2 macro gruppi sulla base della permeabilità primaria e secondaria

### *Corpi detritici superficiali*

P-AA 1 - *Corpi detritici superficiali*

#### *Complesso idrogeologico della Pianura di Follonica (CISS 32CT040)*

P-AA 2a - *Sabbie litorali e dune costiere*

P-A 2b - *Sedimenti conglomeratico-sabbiosi-limosi*

P-M 2c - *Sedimenti sabbioso-ghiaiosi-limosi*

P-B 2d - *Sedimenti argilloso-limosi*

#### *Acquifero dei conglomerati miocenici*

P-M 3 - *Acquifero dei conglomerati miocenici*

### Conducibilità idraulica relativa



#### Grado di conducibilità idraulica relativa

AA - Molto elevata  
A - Elevata

M - Media

B - Bassa

BB - Molto bassa

#### Tipo di conducibilità idraulica

P - Primaria (per porosità)

S - Secondaria (per fratturazione o carsismo)

PS - Primaria e secondaria

### *Acquitardo delle unità Liguri e sub-Liguri*

S-B 4 - *Acquitardo delle unità Liguri e sub-Liguri*

#### *Complesso idrogeologico della Falda Toscana*

S-B 5a - *Acquitardo argillitico-marnoso della Falda Toscana*

S-AA 5b - *Acquifero dei calcari mesozoici della Falda Toscana (CISS 99MM040)*

### Contatti tettonici

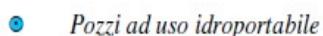


incerto/sepolto

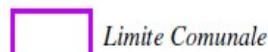


certo

### Captazioni idropotabili (fonte SIRA-ARPAT)



Pozzi ad uso idropotabile



Limite Comunale

La permeabilità primaria è legata alle caratteristiche tessiturale dei terreni, è da considerarsi singenetica ai depositi stessi ed è tipica dei terreni sciolti.

La permeabilità secondaria è quella acquisita successivamente alla formazione della roccia ed è legata al grado di fratturazione e alterazione delle rocce stesse, mentre nei calcari è importante quella dovuta al carsismo.

In questo senso le unità litologiche sono state divise in 6 Classi di permeabilità:

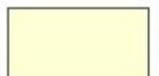
<b>Classi di PERMEABILITÀ'</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1 – PRIMARIA Molto elevata</b>	Terreni sciolti ad alta permeabilità (Detriti – sabbie litorali e dune)
<b>2 - PRIMARIA Elevata</b>	Terreni sciolti a permeabilità primaria elevata (Sedimenti conglomeratico-limosi-sabbiosi)
<b>3 – PRIMARIA Media</b>	Terreni sciolti a permeabilità primaria media (Sedimenti sabbioso-ghiaoso-limosi – Conglomerati miocenici)
<b>4 – PRIMARIA Bassa</b>	Terreni sciolti a permeabilità primaria bassa (Sedimenti argilloso-limosi)
<b>5 – SECONDARIA Molto Elevata</b>	Materiali lapidei fratturati e/o brecciati ad elevata permeabilità (Calcari mesozoici di falda toscana)
<b>6 – SECONDARIA Bassa</b>	Materiali lapidei con alternanze di calcari marnosi ed argiloscisti (Unità liguri e sub-liguri, depositi argillitico-marnosi di falda toscana APA-MUL)

## 7 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (Tav. G07)

Per la sua stesura sono stati correlati e sovrapposti i vari aspetti derivati dalla precedente cartografia tematica, ottenendo una zonazione in cui vengono rappresentate le aree secondo classi di rischio crescente.

Si è inoltre ritenuto preferibile, in via cautelativa, **NON INDICARE Arearie a pericolosità geologica Bassa (G.1)**, ritenendo altamente improbabile la presenza di comparti territoriali privi di qualsivoglia fattore predisponente al verificarsi di fenomeni morfoevolutivi di qualunque genere

### ***Pericolosità Geologica (D.P.G.R. 5/R/2020)***



*classe 2 - media*



*classe 3 - elevata*



*classe 4 - molto elevata*

### ***Pericolosità Geologica (Proposta aggiornamento PAI-FR)***



*P.3*



*P.4*

Quindi il territorio comunale è stato diviso nelle seguenti 3 Classi di pericolosità:

- **Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo

- **Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomecaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.
- **Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

## 8 - CARTA DELLA VULNERABILITÀ (Tav. G08)

In questa sede è stato provveduto alla definizione delle condizioni di vulnerabilità intrinseca della falda seguendo il criterio C.I.S. “*per complessi e situazioni idrogeologiche*” in quanto assenti dati quantitativi che possano consentire lo sviluppo di metodi più sofisticati e deterministici.

