

# COMUNE DI BIENTINA

(Provincia di Pisa)



## PIANO STRUTTURALE

VARIANTE DI ADEGUAMENTO ALLA L.R.T. 1/05

## STUDIO GEOLOGICO TECNICO

## RELAZIONE

**Maggio 2006**



**Studio di geologia**  
**dott. Fabio Mezzetti**  
via mario canavari, 15, Pisa  
tel. e fax: 050 576231  
email: fmezzetti@iol.it

## INDICE

	pagina
1. Premessa	01
2. Metodologia di studio	02
3. Inquadramento geologico e idrogeologico	05
3.1. Evoluzione paleogeografica del territorio di Bientina	05
3.2. Cenni di tettonica	06
3.3. Schema idrogeologico dell'area	07
4. Il contesto geomorfologico	08
4.1. Caratteristiche geologiche e stratigrafiche	08
4.2. Caratteristiche geomorfologiche	11
4.3. Caratteristiche litotecniche dei terreni	13
4.4. Caratteristiche clivometriche	15
5. Il contesto idrogeologico	16
5.1. Caratteristiche idrografiche	16
5.2. Caratteristiche piezometriche acquifero superficiale	17
5.3. Caratteristiche piezometriche acquifero artesiano	18
5.4. Caratteristiche di permeabilità dei terreni	20
6. Livelli di pericolosità	22
6.1. Pericolosità geomorfologica	22
6.1.1. Attribuzione delle classi di pericolosità geomorfologica	23
6.2. Pericolosità idraulica	24
6.2.1. Attribuzione delle classi di pericolosità idraulica	25
6.3. Vulnerabilità idrogeologica	26
7. Caratteristiche di fattibilità degli interventi	28

## ELENCO DELLE TAVOLE

	scala
TAV. 1 Carta geologica	1:5.000
TAV. 2 Sezioni stratigrafiche	1:25.000
TAV. 3 Carta geomorfologica	1:5.000
TAV. 4 Carta litotecnica	1:5.000
TAV. 5 Carta dei dati di base	1:5.000
TAV. 6 Carta delle pendenze dei versanti	1:5.000
TAV. 7 Carta idrogeologica	1:5.000
TAV. 8 Carta delle permeabilità	1:5.000
TAV. 9 Carta della pericolosità geomorfologica	1:5.000
TAV. 10 Carta della pericolosità idraulica	1:5.000
TAV. 11 Carta della vulnerabilità idrogeologica	1:5.000

## ELENCO DEGLI ALLEGATI

ALL. 1	Dati di base
--------	--------------

## **1. Premessa**

La presente relazione illustra lo studio geologico tecnico, redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Bientina (PI) a supporto della Variante al Piano Strutturale di adeguamento alla L.R. n.1 del 03/01/05, che costituisce un aggiornamento del quadro conoscitivo per i vari aspetti di carattere geologico che concorrono alla definizione della pericolosità geomorfologica e idraulica del territorio bientinese, così come previsto dalla vigente normativa in materia.

In particolare lo studio è stato realizzato in ottemperanza dell'art.62 della L.R. n.1 del 03/01/05 "Norme per il governo del territorio", del D.P.C.M. 06/05/05 di approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, della Del.C.R. n.12 del 25/01/00 di approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana, della Del.C.P. n.148 del 22/12/05 di riadozione del Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) della Provincia di Pisa ed in osservanza dei contenuti della D.R. n.94/'85 "Indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica" emanata in attuazione della L.R. n.21/84 "Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico".

Facciamo presente che il vigente Piano Strutturale comunale è supportato da elaborati geologici redatti nel Luglio 1995 secondo le modalità della superata L.R. n.5/95 e della Del.C.R. n.230/94 sul rischio idraulico; tali elaborati hanno rappresentato il punto di partenza per l'aggiornamento eseguito sulla base dei dati relativi a successive e numerose indagini effettuate sul territorio comunale sia per il rilascio delle singole concessioni edilizie che di supporto a piani urbanistici o progetti specifici.

Gli elaborati cartografici sono stati aggiornati ed integrati anche in funzione degli ultimi studi geologici messi a disposizione dalla Provincia di Pisa ("La geologia della Provincia di Pisa - cartografia, geositi e banche dati") ed hanno, in particolare, recepito in toto le perimetrazioni delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante e quelle delle aree con pericolosità idraulica del P.A.I., insieme alle relative normative.

Le nuove carte geotematiche sono state prodotte in formato digitale attraverso la georeferenziazione dei vari tematismi in ambiente GIS (Archview), utilizzando come base cartografica una sovrapposizione informatica dei fogli della Carta Tecnica Regionale al 10.000 con i disponibili fogli della Carta Tecnica Regionale al 2.000, recentemente aggiornati, forniti dalla Regione Toscana.

## **2. Metodologia di studio**

L'aggiornamento del quadro conoscitivo per gli aspetti geologici, sulla base delle carte geotematiche prodotte nel 1995 a supporto del vigente P.R.G., si è articolato secondo le seguenti fasi di lavoro:

- acquisizione degli elaborati cartografici relativi al P.A.I. ed al P.T.C., degli ultimi studi effettuati sul territorio comunale da parte della Provincia di Pisa (“La geologia della Provincia di Pisa - cartografia, geositi e banche dati”), degli studi di dettaglio di supporto sia a piani urbanistici che a progetti specifici e dei dati geologico tecnici relativi ad indagini puntuali eseguite per il rilascio delle singole concessioni edilizie;
- verifica ed integrazione degli elementi geologico-strutturali e geomorfologici attraverso nuovi controlli sul terreno con particolare disamina delle situazioni in evoluzione;
- caratterizzazione delle unità litostratigrafiche che costituiscono la struttura geologica sotto il profilo litotecnico, in base ai nuovi numerosi dati puntuali sulle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati nella loro porzione più superficiale;
- censimento di “pozzi superficiali e profondi” significativi con misurazione del livello di falda in condizioni statiche; ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero superficiale e artesiano; individuazione della rete idrografica principale e secondaria di scolo delle acque superficiali;
- caratterizzazione del territorio comunale sulla base delle pendenze dei versanti distinte in sei classi a diversa acclività;
- caratterizzazione della permeabilità dei terreni operata sulla base delle loro composizione litologica, grado di cementazione e modalità con cui si lasciano attraversare dalle acque;
- zonizzazione del territorio comunale eseguita sulla base delle caratteristiche relative alla “pericolosità geomorfologica”, alla “pericolosità idraulica” ed alla “vulnerabilità idrogeologica” degli acquiferi presenti nel sottosuolo del territorio bientinese.

Nell'elaborazione dei vari geotematismi si è tenuto conto della nuova documentazione acquisita con particolare riferimento agli elaborati del P.A.I. (recepiti integralmente), agli elaborati del P.T.C., alla nuova cartografia geologica e geomorfologica della Provincia di Pisa (realizzata con la supervisione scientifica del C.N.R. “Centro di studio della geologia strutturale e dinamica dell'Appennino”), alle indagini idrogeologiche finalizzate alla ricostruzione ed al controllo dello stato della falda sotterranea del padule di Bientina utilizzata per scopi potabili condotte per conto sia dell'Amministrazione Comunale di Bientina che dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed agli studi per la sistemazione idraulica di aree di particolare valore naturalistico nell'area naturale protetta di interesse locale “Bosco di Tanali”, verificando, integrando ed adeguando alle vigenti normative, le varie cartografie di base nell'ambito del presente studio.

Lo studio geologico tecnico di supporto alla Variante al Piano Strutturale è composto dai seguenti elaborati:

- **relazione** tecnica descrittiva delle varie carte tematiche prodotte che sintetizza gli elementi che da esse emergono e che possono rappresentare controindicazioni con limitazioni alle utilizzazioni previste, le ipotesi alternative o le contromisure da adottare.

