

COMUNE DI FIRENZUOLA

Provincia di Firenze

Piano Strutturale- Studio geologico a supporto della pianificazione nel quadro della L.R. 5/95, esteso all'intero territorio comunale.

=====

Note integrative

(come da richiesta Genio Civile prot. 26868.400.07.05)

INDICE

PREMESSA	3
UBICAZIONE E GENERALITA'	4
CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	6
CARATTERI TETTONICO-STRUTTURALI	8
INQUADRAMENTO GENERALE	8
IPOTESI STRUTTURALE	10
PRINCIPALI EVENTI STRUTTURALI	11
IL REGIME DEGLI SFORZI.....	12
RELAZIONE FRA SEDIMENTAZIONE E TETTONICA	12
IDROGEOLOGIA GENERALE	13
CARTOGRAFIA ALLEGATA	14
CARTA GEOLITOLOGICA	15
UNITÀ A	18
UNITÀ B	18
UNITÀ C1-C6.....	19
UNITÀ D	22
UNITÀ E	23
UNITÀ F.....	24
CARTA IDROGEOLOGICA	25
CARTA GEOMORFOLOGICA	28
CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELL'AREA	30
CARTA DELLA PERICOLOSITA'	31

PREMESSA

Le presenti note integrative vengono eseguite in base ad una Richiesta integrazioni effettuata dal Genio Civile, prot. n° 26868.400.07.05 del 29/11/2001, dopo l'esame e la valutazione dell'adeguatezza delle indagini geologiche effettuate per la realizzazione del Piano Strutturale del Comune di Firenzuola, presentate nel marzo 1999.

Con le integrazioni richieste, si riporta di seguito quanto a suo tempo eseguito, precisando che l'indagine è stata eseguita su tutto il territorio comunale in scala 1:10.000 e rimandando a precisazioni di maggior dettaglio una volta definite le U.T.O.E. dall'Amministrazione Comunale.

Il lavoro svolto è stato eseguito ai sensi della nuova disciplina urbanistica, L.R. 5/95, che prevede che i Comuni debbano redigere le indagini di supporto alla pianificazione, cioè il cosiddetto Piano Strutturale, conformemente a quanto indicato nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) e con riferimento specifico anche alle Norme di Attuazione del medesimo.

La presente relazione è anche redatta ai sensi della D.G.R. n° 5633 del 16 giugno 1986 "Integrazioni tecniche per la formazione degli strumenti urbanistici generali – art. 5 L.R. 31.12.1984 n° 74", in riferimento, in particolare, a quanto previsto dalla direttiva contenuta nella Deliberazione della G.R.T. n° 94 del 12.02.85 "L.R. 21/84 – Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico – Direttiva indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica" e a quanto previsto dalla Deliberazione G.R.T. n° 230 del 21.06.1994 "Provvedimenti sul rischio idraulico ai sensi degli artt. 3 e 4 della L.R. 74/84.

In questa sede viene fornito un quadro generale di indagini e cognizioni, esteso a tutto il territorio comunale di Firenzuola, che concorre a definire il livello minimo di conoscenza del Piano Strutturale. La base cartografica utilizzata, come già detto, è quella della C.T.R. in scala 1:10.000 sebbene, data l'estensione del territorio comunale, le uscite grafiche ed i plottaggi siano stati realizzati per comodità in scala 1:25.000 in modo da permettere una

lettura più facilitata degli elaborati. E' comunque consegnato il relativo supporto informatico con "uscite" in scala 1:10.000 onde permettere la visione migliore e l'eventuale restituzione alla scala desiderata.

Una seconda fase di approfondimento, concentrata esplicitamente sul rischio nelle aree oggetto di pianificazione (normalmente le "*unità territoriali organiche elementari*" – UTOE), corrispondenti alle zone urbanizzate o a quelle contermini di prevista espansione, sarà da prevedersi subito dopo la fase di generale conoscenza. Infine dovrà considerarsi un'ultima fase in cui verrà definita una "fattibilità geologica" degli interventi previsti nell'ambito del Regolamento Urbanistico, che necessariamente dovrà realizzarsi in tempi successivi al Piano Strutturale.

UBICAZIONE E GENERALITA'

Il territorio del Comune di Firenzuola ha un'estensione di circa 30.000 ettari ed è individuato, nell'ambito della Cartografia Ufficiale IGMI, ai F. n° 98, tavolette II NE, NO, SE, SO, III NE, I SO, SE e F. n° 99 tav. III NO, SO, IV SO; esso costituisce, per gli aspetti morfologici e per le emergenze orografiche, un'area ben definita e facilmente individuabile. Nella zona settentrionale è delimitato da uno spartiacque che decorre dalle località Frassineto, T.re Poggioli, Spedaletto, Il Rio, fino all'abitato di Giugnola; nella zona orientale il limite comunale è individuato dal Fosso Canaglia e dall'allineamento montuoso M. Faggiola, Poggio della Cestina.

Verso Sud, il territorio comunale si estende fino alla fascia pedemontana dello spartiacque Passo della Futa, M. Castel Guerrino, Il Giogo, M. Il Pratone che, insieme al Colla di Casaglia, e M. La Faggeta, costituisce l'elemento orografico di separazione fra l'Alto Mugello ed il Mugello propriamente detto. Infine ad Ovest il confine comunale corre per buona parte sul Fosso Gambellato, in prossimità delle località Badia Nuova e Badia Vecchia, per poi estendersi allo spartiacque individuato dal M. Bastione verso Nord e Poggio della Mandria – Passo della Futa verso Sud.

CARATTERI GEOMORFOLOGICI GENERALI

Il territorio in esame può essere suddiviso, dal punto di vista fisico-geografico, in tre fasce tipologiche principali con caratteri morfologici ed ambientali assai diversi fra loro.

Tale varietà di forme è da porsi in relazione diretta sia con la natura litologica delle formazioni affioranti, che con gli eventi tettonici che le hanno interessate.

La prima fascia, corrispondente all'ampia conca di Firenzuola, comprende generalmente le aree ove predomina il cosiddetto Complesso Caotico, prevalentemente argilloso. La morfologia è caratterizzata da superfici dolci e leggermente arrotondate che si alternano ad altre fortemente incise, a luoghi, da calanchi, in cui più severa è l'erosione, la vegetazione assai scarsa e più diffusi sono i movimenti gravitativi (principalmente fenomeni di soliflusso e frane di smottamento). Spiccano, in questo paesaggio, i caratteristici rilievi, aspri ed isolati, costituiti dagli affioramenti di "rocce verdi" (ofioliti). Più in generale, i dislivelli modesti e le forme dolci fanno sì che le zone appartenenti a questa prima fascia siano quelle più coltivate ed abitate.

La seconda fascia riunisce le aree di affioramento di tipi litologici prevalentemente arenacei e corrisponde grossolanamente alla parte orientale del Comune di Firenzuola; vi affiora con continuità la Formazione Marnoso Arenacea Romagnola, un'unità litostratigrafica caratterizzata dall'alternanza di arenarie con marne e siltiti ma possiamo includervi anche le aree di affioramento della Formazione del Macigno concentrate soprattutto al bordo Sud-occidentale del territorio. In corrispondenza dell'affioramento di tipi litologici arenacei si riscontrano generalmente forme scoscese con rilievi ben pronunciati ed incisioni vallive marcate, talora assai profonde. Esse presentano classici profili trasversali a V, con fianchi talora asimmetrici per il particolare assetto locale della stratificazione. Caratteristica di questa fascia è l'abbondante vegetazione costituita in genere da bosco ceduo misto mesofilo con castagneti da frutto, passante, alle quote superiori e su substrati particolari, ad associazioni tipo faggio-conifere.

Nella terza fascia affiorano litotipi calcarei, per lo più concentrati nell'estremità Nord-occidentale del territorio, che danno luogo, in qualche caso, a massicci isolati circondati da terreni argillosi appartenenti al Caotico (Monte Canda e Monte Carpinaccio) e costituiscono rilievi anche elevati talora arrotondati, ma con pendenze molto forti in corrispondenza di giaciture a reggipoggio.

Alcune aree, variamente distribuite in ciascuna delle fasce descritte, sono vistosamente aggredite da fenomeni erosivi, principalmente dovuti all'azione delle acque di ruscellamento superficiale su versanti piuttosto acclivi e costituiti da litotipi con scadenti caratteristiche geotecniche. Si hanno così aree ad erosione diffusa dove si hanno marcati effetti da erosione areale, altre con erosione moderata con le acque superficiali che tendono a concentrarsi in rivoli ed infine altre ad erosione severa dove i processi sono soprattutto riconducibili alle acque incanalate che arrivano a formare, talora, veri e propri calanchi.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Seguendo la nomenclatura ufficiale (Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, fogli 98 e 99), le formazioni geologiche affioranti nel territorio di Firenzuola vengono descritte sommariamente di seguito, in ordine di età, dalla più recente alla più antica.

Detrito di falda e detriti vari: coni di detrito (Olocene-Pleistocene sup.) dovuti allo smantellamento dei rilievi da parte degli agenti atmosferici; si trovano ai piedi dei versanti più acclivi o allo sbocco di piccole valli in altre più grandi.

Depositi alluvionali recenti (Olocene): depositi alluvionali di fondovalle, costituiti principalmente da ciottoli e ghiaie, con sabbie ed argille o limi argillosi. Si trovano ai due lati degli alvei dei fiumi e torrenti principali.

Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene medio e sup.): depositi alluvionali generalmente ghiaiosi e, a luoghi, parzialmente sabbiosi, terrazzati sul fondovalle.

Marnoso Arenacea Romagnola (Miocene) che è distinta nei seguenti membri:

- ma1: flysch marnoso arenaceo: prevalenti banchi di arenarie gradate quarzoso feldspatiche, micacee e dolomitiche, alternate a marne siltose;
- ma2: flysch marnoso arenaceo: prevalenti banchi di marne siltose grigie, alternate a strati di arenarie gradate quarzoso-feldspatiche;
- ma3: marne stratificate o laminate, generalmente grigie, con intercalazioni arenacee o siltitiche;
- co: olistostroma: orizzonte a materiale marnoso arenaceo in assetto caotico, di franamento sottomarino, intercalato ai precedenti. In cartografia sono ben evidenziati i due olistostromi detti di S.Pellegrino e di Coniale, che costituiscono buoni livelli di riferimento nell'ambito della serie stratigrafica visibile.

Macigno (Oligocene-Miocene inf.). E' distinto nei seguenti membri:

- mc1: arenarie torbiditiche: arenarie quarzoso-feldspatiche, micacee e calcitiche, in grossi strati o banchi alternati a subordinate argilliti o siltiti. La formazione è comunemente nota con i nomi di Macigno A o Macigno del Chianti;
- mc2: marne: marne e marne siltose, da grigie a giallastre, spesso con stratificazione indistinta; generalmente intercalate a vari livelli nel seguente mc3. All'interno di questo litotipo sono state accorpate le "marne varicolori" costituite essenzialmente da marne e marne calcaree variegata, grigie, verdi e rosse, laminate e stratificate;
- mc3: flysch marnoso arenaceo: arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche, micacee, gradate, in alternanza a prevalenti marne siltose grigie, talora con lenti di selce grigia. La formazione è nota anche con i nomi di Macigno B o Macigno del Mugello.

Alberese (Eocene inf. – Paleocene sup.): calcari marnosi biancastri, talora calcareniti gradate, intercalate a marne argillose. Raramente arenarie grigie compatte.

Formazione di Monghidoro (Paleocene – Cretaceo sup.): flysch marnoso arenaceo costituito prevalentemente da arenarie gradate, quarzoso feldspatiche e micacee, raramente calcareniti in alternanza a marne.

Ofioliti (Giura). Questa unità riunisce la serie ofiolitica, costituita generalmente da diabasi massicci talora alterati, a grana medio grossa e da gabbri con vulcaniti basiche e breccie laviche ben cementate. In questa unità sono anche compresi i Calcari a Calpionelle (Cretaceo inf.) costituiti da calcareniti e calcari grigi e biancastri, stratificati, alternati a marne e, data l'esiguità degli affioramenti, anche i Diaspri rossi.

Complesso Caotico: terreni caotici eterogenei costituiti da una matrice prevalente di argille plumbee, in cui si trovano inglobati calcari, radiolariti, rocce verdi, frammenti di macigno e di alberese.

CARATTERI TETTONICO-STRUTTURALI

Prima di tracciare, in estrema sintesi, la storia geologica della catena appenninica, è necessario fare alcune precisazioni.

Data la vastità e la complessità dei problemi geologici inerenti in particolare l'area firenzuolina che, oltretutto, rappresenta un punto chiave per la comprensione dell'evoluzione dell'Appennino Settentrionale (vedi tutta la problematica inerente alla "Serie di Loiano" Merla – Geologia dell'Appennino Settentrionale – Boll. Soc. Geol. It. 70, 1951, ripresa dallo stesso autore in: Memorie Soc. Geol. It. Vol. XXI, 1980), si è cercato di semplificare per quanto possibile la ricostruzione stratigrafico-strutturale dei terreni presenti.

Questo tentativo di semplificazione è giustificabile, a nostro avviso, se si considera quali sono le finalità del lavoro in atto, per il quale, nella fattispecie, è più che mai importante caratterizzare i vari ammassi rocciosi, non tanto dal punto di vista genetico, quanto piuttosto da quello compositivo-geotecnico-geomeccanico.

Inquadramento generale

L'Appennino Settentrionale è delimitato, in senso geologico, a Nord dall'allineamento Sestri-Voltaggio ed a Sud dall'allineamento Ancona-Anzio. Questa catena è costituita da unità tettoniche con vergenza orientale, ovvero senso di movimento da Ovest ad Est.

Le unità strutturali riconosciute si possono dividere schematicamente in tre gruppi:

- Le Unità Liguri rappresentate da successioni tipiche di aree a crosta oceanica a loro volta distinguibili in altre unità strutturali;
- le Unità della Serie Toscana (unità metamorfiche, Falda Toscana, Unità Cervarola Falterona) e del Dominio Umbro, appartenenti a successioni tipiche di aree a crosta continentale;
- sulle Unità Liguri, soprattutto nei loro affioramenti esterni (Pedappennino Padano) affiora, in discordanza stratigrafica, la successione "tardogeosinclinale";

- su tutte le successioni fin qui riportate giacciono i terreni post-orogenici (tardo-miocenici e pliocenici) che stanno a testimoniare la fine dei fenomeni orogenici principali.

A questa successione di terreni, che negli affioramenti più completi, comprende un basamento paleozoico ed una copertura triassico-cenozoica, si sovrappone, in discordanza tettonica, la successione dei terreni della Serie Toscana non metamorfica, cioè della Falda Toscana. Questi terreni sono presenti negli affioramenti più occidentali a La Spezia ed all'Elba, mentre in quelli più orientali affiorano lungo l'allineamento strutturale (caratterizzato da anticlinali rovesciate ed avanscorrimenti) seguibile dal Monte Orsaro, Pania di Corfino, Val di Lima, Monti del Chianti, Monte Cetona e che rappresenta il fronte della Falda Toscana.

La Falda Toscana a sua volta si accavalla sulla Unità Cervarola-Falterona, più esterna. Quest'ultima è rappresentata essenzialmente da torbiditi oligoceniche e mioceniche, cioè da arenarie basali tipo Macigno passanti in alto alle Arenarie del Cervarola (Macigno B, Formazione di Londa). L'Unità Cervarola-Falterona si accavalla esternamente sulla successione del Dominio Umbro, rappresentato lungo il contatto dalla Formazione Marnoso-Arenacea caratterizzata da una potente successione torbiditica miocenica.

Sulla Falda Toscana, sulla Unità Cervarola-Falterona e sulla Marnoso-Arenacea del Dominio Umbro poggiano, con contatto tettonico, le Unità Liguri. Si tratta di serie facenti parte, a loro volta, di più unità strutturali. Queste ultime sono rappresentate da torbiditi o dalla classica successione "ofiolitica" (gabbri, basalti, diaspri, calcari ed argille), oppure da successioni strutturalmente molto complesse e litologicamente eterogenee, all'interno delle quali è particolarmente difficile conoscere l'originaria successione stratigrafica (Complesso Caotico).

Su tutte le unità strutturali sopra ricordate poggiano in discordanza stratigrafica le formazioni clastiche riferibili alla fase distensiva post-orogenica (Plio-Pleistocene) presenti sia nei bacini intrappenninici toscani (Valdarno, Bacino di Firenze, Mugello) che in quelli esterni, dal lato emiliano. Questi depositi sono geneticamente riconducibili a facies di ambiente paralico-continentale: fluvio-lacustre e marino, di ambiente lagunare o di mare

poco profondo. Dopo il loro colmamento, questi bacini hanno subito tutti un certo assestamento tettonico, che ha portato i vari terreni affioranti ad assumere un'inclinazione suborizzontale o debolmente inclinata.

Ipotesi strutturale

Dal punto di vista litostratigrafico le unità strutturali ricordate sono ben conosciute ed esiste un sostanziale accordo tra i vari Autori nella loro assegnazione cronologica ed ambientale. Molto controversa, invece, la posizione paleogeografica relativa tra le principali unità strutturali e la loro evoluzione palinspastica.

Riteniamo pertanto utile riportare succintamente le principali interpretazioni presenti in letteratura:

- gli autori alloctonisti sono concordi nel collocare l'area di origine della Falda Toscana, per quanto riguarda la zona a Nord dell'Arno, ad occidente dell'allineamento Apuane-Monte Pisano, a Sud dell'Arno (Giannini, Lazzarotto, Signorini , 1972; Baldacci, 1967) la Falda Toscana , scollata al livello delle evaporiti triassiche, sarebbe avanzata verso Est passando sopra l'area della Montagnola Senese rimasta autoctona, dando origine, esternamente, al fronte del Cetona. Gli affioramenti della Serie Toscana posti ad Ovest della Montagnola Senese vengono interpretati come lembi della copertura rimasti arretrati rispetto al generale movimento verso Est;
- secondo Giannini ed altri (1972), l'area di sedimentazione della Montagnola Senese (prolungamento meridionale della dorsale Apuana) doveva essere contigua ad Est con il Bacino Umbro e ad Ovest con quello della falda Toscana;
- secondo Dallan Nardi & Nardi (1972) dovrebbe essere ancora più plausibile porre l'area di sedimentazione della falda Toscana ad Ovest della zona centrale dell'Isola d'Elba se si vuole considerare valido il raddoppio tettonico della Serie Toscana anche nell'isola.

La Falda Toscana è considerata da molti autori in continuità stratigrafica con l'Unità Cervarola-Falterona che a sua volta si accavalla sulla Marnoso Arenacea.

"Serie ridotta" (zona

"fronte" dei terreni

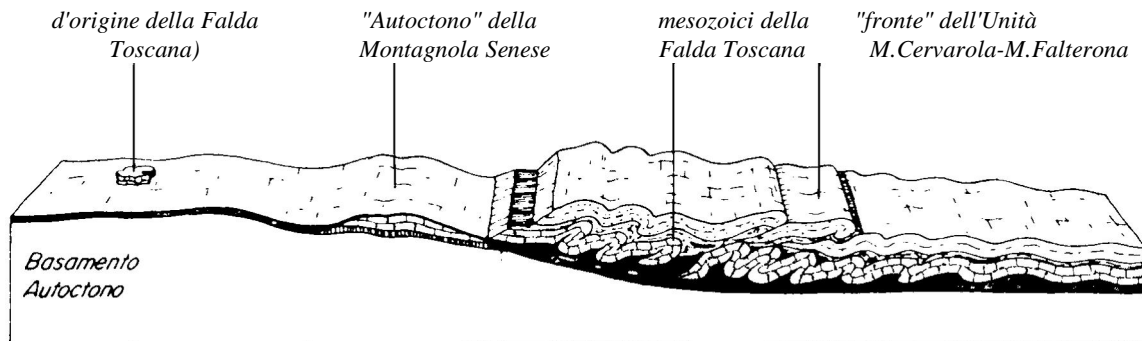


Fig. 1 - Situazione schematica dei rapporti tra le unità tettoniche a serie toscana ed umbra a Sud dell'Arno, lungo una fascia Est-Ovest passante per la Montagnola Senese (Giannini & Lazzarotto, 1967 e Giannini, Lazzarotto & Signorini, 1972).

Principali eventi strutturali

Un evento orogenico è un fenomeno continuo anche se diluito in un arco di tempo assai lungo. Il volerlo ricondurre a delle fasi precise, ben distinte, deve essere inteso solo come un utile tentativo di semplificazione che resta comunque problematico se si pensa alle varie situazioni geodinamiche e sedimentarie che si sono venute a creare. Volendo ripercorrere, anche se in forma schematica, la formazione della catena appenninica, possiamo riferirci alle seguenti fasi tettoniche principali:

Fase Ligure: Eocene inf. e medio, preceduta da spinte fino dal Cretaceo. A questa fase si deve ricondurre (secondo Elter, 1972) l'accavallamento delle Unità Liguri Interne su quelle Esterne (Unità Ofiolitica del Bracco sul margine del bacino delle Liguridi esterne, con il rovesciamento in sinclinale della serie del flysch del Monte Caio).

Fase Subligure: limite Oligocene-Miocene; Aquitaniano per Elter. La messa in posto delle Unità Liguri sul Macigno (e parzialmente sull'Unità Cervarola-Falterona) ne interrompe la sedimentazione e viene preannunciata dall'arrivo di "olistostromi". Durante questa fase sarebbero iniziati i primi movimenti verso Est della Falda Toscana;

Fase Toscana: Tortoniano. Si formano: l'attuale fronte della Falda Toscana, gli accavallamenti dell'Unità Cervarola-Falterona sulla Marnoso-Arenacea e, forse, parte delle pieghe del Dominio Umbro. In questa fase si avrebbe anche la definitiva messa in posto delle Unità Liguri e, contemporaneamente, la fine del metamorfismo dell'autoctono e del parautoctono, l'accavallamento delle Unità di Massa sull'autoctono apuano, il piegamento e l'erosione di quest'ultima unità, precedentemente alla messa in posto della Falda Toscana;

Fase periadriatica: nel Pliocene inf. interessa le zone più esterne dell'Appennino Settentrionale investite da una violenta tettonica plicativa ed anche di traslazione;

Fasi distensive recenti: inizia col Miocene sup. sulla costa tirrenica e continua più ad oriente fino al Plio-Pleistocene instaurando una tettonica ad "horst e graben" allineati prevalentemente in direzione appenninica.

Per quanto riguarda l'area presa in considerazione, gli eventi tettonici possono essere brevemente riassunti in due fasi: una prima fase compressiva avvenuta nel Miocene che ha portato all'accavallamento dei flysch toscani sulla Marnoso-Arenacea e successivamente una fase distensiva che ha creato "alti" e "bassi" strutturali (horst e graben) portando alla formazione dei bacini lacustri di Firenze (Prato e Pistoia) e del Mugello e marino della Val d'Elsa-Val di Pesa. Entrambe le fasi sono rappresentate da faglie e fratture di maggiore e minore importanza con andamento prevalentemente appenninico (ONO-ESE) ed antiappenninico (ENE-OSO).

Il regime degli sforzi

I terreni che costituiscono le successioni affioranti, a causa della diversa natura litologica, (Falda Toscana, Unità Cervarola-Falterona, Unità Liguri, etc.) hanno reagito diversamente alle sollecitazioni orogeniche venendo così ad assumere stili deformativi differenti. Volendo sintetizzare possiamo allora ricondurci, per quanto concerne l'orogenesi appenninica, a due diversi regimi degli sforzi:

- un regime degli sforzi compressivo, responsabile dell'attuale appilamento delle varie unità che ha dato luogo a quelle strutture di tipo compressivo, tipiche in questa parte dell'Appennino e riferibili, come motivo principale, ad anticlinali rovesciate, o coricate, verso Oriente;
- un regime degli sforzi distensivo (successivo a quello compressivo) che ha dato luogo ad una tettonica disgiuntiva, localmente ancora attiva. Si è potuta così avere la formazione di tutta una serie di fosse tettoniche (graben) tutt'ora in evoluzione (vedi per esempio l'attività sismica del Mugello).

Relazione fra sedimentazione e tettonica

Durante la formazione della catena montuosa si sono avuti diversi fenomeni di interazione fra tettonica e fasi sedimentarie che possono venire schematizzate come segue:

Tettonica verticale: porta sostanzialmente al cambiamento della geometria dei bacini con conseguenti variazioni nella velocità di subsidenza e di ambiente deposizionale;

Tettonica trasversale: i bacini vengono divisi in sottounità da tutta una serie di lineazioni attive (vedi faglie trascorrenti): sottounità in cui si sviluppano poi storie deposizionali differenti.

Tettonica di ricoprimento: l'avanzamento dei terreni alloctoni che si muovono a copertura di altre unità ancora in sedimentazione porta all'interruzione del processo sedimentario; eventuali frane possono staccarsi ed accumularsi all'interno del bacino stesso.

Queste frane, chiamate anche "olistostromi", sono particolarmente frequenti sia nelle Unità Liguri che nella facies torbiditica della Falda Toscana, nell'Unità Cervarola-Falterona e nel Dominio Umbro (Merla & Abbate, 1967; Merla & Bortolotti, 1969). Essi sono il prodotto di eccezionali e catastrofici eventi che si manifestano nel bacino di sedimentazione e sono dovuti ad un trasporto di massa (mass gravity flow) di enormi quantità di sedimenti allo stato plastico. Il trasporto e la sedimentazione mostrano un largo spettro di processi che vengono sostanzialmente controllati dalla costituzione del litotipo predominante e dalla geometria del "bacino".

IDROGEOLOGIA GENERALE

Dal punto di vista idrogeologico i terreni affioranti nell'area d'interesse presentano caratteristiche assai diverse in relazione all'estrema variabilità litologica.

Il Complesso Caotico, benché assai eterogeneo, essendo prevalentemente costituito da tipi argilloso-scistosi, si presenta pressoché impermeabile; il reticolo idrografico è infatti molto sviluppato e ramificato ed il ruscellamento superficiale intenso. La produttività idrica è bassa.

I complessi flisciodi quali la Marnoso-Arenacea ed il Macigno, così come altri terreni competenti, come i calcari, pur avendo una sostanziale impermeabilità generale, possono, a luoghi, presentare una notevole permeabilità per fratturazione, costituendo così, talvolta, acquiferi anche molto consistenti. Rispetto al precedente "Caotico" l'infiltrazione è

notevolmente maggiore ed il ruscellamento superficiale ridotto o quasi del tutto assente. Sono così frequenti le sorgenti di strato o comunque di contatto fra mezzi a permeabilità diversa. In generale la produttività idrica è contenuta ma sporadicamente si hanno portate assai considerevoli.

Solo nell'area del Comune di Firenzuola sono note e censite 103 sorgenti ed un pozzo per uso pubblico. Sono generalmente sorgenti di portata contenuta ovvero fra 0.1 e 2.5 l/sec ma sei di esse hanno portata uguale o superiore ai 3 l/sec con picchi intorno ai 15-20 l/sec (sorgente Renana in località Covigliaio). Nel complesso la portata complessiva delle sorgenti è intorno ai 65-70 l/sec a dimostrazione di una ricchezza considerevole da non trascurare.

Il pozzo poi, ubicato sempre in località Covigliaio, ha una portata di regime intorno ai 10 l/sec che, sebbene non si conoscano dati circa eventuali prove di portata, evidenzia ulteriormente la possibilità che certi litotipi competenti ma fratturati possano costituire acquiferi consistenti e bene alimentati.

Si tenga presente che tutto il territorio dell'Alto Mugello ed in particolare il Comune di Firenzuola ha una piovosità media annua intorno ai 1.300 mm con una concentrazione (80%) fra ottobre e maggio; mentre il periodo secco ha una durata media di circa 1 mese. Si hanno quindi, almeno in premessa, condizioni favorevoli per una discreta alimentazione degli acquiferi.

CARTOGRAFIA ALLEGATA

In riferimento alla cartografia allegata al presente lavoro, il territorio comunale di Firenzuola, come già descritto precedentemente, è stato suddiviso in tre tavole di formato A1 rispettivamente denominate: quadrante NE, quadrante SE e quadrante Ovest. La base

cartografica è in scala 1:10.000 sebbene, data l'estensione del territorio comunale, le uscite grafiche ed i plottaggi, in formato A1, siano stati realizzati per comodità in scala 1:25.000 in modo da permettere una lettura più facilitata degli elaborati.

CARTA GEOLITOLOGICA

Questo elaborato cartografico viene realizzato per avere a disposizione uno strumento di analisi fisica che vada oltre la classica trattazione geologica e che dia informazioni specifiche di carattere tecnico applicativo. Pertanto sono state individuate una serie di unità o successioni litologiche che di seguito verranno descritte ampiamente e che verranno anche esaminate, oltre che in base alle specifiche loro composizioni litologiche e granulometriche, anche dal punto di vista del loro comportamento geomeccanico.

Nella cartografia allegata sono anche state riportate tutte quelle informazioni inerenti l'assetto giaciturale delle varie unità e le dislocazioni tettoniche più importanti; le caratteristiche stratigrafiche e le principali proprietà meccaniche sono state desunte e ricavate da sondaggi, scavi, trincee, prove penetrometriche, allineamenti sismici e geoelettrici, tutti ubicati e precisamente posizionati nella carta.

L'accorpamento nella varie unità geolitologiche ha permesso le seguenti distinzioni:

Terreni originati da processi geomorfologici

A – Detrito e detrito di falda: depositi incoerenti costituiti da clasti e ciottoli con prevalente matrice siltoso sabbiosa, derivati dal disfacimento delle formazioni contermini ed accumulatisi ai piedi dei versanti per azione principalmente gravitativa.

Successioni conglomeratiche, sabbiose, argillose

In questa successione sono state incluse principalmente le *Alluvioni attuali e recenti*, ma ad esse, dove presenti, sono anche stati accorpati termini riferibili a depositi alluvionali terrazzati. La descrizione litologica è la seguente:

B – Depositi alluvionali: depositi incoerenti costituiti prevalentemente da ciottoli e sabbie e subordinatamente dai limi ed argille sabbiose. Affiorano estesamente lungo i principali corsi d'acqua ed i più importanti loro affluenti.

Successioni con alternanza di litotipi lapidei ed argillosi

Fanno parte di queste successioni gli affioramenti della *Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola*, l'*Unità Cervarola-Falterona* e l'*Unità di Santa Fiora*; la suddivisione in sei classi è dovuta al graduale aumento della frazione marnoso-argillosa rispetto a quella arenacea passando dalla classe C1 alla classe C6.

C1 – Arenarie con argilliti e siltiti: arenarie quarzoso feldspatiche gradate prevalenti, alternate a livelli argillitici e siltitici localmente di consistente spessore, ma generalmente in netta minoranza. Il comportamento meccanico di questa successione è di tipo “lapideo” anche se lo stato di fratturazione locale e la presenza di livelli argillitici, può dar luogo a fenomeni di scorrimento planare.

C2 – Arenarie e marne: prevalenza di arenarie quarzoso-feldspatiche e micacee gradate, alternate a calcareniti, calcilutiti, marne e marne siltose ben stratificate. Il comportamento meccanico è in relazione al tipo di materiale considerato: “duttile” per quanto riguarda i termini argillitici, “lapideo” per quelli arenacei, “complesso” per i materiali fratturati interposti a quelli siltoso-argillosi.

C3 – Arenarie e marne: flysch marnoso arenaceo in cui prevalgono le arenarie gradate quarzoso feldspatiche, micacee e dolomitiche rispetto alle marne e marne siltose; queste ultime si presentano intercalate, talora anche in livelli consistenti ma, più generalmente, appaiono con spessori centimetrici. La successione si presenta regolarmente stratificata e con comportamento meccanico di tipo “complesso”.

C4 – Marne ed arenarie: prevalenti marne stratificate o laminate alterate a banchi di arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche di spessore centimetrico. La successione si presenta notevolmente disturbata dal punto di vista tettonico e a tratti appare decisamente caoticizzata.

C5 – Siltiti e arenarie: alternanza più o meno regolare di siltiti laminate ed arenarie; in subordine marne e marne siltose con arenarie quarzoso-feldspatiche e a luoghi con lenti di selce. Il comportamento meccanico “litoide” della frazione arenacea è notevolmente condizionato dalla presenza prevalente degli strati siltitici ed argillitici a comportamento “duttile” predisponendo il verificarsi di fenomeni franosi del tipo scorrimento planare di blocchi e di cunei.

C6 – Marne: marne e marne siltose prevalenti con intercalazioni di argilliti e solo localmente con livelletti arenacei di poco spessore interposti. Il comportamento meccanico sostanzialmente “duttile” predispone questa successione a forme di erosione ben sviluppate e talora piuttosto intense.

Successioni complesse a struttura caotica

In questa successione sono stati inseriti i termini prevalentemente argillitici facenti parte soprattutto del Complesso Caotico, Formazione di Sillano, Argilloscisti di Pescina, Formazione di Villa a Radda e membri olistolitici di varia origine.

D – Complesso Caotico e olistostromi: argilliti ed argilloscisti prevalenti inglobanti blocchi litoidi o pacchi di strato costituiti da termini litologici “galleggianti” di differenti dimensioni, geni ed origine ed in assetto completamente caoticizzato. Le caratteristiche meccaniche di questo complesso sono da considerarsi scadenti soprattutto in presenza di circolazione idrica ed i fenomeni gravitativi ed erosivi si presentano piuttosto diffusi ed importanti.

Successioni di litotipi lapidei

Per queste successioni sono state distinte due classi con simile comportamento litologico ma riferibili a formazioni geologiche completamente differenti come geni ed origine. In particolare nella classe E sono stati accorpati tutti quei termini calcarei riferibili alla Formazione dell’Alberese; in classe F i termini di origine magmatica riferibile principalmente alle Ofioliti s.s. e agli ammassi ofiolitici s.l.

E – Calcari marnosi: prevalenza di calcari, calcari marnosi e calcareniti alternati a marne e brecciole nummulitiche in minor quantità. Il comportamento meccanico è da considerarsi generalmente di tipo “lapideo” anche se localmente possono presentarsi litologie con caratteristiche di maggiore duttilità.

F – Rocce vulcaniche: ammassi di brecce ofiolitiche, vulcaniti basiche ed ultrabasiche, diabasi massicci, gabbri, serpentini e gabbri serpentinosi, diaspri e calcari diasprini. Il comportamento locale è estremamente rigido ma generalmente questi termini sono inglobati all’interno di terreni con dominante argillitica.

Volendo caratterizzare in maniera migliore le principali unità litologiche affioranti, di seguito si analizzano i principali parametri litologici emergenti, zona per zona, in tutto il territorio comunale di Firenzuola.

Unità A

Questa unità risulta essere indubbiamente la più scadente dal punto di vista geotecnico soprattutto per l'estrema eterogeneità che presenta. Si tratta infatti, quasi sempre, di materiale sciolto e scompaginato proveniente dall'alterazione meccanica delle rocce e quindi soggetto al trasporto per gravità. Si ritrova in discreta estensione e quantità in località Sambuca, località Boschetto e ai piedi dei rilievi di Montebeni e Sasso di Castro; a titolo informativo si riportano di seguito i valori dei parametri geotecnici più importanti qualora lo spessore di questa unità fosse tale da impedire di attestarsi sulla roccia in posto, soluzione quest'ultima decisamente preferibile in caso di edificazione.

Detrito	
Peso di volume " γ "	1.7 t/mc
Angolo di attrito interno " Φ "	25° - 30°
Coesione non drenata " c_u "	0.1 - 0.3 kg/cmq
Densità relativa " D_r "	0.2
Velocità onde sismiche long.	150 - 200 m/sec
Rigidità " R "	0.2 - 0.4
NSPT	3 - 7
Portanza " q_s "	0.2 - 0.4 kg/cmq

Unità B

Il regime tipicamente torrentizio dei corsi d'acqua principali (Santerno, Diaterna, Rovigo) con portate copiose e spesso irregolari e repentine, ha ristretto fortemente l'ambito granulometrico del sedimento trasportato. Principalmente si tratta di ghiaie arenacee e calcaree di grossa pezzatura, ben arrotondate con dimensioni dei ciottoli in media di 20-30 cm. La matrice di natura sabbiosa o sabbioso-limosa è, in genere, scarsa o molto scarsa.

Tuttavia non si può escludere la presenza di lenti più francamente sabbiose o limose, seppure limitate sia in senso orizzontale che in quello verticale. A titolo del tutto indicativo si riportano, nella tabella che segue, alcuni parametri geotecnici riferiti alla frazione più francamente sabbiosa:

Depositi alluvionali (frazione sabbiosa)	
peso di volume (t/mc)	1.9 - 2.1
coesione (kg/cmq)	0.0 - 0.2
ang. attrito interno (°)	25° - 35°
coeff. compress. volum. (cmq/kg)	0.01 - 0.004

Unità C1-C6

Il raggruppamento di queste successioni è dovuto essenzialmente al loro simile comportamento geolitologico, nonostante la maggiore o minore presenza di litotipi lapidei rispetto ai litotipi argillosi. E' evidente che spostandosi dall'unità C1 all'unità C6, si ha un graduale aumento della frazione marnoso-argillosa rispetto a quella arenacea ed il comportamento meccanico specifico diventa via via più "duttile" rispetto al comportamento rigido delle prime unità. Tuttavia il complesso "arenaria-marna" può considerarsi, in una visione generale, ad analogo comportamento geomeccanico, con considerazioni litotecniche specifiche che devono esser fatte di volta in volta.

Le principali formazioni geologiche di riferimento, in questo caso, sono la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola, affiorante nella porzione orientale del territorio comunale di Firenzuola, l'Unità Cervarola-Falterona estesa soprattutto nell'area Sud-occidentale e l'Unità di Santa Fiora, affiorante nella zona Nord-occidentale del territorio comunale.

I termini litologici appartenenti alla Marnoso-Arenacea sono generalmente costituiti da alternanze di siltiti, marne siltose e arenarie con cemento calcareo derivanti dal disfacimento di preesistenti rocce cristalline (in prevalenza graniti). Dette arenarie risultano gradate e costituite da quarzo, feldspati, miche e dolomia la cui presenza differenzia questa dalle altre formazioni arenacee fliscioide; inoltre si differenzia per una più elevata quantità di calcite ed un minor tenore in fillosilicati. Appartengono al tipo delle grovacche e si presentano in strati che possono arrivare fino a 6 metri di spessore. Le siltiti sono laminate con laminazione parallela, incrociata e convoluta.

A differenza dell'Unità Cervarola-Falterona questa formazione risulta meno fratturata. I diagrammi polari di densità evidenziano comunque l'esistenza di un trend appenninico e, ma in misura minore, di un trend opposto. L'arenaria, come è ben visibile nelle numerose cave esistenti lungo il F.Santerno e Rovigo, ha l'attitudine a dividersi secondo direzioni preferenziali, talora in modo assai marcato ed evidente. Si tratta in genere o di divisibilità secondo piani paralleli alla stratificazione (fissilità) per locali concentrazioni di fillosilicati, o di divisibilità per fratturazione determinata da diaclasi, talora appena accennate e di non

facile individuazione, prodotte da sforzi di natura tettonica. In vari casi le fratture sono riempite da calcite secondaria.

In molti livelli arenacei osservati si nota la presenza di varie impurità quali piccoli corpi cilindrici o lenticelle argillose che influiscono sulle caratteristiche tecniche della roccia nel suo complesso. Le discontinuità sono, in maggioranza, del tipo "aperto" (0.5-2.5 mm) con profili di scabrezza (JRC) dominanti 6-8. Questa unità litotecnica, in relazione all'alternanza fra litotipi diversi, può presentare un'eterogeneità di comportamento; nel complesso però, nonostante questa particolare disomogeneità, la formazione è sostanzialmente rigida.

Per quanto riguarda i componenti mineralogici e le proprietà fisico-meccaniche vale la tabella seguente:

Composizione mineralogica		Parametri fisico-meccanici	
Quarzo	32%	Peso specifico	2.7-2.8 g/cmc
Feldspato potassico	7%	Peso di volume	2.4-2.6 g/cmc
Plagioclasti	13%	Porosità totale	5-17%
Calcite	21%	Coefficiente Imb.Vol.	3-13%
Dolomite	7%	Resistenza Compressione	600-1600 kg/cmq
Fillosilicati ed accessori	20%	Resist.Compress.Satura	500-1300 kg/cmq

Deve essere sottolineato che l'assetto strutturale generale di questa formazione, normalmente pressoché orizzontale o leggermente a reggipoggio, permette di conferirle una sostanziale stabilità anche in caso di escavazioni piuttosto spinte. Non si denotano, infatti, situazioni particolari da questo punto di vista e, a prescindere da condizioni di elevata pendenza, si ritengono queste successioni prive di particolari problematiche.

Per quanto concerne, invece, le altre successioni geolitologiche con alternanza di litotipi lapidei ed argillosi, Unità Cervarola-Falterona ed Unità di S.Fiora, a differenza della Formazione Marnoso-Arenacea che presenta un rapporto arenarie-marne quasi 1:1, vi possono essere prevalenze localizzate di arenarie quarzoso-feldspatiche oppure zone a dominanza marnoso-siltosa.

In via generale, la successione tipo è caratterizzata da arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche, micacee e calcaree alternate a marne siltose e siltiti, talora con lembi di selce nera; la stratificazione è generalmente sottile; rari sono i livelli calcarenitici.

La tettonizzazione è ovunque notevolmente spinta anche se in misura diversificata rispetto ai luoghi; dalle esposizioni risulta che i banchi arenacei hanno spessori variabili da pochi centimetri fino a 3-4 metri ed i livelli siltitici raggiungono invece spessori fino ad oltre 2 metri. Le singole formazioni sono quasi sempre piuttosto fratturate e l'uniformità di distribuzione della fratturazione è solo apparente. I diagrammi polari di densità, infatti, mostrano che la direzione appenninica ed antiappenninica risultano quelle a maggiore concentrazione di fratture; si tratta generalmente di discontinuità del tipo "aperto" (0.5-2.5 mm). Fatto rimarchevole è che nel 7% dei casi rilevati si hanno discontinuità ad apertura molto ampia (1-10 cm) e sono molti i casi in cui i giunti si estendono oltre la parte visibile, così come quelli in cui essi terminano interrotti da altre discontinuità.

Il campo di variabilità dei profili di scabrezza tipici sono:

JRC (4-6)	dal 15% al 40%
JRC (6-8)	dal 35% al 50%
JRC (8-10)	dal 20% al 30%

Dal punto di vista petrografico, la frazione arenacea può essere definita come una "grovacca feldspatica" con abbondante matrice argillosa e scarso contenuto in calcite che, comunque, può essere anche assente. La diagenesi di questo litotipo è riconducibile al semplice costipamento relativo al carico del materiale sovrastante; la provenienza del materiale clastico è da rocce granitiche e metamorfiche e la distribuzione granulometrica di queste arenarie è notevolmente dispersa estendendosi da sabbia grossolana (2 mm) fino ad argilla (<0.002 mm).

La struttura dei banchi arenacei risente della modalità di sedimentazione del materiale clastico per cui gli elementi appiattiti (fillosilicati) son disposti con la faccia maggiore, parallelamente ai piani di stratificazione; ciò determina le notevoli variazioni nei parametri meccanici della roccia a seconda che questi vengano determinati parallelamente o perpendicolarmente alla stratificazione medesima. In generale, dal punto di vista

geomeccanico, i livelli arenacei, sebbene possano presentarsi alterati in superficie, denotano proprietà meccaniche buone mentre decisamente più scadenti sono da ritenersi gli interstrati marnosi (o siltosi). Nel complesso la formazione, proprio per le diverse caratteristiche litologiche (arenarie-peliti), presenta anisotropia legata appunto al grado di "ricorrenza stratigrafica". Tale anisotropia è collegabile anche alle caratteristiche strutturali ed alla fratturazione. E' possibile rilevare, particolarmente nei livelli pelitici, l'attitudine a suddividersi in "volumi" più o meno piccoli con conseguente abbassamento della coesione. Le caratteristiche mineralogiche e fisico meccaniche relative alla frazione arenacea della formazione sono riassunte nella tabella seguente:

Composizione mineralogica		Parametri fisico-meccanici	
Quarzo	36%	Peso specifico	2.7-2.8 g/cm ³
Feldspato potassico	7%	Peso di volume	2.5-2.6 g/cm ³
Plagioclasio	15%	Porosità totale	3-6%
Calcite	8%	Coeff.Imbibizione Vol.	3-6%
Dolomite	---	Grado di saturazione	90%
Fillosilicati ed accessori	34%	Resist.compress. (perp.strato)	700-800 kg/cm ²

La frazione argillosa (< 0.002 mm) ha composizione qualitativamente costante comprendendo i seguenti minerali argillosi: illite, clorite, clorite-vermiculite, caolinite (talvolta assente). Dove è dominante rispetto alla componente arenacea, sono presenti forme di erosione ben sviluppate e talora piuttosto intense, come anche fenomeni franosi del tipo scorrimento planare di blocchi interposti o di cunei.

Unità D

I terreni appartenenti a questa unità sono molto estesi in tutto il territorio comunale di Firenzuola e sono riferibili sostanzialmente agli affioramenti del Complesso Caotico, costituiti prevalentemente da argilloscisti inglobanti blocchi litoidi appartenenti a formazioni diverse che possono assumere anche l'entità di porzioni di serie.

Le caratteristiche geotecniche di questo complesso sono quindi condizionate totalmente dalle quantità e dalle dimensioni degli inclusi ovvero dal grado di omogeneità litologica e risultano inoltre condizionate dal contenuto in acqua che influenza soprattutto l'angolo di

attrito e la coesione. Talora, in concomitanza di bassi valori del contenuto in acqua, il Complesso Caotico può apparire notevolmente più competente rispetto a quello sottoposto ad alterazione e circolazione d'acqua. Gli inclusi, come già detto, sono anche di notevoli dimensioni e sempre disturbati tettonicamente per cui possono diventare “sacche” a forte permeabilità, possibili inneschi per movimenti gravitativi in senso lato.

Problemi particolari riguardanti la stabilità sorgono per quanto riguarda l'attraversamento in trincea o in galleria. Anche nel caso, infatti, di deboli pendenze che, del resto, rappresentano la norma morfologica di questo complesso, le condizioni di equilibrio sono molto instabili. Sono sufficienti, piccole variazioni del grado di imbibizione del terreno per innescare movimenti gravitativi anche di notevole entità.

Per dare un'idea dal punto di vista quantitativo dei principali parametri fisico-meccanici, si riporta, di seguito, una tabella nella quale vengono riassunti dati provenienti dalla frazione argillitica, con sostanziali variazioni dovute al grado di alterazione:

Contenuto in acqua U%	10-16	20-25
Angolo di attrito " Φ "	25-35°	8-20°
Coesione "c" kg/cmq	0,2-0,5	0,02-0,10
Peso di volume " γ " t/mc		2,0-2,1
Peso specifico t/mc		2,70-2,76
Coeff. di permeabilità "K" cm/sec		10 ⁻⁹
Limite di liquidità		26%
Limite di plasticità		18%
Indice di plasticità		8%
Indice di gruppo		5
Passante al 200		60%
Classificazione UNI/CNR		A4

Unità E

Le successioni di litotipi lapidei si concentrano prevalentemente nella zona del Monte Canda, in località Carpinaccio, Pagliana e Le Valli; esse risultano costituite prevalentemente da alternanze di calcari, calcari marnosi e calcareniti riferibili alla Formazione dell'Alberese. I calcari ed i calcari marnosi sono a grana fine e frattura concoide e per alterazione si ricoprono di una patina farinosa biancastra; il loro spessore di solito varia dai 30 cm ai 2-3

metri; le sottili intercalazioni di scisti argillosi (o leggermente marnosi) sono di colore grigio-scuro mentre i livelli calcarenitici sono grigi al taglio fresco e di colore marrone rossiccio se alterati; il loro spessore varia da pochi a 30-40 centimetri.

Da numerose indagini si è osservata la presenza di "famiglie" di fratture con sostanziale andamento appenninico ed antiappenninico; in alcuni casi sono anche state osservate fratturazioni con andamento preferenziale Est-Ovest. L'analisi delle altre caratteristiche mette in evidenza una certa prevalenza di discontinuità "parzialmente serrate" (0.25-0.5 mm) ed "aperte" (0.5-2.5 mm) con JRC variabile da 2-4 a 6-8. Il valore modale della spaziatura è di 15-20 cm e sono molti i casi in cui il giunto si estende oltre la parte visibile o in cui termina contro un'altra discontinuità con estensioni variabili dai 30-40 cm ai 50-70 cm; il materiale di riempimento in molti casi è costituito da calcite e, nei giunti più aperti, da limo. Da misure sclerometriche si hanno dati che hanno portato ad un valore medio di compressione di circa 800-900 kg/cm² con punte oltre i 1200 kg/cm²; il materiale rientra quindi nella classe R4 del M.I.T. (Manual Index Test) corrispondente ad una roccia resistente.

Quanto sopra porta a dire nel complesso che la composizione dei vari sistemi di fratturazione con i piani ed i giunti di stratificazione possono determinare distacchi di blocchi, peraltro di limitate dimensioni e di forma irregolare. L'eventuale "sfarinamento" dovuto ad alterazione è molto limitato e superficiale e non comporta un peggioramento delle caratteristiche geomeccaniche di questi materiali che possono considerarsi a comportamento rigido e sostanzialmente poco problematici.

Unità F

Anche questa unità è stata inserita nelle successioni di litotipi lapidei pur presentandosi spesso inglobata all'interno di terreni a dominanza argillitica. I termini di riferimento sono costituiti da ammassi di brecce ofiolitiche e rocce di origine magmatica in genere con comportamento locale estremamente tenace e rigido. L'alterazione, in alcuni casi piuttosto spinta, dà luogo a patine rossastre dovute all'abbondante presenza di elementi minerali ferrosi; microfratturazioni ad andamento indistinto sono frequenti ma risultano sempre molto superficiali e localizzate.

La roccia fresca presenta, invece, un colore verde e verde-azzurro con vene calcitiche e risulta alquanto compatta. La struttura è microporfirica con fenocristalli di plagioclasio (minerale siliceo a base di Albite: trisilicato di alluminio e sodio, e Anortite: ortosilicato di calcio ed alluminio) in una pasta di piccoli cristalli del medesimo minerale associato ad Augite (minerale tipo della famiglia dei Pirosseni alluminiferi) alterato in Serpentino e Clorite.

Questa unità si ritrova soprattutto nella porzione occidentale del territorio comunale di Firenzuola, in corrispondenza dei rilievi di Sasso di Castro e Montebeni; placche isolate e limitate sono visibili anche in zona S.Lucia. In tutti i casi, a parte situazioni particolari dovute ad eccessiva pendenza e denudamento come ad esempio sul fronte di cava di Montebeni, questi termini geolitologici possono considerarsi estremamente compatti e, dove presenti in estesi affioramenti, sostanzialmente privi di problematiche connesse a forme di instabilità.e

CARTA IDROGEOLOGICA

Nell'ottica di un adeguato e corretto governo del territorio, questa cartografia può essere considerata come una delle più importanti fra quelle prodotte in questo inquadramento comunale, perché prende in considerazione, tra i principali aspetti da tutelare, le risorse idriche superficiali e sotterranee.

In particolare sono stati ubicati tutti i punti di emungimento, destinati ad uso pubblico o privato, operando una differenziazione in base alle portate riscontrate e riportate in vari lavori pubblicati e non.

Per quanto riguarda le fasce di protezione e tutela dei punti di captazione destinati ad uso idropotabile, previste dalla normativa nazionale e locale vigente, essi saranno evidenziati in un'apposita cartografia in scala minore e più adatta rispetto a quella attuale.

Analogamente, per le aree di fondovalle, peraltro localizzate esclusivamente ad una porzione limitata del corso del Fiume Santerno, gli ambiti di cui alla D.C.R. 230/94 ed eventuali opere di contenimento e laminazione determinate dalle autorità di bacino e consorzio di bonifica, saranno riportate, dove esistenti, ad una scala più facilmente leggibile e distinguibile.

Per quanto concerne le Unità Idrogeologiche, facendo riferimento sostanzialmente alla Carta Geolitologica, sono stati effettuati sette accorpamenti con analoghi comportamenti e, per ognuno di essi, lo schema riportato in legenda evidenzia il tipo ed il grado di permeabilità per ciascuna unità idrogeologica. In particolare sono state definite le seguenti unità:

Unità 1 – Depositi alluvionali recenti: l'unità permeabile per porosità presenta una produttività idrica elevata in corrispondenza dei livelli ciottolosi e sabbiosi che, talora, costituiscono acquiferi di discreta importanza ($1 \cdot 10^{-1} < K < 1 \cdot 10^{-3}$ m/sec);

Unità 2 – Detriti e detriti di falda: terreni permeabili per porosità con produttività idrica da media ad elevata ($1 \cdot 10^{-2} < K < 1 \cdot 10^{-4}$ m/sec);

Unità 3 – Flysch calcareo-marnoso: l'unità comprende calcari, calcari marnosi e calcareniti con intercalazioni di argilloscisti e marnoscisti. L'unità è permeabile per fratturazione con una produttività idrica da media a medio-alta e dove prevalgono i calcari e le breccie calcaree, si possono avere anche limitati fenomeni carsici ($1 \cdot 10^{-3} < K < 1 \cdot 10^{-5}$ m/sec);

Unità 4 – Rocce magmatiche: l'unità comprende ofioliti s.l., ammassi di breccie ofiolitiche, vulcaniti, diabasi, serpentine, diaspri, calcari e calcari serpentinosi, tutti permeabili per fratturazione e con produttività idrica da media a medio-alta ($1 \cdot 10^{-3} < K < 1 \cdot 10^{-6}$ m/sec);

Unità 5 – Arenarie: l'unità comprende arenarie quarzoso-feldspatiche grossolanamente stratificate alternate a scisti siltosi; arenarie quarzoso-feldspatiche e micacee gradate, alternate a calcareniti, calcilutiti e marne; arenarie prevalenti quarzoso-feldspatiche alternate a marne e marne siltose. L'unità si presenta permeabile per fratturazione e con una produttività idrica medio-bassa; possono essere frequenti sorgenti di strato al contatto con i livelli argilloso-scistosi ($1 \cdot 10^{-4} < K < 1 \cdot 10^{-7}$ m/sec);

Unità 6 – Flysch arenaceo-marnosi: l'unità comprende scisti siltosi, marne e marne siltose prevalenti alternate ad arenarie fini quarzoso-feldspatiche e marnoscisti. L'unità è da considerarsi poco permeabile e soltanto a luoghi permeabile per fratturazione, nel qual caso può considerarsi una produttività idrica bassa ($1 \cdot 10^{-5} < K < 1 \cdot 10^{-8}$ m/sec);

Unità 7 – Argille, argilliti e marne: l'unità comprende argilliti, argiloscisti e marne prevalenti con la presenza saltuaria di livelli o pacchi di strato in assetto caotico e completamente inglobati nella matrice argiloscistosa. L'unità, seppur molto eterogenea, è da considerarsi praticamente impermeabile e anche laddove prevalgono i termini litoidi permeabili per fratturazione, la produttività idrica è da considerarsi scarsa o nulla ($K < 1 \cdot 10^{-4}$ m/sec).

Per quanto concerne le emergenze idriche le più numerose sono generalmente localizzate nell'Unità 5 che, caratteristicamente fratturata, costituisce generalmente una buona "roccia serbatoio"; nella maggior parte dei casi si tratta di sorgenti presenti al contatto con orizzonti impermeabili siltoso-marnosi e la produttività idrica è da considerarsi limitata o di media quantità.

Sorgenti più copiose ed importanti si ritrovano nell'ambito di competenza dell'Unità 4 anche se la loro posizione sembra più spostata sull'Unità 7 impermeabile e che funge probabilmente da orizzonte acquicludo. In particolare nella zona di Covigliaio e La Selva, cioè sul versante orientale di Sasso di Castro, ma anche su quello occidentale, sono rilevabili sorgenti con elevate portate, utilizzate anche ai fini acquedottistici.

Analogamente, osservando la carta idrogeologica nel suo contesto più ampio, possono ravvisarsi risorgive nella fascia di contatto con il detrito o con i terreni argillosi, alimentate per lo più da successioni lapidee piuttosto rigide e fratturate. In questo caso si può parlare di una buona produttività idrica. Altri limitati gemitii o stillicidi sono rinvenibili in maniera sparsa su tutto il territorio comunale ma si è ritenuto inutile e superfluo cartografarli proprio per la loro esiguità ed il loro carattere stagionale.

Per quanto concerne opere di captazione profonde, sono stati cartografati soltanto n° 3 pozzi sui depositi alluvionali recenti del F.Santerno e del T.Violla.

CARTA GEOMORFOLOGICA

In questa cartografia sono evidenziate tutte le dinamiche morfologiche insistenti sul territorio comunale suddivise in “forme e processi dovuti a gravità” e “forme e processi dovute ad acque correnti”. All’interno delle prime è stata effettuata una ulteriore suddivisione in fenomeni attivi e non attivi in modo da poter subito mettere in evidenza le situazioni più problematiche e più urgenti da risolvere.

Per completezza d’informazione, utilizzando un rilievo geologico effettuato dalla Regione Emilia-Romagna che entrerà a far parte della nuova cartografia geologica nazionale, sono state inserite quelle “forme” sul territorio definite come: a) frane in evoluzione con evidenze di movimento in atto o recenti, b) frane quiescenti localmente rielaborate da gravità o ruscellamento. A queste sono anche state aggiunte le placche di depositi detritici, in modo da poter eseguire oggettive valutazioni sul loro stato di attività in sede di redazione della Carta della Pericolosità.

E’ ovvio che la Carta Geomorfologica risultante, dovendo inglobare dati ed informazioni di differente origine o con diversi accorpamenti e legende, appare leggermente “slegata” ma permette di evidenziare una sostanziale identità d’interpretazione per quanto riguarda le principali forme d’instabilità sul territorio firenzuolino. In fase di realizzazione della cartografia di approfondimento in scala 1:2.000 per le U.T.O.E., tutte queste conoscenze di carattere geomorfologico saranno adeguatamente riviste ed uniformate sulla base di una legenda rispondente ai dettami della Delibera C.R. 94/85, evidenziando nel contempo tutte le situazioni di amplificazione sismica locale.

L’interpretazione aereofotogrammetrica, oltre a dare informazioni sull’attività o meno del fenomeno gravitativo, ha permesso anche di realizzare una suddivisione per tipologia di movimento ed in particolare:

- fenomeno di crollo o ribaltamento;
- scorrimento traslazionale o rotazionale;
- colamento;
- movimento di massa superficiale tipo soliflusso.

Oltre a questi sono state evidenziate le principali scarpate morfologiche, createsi per degradazione naturale o dovute a cause antropiche.

In relazione alle forme e processi dovuti alle acque correnti sono state evidenziati:

- orli di scarpata fluviale;
- zone soggette ad erosione superficiale diffuso o concentrata;
- impluvi con erosione incanalata e/o concentrata.

Infine sono anche state segnalate le principali creste montuose, localmente soggette e forme di erosione superficiale o denudamento in senso lato.

Nel contesto generale del Comune di Firenzuola, come già accennato nei paragrafi precedenti, la maggior parte dei fenomeni di instabilità avviene nelle aree in cui è preponderante la componente argillosa ed argillocistosa che, in condizioni particolari di alterazione o imbibizione, tende a muoversi anche in situazioni morfologiche di bassa pendenza.

Le situazioni attuali maggiormente degradate e destabilizzate riguardano soprattutto le aree intorno all'abitato di Bruscoli, la zona a Nord di Firenzuola in sinistra e destra idrografica del T. Diaterna, l'area Nord-occidentale rispetto alla Costa di Culcedra, la zona a Nord di Bordignano e quella a Nord-Ovest di Piancaldoli.

Si tratta tutte di aree che si sviluppano su terreni riferibili al Complesso Caotico e presentano fenomeni franosi anche di notevole estensione; caratteristicamente sono anche ben visualizzabili fenomeni stabilizzati, successivamente riattivati o per interventi antropici o per cause naturali. Dove la zona di distacco o la nicchia di frana con relativo accumulo non è ben evidente, sono molto spesso presenti movimenti di massa superficiali tipo soliflusso o erosioni superficiali dovute a ruscellamento diffuso. Secondo le condizioni circostanti, alcuni movimenti hanno sviluppo lento mentre altri appaiono decisamente veloci ed alcune volte improvvisi.

La Carta Geomorfologica mette bene in evidenza come appena ci si sposta su termini più competenti quali la Marnoso-Arenacea o l'Unità Cervarola-Falterona, i fenomeni gravitativi

“spariscono” lasciando il posto a scarpate di degradazione più o meno accentuate. Isolati movimenti di crollo possono essere presenti ma, dato l’assetto strutturale di queste formazioni, possono essere considerati come eccezioni.

In riferimento alla Delibera C.R. 94/85, il Comune di Firenzuola fa parte dei comuni toscani inseriti in zona sismica e più esattamente ricade nella classe 3, dove viene considerata un’accelerazione (convenzionale) massima $<0.20 g$ ($g =$ accelerazione di gravità). In questo senso devono essere fornite oltre che indicazioni per instabilità dinamica dovuta a fenomeni franosi, anche indicazioni riguardanti l’instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali. Nel caso specifico, pur non avendoli visualizzati sulla cartografia allegata, per difficoltà oggettive inerenti la scala di produzione, sono stati presi in considerazione i termini alluvionali del F.Santerno ed i terreni in genere con caratteristiche fisico-meccaniche scadenti (depositi detritici, riporti poco addensati, etc.), operando adeguate valutazioni in sede di Carta di Pericolosità.

I sedimenti fluviali del Santerno sono per lo più costituiti da ghiaie e sabbie, discretamente addensate e poco suscettibili a fenomeni di densificazione anche in occasione di un evento sismico. I termini detritici, evidenziati nella Carta Geolitologica, hanno estensioni talora piuttosto elevate e denotano un grado di addensamento e caratteristiche geomeccaniche tutt’altro che scadenti. I riporti di terreno poco addensati, non sono fedelmente cartografabili e verranno esaminati più in particolare al momento della realizzazione di una cartografia di dettaglio a supporto della pianificazione urbanistica.

Considerazioni sulla sismicità dell’area

Per quanto concerne le caratteristiche sismiche del Mugello, le prime notizie di terremoti risalgono al 1545; informazioni più sicure e precise riguardano le ultime manifestazioni sismiche ed in particolare quelle del 1919 e del 1960. Da queste fonti e da dati bibliografici è possibile affermare che soprattutto il Basso Mugello è sede di un’attività sismica piuttosto frequente; in particolare, da resoconti storici, è stato notato che alcune specifiche condizioni morfologiche hanno in qualche modo aggravato ed amplificato l’intensità sismica. La conformazione dello stesso paleoinvaso con fenomeni di rifrazione, lo spessore dei

sedimenti che provoca frequenze di vibrazione differenti, il contrasto di rigidità ai bordi del bacino e, non ultime, la morfologia locale quale bordi di terrazzo, creste, forme sepolte che danno luogo a fenomeni di riflessione multipla, rifrazione ed interferenza delle onde longitudinali e trasversali, sono tutti elementi che favoriscono l'incremento dell'intensità sismica e contribuiscono a far aumentare la pericolosità di una determinata zona.

Nell'Alto Mugello le eventuali problematiche riguardano più che altro il contrasto di rigidità fra differenti litologie e più raramente fenomeni di amplificazione locali quali "effetto cresta" in corrispondenza dei rilievi montuosi particolarmente accentuati.

CARTA DELLA PERICOLOSITA'

Ai fini delle problematiche connesse alle caratteristiche geologico-tecniche e morfologiche, da approfondire per la redazione degli strumenti urbanistici, i tipi di effetti che devono essere presi in considerazione nei Comuni come quello di Firenzuola, cioè appartenenti alla classe 3, riguardano essenzialmente cedimenti, cedimenti differenziali e frane. Problematiche differenti, verranno analizzate caso per caso.

Per ciascuna area, o gruppo di aree, l'insieme degli elaborati redatti e cioè l'insieme della carta geolitologica, geomorfologica e idrogeologica ha portato alla definizione di un certo "grado di pericolosità" del sito evidenziato nella carta relativa; dalla sovrapposizione fra quest'ultimo elaborato e quello delle destinazioni d'uso previste, verrà fornita, in una fase successiva, una carta che può essere definita, con qualche approssimazione, del "rischio", tendente cioè a fornire informazioni sulla "fattibilità" della destinazione proposta.

Le classi di pericolosità prese in considerazione dalla Delibera C.R. 94/85 sono 4, varianti da una "pericolosità irrilevante" (classe 1) ad una "pericolosità elevata" (classe 4): per quanto riguarda la classe 3 è stata fatta un'ulteriore distinzione in 3a e 3b in base all'esistenza di una dinamica morfologica passata o attuale.

In riferimento invece alla Delibera C.R. 230/94, superata poi dalla Delibera C.R. 12/00 in approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale, sono anche state definite 4 classi di

pericolosità in funzione del rischio idraulico. Nell'ottica di ottenere una lettura più facilitata della Carta di Pericolosità, per la parte idraulica è stato utilizzato un sovrassegno che non mascherasse la classe di pericolosità geomorfologica assegnata.

La descrizione particolare di ciascuna classe, sia dal punto di vista geomorfologico che idraulico, viene di seguito riportata:

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Classe 1 – Pericolosità irrilevante

In questa classe ricadono le aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico-tecniche. Si è ritenuto utile non adottare questa classe per il territorio comunale di Firenzuola in quanto esiste sempre qualche elemento d'incertezza da chiarire al livello di indagine geognostica, in ottemperanza al D.M. 11/03/88.

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 3a – Pericolosità medio-bassa

In questa classe ricadono tutte quelle aree che presentano fenomeni morfologici non in atto ma segno di una passata dinamica morfologica (orli di scarpata o di terrazzo di altezza modesta, circoscritte e modeste forme d'instabilità stabilizzate, etc.) o fenomeni erosivi localizzati e comunque di ordine modesto. Sono anche comprese tutte le aree molto acclivi, in rapporto al contesto geostratigrafico e quelle che ricadono in contesti di possibile amplificazione sismica. Infine, sono state inserite in questa classe tutte quelle zone con caratteristiche litotecniche scadenti (detriti) e terreni sciolti con scarso grado di attività, le zone con assetti giaciture al limite dell'equilibrio (strati a franapoggio meno inclinati del pendio), le aree acclivi in cui un'errata gestione del territorio quali scavi o non regimazione delle acque superficiali potrebbero dar luogo a forme d'instabilità.

Classe 3b – Pericolosità medio-alta

In questa classe ricadono tutte quelle aree che presentano fenomeni morfologici non in atto ma segno di una dinamica morfologica attuale (frane quiescenti, soliflussi circoscritti) e comunque forme sempre di dimensione modesta; in questa classe sono anche stati fatti rientrare gli orli di scarpata attiva di ordine modesto o fenomeni erosivi relativamente accentuati e tali comunque da far ritenere che la zona si trova al limite dell'equilibrio (ruscellamenti concentrati modesti, etc.)

Classe 4 – Pericolosità alta

Fanno parte di questa classe tutte le aree interessate da fenomeni di dissesto attivi e con una dinamica geomorfologica tale da far prevedere un'estensione del fenomeno e/o forme di erosione marcata ed estesa. Sono anche compresi gli orli di scarpata attivi e gli impluvi in cui è presente erosione incanalata e/o concentrata

PERICOLOSITA' IDRAULICA

Classe 1 – Pericolosità irrilevante

In questa classe ricadono le aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni o sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori di m 2 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

In questa classe ricadono le aree di fondovalle per le quali non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni o sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda.

Classe 3 – Pericolosità media

In questa classe ricadono tutte quelle aree per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni: a) vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a m 2 sopra il piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda. Rientrano in questa classe le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorre una sola delle condizioni di cui sopra; relativamente a queste aree 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.

Classe 4 – Pericolosità alta

Fanno parte di questa classe tutte le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le condizioni di cui al punto precedente.

Nel caso specifico del Comune di Firenzuola, sono piuttosto numerose ed estese le aree classificate secondo un grado di pericolosità medio-alto ed elevato (classe 3b-4) sebbene ciò non sia da intendersi aprioristicamente limitante circa la destinazione d'uso, ma faccia in modo di ottenere, tramite una campagna d'indagine molto particolareggiata svolta a priori, un grado di sicurezza tale da bilanciare, nelle scelte progettuali, il livello di pericolosità più alto rispetto ad altre zone.

Firenze, 15 luglio 2002