### Vulnerabilità delle Falde

-  V.1 - bassa
-  V.2 - media
-  V.3 - elevata
-  V.4 - molto elevata

### Pericolosità da intrusione salina (fonte: Distretto Appennino Settentrionale)

-  classe 1 - Impatto alto: intrusione salina accertata
-  classe 2 - Impatto moderato: non c'è intrusione salina al momento, ma l'area è suscettibile di intrusione,
-  classe 3 - Impatto lieve: Non c'è intrusione salina e l'area non è suscettibile, ma l'insieme dei prelievi può impoverire il flusso di acqua dolce verso la costa (zone distali degli acquiferi)

### Captazioni idropotabili (fonte SIRA-ARPAT)

-  Pozzi ad uso idropotabile e relativa zona di rispetto

Il metodo C.I.S. si basa infatti su valutazioni qualitative che tengono conto della permeabilità dei terreni, quindi per l'attribuzione delle classi di vulnerabilità rappresentate in carta, si è adottato lo schema riportato di seguito

Classi di vulnerabilità	Descrizione
<b>1 – Molto elevata</b>	Acquiferi a permeabilità molto elevata sciolti
<b>2 - Elevata</b>	Acquiferi a permeabilità elevata con ridotte coperture a bassa permeabilità
<b>3 - Media</b>	Acquiferi a permeabilità media con coperture a bassa permeabilità significative (> 2 m)
<b>4 - Bassa</b>	Acquiferi a permeabilità bassa con spessore > 10 metri

Nella stessa carta sono stati indicati i pozzi e le sorgenti ad uso idropotabile; per tutti questi punti di captazione idrica, è stata delimitata la **zona di rispetto**

La **zona di rispetto** è anch'essa riferita alle opere di presa ed ha dimensioni di almeno 200 m dal punto di captazione, ampliabili o riducibili in relazione alle condizioni di vulnerabilità e rischio della risorsa; in assenza di altre specifiche da parte degli Enti competenti, la sua estensione è costituita dal cerchio di raggio 200 m coincidente all'opere di presa a cui si riferisce.

Nella zona di rispetto sono vietate le attività di cui, all'art. 21 del D.L. 152/99, ovverosia:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi a eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione e alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestioni di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta

In questa carta sono state inserite anche le perimetrazioni (Fonte Distretto Appennino Settentrionale), le aree oggetto di accertata o potenziale intrusione salina dividendola in 3 Classi, riamndando poi al POC la normativa specifica riguardante la possibilità di perforazione e sfruttamento di pozzi.

**CLASSE 1 - Aree ad alto impatto** con intrusione salina accertata, si consiglia di vietare nelle NTA del POC nuove perforazioni per ricerche idriche

**CLASSE 2 – Aree ad impatto moderato** con intrusione salina ad oggi NON accertata.

Si tratta di aree bordiere a tale fenomeno e suscettibili di parziali intrusione, si consiglia di normare nelle NTA del POC nuove perforazioni per ricerche idriche, escludendo le captazioni della prima falda incontrata, che anzi dovrà essere integralmente cementata

**CLASSE 3 - Aree ad impatto lieve** con assenza d'intrusione salina, si consiglia comunque di normare, nelle NTA del POC, nuove perforazioni per ricerche idriche, evitandone la contiguità, in modo da NON impoverire il flusso di acqua dolce verso la costa

## **9 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA** (Vedi cartografia redatta da Studio IIDEA Ing. L. Castellani)

Per tale cartografia si rimanda a quella redatta dall'Ing. Idraulico incaricato (Studio IIDEA Ing. L.Castellani, precisando che la classificazione areale è quella del PGRA ovverosia

- **Arearie a pericolosità per alluvioni frequenti (P3)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018
- **Arearie a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018
- **Arearie a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1)**, come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

Siena 08-7-2021

IL GEOLOGO INCARICATO

Dr Geol. Massimo MARROCCHESI

**DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE**