

COMUNE DI SASSETTA
Provincia di Livorno

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO
AL NUOVO P.R.G. ARTICOLATO IN PIANO
STRUTTURALE E REGOLAMENTO URBANISTICO

Relazione

Settembre 2002

Studio di Geologia Dr. Enrico Tesi

Via Indipendenza, 301 Venturina ☎ 0565 – 855749

SOMMARIO

1. - PREMESSA	2
2. - CARTA GEOLOGICA (TAV.1)	2
2.1 - PREMESSA	2
2.2 - STRATIGRAFIA	3
2.3 - TETTONICA	6
3. - CARTA LITOTECNICA (TAV.2)	10
4. - CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLE AREE ESOND. (TAV.3)	11
5. - CARTA IDROGEOLOGICA (TAV.4)	12
6. - CARTA DELLE PENDENZE (TAV.5)	12
7. - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA (TAV.6)	13
7.1 - CLASSIFICAZIONE AI SENSI DELLA DEL.REG. 94/85	13
8. - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (TAV.7)	16
8.1 - CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO	16
TUTELA DELLA RISORSA IDRICA	
9. - CARTA DELL'USO E TUTELA DELLA RISORSA IDRICA (TAV.8)	20
10. - CARTA DEI POZZI E DELLE SORGENTI (TAV.9)	20
11. - CARTA DELLA VULNERABILITA' DELLA FALDA (TAV.10)	22

1. - PREMESSA

Il presente lavoro costituisce le indagini geologico tecniche di supporto al nuovo Piano Regolatore articolato in Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico, del Comune di Sassetta.

In considerazione della qualità del quadro conoscitivo di base, costituito dagli elaborati cartografici allegati al P.R.G. vigente ed alla Variante per le Aree Agricole, in accordo con l'ente committente è stato deciso di non procedere all'esecuzione di ulteriori indagini di dettaglio, ma di eseguire una revisione del materiale esistente, con l'integrazione delle cartografie tematiche previste dalle nuove normative.

Le indagini sono state compiute in osservanza di quanto previsto dalla D.C.R.T. 94/85, dalla D.C.R.T. 230/94, dal D.Lgs. 180/98, dal D.Lgs. 152/99, dalla D.G.R.T. 1212/99, dal D.Lgs. 258/00, dalla D.C.R.T. 12/00, dal P.T.C. della Provincia di Livorno e dalla D.G.R.T. 831/01.

Tutti gli elaborati cartografici sono stati redatti sulla cartografia della Regione Toscana in scala 1:10.000 attraverso il software Autocad LT 2002; questa operazione ha comportato alcuni problemi di carattere grafico in quanto tutto il materiale a disposizione è su base cartografica con curve di livello di equidistanza = 5 metri, mentre la nuova base utilizzata ha un'equidistanza = 10 metri.

Il Comune di Sassetta non è classificato come sismico, di conseguenza la *Carta della Pericolosità* è stata ottenuta attraverso la sovrapposizione degli elaborati di base previsti dalla 94/85: *Carta Geologica, Litotecnica, Geomorfologica, Idrogeologica, delle Pendenze*.

La metodologia usata (Amadesi) ha tenuto fede al principio generale secondo cui la Carta della pericolosità rappresenta la probabilità che ha un determinato evento di verificarsi in una determinata area, inoltre risulta cautelativa rispetto ad altre in quanto può venir attribuita una classe di pericolosità 4 anche in zone nelle quali non sono presenti fenomeni attivi.

2. - CARTA GEOLOGICA (TAV. 1)

2.1 - PREMESSA

La zona di Sassetta è stata oggetto di interesse da parte di diversi studiosi fin dal secolo scorso, soprattutto per la presenza di numerosi litotipi, differenti per natura ed età, che nel loro insieme consentono di gettare uno sguardo sul passato geologico di quest'area e dell'intero settore pre-appenninico; in

particolare, la zona ha attirato l'attenzione degli studiosi per lo straordinario contenuto fossilifero dei litotipi più antichi.

Nonostante l'interesse, i rilevamenti geologici di dettaglio sono poco numerosi ed in particolare, in ordine cronologico: Giannini E. (1955), *Geologia dei monti di Campiglia Marittima (Livorno), Foglio 119 - Massa Marittima* - della Carta Geologica d'Italia (1969), Costantini *et alii* (1993), *Geologia della provincia di Livorno a Sud del Fiume Cecina*.

Il rilevamento eseguito alla scala di 1:10.000, tiene ovviamente conto delle conoscenze fin qui acquisite, ricalcandone nei tratti essenziali la distinzione nelle unità tettoniche e nelle formazioni; in particolare sono state riconosciute le unità della Falda Toscana, le unità Liguri e le Subliguri.

Tuttavia, l'utilizzo di una cartografia ricavata dalla riduzione del rilievo fotogrammetrico a scala 1:5.000, ha permesso di definire con maggior precisione l'andamento planimetrico dei contatti stratigrafici e tettonici.

2.2 - STRATIGRAFIA

La descrizione delle singole formazioni è stata eseguita procedendo, come consueto, dall'unità tettonica geometricamente più bassa verso la più alta (ordinamento inverso rispetto all'ordine di sovrapposizione tettonica) e, all'interno di ciascuna, iniziando dai sedimenti più antichi verso quelli più recenti.

FALDA TOSCANA

Gcm - Calcere massiccio (Giurese inf.)

Sono calcari grigi con variazioni di tonalità da scuro nella parte più bassa a chiari rosei nella parte più alta, generalmente massivi ed a grana variabile da lutitica ad arenitica in corrispondenza di orizzonti ricchi in componenti allochimici (particolarmente oncoliti *lumps* e *grapestones*); nel suo complesso la formazione si presenta massiccia, benchè siano riscontrabili accenni di grossolana stratificazione nella parte superiore.

Gc - Calcere rosso ammonitico (Giurese inf.)

Calcari rossi e rosati a grana fine, ben stratificati, con rari noduli e liste di selce; alla base dalla formazione la stratificazione è messa in evidenza dall'alternanza di livelli a tonalità scura e chiara, mentre nella parte alta sono presenti sottili interstrati marnosi di colore rosso scuro; in questa porzione, inoltre, la formazione assume spesso una struttura nodulare che deriva da processi diagenetici di dissoluzione di originari gusci di ammoniti, peraltro ben conservati in alcuni orizzonti che di conseguenza rappresentano giacimenti fossiliferi di straordinario interesse scientifico e naturalistico.

Gs - Calcere selcifero (Giurese inf.)

Questi calcari giacciono stratigraficamente sopra la formazione precedente cui fanno transizione con passaggio rapido ma graduale per variazione del colore su toni grigi e per il sensibile aumento di frequenza delle liste e dei noduli di selci; nella parte alta della formazione, quest'ultime tendono a scomparire, mentre tra gli strati calcarei compaiono delle intercalazioni marnose bianco-giallastre che preludono alla formazione successiva.

Gm - Marne a Posidonomya (Giurese medio)

E' costituita da marne fissili e calcari marnosi sottilmente stratificati, con colore variabile dal rosso cupo al rosato, al verde, più raramente si presentano bianche; spesso sono presenti interstrati argillosi e livelli di radiolariti; anche questa formazione rappresenta un elemento importante da un punto di vista paleontologico e biostratigrafico dal momento che proprio nella zona di Sassetta si presenta particolarmente fossilifera oltre che in esemplari del fossile guida (*Posidonomya alpina*) anche in ammoniti ed altri molluschi pelagici.

di - Diaspri (Giurese sup.)

Con questa terminologia formazionale, spesso impropriamente assunta a litologica, sono cartografate depositi silicei, prevalentemente radiolariti, in strati sottili di colore rosso, verde e nero, cui si intercalano argilliti e, più raramente e nella parte alta della formazione, marne, e calcari grigi con liste e noduli di selce.

ma - Maiolica (Cretaceo inf.)

Si tratta di calcari bianchi con stratificazione netta e sottile, a grana finissima (lutiti) estremamente compatti; nella parte bassa sono presenti liste e noduli di selce

(nera) nonché una silicizzazione diffusa in tutto il litotipo; sono inoltre presenti sottili venature nerastre ondulate ma nel complesso subparallele alla stratificazione che rappresentano, probabilmente, il prodotto di azioni diagenetiche di tipo stilolitico (*pressure-solution*). Da sottolineare che la zona di Sassetta è una delle poche aree della Toscana meridionale nella quale affiora tale formazione; ciò nonostante non sono ancora stati condotti studi moderni volti ad appurare le analogie sedimentologiche e biostratigrafiche di questa Maiolica con quella affiorante in altre località dove risulta essere uno straordinario accumulo di nannoplancton calcareo.

sp - Scaglia (Cretaceo sup.-Oligocene)

E' costituita da varie litofacies, eteropiche tra loro, delle quali la più diffusa è costituita da argille ed argille siltose di colore variabile da rosso a verde, finemente fogliettate con intercalazioni di piccoli strati di calcari silicei, radiolariti e sporadici livelli di selci scure. Le altre litofacies si differenziano per il minor contenuto di argilla e sono costituite da calcari marnosi e marne di colore rosso in strati di piccolo spessore.

mg - Macigno (Oligocene)

Questa formazione è costituita da arenarie, siltiti ed argilliti disposte stratigraficamente in modo ripetitivo dando vita a sequenze ritmiche ben precise; in particolare, le strutture sedimentarie riconoscibili (gradazione, laminazioni parallele ed incrociate) consentono di correlare queste sequenze con la nota "sequenza di Bouma" nella sua interezza (Ta-e) e, pertanto, di ritenere questi sedimenti come il risultato di una deposizione di tipo torbido di bassa densità in un'area di piana bacinale. Particolarmente caratteristici sono i litotipi arenacei che presentano una composizione quarzoso-feldspatica.

Nella parte alta della formazione si registra un sensibile aumento in frequenza delle arenarie e una quasi totale assenza della componente argillitica; al contempo si rileva una riduzione delle strutture sedimentarie a favore dell'aspetto massivo delle arenarie (sequenze S di Lowe); queste osservazioni permettono di riconoscere una variazione nel tipo di sedimentazione torbido che, in corrispondenza di questo intervallo, pertanto, risulta di "alta densità".

In accordo con precedenti studi, non sono stati osservati in quest'area livelli con "olistostromi" di formazioni liguri come peraltro noti in altre località.

FORMAZIONI LIGURI- BACINO ESTERNO (Unità subligure Auct.)

alb - Argilliti, arenarie calcarifere, marne e siltiti (Cretaceo sup.)

Si tratta di argilliti siltose grigio scure, raramente rosse e verdi, cui sono intercalati strati generalmente centimetrici costituiti da biocalcareni terrigene, marne, arenarie quarzose a cemento calcareo; la formazione si presenta fortemente tettonizzata e talvolta caoticizzata tanto che non è possibile riconoscerne al suo interno una successione stratigrafica verosimile.

al - Flysch calcareo - marnoso (Paleocene-Eocene medio)

La formazione è costituita da sequenze ritmiche di calcari compatti grigio chiari marnosi passanti a marne grigie ed infine ad argilliti; nei livelli silicoclastici sono talvolta presenti strutture sedimentarie (laminazioni parallele ed incrociate) che consentono di riconoscere gli intervalli Tc-d di Bouma e quindi di inferire anche per questa formazione una origine torbido di bassa densità in ambiente di piana bacinale. Alla base della formazione è possibile ritrovare anche strati di arenarie calcarifere e talvolta calcareniti.

FORMAZIONI LIGURI - BACINO INTERNO (Unità ligure s.l.)

pb - Argilliti con calcari palombini (Cretaceo inf.)

Si tratta di argilliti siltose estremamente fissili, grigio scure cui si intercalano calcari silicizzati ("palombini") in strati decimetrici generalmente discontinui in senso laterale, di colore avana esternamente, grigi e marroni internamente. L'assetto della formazione è caotico tanto che spesso non è possibile identificare né le strutture sedimentarie né la successione stratigrafica che la compone.

Cmc - Flysch calcareo - marnoso di Monteverdi (Cretaceo sup.)

E' costituito da calcari, marne ed arenarie e da tutti i termini litologici intermedi (calcari marnosi, arenarie calcaree, ecc.) organizzati in sequenze ritmiche di natura torbidity analoghe a quelle prima descritte, da cui, però, differiscono per i notevoli spessori dell'intervallo basale (Ta-b) che possono variare tra i 5 ed i 10 metri. I litotipi calcarei e marnosi presentano una colorazione caratteristica, giallastro-avana esternamente, nera internamente. Nella zona rilevata sono state osservate anche intervalli intertorbidity, formati cioè per "normale" sedimentazione (precipitazione diretta al fondo delle particelle), costituiti litologicamente da marne grigie fissili talvolta caratterizzate da una spinta bioturbazione, dovuta ad organismi limivori, che conferisce all'insieme un tipico aspetto nodulare. Questo elemento avvalorava l'attribuzione di questa formazione al gruppo dei "*Flysch ad Helminthoidea*" noti in gran parte dell'Appennino nell'ambito delle unità liguri *s.l.*

Sequenze ritmiche di arenarie calcaree e calcareniti passanti a calcari marnosi e marne di colore grigio scuro in bancate di potenza variabile da 5 a 10 metri.

DEPOSITI QUATERNARI

a - Alluvioni (Olocene)

Questi depositi, dovuti agli apporti dei torrenti, sono costituiti da argille, limi, sabbie e ghiaie generalmente commiste in percentuali variabili; i loro caratteri sedimentologici e composizionali presentano variazioni anche molto pronunciate in spazi ridotti dal momento che sono connessi al trasporto subito ed alla natura della roccia di origine.

dt - Detrito (Olocene)

Con questa dicitura sono stati cartografati quei terreni prodotti dall'alterazione ed dal disfacimento della parte più superficiale delle formazioni affioranti; anch'essi presentano una forte variabilità laterale sia sedimentologica che composizionale in rapporto al processo gravitativo subito.

2.3 - TETTONICA

Alla varietà litologica, sedimentologica e paleontologica prima descritta corrisponde, per contro, una maggiore uniformità dei caratteri strutturali; questi caratteri sono riconducibili a due gruppi, sia a livello di analisi cartografica (megastrutture) sia alla scala dell'affioramento (mesostrutture): il gruppo delle strutture generate in regime compressivo ed il gruppo di quelle formate in regime distensivo.

Come è noto da tempo, il regime compressivo, che trova la sua origine nella collisione tra Africa ed Europa in tempi paleogenici, corrisponde alla condizione tettonica per la quale sedimenti appartenenti a domini paleogeografici diversi sono stati dapprima piegati e quindi sovrascorsi l'uno sull'altro in successione dal più giovane al più antico: in tal modo si è formata la catena paleoappenninica. Il regime distensivo, invece, trova la sua origine nella complessa dinamica con la quale la litosfera africana viene subdotta in tempi neogenici ovvero con il processo di formazione del Mar Tirreno. In pratica, tale dinamica ha portato ad un profondo disassamento fino ad una sostanziale fratturazione del paleo-Appennino i cui resti sono rappresentati dalle aree, come quella di Sassetta, in cui sono presenti i terreni delle unità toscane e liguri (unità appenniniche interne *s.l.*).

Da questa breve premessa di tettonica globale si evince che anche nel territorio in oggetto le strutture plicative sono temporalmente antecedenti quelle estensive, cioè le pieghe ed i sovrascorrimenti sono più vecchi delle faglie dirette.

Le megastrutture plicative presenti nell'area esaminata sono rappresentate da:

- sovrascorrimento delle "Argilliti con Calcarei Palombini" sul "Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi", la cui età di formazione è attribuibile al Paleocene oltre che sulla base dell'età delle formazioni coinvolte anche in base a considerazioni regionali (si veda Costantini *et alii*, 1993);
- sovrascorrimento delle Formazioni Liguri - Bacino Interno - sulle Formazioni Liguri - Bacino Esterno - ovvero dell' Unità Ligure *s.l.* sull'unità subligure *Auct.*: sulla base dell'età delle formazioni coinvolte si evince che questo elemento si è generato in tempi supraeocenici;
- sovrascorrimento delle unità subliguri *Auct.* sulla Falda Toscana ed in particolare sulla formazione del Macigno: data l'età di questa formazione, questo elemento si è formato in tempi oligocenici, causando, peraltro, una notevole elisione tettonica della parte alta del Macigno come testimoniato dall'assenza del membro con olistostromi presente in molte altre località della Toscana;
- anticlinale di Sassetta il cui nucleo, costituito dalla formazione del Calcere Massiccio, affiora in corrispondenza del capoluogo. questa struttura ha un asse orientato N 160 E ed una immersione verso NNW a nord del paese e verso SSE a sud di questo in entrambi i casi con inclinazioni minori di 20°; i sovrascorrimenti anzidetti si trovano tutti sul fianco orientale di questa struttura e ne seguono sostanzialmente l'andamento, consentendo quindi di inferire che l'antiforme in oggetto rappresenti la struttura plicativa più giovane la cui età di formazione, però, può essere attribuita solamente ad un generico intervallo compreso nel Miocene inferiore e medio. Da sottolineare che secondo Costantini *et alii* (1993), sulla base di analisi strutturali di dettaglio, questa struttura presenterebbe una geometria marcatamente

non-cilindrica.

Le mesostrutture plicative osservate sono essenzialmente di due tipi, che in alcune formazioni possono coesistere nell'ambito dello stesso affioramento:

- pieghe prevalentemente asimmetriche concentriche e, esclusivamente nei termini argillitici, piccole pieghe isoclinali;
- superfici di clivaggio di tipo stilolitico nei litotipi più competenti, spesso marcato da vene di calcite, e di tipo *sleaty* in quelli più argillitici, che conferisce loro la fissilità; esse sono spesso deformate in geometrie imputabili alla formazione delle pieghe anzidette, che, pertanto, risultano cronologicamente posteriori.

Le pieghe sono uniformemente presenti nelle formazioni liguri e subliguri anche se con geometrie diverse e con orientazioni alquanto variabili (non ancora ricondotte ad un quadro unitario ed ad un modello deformativo ben preciso), mentre nella Falda Toscana la loro presenza è inversamente proporzionale alla competenza dei litotipi: esse, pertanto, sono del tutto assenti nel Calcare Massiccio ed, invece, molto abbondanti nella Scaglia. Inoltre, queste pieghe possono propagarsi da una formazione a quelle sotto o soprastanti in modo diverso fino a non propagarsi affatto. Il carattere disarmonico di queste strutture, tuttavia, rappresenta un aspetto marginale dell'assetto tettonico complessivo dal momento che l'orientazione delle mesopieghe risulta praticamente subparallela a quella della megapiega di Sassetta (come dimostrato dagli Autori prima citati) denotando, quindi, una deformazione plicativa sostanzialmente coassiale.

Le megastrutture estensive sono rappresentate esclusivamente da faglie dirette ed in particolare dalla grande faglia che si diparte, immergendo verso W, dalla zona dell'Agrifoglio con direzione N-S e, passando per il centro abitato con direzione N 140°, giunge in corrispondenza della sella tra M.Bufalaio e M.Ceci con direzione N 120°, sempre immergendo verso W. Questa struttura interrompe la continuità trasversale dell'anticlinale di Sassetta ribassandone il fianco occidentale con un rigetto massimo stimabile in oltre un centinaio di metri. Il suo effetto più evidente si ha nei dintorni dell'abitato dove mette a contatto le formazioni liguri (*s.l.*) con i termini più bassi (giurassici) della Falda Toscana. Purtroppo le condizioni di affioramento non mettono in luce lo specchio di faglia per cui non è possibile osservare i caratteri cinematici di tale struttura.

Un'altra faglia diretta di dimensioni analoghe è quella passante per il Pod. Livorno in Pian delle Vigne che, con direzione NNW-SSE ed immersione verso E, interrompe la continuità del sovrascorrimento delle unità subliguri sulla Falda Toscana. Il suo effetto è quello di ribassare, con un rigetto non valutabile, le unità subliguri portandole a quote altimetriche inferiori rispetto al Macigno; nel complesso della tettonica dell'area, essa delimita sul lato orientale la culminazione assiale dell'antiforme di Sassetta definendo l'omonimo *horst*. Dalle relazioni spaziali ora descritte se ne potrebbe dedurre una qualche

relazione di causa-effetto tra deformazione plicativa a carico della Falda Toscana e strutture distensive. Anche in questo caso le condizioni di affioramento non sono ottimali, tanto che l'esistenza della faglia si evince solo dal rilevamento in rapporto alla morfologia.

Infine, un'altra faglia diretta cui probabilmente è da associare anche un qualche movimento trascorrente è quella presente subito ad Est del paese in località Campo Santo; essa, che in realtà consta di due tratti, orientati rispettivamente NW-SE e N-S ed entrambi immergenti verso E, provoca un disassamento della terminazione periclinale del nucleo dell'antiforme tramite un modesto ribassamento del lato orientale.

Le mesostrutture estensive sono costituite da fratturazioni generalmente sub-perpendicolari alla stratificazione lungo le quali sono talvolta presenti indicatori cinematici che evidenziano piccoli movimenti traslativi verticali, orizzontali oppure una combinazione dei due. Pur non essendo noti studi specifici sull'argomento e non essendo tali studi effettuati dallo scrivente (in quanto esulano dall'oggetto specifico dell'incarico), misurazioni sparse sembrerebbero indicare una relazione diretta di queste strutture con il sistema estensivo materializzato dalla grande faglia diretta anzi descritta. Da un punto di vista applicativo, occorre sottolineare che queste fratturazioni, assieme alle superfici di clivaggio ed alle superfici di stratificazione, determinano sistemi di leptoclasti talora particolarmente pervasivi, incidendo in maniera anche decisiva sulla stabilità strutturale di alcuni litotipi.

Per concludere, si sottolinea che nessun elemento tettonico interessa i depositi quaternari, in accordo con la asismicità dell'area.

3. - CARTA LITOTECNICA (TAV. 2)

La *Carta Litotecnica* deriva dall'elaborazione della *Carta Geologica*, raggruppando in unità litotecniche le formazioni geologiche aventi comportamento geomeccanico simile.

La suddivisione in classi litotecniche è stata fatta seguendo le direttive riportate nella Delibera 94/85, in funzione della composizione, del grado di cementazione del tipo di stratificazione e dello stato di fratturazione.

Quindi sono state distinte 3 classi principali:

Classe 1 *litotipi lapidei*

Classe 2 *successioni con alternanze di litotipi lapidei e argillosi*

Classe 3 *successioni conglomeratiche o ghiaiose; sabbiose e argillose*

Queste sono state a loro volta suddivise in sottoclassi in base al grado di fratturazione e stratificazione per la *Classe 1*, ai rapporti quantitativi tra i litotipi lapidei ed argillitici per la *Classe 2* e in base alla composizione granulometrica e al grado di cementazione per la *Classe 3*.

Le suddivisioni ottenute sono riportate nella seguente tabella:

<i>Classe</i>	<i>Sottoclasse</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Litotipi</i>
1 Litotipi lapidei	1a	non stratificati	Gcm
	1b	stratificati poco fratturati	Gs, Gc, ma
	1c	intensamente stratificati e/o fratturati	Gm, di
2 Successioni con alternanze di litotipi lapidei ed argillosi	2a	alternanze di litotipi prevalentemente lapidei con sporadiche intercalazioni argillose	Cmc, al, mg
	2b	alternanze di litotipi prevalentemente argillosi con sporadiche intercalazioni lapidee	alb, sp, pb
3 Successioni conglomeratiche o ghiaiose, sabbiose ed argillose	3a	successioni ghiaiose sabbioso-limose sciolte	a, dt

4. - CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLE AREE ESONDABILI (TAV. 3)

La *Carta Geomorfologica* è stata costruita utilizzando sia le informazioni ricavate dall'osservazione diretta in campagna durante il rilevamento geologico, sia attraverso l'osservazione stereoscopica di foto aeree a colori messe gentilmente a disposizione dalla Provincia di Livorno.

Nel caso delle frane, le osservazioni fatte sulle foto aeree sono state ricontrollate direttamente sul posto con apposito sopralluogo.

La carta evidenzia categorie morfologiche così suddivise:

- ***Forme di pendio***

Sono state distinte con apposita simbologia le aree di pianura e di fondovalle da quelle prettamente collinari, in modo da avere una immediata percezione dell'estensione di questi due domini morfologici caratterizzati da litologie e uso del suolo molto diversi tra loro.

Tale distinzione è stata fatta sulla base del contatto stratigrafico tra le alluvioni e le altre formazioni geologiche.

- ***Forme di pendio per movimento di masse***

In questa categoria sono state inserite le forme dovute alle frane e le nicchie di distacco.

- ***Forme e prodotti dell'azione delle acque***

Nel territorio comunale non sono presenti corsi d'acqua, ovvero acque ruscellanti, di tale importanza da aver dato luogo nel corso del tempo a significative forme e prodotti morfologici; tuttavia gli eventi alluvionali succedutisi nel tempo hanno generato elementi che pur presenti, risultano difficilmente cartografabili. Pertanto si è ritenuto opportuno indicarli complessivamente delimitando quelle aree che in epoche storiche hanno subito fenomeni di alluvionamento. La delimitazione è stata eseguita attraverso la cartografia relativa alla D.G.R.T. 1212/99 ed alla D.G.R.T. 831/01. Sono state inoltre evidenziate con la stessa simbologia, anche zone corrispondenti a piccoli invasi artificiali.

- ***Forme e prodotti di interventi antropici***

Sono state inserite utilizzando la stessa simbologia sia le aree nelle quali sono presenti cave che le zone destinate a discarica di cava, senza procedere ad ulteriori suddivisioni.

5. - CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 4)

Nella *Carta Idrogeologica* le formazioni geologiche presenti sono state classificate in primo luogo in funzione del “*tipo*” di permeabilità che si basa sulla natura litologica; più precisamente è stata identificata una classe a permeabilità primaria ed una a permeabilità secondaria.

Nella prima classe sono stati inseriti i litotipi che permettono la trasmissione di fluidi esclusivamente per porosità, comprendendo quindi tutti i sedimenti sciolti, nella seconda quelli che presentano fessurazioni e/o fenomeni di carsismo.

All'interno di queste due classi è stato valutato qualitativamente il “*grado di permeabilità*” ottenendo, per ciascun gruppo, una ulteriore suddivisione in 3 sottoclassi; ne deriva conseguentemente la seguente tabella:

<i>Tipo di permeabilità</i>	<i>Grado di permeabilità</i>	<i>Litotipi</i>
PRIMARIA	Permeabile	dt
	Mediamente permeabile	a
SECONDARIA	Permeabile	Gcm, Gc, Gs, ma
	Mediamente permeabile	di, mg, al, Cmc
	Impermeabile	Gm, sp, alb, pb

6. - CARTA DELLE PENDENZE (TAV. 5)

La metodologia usata per l'elaborazione di questa carta, fa riferimento alle norme contenute nella delibera 94/1985.

<i>Classe</i>	<i>Pendenza</i>
1	< 5%
2	5% ÷ 10%
3	10% ÷ 15%
4	15% ÷ 25%
5	25% ÷ 35%
6	> 35%

Il lavoro è stato eseguito utilizzando due sistemi di analisi scelti in funzione dell'acclività del terreno. Nelle zone dove il profilo morfologico limitato in un dislivello di 25 metri non presenta brusche variazioni di pendenza, la determinazione della classe è stata fatta utilizzando come riferimento le curve di livello direttrici; nelle altre zone, invece, sono state prese come riferimento le isoipse con equidistanza di 5 metri.

7. - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ' GEOLOGICA (TAV. 6)

7.1 - CLASSIFICAZIONE AI SENSI DELLA DEL.REG.94/85

Una volta completato lo studio dei singoli elaborati precedentemente descritti, le cartografie prodotte sono state analizzate singolarmente in modo oggettivo utilizzando una metodologia standard che associa ad ogni informazione un “ *peso* ” direttamente proporzionale con la stabilità. La somma di tali “ *pesi* ” determina un valore numerico che permette di determinare la pericolosità.

In primo luogo è stata valutata la natura litologica delle rocce e la loro giacitura, pertanto la suddivisione espressa nella carta litotecnica si identifica nella tabella all’inizio della pagina seguente.

La stabilità di una formazione geologica dipende, oltre che dalle caratteristiche litotecniche, anche dall’andamento della stratificazione rispetto alla morfologia; di conseguenza , dove la giacitura non era ben definita è stato adottato il “ *peso* ” relativo al traverpoggio in modo da considerare la situazione in una posizione intermedia dal punto di vista della stabilità.

Poichè per i litotipi *alb* e *pb* esiste una certa difficoltà nel valutare la continuità delle strutture sedimentarie, ne deriva conseguentemente una certa incertezza nel valutare l’effettivo comportamento meccanico alla scala adottata: pertanto, la giacitura di tali litotipi è stata considerata complessivamente a traverpoggio.

<i>Classe litotecnica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Peso 1</i>	<i>Giacitura</i>	<i>Peso 2</i>
1a	litotipi lapidei non stratificati	10	senza stratificazione	11
1b	litotipi lapidei stratificati poco fratturati	9	reggipoggio	11
			contropoggio	9
			traverpoggio 5° - 30°	7
			franapoggio 5° - 30°	5
1c	litotipi lapidei intensamente stratificati e/o fratturati	6	reggipoggio	11
			contropoggio	9
			traverpoggio 5° - 30°	7
			franapoggio 5° - 30°	5
2a	alternanze di litotipi prevalentemente lapidei con sporadiche intercalazioni argillose	7	reggipoggio	11
			contropoggio	9
			traverpoggio 5° - 30°	7
			franapoggio 5° - 30°	5
2b	alternanze di litotipi prevalentemente argillosi con sporadiche intercalazioni lapidee	2	reggipoggio	11
			contropoggio	9
			traverpoggio 5° - 30°	7
			franapoggio 5° - 30°	5
3a	successioni ghiaiose sabbioso - limose sciolte	5	reggipoggio	11

Una volta quantizzato il contributo della litologia e della giacitura, è stata valutata l'influenza della pendenza dei versanti secondo il "peso" definito in tabella:

<i>Classe</i>	<i>Pendenza</i>	<i>Peso 3</i>
1	< 5%	3
2	5% ÷ 10%	2
3	10% ÷ 15%	1
4	15% ÷ 25%	0
5	25% ÷ 35%	-1
6	> 35%	-2

A questo punto è stata effettuata la sommatoria dei vari "pesi" in modo da individuare aree omogenee dal punto di vista dei parametri considerati, inoltre è stata applicata una correzione che tenesse conto dell'utilizzazione reale del suolo sia dal punto di vista vegetazionale che antropico.

L'ultima fase di correlazione dei dati è rappresentata dalla considerazione degli elementi morfologici; questa integrazione ha fatto sì che le zone circoscritte alla particolare condizione morfologica

potessero avere un valore diverso da quelle circostanti, a seconda che tale fattore introducesse una situazione di pericolo o di ulteriore stabilità.

Come risulta nella “*Carta Geomorfologica*”, sul territorio sono stati individuati soltanto corpi di frana stabilizzati, pertanto tali aree sono state inserite in *Classe di Pericolosità 3*, indipendentemente dal fatto che potessero cadere in zone a pericolosità minore.

Completate le fasi di elaborazione dei dati, si è trattato di accorpate le aree sopra menzionate in settori equipotenziali dal punto di vista della pericolosità, concernenti un determinato *range* di valori numerici.

Facendo riferimento alla Del. 94/85 che prevede l'instaurazione di 4 Classi di pericolosità, è stata effettuata la seguente classificazione:

<i>Classe</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Peso</i>
1	Pericolosità irrilevante	17 - 24
2	Pericolosità bassa	13 - 16
3	Pericolosità media	9 - 12
4	Pericolosità elevata	0 - 8

Classe 1 - Pericolosità irrilevante

In questa classe ricadono le aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico-tecniche e morfologiche.

Classe 2 - Pericolosità bassa

Corrisponde a situazioni geologico-tecniche apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia.

Classe 3 - Pericolosità media

Non sono presenti fenomeni attivi, tuttavia le condizioni geologico-tecniche e morfologiche del sito sono tali da far ritenere di essere al limite dell'equilibrio. In queste zone ogni intervento edilizio è fortemente limitato e le *indagini di approfondimento dovranno essere condotte a livello di area nel suo*

complesso, sono inoltre da prevedersi interventi di bonifica e miglioramento dei terreni e/o l'adozione di tecniche fondazionali di un certo impegno.

Classe 4 - Pericolosità elevata

In questa classe ricadono aree interessate da fenomeni di dissesto attivo, come frane, forte erosione, fenomeni di subsidenza o frequenti inondazioni.

Va specificato che le aree inserite in questa classe seguendo la metodologia suddetta non corrispondono perfettamente a quelle deducibili dalla normativa; tuttavia appare sensato ed a favore della sicurezza introdurre in classe 4 anche quelle aree che non presentano fenomeni di dissesto attivo, ma che si trovano in una condizione di potenziale rischio elevato.

8. - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ' IDRAULICA (TAV. 7)

8.1 - CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

La carta della pericolosità idraulica è stata redatta sulla base delle disposizioni contenute nella D.G.R.T. 1212/99, nella D.C.R.T. 12/00, nel P.T.C. della provincia di Livorno e nella D.G.R.T. 831/01.

La perimetrazione dell'ambito B è stata eseguita attraverso quanto contenuto nell'art. 77 della D.C.R.T. 12/00:

“comprendente le aree potenzialmente inondabili in prossimità dei corsi d'acqua indicati negli allegati 4 e 5. Tale ambito corrisponde alle aree a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a due metri sopra il piede esterno d'argine o, in mancanza, il ciglio di sponda. Il limite esterno di tale ambito è determinato dai punti d'incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla quota altimetrica come sopra individuata e non potrà comunque superare la distanza di metri lineari trecento dal piede esterno dell'argine o dal ciglio di sponda”.

Per l'intero territorio comunale sono state definite le quattro classi di pericolosità in funzione del rischio idraulico.

Classe 1 - Pericolosità irrilevante

Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche oltre i due metri rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

In tali aree non sono necessarie considerazioni sulla riduzione del rischio idraulico.

Classe 2 - Pericolosità bassa

Aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche oltre i due metri rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

La delimitazione con la classe precedente è stata effettuata seguendo il limite delle alluvioni.

In mancanza di altre prescrizioni, in tali aree gli interventi di previsione non dovranno modificare le condizioni di alto morfologico, la funzionalità delle opere idrauliche eventualmente esistenti e le sezioni dei corsi d'acqua.

Classe 3 - Pericolosità media

Appartengono a questa classe di pericolosità le aree per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione morfologica sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Ricadano in questa classe:

- le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorre una sola condizione di cui sopra;
- le aree di fondovalle protette da opere idrauliche per le quali ricorrono una o entrambe le condizioni “a” e “b”;

Nelle aree di fondovalle pertinenti i fossi Castelluccio e Corsoio è stata tracciata una retinatura con lo scopo di individuare un'area di incerta appartenenza tra le classi 2 e 3 di pericolosità, il cui limite non risulta ben definito.

Questo tipo di rappresentazione è stato dettato da motivi di difficile restituzione dovuti alla scala della base cartografica ed alla insufficienza delle quote altimetriche. Conseguentemente, in fase di progettazione dovrà essere sviluppato uno studio piano-altimetrico che verifichi il franco di metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda; soltanto sulla base di tale rilevamento risulterà possibile definire con precisione il limite tra la classe 3 e la classe 2.

Relativamente a tutte le aree che ricadono in questa classe deve essere allegato allo strumento urbanistico uno studio, anche a livello qualitativo, che illustri lo stato di efficienza e lo schema di funzionamento delle opere idrauliche ove presenti o che comunque definisca il grado di rischio. I risultati dello studio dovranno costituire elemento di base per la classificazione di fattibilità degli interventi e ove necessario indicare soluzioni progettuali tese a ridurre al minimo possibile il livello di rischio ed i danni agli interventi per episodi di sormonto o di esondazione.

Con riferimento a quanto richiesto dalla D.C.R.T. 12/00, è stato verificato qualitativamente lo stato di efficienza e lo schema di funzionamento delle opere idrauliche, ove presenti.

Schematicamente sono state effettuate le seguenti osservazioni:

- il Torrente Massera oltre ad incidere marcatamente le alluvioni risulta dotato di una modesta arginatura; il suo stato di manutenzione non è molto buono.
- il Torrente Lodano risulta dotato di una arginatura discontinua ed incide marcatamente le alluvioni, il suo stato di manutenzione risulta mediocre.
- il Fosso Castelluccio ha un'arginatura discontinua e comunque modesta ma un alveo sufficientemente pulito.
- il Fosso Corsoio ha anch'esso un'arginatura discontinua e comunque modesta ma un alveo sufficientemente pulito.
- il Fosso del Signore ha un alveo estremamente stretto ed inciso nelle alluvioni; il suo stato di

manutenzione è decisamente inadeguato.

- il Fosso Cornazzana ha anch'esso un alveo estremamente stretto ed inciso, con un mediocre stato di manutenzione.
- per tutti i corsi d'acqua esaminati non si sono evidenziate zone di "rischio" dovute ad improvvisi restringimenti dell'alveo, sia naturali che artificiali.

Dalle osservazioni sopra esposte si evince che gli episodi di esondazione che hanno permesso di delimitare le aree alluvionate si sono verificati con una situazione morfologica che non ha subito modificazioni sostanziali (in particolare non sono state modificate le arginature e non sono state realizzate infrastrutture che abbiano mutato il regime idrogeologico della zona): attualmente pertanto la pericolosità idraulica dell'area non risulta variata rispetto ad episodi avvenuti in passato.

Ne consegue che la mitigazione del rischio idraulico ad oggi in essere può essere perseguita attraverso la realizzazione di rilevanti opere idrauliche, essenzialmente creazione di argini più alti e più continui, oppure attraverso la preservazione di alcune parti del territorio nello stato attuale in modo che diventino, di fatto, "casce di espansione" in caso di esondazioni.

Particolare attenzione va posta ai due fossi che possono provocare una esondazione sulla strada Provinciale ovvero il Fosso Cornazzana ed il Fosso del Signore.

Visto il contesto morfologico in cui si trovano i fossi a monte della S.P., si ritiene che le esondazioni avvenute siano attribuibili essenzialmente ad effetti di ostruzione da parte di grossi elementi vegetali trasportati; ne consegue che una manutenzione più accurata dell'alveo ed una ottimizzazione delle condizioni forestali al suo contorno possano abbassare fortemente il livello di rischio.

Classe 4 - Pericolosità elevata

Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le seguenti condizioni:

a) vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;

b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Ricadano in questa classe:

- le aree comprese all'interno dell'ambito "B";

- le aree definite come P.I.3 e P.I.4 nella D.G.R.T. 1212/99;
- le aree definite come P.I.ME. e P.I.E. nella D.G.R.T. 831/01.

TUTELA DELLA RISORSA IDRICA

9. - CARTA DELL'USO E TUTELA DELLA RISORSA IDRICA (TAV. 8)

Sulla base di quanto inserito nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Livorno (PTC), l'intero territorio comunale appartiene alla classe A, in quanto rappresenta un sistema con stato di equilibrio.

In questo sistema i prelievi idrici sono al disotto della soglia di ricarica dell'acquifero e/o della portata minima vitale di un corso d'acqua superficiale e la qualità della risorsa risulta ottimale o non inquinata o non alterata in modo sensibile.

10. - CARTA DEI POZZI E DELLE SORGENTI (TAV. 9)

In questa carta sono stati identificati tutti i punti di captazione (sorgenti e pozzi) delle acque sotterranee, attraverso i dati messi a disposizione dalla Provincia di Livorno.

Per la tutela delle acque, al di là delle zone vincolate di seguito descritte, è comunque necessario che in ogni nuova costruzione e/o immobile esistente, oggetto di interventi di ampliamento o ristrutturazione edilizia, sia previsto un idoneo sistema di smaltimento dei liquami.

Tutti i nuovi pozzi potranno essere realizzati previo nulla osta od autorizzazione della Provincia di Livorno e autorizzazione edilizia comunale.

Per una corretta salvaguardia della risorsa idrica, sono state identificate le seguenti aree da sottoporre a particolare tutela;

- a - Zone di tutela assoluta attorno a pozzi per uso idropotabile e sorgenti;
- b - Zone di rispetto attorno a pozzi per uso idropotabile e sorgenti;
- c - Zone di protezione attorno a pozzi per uso idropotabile e sorgenti;
- d - Zone con diversa vulnerabilità della falda (vedi capitolo successivo)

a - Zone di tutela assoluta attorno a pozzi per uso idropotabile e sorgenti

In queste aree, estese per un raggio di 10 metri, vi è una tutela assoluta ed il divieto di qualsiasi edificazione fatte salve le opere di presa e le costruzioni di servizio.

b - Zone di rispetto attorno a pozzi per uso idropotabile e sorgenti;

In queste aree, estese per un raggio di 200 metri, come stabilito dall'art.21 del D.Lgs. 152/99, modificato dall'art.5 del D.Lgs. 258/00, sono vietate le seguenti attività:

- dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- spandimento di concimi, 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;
- apertura di cave che possano essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi, ad eccezione di quelli utilizzati per consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-qualitative della risorsa idrica;
- gestione di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti, ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione autoveicoli;
- pozzi perdenti;
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 kg/ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.

c - Zone di protezione attorno a pozzi per uso idropotabile e sorgenti;

In queste aree che si estendono per un raggio di 500 metri, è fatto divieto di immissione diretta nel sottosuolo di reflui inquinanti e la formazione di discariche, anche temporanee, con eccezione di quelle per inerti.

11. - CARTA DELLA VULNERABILITA' DELLA FALDA (TAV. 10)

Sulla base di quanto inserito nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Livorno (PTC), il territorio comunale è stato suddiviso in due classi, le quali riuniscono la differenziazione riportata nel Piano suddetto.

E' stata identificata la classe 1 che comprende le zone da vulnerabilità Elevata-Alta (EA) ad Estremamente Elevata (EE), nelle quali sono da evitare in linea di principio i seguenti interventi:

- dispersione, ovvero immissione in fossi di reflui, fanghi e liquami;
- accumulo di concimi organici e stoccaggio di sostanze inquinanti;
- dispersione nel suolo di sostanza organica, concimi, fertilizzanti e quant'altre sostanze inquinanti, non preventivamente trattate, provenienti da impianti di depurazione;
- subirrigazione o pozzi a perdere per lo smaltimento dei liquami;
- spandimento di fanghi ad uso agricolo.

E' opportuno che tali limitazioni possano essere superate solo a seguito di specifiche indagini estese ad un significativo intorno dell'area interessata, che dovranno approfondire nel dettaglio:

- identificazione idrogeologica e configurazione fisico geometrica dell'acquifero, con definizione del tipo idrodinamico e della natura del substrato;
- censimento di pozzi e valutazione dei parametri idrogeologici dell'acquifero, con prospezioni in situ o sulla base di fonti bibliografiche;
- comportamento idrochimico ed idrobiologico dell'acquifero (autodepurazione naturale dei terreni), attraverso la caratterizzazione della copertura satura ed insatura (litologia, granulometria, porosità, conducibilità idraulica) effettuabile con prospezioni in situ o sulla base di fonti bibliografiche.

Nella classe 2, comprendente le zone da vulnerabilità Medio-Bassa (MB) ad Estremamente Bassa (BB), l'insediamento di infrastrutture e/o attività potenzialmente inquinanti saranno da valutare tramite specifiche indagini estese ad un significativo intorno dell'area interessata, che dovranno seguire la metodologia precedente.

Dott. Geol. Enrico Tesi