### **- elaborati cartografici:**

**"carta geologica"** contiene informazioni sulle unità litostratigrafiche costituenti il territorio e distinte sulla base delle caratteristiche litologiche, paleontologiche, sedimentologiche, petrografiche e mineralogiche riconoscibili in affioramento e per mezzo delle indagini in sito;

**"sezioni stratigrafiche"** contiene informazioni sull'andamento stratigrafico del sottosuolo attraverso la ricostruzione di alcune sezioni litostratigrafiche interessanti il territorio comunale, resa possibile anche dalla correlazione di alcuni significativi Logs stratigrafici di pozzi e sondaggi geognostici;

**"carta geomorfologica"** contiene informazioni sui fenomeni di instabilità e sui processi e le forme morfologiche più rilevanti quali corpi di frana, soliflusso, erosione laterale di sponda, forme dovute ad acque incanalate, subsidenza ecc., verificate attraverso un controllo diretto sul terreno degli elementi evidenziati sia nella cartografia del vigente P.R.G., sia in quella del P.A.I., sia in quella del P.T.C. e sia in quella più recente prodotta dalla Provincia di Pisa con la supervisione scientifica del C.N.R.;

**"carta litotecnica"** contiene informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni più superficiali riscontrate ed analizzate per mezzo soprattutto delle numerose indagini in sito effettuate sul territorio comunale, che hanno consentito di suddividerlo in zone caratterizzate da terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo;

**"carta dei dati di base"** contiene l'ubicazione puntuale dei dati geognostici presenti sul territorio comunale derivanti da indagini eseguite in situ che sono stati utilizzati per la caratterizzazione litotecnica e stratigrafica dei terreni; tali dati sono relativi a prove penetrometriche statiche, prove penetrometriche dinamiche, sondaggi geognostici e logs stratigrafici relativi a pozzi per acqua; la documentazione di ogni singola prova costituisce i dati di base che sono stati accorpati e riportati in allegato (ALL.1 "Dati di base");

**"carta delle pendenze dei versanti"** contiene informazioni sulle caratteristiche di acclività dei terreni che sono distinti in sei classi di pendenza ritenute significative in rapporto al quadro altimetrico locale ed alle soglie che rivestono importanza nei confronti della propensione al dissesto dei terreni;

**"carta idrogeologica"** contiene informazioni sugli aspetti idrogeologici principali come l'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero superficiale e di quello artesiano utilizzato per scopi potabili, l'ubicazione dei pozzi censiti e delle idrovore presenti sul territorio comunale, la rete idrografica principale e secondaria, le condizioni di drenaggio superficiale e le aree soggette a ristagno d'acqua;

**"carta della permeabilità"** contiene informazioni sul tipo di permeabilità in relazione alle modalità di circolazione sotterranea e sul grado di permeabilità dei terreni affioranti nell'ambito del territorio comunale;

**"carta della pericolosità geomorfologica"** sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo geomorfologico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dalla D.C.R.T. 94/85, dal P.I.T. e conformemente agli elaborati del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno; i due rispettivi criteri di perimetrazione sono stati sovrapposti e distinti sulla carta riconducendo le relative zonizzazioni alle quattro classi di pericolosità: 1-Irrilevante, 2-Bassa, 3-Media, 4-Elevata ai sensi della D.C.R.T. 94/85 ed alle quattro aree P.F.1-Moderata, P.F.2-Media, P.F.3-Elevata, P.F.4-Molto Elevata ai sensi del P.A.I..

**"carta della pericolosità idraulica"** sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo idraulico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dal P.I.T. e conformemente agli elaborati del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno; i due rispettivi criteri di perimetrazione sono stati sovrapposti e distinti sulla carta riconducendo le relative zonizzazioni alle quattro classi di pericolosità: 1-Irrilevante, 2-Bassa, 3-Media, 4-Elevata ai sensi della D.C.R.T. 94/85 ed alle quattro aree P.I.1-Moderata, P.I.2-Media, P.I.3-Elevata, P.I.4-Molto Elevata ai sensi del P.A.I..

**"carta della vulnerabilità idrogeologica"**, sintetizza la zonizzazione di vulnerabilità idrogeologica degli acquiferi in funzione del grado di protezione da eventuali inquinanti nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale, secondo i criteri indicati dal P.T.C. della Provincia di Pisa; sulla carta le perimetrazioni sono ricondotte alle relative classi e sottoclassi: 1-Irrilevante, 2-Bassa, 3-Media (sottoclasse 3a e 3b), 4-Elevata (sottoclasse 4a e 4b).

Le suddette carte geotematiche, georeferenziate, utilizzano una base cartografica costituita da una sovrapposizione informatica dei fogli della C.T.R. al 10.000 con i disponibili fogli della C.T.R. al 2.000 recentemente aggiornati e sono restituite in scala 1:5.000 attraverso la definizione di tre tavole per ogni carta tematica, rappresentative della porzione settentrionale, centrale e meridionale del territorio comunale di Bientina.

Le carte di pericolosità e vulnerabilità che sintetizzano il quadro conoscitivo per gli aspetti geomorfologici, idrogeologici e idraulici saranno sovrapposte alle nuove previsioni urbanistiche, per fornire attendibili informazioni circa la fattibilità geologica dei singoli interventi proposti.

Fattibilità geologica che sarà definita in sede di Regolamento Urbanistico attraverso la distinzione in quattro crescenti classi di fattibilità contenenti ciascuna particolari vincoli e piani di indagine nel rispetto delle normative vigenti, fermo restando il completo recepimento delle normative contenute nel P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno approvato con D.P.C.M. 06/05/05 (G.U. n.230 del 03/10/05).

### **3. Inquadramento geologico e idrogeologico**

Una sintetica descrizione degli assetti geologico strutturali, tettonici e idrogeologici in cui si colloca il territorio comunale di Bientina è riportata nei sottostanti paragrafi.

#### **3.1. Evoluzione paleogeografia del territorio di Bientina**

Il territorio bientinese occupa buona parte del Padule di Bientina, comprende una porzione dei rilievi delle colline delle Cerbaie ad Est e confina con le propaggini orientali dei Monti Pisani ad Ovest.

Questa struttura fa parte della più ampia depressione tettonica che comprende la Piana di Lucca a Nord e che a Sud prosegue con il graben della Val d'Elsa.

Questa depressione costituisce uno dei bacini intermontani che cominciarono a delinearsi nell'Appennino Settentrionale a partire dal Miocene superiore a seguito della fase distensiva che iniziò ad interessare la catena.

La zona si colloca nella regione situata a Nord del basso corso dell'Arno e compresa tra il M. Pisano ad Ovest, il M. Albano ad Est ed i rilievi delle Pizzorne a settentrione che fu occupata, probabilmente a partire dal Pliocene inferiore, da un vasto bacino lacustre impostato su di una depressione tettonica all'interno della quale si sono depositati un complesso di terreni neogenico-quadernari la cui successione è riconducibile a due cicli principali.

Nel Pleistocene inferiore la depressione era occupata da un vasto lago, separato ad Est dai rilievi del Monte Albano da una depressione sub parallela (Bacino di Firenze); il lago confluiva a Sud, nella zona di Bientina, nel più vasto Sinus pisanus, un golfo marino, poi sede della Piana di Pisa.

Tra la fine del Pleistocene inferiore e parte del Pleistocene superiore l'area della depressione fu interessata da episodi diversificati di sollevamento e da cicli di erosione e sedimentazione fluviale, che portarono alla formazione dei rilievi delle colline di Montecarlo-Altopascio-Cerbaie che dal tardo Pleistocene separano la Piana di Lucca - Padule del Bientina dalla Piana di Pescia-Montecatini - Padule di Fucecchio.

Successivamente, in concomitanza delle vicende climatiche würmiane, l'area attuale della pianura lucchese fu percorsa, modellata e alluvionata dal F. Serchio il cui alveo, oggi sepolto dai sedimenti più recenti della pianura, dirigeva il suo tracciato verso la zona depressa del Bientina e di qui confluiva nell'Arno all'altezza di Calcinaia.

In seguito il progressivo innalzamento del letto dell'Arno impedì il deflusso delle acque del Serchio il quale, attraverso alterni episodi di alluvionamento ed impaludamento (nel Bientinese in particolare) che portarono al colmamento della pianura, trovò uno sbocco al mare con la tracimazione ed incisione della soglia di Ripafratta, tra il M.te Pisano ed i M.ti d'Oltre Serchio.

In tempi storici (dal VII al XVI secolo d.C.) nella pianura lucchese tutto il sistema del Serchio venne regimato con una serie di interventi idraulici che hanno portato alla situazione attuale, rimasero tuttavia vaste porzioni di impaludamento nelle aree di pianura più depresse, di cui *il lago di Bientina (o Sesto)* rappresenta l'esempio più importante; aree che vennero progressivamente drenate e bonificate con canalizzazioni che in gran parte furono realizzate in corrispondenza degli alvei abbandonati del Serchio.

In particolare la bonifica dell'area del Bientina ebbe il suo momento culminante nel 1859, quando fu realizzata la "botte" sotto il letto dell'Arno ed entrò in funzione l'emissario che permise il deflusso delle acque del lago fino al mare.

I risultati non furono però del tutto positivi in quanto vaste plaghe di terreno rimasero paludose: i possessori di una parte del terreno da bonificare, unitisi in consorzio verso il 1907, provvidero successivamente all'installazione di idrovore per il risanamento idraulico dei terreni mediante il sollevamento meccanico delle acque.

### 3.2. Cenni di tettonica

Da un punto di vista strutturale il territorio compreso tra il Monte Pisano ad Ovest, il Monte Albano ad Est, le Pizzorne a Nord e l'Arno a Sud, nel quale si sviluppano le colline delle Cerbaie e le due pianure di Lucca-Bientina e di Montecatini-Fucecchio, rappresenta un'area depressa ed allungata in direzione Nord Ovest – Sud Est che si prolunga a Nord con la depressione tettonica della Valle del Serchio, fino alla Garfagnana, e a Sud con i bacini della Val d'Era e della Val d'Elsa.

La tettonica polifasata miocenica, caratterizzata da imponenti deformazioni plicative ed accavallamenti ben visibili sul Monte Pisano, segue una fase disgiuntiva di tipo rigido che caratterizza lo stadio finale del sollevamento ed il successivo periodo fino a tutto il Pliocene medio, dando origine alla depressione citata, in cui la depressione Bientina-Fucecchio è assimilabile ad una larga fossa interrotta dall'alto relativo delle Cerbaie, rilievo formatosi a seguito di un'ultima fase di sollevamento ascrivibile al limite Peistocene inferiore – Pleistocene medio.

In tale contesto evolutivo si collocano i sistemi di faglie che bordano il Monte Pisano sul lato Nord Est e le faglie che bordano il margine Sud Est delle Cerbaie.

Studi recenti (P.R. Federici, 1987) hanno evidenziato che il sollevamento delle Cerbaie è continuato fino all'inizio dell'ultima glaciazione (Wurm), con un basculamento che ha determinato una netta scarpata sulla valle dell'Arno ed un'inclinazione della dorsale verso Ovest - Nord Ovest, così che le vallecole dei corsi d'acqua tendono a dirigersi ad occidente, con il Rio Ponticelli come principale collettore.

In ciò assume un ruolo importante il fatto che sull'orlo orientale del Monte Pisano le faglie ancora attive tendano a favorire uno sprofondamento della zona e a provocare il richiamo delle acque per progressiva subsidenza.

Questo assetto strutturale è importante anche sotto l'aspetto idrogeologico, in quanto la presenza delle dislocazioni ad andamento appenninico sui due lati della valle del Bientina consente un collegamento idraulico, ad Ovest, tra i depositi di conoide ed il "conglomerato del Serchio" e, ad Est, tra quest'ultimo e le sabbie del "ciclo continentale delle Cerbaie".



### 3.3. Schema idrogeologico dell'area

L'assetto idrogeologico della valle di Bientina risente della marcata dissimmetria strutturale dei due rilievi che la confinano; infatti il suo versante occidentale (Monti Pisani), caratterizzato da rocce filladico-quarzitiche del "Verrucano" di bassa permeabilità primaria, contribuisce scarsamente al flusso idrico sotterraneo, salvo qualche locale e limitata circolazione in frattura.

In questa zona sono certamente più importanti i contributi determinati dalla ricarica di acque superficiali nelle diffuse coperture detritiche e nei coni di deiezione, come quello di Cascine di Buti.

La struttura idrogeologica del versante orientale, formato dai modesti rilievi delle Cerbaie, è assai diversa; vi affiorano infatti i depositi ghiaioso-ciottolosi del Pleistocene medio, che poggiano sopra le sabbie ed arenarie del Pliocene inferiore-medio.

I due orizzonti, che nell'insieme formano un complesso acquifero ad accentuata variabilità latero-verticale di permeabilità, contengono sia falde libere che falde in pressione e sono limitati verso il basso dall'acquicluda argilloso del Villafranchiano.

La struttura idrogeologica immerge debolmente verso la piana di Bientina e quindi fornisce un contributo sotterraneo all'acquifero principale e confinato della piana stessa.

In sintesi l'acquifero confinato della valle di Bientina è formato da:

- un orizzonte principale superiore corrispondente ai depositi alluvionali a prevalenza sabbiosa e ghiaiosa ("Conglomerato del Serchio"), che perviene fino ad una profondità massima di 65-70 m dal piano di campagna;
- orizzonti secondari inferiori e discontinui, in cui si possono distinguere vari livelli permeabili sabbioso-ghiaiosi o conglomeratici, con intercalazioni di "aquitards" e di "aquicludes" formati da sabbie limose, limi ed argille; sulla dorsale delle Cerbaie i livelli acquiferi sono quelli del "ciclo delle Cerbaie" con spessori massimi di 70-80 m ed il sottostante orizzonte Villafranchiano, di ambiente fluvio lacustre, avente uno spessore massimo di 50-60 m.

Le stratigrafie dei diversi pozzi delle due centrali di pompaggio delle Cerbaie, presenti nel padule di Bientina al margine dei suddetti rilievi collinari, mettono in evidenza proprio questa successione di orizzonti permeabili ed impermeabili, riconducibili a differenti unità stratigrafiche, con una notevole continuità verticale (nell'ambito del singolo acquifero) e laterale (per il collegamento tra acquiferi diversi indotto dalle dislocazioni tettoniche).

La pianura bientinese è inoltre interessata da un'acquifero superficiale di modesta consistenza e direttamente influenzato dal regime delle piogge che ha sede nei primi 10-15 m di profondità dal piano di campagna, in quegli interstrati a maggiore permeabilità presenti nei depositi alluvionali più superficiali.

#### **4. Il contesto geomorfologico**

In questo paragrafo vengono analizzate e descritte le caratteristiche litologiche, stratigrafiche, geomorfologiche, litotecniche e clivometriche dei terreni interessanti il territorio comunale di Bientina che sono riportate sulle relative carte geotematiche di base.

##### **4.1. Caratteristiche geologiche e stratigrafiche (TAV.1 e TAV.2)**

Nell'ambito del presente studio è stata eseguita una verifica ed integrazione degli aspetti geologici inerenti le "unità litostratigrafiche" affioranti sul territorio bientinese, attraverso l'acquisizione di nuovi elementi emersi principalmente dall'analisi della nuova cartografia geologica della Provincia di Pisa curata dal C.N.R. e dall'analisi delle numerose investigazioni del sottosuolo a cui hanno fatto seguito nuovi successivi controlli sul terreno con particolare disamina delle litologie.

La sintesi finale della caratterizzazione geologica del territorio comunale di Bientina è rappresentata sulla "**Carta geologica**" di TAV.1.

Il territorio comunale risulta caratterizzato, in affioramento, dalle seguenti "unità litostratigrafiche", a partire da quella più recente (le sigle utilizzate per la definizione delle singole unità sono quelle utilizzate nella cartografia geologica della Provincia di Pisa curata dal C.N.R.):

##### PC - Depositi alluvionali palustri e di colmata (età: Olocene)

si tratta di sedimenti fini prevalentemente argillosi con presenza più o meno abbondante di sostanza organica indecomposta (torbe) che si estendono per gran parte della piana bientinese e per diversi metri in profondità con variazioni laterali e verticali dovute alla continua instabilità degli ambienti lago-palustri; la maggiore frequenza delle torbe risulta nella parte più settentrionale del vecchio alveo del Lago di Bientina e lungo il margine occidentale del rilievo delle Cerbaie; tali terreni possono presentare, soprattutto in superficie, un alto grado di saturazione in acqua che associato con una elevata presenza di sostanza organica possono conferire loro un grado elevato di compressibilità;

##### EC - Depositi eluvio - colluviali delle incisioni collinari (età: Olocene)

si tratta di depositi prevalentemente sabbiosi e limosi e subordinatamente ciottolosi che si sviluppano nelle incisioni vallive del rilievo collinare delle Cerbaie, a seguito dell'attività torrentizia delle acque di ruscellamento superficiale e del trasporto per gravità; la composizione dei clasti sparsi denota la chiara provenienza dal disfacimento delle unità costituenti il rilievo delle Cerbaie;

##### AL - Depositi alluvionali recenti dei corsi d'acqua collinari (età: Olocene)

si tratta di depositi a prevalenza limosa e sabbiosa relativi all'azione dei principali corsi d'acqua collinari ed in particolare del Rio di Vaiano e del Rio Nero, al margine collinare orientale del confine comunale sulle Cerbaie, e del Rio di Tanali al margine occidentale del confine comunale, ai piedi dei Monti Pisani;

##### ALRa - Depositi alluvionali recenti di fondovalle prevalentemente argilloso-limosi (età: Olocene)

si tratta di sedimenti prevalentemente fini con limi e argille in rapporto variabile e subordinatamente sabbie, diffusi soprattutto nell'area occupata dal centro abitato di Bientina; la tipologia di tali terreni è da mettere in relazione alla vicinanza dell'antico corso dell'Arno oltre alla possibile presenza dell'antico corso del Serchio;

ALRs - Depositi alluvionali recenti di fondovalle prevalentemente sabbioso-limosi  
(età: Olocene)

si tratta di sedimenti a prevalenza sabbiosa e limosa, in rapporto variabile, depositati dal Fiume Arno; occupano la porzione meridionale del territorio comunale comprendendo la struttura dell'antico corso fluviale dell'Arno (paleoalveo);

CD - Coni di deiezione (età: Pleistocene medio)

si tratta di depositi di conoide originati dai corsi d'acqua a regime torrentizio costituiti da materiali ciottolosi e ghiaiosi in matrice sabbioso limosa contenente elementi litoidi di varie dimensioni, talvolta in assetto caotico, provenienti dai rilievi circostanti; sono presenti nelle porzioni più basse dei rilievi allo sbocco nel fondovalle ed in particolare, nel territorio bientinese, lungo il margine orientale dei monti Pisani e lungo quello meridionale delle Cerbaie;

CPL - Sabbie e ghiaie ad elementi di Verrucano e di calcari metamorfici  
"Formazione di Casa Poggio ai Lecci" (età: Pleistocene medio)

si tratta di depositi sabbiosi e conglomeratici matrice-sostenuti, a cui si intercalano sottili e discontinui intervalli di argille grigie lacustri; gli elementi che costituiscono i conglomerati sono rappresentati da anageniti, arenarie, scisti, diaspri, metacalcari, selci e la matrice sabbiosa si presenta arrossata per pedogenesi; tale unità di ambiente fluvio-lacustre affiora diffusamente sul rilievo delle Cerbaie;

SC (CG) - Sabbie gialle, calcari arenaci, (conglomerati di Santa Maria a Monte)  
(età: Pliocene inf.-medio)

si tratta di depositi di sabbie a grana fine di colore ambrato per ossidazione dei minerali contenenti ossidi di ferro e subordinatamente da argille e argille sabbiose a cui si intercalano sia livelli arenacei che conglomeratici, questi ultimi sono costituiti prevalentemente da ciottoli di calcari, radiolariti e arenarie tipo Macigno; l'ambiente di deposizione indicato dalle analisi micropaleontologiche è di acque basse ovvero lagunare-salmastro con condizioni di salinità variabili; affiorano nella porzione sud est del rilievo collinare delle Cerbaie.

Sulla "Carta geologica" di TAV.1 in scala 1:5.000 sono distinte, con diversa colorazione e simbologia, le unità litostratigrafiche sopra descritte ed affioranti all'interno del territorio comunale di Bientina e sono inoltre individuate le tracce delle sezioni stratigrafiche riportate sulla TAV.2.

Sulla base dei dati bibliografici e dei nuovi elementi raccolti, con particolare riferimento ai logs stratigrafici dei sondaggi eseguiti, è stato possibile ricostruire l'andamento schematico del sottosuolo bientinese attraverso la ricostruzione di cinque sezioni stratigrafiche, in scala 1:25.000, che costituiscono l'elaborato di **TAV.2 "Sezioni stratigrafiche"**.

La sezione I e la sezione II presentano un andamento ovest - est ed in particolare la prima si estende dai rilievi collinari di Orentano al Monte Castello sopra Colle di Compito, attraversando la porzione nord del territorio bientinese, mentre la seconda si estende dalle Cerbaie ai Monti Pisani attraversando il Capoluogo.

La sezione III presenta un andamento nord ovest - sud est, congiungendo il Rio di Vaiano sulle Cerbaie con il Rio di Tanali ai piedi dei Monti Pisani, attraversando la porzione centrale del Comune.

La sezione IV presenta un andamento sud-sud ovest - nord-nord est estendendosi lungo il padule di Bientina tra il Rio Ponticelli ed il paleoalveo del Fiume Arno.

La sezione V, con andamento sud - nord attraversa il padule di Bientina lungo il suo margine occidentale.

Le cinque sezioni mostrano una sequenza stratigrafica che, procedendo dall'alto verso il basso, può essere come di seguito sintetizzata:

- *depositi alluvionali recenti di fondovalle, depositi alluvionali palustri e di colmata (età: Olocene)* [PC, ALRa, ALRs]: questi sedimenti alluvionali superficiali che ricoprono la valle di Bientina costituiscono l'orizzonte che chiude la successione sedimentaria, prevalentemente di origine fluvio-lacustre, lacustre e palustre ed hanno uno spessore piuttosto variabile valutato, con i dati provenienti dai sondaggi, in circa 15-20 metri nella porzione nord del padule ed in circa 40-45 metri in quella sud;
- *depositi alluvionali recenti dei corsi d'acqua collinari (età: Olocene)* [AL]: questi sedimenti alluvionali superficiali ricoprono, con modesto e variabile spessore, le maggiori valli collinari;
- *depositi alluvionali a prevalenza sabbiosa e ghiaiosa (età: Pleistocene sup. - Olocene)*: questi depositi, di origine fluviale, presentano spessori variabili tra 30 e 40 metri e la loro base raggiunge profondità di circa 70 metri dal piano di campagna; tali depositi ciottolosi che presentano localmente anastomizzazioni ed intercalazioni di livelli argillosi si pongono in continuità con le alluvioni sabbioso-ghiaiose della pianura di Lucca e costituiscono il primo acquifero artesiani sfruttato per l'attingimento della risorsa idrica dal sottosuolo;
- *depositi eluvio-colluviali delle incisioni collinari (età: Olocene)* [EC] e *depositi alluvionali terrazzati e coni di deiezione, spianate morfologiche con deboli coperture alluvionali-detritiche (età: Pleistocene medio)* [CD]: questi depositi si collocano prevalentemente alla base del Monte Pisano e sebbene siano riconducibili al ciclo delle Cerbaie rappresentano probabilmente un evento sedimentario distinto;
- *sabbie arrossate, conglomerati e ciottoli costituiti prevalentemente da elementi delle formazioni del "Verrucano" (età: Pleistocene medio)* [CPL]: questi depositi che costituiscono il margine occidentale dei rilievi collinari delle Cerbaie risultano discordanti sui sottostanti depositi conglomeratici;
- *conglomerati e ciottoli arrossati di ambiente fluvio lacustre, argille di ambiente lacustre, nella parte medio alta - alla base: argille grigie lignitifere, argille sabbiose e sabbie di ambiente lacustre, talora con livelli ciottolosi ad elementi di macigno e calcari della serie toscana (età: Villafranchiano)*: questi depositi non affiorano nell'area in esame ma costituiscono un livello su cui si appoggia la formazione precedente; la loro posizione stratigrafica è riconoscibile solo attraverso l'analisi dei dati stratigrafici dei pozzi profondi;
- *sabbie gialle, arenarie, argille, argille sabbiose e conglomerati di ambiente lagunare-salmastro (età: Pliocene inf. e medio)* [SC]: questi depositi si immergono al di sotto delle unità pleistoceniche con direzione nord ovest e rappresentano la parte sommitale del ciclo stratigrafico pliocenico;
- *unità metamorfiche del Monte Pisano (età: Trias)*: le unità del Monte Pisano presenti nella sua porzione orientale confinante con il padule di Bientina sono riconducibili essenzialmente a formazioni mesozoiche, rappresentate in particolare dalla Formazione della Verruca e dalla Formazione delle Quarziti di Monte Serra e costituiscono il substrato roccioso della porzione occidentale della valle bientinese.

Sulle sezioni di TAV.2 sono evidenziate anche le faglie e le faglie presunte che bordano il Monte Pisano sul lato nord est ed il margine sud est dei rilievi delle Cerbaie.

## 4.2. Caratteristiche geomorfologiche (TAV.3)

Da un punto di vista morfologico il territorio comunale si distingue per l'ampia porzione di pianura del padule e per quella collinare delle Cerbaie.

L'area del padule di Bientina si sviluppa a quote altimetriche comprese fra 5 e 10 m su l.m.m. e risulta pertanto relativamente depressa sia rispetto alla pianura di Capannori-Lucca posta a quote intorno ai 13-18 m su l.m.m. con cui confina a nord, sia rispetto alla pianura pisana che costituisce il suo margine meridionale e presenta quote intorno ai 10-13 m su l.m.m..

Ad ovest il padule è delimitato dal rilievo del Monte Pisano che raggiunge una quota di poco inferiore ai 1.000 m ed è caratterizzato da versanti con forte acclività ed incisioni vallive, talora molto pronunciate, mentre ad est è delimitato dalle colline delle Cerbaie, in parte territorio comunale di Bientina, con ampie spianate, solchi vallivi con pendenze meno accentuate ed una quota altimetrica massima di circa 100 m su l.m.m..

Le numerose vallecole che incidono il rilievo delle Cerbaie presentano alcune un profilo trasversale a V ed altre il fondo piatto; verso monte gli impluvi riprendono il profilo concavo e sono interessati da depositi alluvionali colluviali.

Elementi morfologici principali dell'area di pianura del territorio comunale di Bientina sono l'area dell'antico lago, a nord, ed il paleoalveo del Fiume Arno, a sud.

L'attuale tessitura della pianura è comunque conseguenza di una marcata azione antropica che ha modificato alcuni lineamenti morfologici attraverso la realizzazione di argini, la deviazione di corsi d'acqua, la creazione di una rete di canali artificiali, scavi e riporti di terreno che hanno consentito l'instaurazione di un sistema di bonifica a scolo meccanico facente capo ad alcuni impianti di sollevamento.

Nella porzione comunale del padule sono riscontrabili aree soggette a possibili fenomeni di ristagno d'acqua ed aree caratterizzate da difficoltoso drenaggio superficiale in concomitanza di eventi meteorici intensi; si tratta di fenomeni di allagamento propri dei momenti di crisi delle aree di bonifica e pertanto ben diversi dalle esondazione fluviali.

Nella porzione comunale collinare delle Cerbaie sono presenti forme e processi dovuti all'azione delle acque correnti superficiali come gli orli dei terrazzi, i solchi di ruscellamento concentrato e forme e processi dovuti all'azione gravitativa che rende soggette a franosità alcune aree particolarmente acclivi o soggette ad erosione di sponda.

Nell'aggiornamento del quadro conoscitivo per gli aspetti geomorfologici ha avuto una certa rilevanza l'analisi della nuova cartografia geologica della Provincia di Pisa curata dal C.N.R.

Sulla "**Carta geomorfologica**" di TAV.3 sono distinte e cartografate le seguenti "forme", "processi" e "depositi":

### *FORME PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE*

#### CrFq - corona di frana quiescente

alcune corone di distacco sono presenti alla testata di frane antiche quiescenti di modesta estensione areale interessanti il territorio collinare bientinese delle Cerbaie, soprattutto nella porzione meridionale delle colline stesse;

#### CFq - corpo di frana quiescente

sono presenti alcune frane antiche quiescenti che interessano i rilievi delle Cerbaie ed, in particolare, quelle aventi una maggiore estensione areale sono ubicate nella porzione sud est, lungo il versante che si affaccia sul Rio Nero e che è interessato in affioramento dai passaggi litostratigrafici tra CPL, SC e CG;

### S - soliflusso

alcune aree soggette ad un movimento molto lento dei terreni più superficiali costituiti da sedimenti più fini capaci di imbevversi d'acqua e di produrre modeste deformazioni per colamento sono presenti sul territorio bientinese nella porzione nord delle colline delle Cerbaie ed in prevalenza sul versante che si affaccia nella vallecchia dove scorre il Rio di Vaiano;

### TA - aree soggette a franosità in terreni particolarmente acclivi

sono presenti in alcune porzioni di versante delle colline delle Cerbaie anche se non diffusamente;

## *FORME PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI*

### P - paleoalveo

nella valle di Bientina sono individuati diversi tratti di alvei fluviali sepolti, testimonianza del divagare dei corsi d'acqua, tra cui quello più importante e noto ubicato in corrispondenza del margine meridionale del Comune di Bientina, al confine con il Comune di Calcinaia; quest'ultimo è relativo all'antico corso fluviale dell'Arno che formava, prima della deviazione avvenuta nel XVI sec. ad opera dell'uomo, due anse: una convessa verso nord all'altezza di Bientina ed una convessa verso sud con la quale il corso del fiume lambiva da una parte il rilievo delle Cerbaie e dall'altra il Monte Pisano all'altezza di Vicopisano;

### LBa - antico lago di Bientina

è individuata l'area in cui si estendeva l'antico lago di Bientina nella porzione nord del padule;

### OT - orlo di terrazzo

sul rilievo collinare delle Cerbaie sono individuati gli orli di scarpata di erosione fluviale o torrentizia al bordo di terrazzi, ovvero il limite di passaggio tra una morfologia sommitale di spianata ed una morfologia di versante in scarpata;

### CD - con di deiezione

sono presenti soprattutto lungo il margine orientale dei monti Pisani nella zona di Tanali e solo in due piccole porzioni più basse del rilievo meridionale delle Cerbaie;

### sRC - solco da ruscellamento concentrato

è diffuso all'interno delle numerose incisioni vallive che si ramificano sui versanti delle colline delle Cerbaie fino a convergere nel fondovalle;

### DA - area pedecollinare di deposizione alluvionale

si colloca nella fascia pedecollinare all'altezza della zona di Tanali, al margine occidentale del padule di Bientina;

### ELS - aree soggette a franosità per erosione laterale di sponda

sono ampiamente diffuse sul rilievo collinare delle Cerbaie, favorite anche dalla composizione sabbiosa dei suoi terreni;

## *FORME PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI*

### R - riporto

nel fondovalle sono individuati i terreni di riporto relativi soprattutto alle arginature fluviali e dei canali artificiali, oltre ai rilevati stradali più significativi;

SI - area maggiormente interessata negli ultimi vent'anni da fenomeni di subsidenza indotta  
tale perimetrazione deriva dalle indagini idrogeologiche recentemente svolte dai geologi F. Mezzetti e G. Nollati per il controllo dello stato della falda sotterranea del padule di Bientina utilizzata per scopi potabili eseguito per conto sia dell'Amministrazione Comunale di Bientina che dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e del Fiume Serchio.

### 4.3. Caratteristiche litotecniche dei terreni (TAV.4 e TAV.5)

Le “unità litostratigrafiche” cartografate e descritte al precedente paragrafo 4.1 sono state accorpate e classificate in “unità litotecniche”, secondo parametri che consentano di delimitare i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo.

A tale proposito si è provveduto ad utilizzare i dati delle numerose indagini geotecniche eseguite sul territorio comunale per il rilascio delle concessioni edilizie ed in particolare sono stati presi come riferimento i risultati della resistenza di punta nei primi tre metri di avanzamento del penetrometro statico.

L’analisi di questi valori ha consentito di distinguere, all’interno dei depositi alluvionali recenti di fondovalle, i terreni dotati di resistenza alla punta minore di 10 Kg/cmq, tra 10 e 20 Kg/cmq e maggiore di 20 Kg/cmq.

Sulla "**Carta litotecnica**" di TAV.4 sono riportate le unità litotecniche distinte in successioni conglomeratiche-ghiaiose-sabbiose e limose caratterizzanti le aree collinari ed in successioni palustri-argillose-limose e sabbiose caratterizzanti le aree di pianura; in sintesi il territorio comunale bientinese, sulla base delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni, risulta interessato dalle seguenti unità litotecniche:

UNITA' LITO-TECNICHE	CARATTERISTICHE	UNITA' LITO-STRATIGRAFICA
	<b>AREA DI COLLINA</b>	
	SUCCESSIONI CONGLOMERATICHE - GHIAIOSE - SABBIOSE E LIMOSE	
<b>1.1</b>	<i>successioni conglomeratiche</i>	CG
<b>1.2</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi</i>	CD - CPL
<b>1.3</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente sabbiosi con calcari arenacei</i>	SC
<b>1.4</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente limoso-sabbiosi</i>	EC - AL
	<b>AREA DI PIANURA</b>	
	SUCCESSIONI PALUSTRI - ARGILLOSE - LIMOSE E SABBIOSE	
<b>2.1</b>	<i>successioni di litotipi palustri e di colmata</i>	PC
<b>2.2</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente argilloso-limosi</i>	ALRa
<b>2.2.1</b>	<i>con valori di resistenza alla punta del penetrometro statico nei primi tre metri dal p.c. minori di 10 Kg/cmq</i>	
<b>2.2.2</b>	<i>con valori di resistenza alla punta del penetrometro statico nei primi tre metri dal p.c. compresi tra 10 e 20 Kg/cmq</i>	
<b>2.3</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente sabbioso-limosi</i>	ALRs
<b>2.3.1</b>	<i>con valori di resistenza alla punta del penetrometro statico nei primi tre metri dal p.c. compresi tra 10 e 20 Kg/cmq</i>	
<b>2.3.2</b>	<i>con valori di resistenza alla punta del penetrometro statico nei primi tre metri dal p.c. maggiori di 20 Kg/cmq</i>	

La distinzione operata permette una schematica valutazione circa i fenomeni e le eventuali problematiche ad essi connesse riguardanti la compressibilità dei terreni, le loro caratteristiche fisico-meccaniche, la loro propensione al dissesto in funzione dell’acclività e del grado di cementazione, la loro erodibilità.

Per quanto riguarda le successioni conglomeratiche-ghiaiose-sabbiose e limose, i possibili fenomeni connessi sono relativi a: problemi di instabilità dinamica locale in zone acclivi e dilavate dalle acque di ruscellamento in terreni a prevalenza sabbiosa; possibili fenomeni di crollo in terreni a prevalenza conglomeratica e conglomeratico-sabbiosa; possibili cedimenti delle strutture indotti da scadenti caratteristiche di capacità portante dei terreni negli interstrati argillosi presenti nelle successioni a prevalenza sabbioso-ghiaiosa e possibili locali deformazioni gravitative per imbibizione delle acque meteoriche e superficiali non regimate in zone acclivi.

Per quanto riguarda le successioni palustri-argillose-limose e sabbiose, la fenomenologia connessa può essere legata a: scadente capacità portante dei terreni ed ai cedimenti delle strutture; problemi di attrito negativo inerenti strutture fondazionali profonde su pali battuti e/o trivellati; problemi relativi alla saturazione in acqua ed all'abbassamento dei terreni per subsidenza.

Come summenzionato la caratterizzazione geomeccanica e stratigrafica dei terreni che costituiscono il sottosuolo del territorio comunale di Bientina è stata operata sulla base dei numerosi dati acquisiti, soprattutto negli archivi tecnici comunali, relativi a "prove geotecniche in situ" ed in particolare a sondaggi geognostici, prove penetrometriche statiche con punta meccanica e punta elettrica e prove penetrometriche dinamiche eseguite per conto di Enti e Privati.

Complessivamente sono stati raccolti circa cinquecento dati puntuali suddivisi in:

- n.40 sondaggi geognostici (S)
- n.355 prove penetrometriche statiche (CPT)
- n.2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTE)
- n.112 prove penetrometriche dinamiche (DP)

L'ubicazione di queste prove, distinte con diversa simbologia e numerazione progressiva, è individuata sulla "**Carta dei dati di base**" di **TAV.5**; tutti gli elementi utili relativi alle prove in situ (logs stratigrafici, parametri geotecnici, diagrammi dei risultati, ecc.) sono accorpati nell'**ALL.1 "Dati di base"**; tale allegato è riprodotto sia in formato cartaceo che digitale attraverso la scansione e relativa catalogazione informatica degli elaborati originali.



#### 4.4. Caratteristiche clivometriche (TAV.6)

Sulla "**Carta delle pendenze dei versanti**" di TAV.6 sono state distinte le classi di acclività ritenute più significative in rapporto al quadro altimetrico locale ed alle "soglie" che rivestono importanza nei confronti della propensione al dissesto dei terreni.

L'acclività dei versanti è stata calcolata tra le isoipse con equidistanza pari a 10 m tracciate sulla Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:2.000 e dove non disponibile su quella in scala 1:10.000; l'intero territorio comunale è stato suddiviso in sei classi di acclività così come indicato dalla D.C.R.T. 94/85 ed in particolare:

- classe 1 = pendenza 0 - 5 %
- classe 2 = pendenza 5 - 10 %
- classe 3 = pendenza 10 - 15 %
- classe 4 = pendenza 15 - 20 %
- classe 5 = pendenza 20 - 35 %
- classe 6 = pendenza > 35 %

Il territorio comunale di Bientina risulta costituito da una porzione pianeggiante, la maggiore, caratterizzata da pendenze comprese tra lo 0% ed il 5% e da una porzione collinare caratterizzata da morfologie non particolarmente accentuate con delle zone sommitali di spianata aventi pendenze medie dell'ordine del 5% e delle zone di scarpata con pendenze mediamente intorno al 20%.

La D.C.R.T. 94/85 stabilisce delle "soglie" di instabilità dinamica per fenomeni franosi in pendenze maggiori del 15% e del 25%; nel nostro caso, per i pendii presenti sulla porzione collinare delle Cerbaie facente parte del territorio comunale di Bientina, costituiti da terreni sabbiosi, la pendenza media per l'innescio di fenomeni franosi è maggiore del 25% a causa dell'assenza di falda acquifera nei primi metri del sottosuolo che avrebbe, invece, comportato una pendenza media maggiore del 15% per l'innescio di fenomeni franosi.

Sulla scorta di tale considerazione riveste particolare importanza, per la predisposizione della "carta della pericolosità geologica", prodromica alle scelte urbanistiche, la perimetrazione delle aree riconducibili alle classi 5 e 6 di acclività; in queste aree infatti la presenza di depositi costituiti da materiali incoerenti (sabbie e ghiaie) associata a versanti con pendenze medie maggiori del 25% costituisce un "elemento di rischio" potenziale, la cui reale entità dovrà essere valutata con idonee indagini di dettaglio a livello di area complessiva, funzionali al tipo di destinazione prevista per queste zone.

## **5. Il contesto idrogeologico**

In questo paragrafo vengono analizzate e descritte le caratteristiche idrografiche, idrologiche, piezometriche e di permeabilità dei terreni interessanti il territorio comunale di Bientina che sono riportate sulle relative carte geotematiche di base.

### **5.1. Caratteristiche idrografiche (TAV.7)**

Il margine occidentale della pianura di Bientina è caratterizzato, procedendo da sud verso nord, dalla valle di Cascine di Buti che risulta solcata dal Rio Magno responsabile della deposizione e reincisione dei depositi alluvionali terrazzati, dalle varie piccole incisioni torrentizie lungo la porzione di versante dei Monti Pisani confinante con il territorio bientinese che demarcano l'idrografia locale costituita da modesti corsi d'acqua tra cui il Rio di Tanali ed il Rio la Valle degli Alberi e, più a nord, dalla valle di Castelvecchio di Compito percorsa dal Rio Visona di Castelvecchio.

Il margine orientale della pianura è caratterizzato dai rilievi delle Cerbaie con una rete idrografica che si sviluppa in modo asimmetrico rispetto all'asse del rilievo e con un andamento subdendritico dei corsi d'acqua che scorrono lungo i versanti; procedendo da sud verso nord individuiamo le incisioni vallive del Rio Baccetto, Rio della Valle e del Rio Botricchio sul versante collinare che si affaccia sul padule di Bientina e del Rio Nero, Rio di Vaiano e Rio Ponticelli che demarcano il confine orientale con il territorio collinare di Santa Maria a Monte.

Nella valle di Bientina i numerosi interventi di bonifica che si sono succeduti storicamente hanno determinato una rete idrografica complessa, costituita da fossi e canali di scolo con le loro relative arginature, zone di colmata, sponde lacustri, scavi e riporti di terreno per realizzare opere idrauliche.

Sulla "**Carta idrogeologica**" di TAV.7 è messa in evidenza la rete idrografica principale di scolo delle acque del territorio bientinese comprendente il Canale Emissario, il Canale della Navareccia, il Canale Rogio ed il Rio Ponticelli e la rete idrografica secondaria di scolo delle acque che fa capo, in maniera più o meno diretta, al Canale Emissario che consente il deflusso delle acque del fondovalle.

Sono state localizzate anche le Idrovore attualmente in funzione che costituiscono l'elemento fondamentale del sistema di bonifica a scolo meccanico in atto nel padule, la bonifica si esplica attraverso vari comparti che presentavano l'attuale conformazione fin dai primi del 900.

E' stato messo in evidenza il lago artificiale realizzato tra le località di Vaiano ed Il Pollino sulle colline delle Cerbaie, oltre ai laghetti e specchi d'acqua minori presenti sul territorio comunale.

Inoltre, sulla TAV.7, sono individuate le aree soggette a fenomeni di ristagno delle acque e di difficoltoso drenaggio superficiale legate ad eventi meteorici intensi, si tratta di zone interessate da fenomeni di allagamento propri dei momenti di crisi delle aree di bonifica e pertanto ben diversi dalle esondazione fluviali.

## 5.2. Caratteristiche piezometriche dell'acquifero superficiale (TAV.7)

Per ricostruire la piezometria relativa all'acquifero superficiale circolante nei primi 10-15 m di profondità dal piano di campagna, all'interno degli interstrati a maggiore permeabilità presenti nei depositi alluvionali di fondovalle, la cui presenza può risultare condizionante per la previsione urbanistica e per la progettazione edilizia, è stata condotta una campagna di rilievi piezometrici su circa trenta "pozzi superficiali" ricadenti nell'ambito del territorio comunale di Bientina nel mese di marzo 2006.

Sui pozzi censiti si è provveduto ad effettuare, con l'ausilio di un freatimetro elettrico, la misurazione del livello piezometrico della falda superficiale in condizioni statiche (assenza di pompaggi in atto); l'elaborazione dei dati ottenuti ha consentito la ricostruzione della superficie piezometrica rappresentativa di un periodo di ricarica dell'anno idrologico.

Sulla carta idrogeologica di TAV.7 sono ubicati i pozzi superficiali censiti e la relativa quota piezometrica in metri su l.m.m. e sono state riportate le curve isopieze con equidistanza pari a un metro riferite all'acquifero superficiale.

L'andamento generale delle curve isopieze rivela, per questo periodo dell'anno idrologico (Marzo), un quadro piezometrico caratterizzato da livelli oscillanti da valori minimi di circa + 6,5 m su l.m.m., registrati nella parte mediana del padule di Bientina, a valori massimi di circa +11 m su l.m.m., registrati in corrispondenza del margine meridionale del territorio comunale; rispetto al piano di campagna i valori piezometrici dell'acquifero superficiale, direttamente alimentato dalle acque meteoriche, sono risultati tutti compresi entro i primi tre metri di profondità.

Mediamente si può rilevare che la gran parte del padule di Bientina è caratterizzata da valori piezometrici che si aggirano intorno a + 8 / + 9 m su l.m.m..

Sulla base delle nostre conoscenze del quadro idrogeologico locale derivante da misurazioni piezometriche eseguite in altri periodi dell'anno idrologico, sono ipotizzabili escursioni stagionali del livello di falda dell'ordine di circa un metro rispetto ai valori rilevati in marzo, sia in positivo, in concomitanza di periodi di forte ricarica, sia in negativo, per periodi di magra.

### 5.3. Caratteristiche piezometriche dell'acquifero artesiano (TAV.7)

Le ricostruzioni piezometriche eseguite nell'ambito delle indagini idrogeologiche finalizzate alla ricostruzione ed al controllo dello stato della falda sotterranea del padule di Bientina utilizzata per scopi potabili, condotte per conto sia dell'Amministrazione Comunale di Bientina che dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno in collaborazione con quella del Fiume Serchio, si riferiscono al complesso idrogeologico costituito dai tre diversi livelli acquiferi descritti nel paragrafo 3.3 che, presentando una continuità di circolazione, consentono la ricostruzione della superficie piezometrica come espressione di un'unica circolazione "multistrato".

Le principali componenti di alimentazione di questa circolazione idrica sotterranea sono rappresentate da:

- a) il contributo in uscita della falda sotterranea della pianura di Lucca, attualmente molto ridotto e pressoché nullo a causa dei prelievi in atto;
- b) l'infiltrazione diretta, che è poco importante nella parte centrale della pianura (per la presenza di terreni superficiali poco permeabili) ma diventa rilevante nelle fasce perimetrali di passaggio tra pianura e rilievi, ove affiorano terreni più permeabili connessi con l'attività dei corsi d'acqua laterali;
- c) la ricarica subalveare operata dai corsi d'acqua suddetti nell'attraversamento dei loro apparati di conoide;
- d) l'apporto degli acquiferi "incassanti", che è rilevante in particolare sul lato delle Cerbaie.

La ricostruzione della superficie piezometrica ha messo in evidenza come nel padule i forti prelievi dalla falda per vari usi (industriali, potabili e irrigui) provochino depressioni assai accentuate che possono raggiungere localmente, ed in certi periodi dell'anno, valori di circa 20 metri di soggiacenza e di 12 metri sotto il livello del mare (quota prossima a quella del tetto dell'acquifero artesiano); ciò ha comportato fenomeni di manifesta subsidenza soprattutto nella zona delle due centrali di pompaggio delle Cerbaie ubicate alla base dello stesso rilievo.

Sulla TAV.7 è stato riportato l'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero artesiano rilevato nel mese di gennaio 2005 (estratta dalla Tav.2 delle suddette indagini idrogeologiche condotte dal sottoscritto e dal collega G. Nolledi), ovvero in un periodo analogo di ricarica dell'anno idrologico rispetto alla piezometria rilevata per l'acquifero superficiale.

I pozzi artesiani che sono stati censiti sul territorio comunale di Bientina sono una trentina e le misurazioni eseguite, sebbene condotte in condizioni statiche, rispecchiano una situazione statico-dinamica in conseguenza del pompaggio in atto negli altri pozzi al contorno.

L'ubicazione dei pozzi artesiani, con la relativa quota piezometrica in metri su l.m.m., è riportata sulla carta idrogeologica di TAV.7, insieme alle curve isopieze dell'acquifero artesiano tracciate con equidistanza pari a cinque metri.

L'analisi di tale piezometria mette in evidenza la presenza, nella porzione centrale del padule, di una depressione piezometrica con gradienti elevatissimi in corrispondenza dei campi pozzi delle Cerbaie; le depressioni si attestano a quote di circa -11 m s.l.m. (valore minimo -11,65 m), o, in termini di soggiacenza, di oltre 18 m dal piano di campagna.

Dagli studi condotti si è osservato che il trend di abbassamento, che dal 1983 al 2002 è stato di circa 10 m, con incrementi pressoché costanti di circa 50 cm/anno, si è attenuato fino ad azzerarsi a partire dal 2003, per una regimazione controllata dei pompaggi all'interno del campo pozzi; la serie dei dati registrati ha evidenziato che la morfologia della falda in tale area si è livellata ed è poco influenzata, per effetto dell'elevato e costante emungimento, sia dagli effetti di ricarica, sia da quelli di esaurimento connessi all'andamento stagionale delle precipitazioni.

Un'altra depressione piezometrica, di entità minore (valore minimo -1,15 m) rispetto ai campi pozzi delle Cerbaie, si osserva nella porzione nord del padule di Bientina nei pressi di Orentano; anche in questo caso la depressione è dovuta ai prelievi in atto dal sottosuolo per uso potabile.

Tali emungimenti determinano un richiamo di acque sotterranee anche dalla zona di transizione, presente in corrispondenza della congiungente le località Orentano - Casa dell'Isola - Castelvecchio di Compito, caratterizzata da valori di alto piezometrico relativo (fino a +4,0 m s.l.m.) di pertinenza degli apporti idrici della conoide di Castelvecchio di Compito.

Per quanto riguarda gli acquiferi collinari, distinti in carta da quelli alluvionali di fondovalle, trovano sede di circolazione preferenziale nei livelli ghiaiosi presenti all'interno della formazione sabbiosa di Casa Poggio ai Lecci e la loro presenza è stata riscontrata, durante la perforazione dei pozzi per uso idropotabile, fino a 95 metri di profondità.

## 5.4. Caratteristiche di permeabilità dei terreni (TAV.8)

Per definire la predisposizione delle unità litostratigrafiche che caratterizzano, in affioramento, il Comune di Bientina a lasciarsi attraversare dalle acque ed in funzione anche dell'eventuale manifestarsi di episodici fenomeni di inquinamento chimico e/o batteriologico è stata redatta la "**Carta delle permeabilità**" di TAV.8.

Una roccia, o complesso di rocce, per definizione si dice permeabile se, attraverso ai pori di qualsiasi origine ch'essa presenta, è possibile il passaggio di fluidi ovvero se possiede proprietà drenanti; una roccia può essere porosa ma non permeabile perché è anche necessario che esistano comunicazioni tra i pori, onde i fluidi possano attraversare la roccia stessa; una roccia integra ed assai compatta che si presenta impermeabile (come alcuni calcari) può divenire permeabile se, per effetto di fenomeni vari (meccanici di origine tettonica, fisico-chimici per dissoluzioni, ecc.) presenta fessurazioni o cavernosità.

In linea di massima si distinguono quindi tre tipi fondamentali di permeabilità, in relazione alle modalità di circolazione sotterranea:

1. permeabilità primaria (detta anche "per porosità")
2. permeabilità secondaria (detta anche "per fessurazione" e/o "per carsismo")
3. permeabilità mista

Nell'ambito di questi gruppi possono essere valutati o misurati, con varie metodologie, gradi di permeabilità relativa o assoluta:

- *permeabilità primaria*: è una caratteristica acquisita al momento della genesi della roccia ed è tipica delle rocce incoerenti (terreni), rappresentate essenzialmente da depositi di tipo alluvionale e dalle coltri detritiche; la circolazione dell'acqua in queste rocce, pur dipendendo dalla gravità, è condizionata da fenomeni di capillarità e di adesione, in funzione delle dimensioni, della forma e della continuità dei vacuoli.

- *permeabilità secondaria*: la denominazione secondaria è riferita alla caratteristica idraulica acquisita da una roccia coerente, e cioè al formarsi, dopo la fase di consolidamento, per effetto di movimenti tettonici e fenomeni di dissoluzione e di disgregazione superficiale, di una rete di fratture le cui dimensioni e frequenza regolano la quantità di acqua che si infiltra e percola. Anche la composizione della roccia e le caratteristiche chimiche dell'acqua fanno variare le modalità di circolazione sotterranee, per cui si possono distinguere due sottotipi di permeabilità secondaria: *crescente* e *decescente*.

Al sottotipo *crescente* appartengono le rocce solubili, come i calcari, le dolomie ed i gessi, che per loro natura favoriscono l'ampliamento delle fessure in una rete di canali, fino alla formazione di cavità e grotte (carsismo), e quindi l'aumento della permeabilità; al sottotipo *decescente* appartengono le rocce insolubili o poco solubili, che si alterano dando origine a prodotti residuali, i quali otturando le fratture rallentano o impediscono la circolazione.

- *permeabilità mista*: si verifica quando i due tipi principali si trovano associati nella stessa roccia.

- *rocce impermeabili*: la caratteristica di impermeabilità è tipica delle formazioni argillose o prevalentemente argillose, che non sono sede di una circolazione idrica apprezzabile ai fini pratici. Le rocce impermeabili disposte in estesi strati basali conferiscono agli acquiferi limiti di permeabilità, condizionando il deflusso e l'emergenza delle acque di circolazione sotterranea; se comprese in strutture acquifere profonde possono rappresentare contemporaneamente il sostegno di falde freatiche ed il tetto di falde in pressione.

Premesso quanto sopra, sulla base dei dati acquisiti, è stata elaborata una *classificazione idrogeologica* delle diverse unità affioranti nell'ambito del territorio bientinese, in relazione alle caratteristiche litologiche originarie, alle modificazioni fisico-chimiche subite ed agli indizi indiretti forniti dall'idrografia superficiale.

Vengono così individuati i vari complessi litologici rappresentati sulla carta delle permeabilità di TAV.8 e classificati come di seguito:

TERRENI DA MEDIO-ALTA A MEDIA PERMEABILITA'

- ◇ per porosità (CPL-CD)
- ◇ mista (SC-CG-CFq)

TERRENI A MEDIO-BASSA PERMEABILITA'

- ◇ per porosità (ALRs-EC-AL-R)

TERRENI A BASSA PERMEABILITA'

- ◇ per porosità (ALRa)

TERRENI A MOLTO BASSA PERMEABILITA'

- ◇ per porosità (PC)

In sintesi il Comune di Bientina è caratterizzato da terreni da medio-bassa a molto bassa permeabilità nelle porzioni di fondovalle e da terreni da medio-alta a media permeabilità nella porzione collinare.

## **6. Livelli di pericolosità**

In questo paragrafo vengono analizzate e descritte le caratteristiche di pericolosità geomorfologica, idraulica e di vulnerabilità idrogeologica del territorio comunale di Bientina definite sulla base delle informazioni contenute nelle cartografie di base sopra descritte e sulla base delle perimetrazioni relative agli elaborati del P.A.I. dell’Autorità di Bacino del Fiume Arno e del P.T.C. della Provincia di Pisa.

Facciamo presente che il P.T.C., riadattato con Del.C.P. n.148 del 22/12/05, assume e fa propri gli elaborati e le discipline del P.A.I. con particolare riferimento alla pericolosità geomorfologica ed alla pericolosità idraulica (artt. 18 e 19 delle nuove N.T.A.), lasciando prive di contenuto normativo le proprie carte di pericolosità geomorfologica e idraulica seppur utilizzabili come componenti del quadro conoscitivo (punto 4.5.1 della relazione generale).

### **6.1. Pericolosità geomorfologica (TAV.9)**

La "**Carta della pericolosità geomorfologica**" di TAV.9 rappresenta l’aggiornamento della carta di pericolosità di Tav.6, parte integrante degli elaborati a supporto del vigente P.R.G..

La nuova cartografia è stata redatta secondo i criteri indicati dalla D.C.R.T. 94/85 e dal P.I.T., tiene di conto di quanto contenuto nella carta della pericolosità geomorfologica del P.T.C. e soprattutto riproduce fedelmente, in sovrapposizione, le perimetrazioni delle aree a pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - livello di sintesi in scala 1:25.000 - del P.A.I. (a livello di dettaglio in scala 1:10.000, non sono inventariati fenomeni franosi per il territorio comunale di Bientina).

Sulla TAV.9 sono quindi riportate, distinte con diversa colorazione a tinta unita, le *aree a pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante* provenienti dal “III° Settore Tecnico SIT e Centro di Documentazione” dell’Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare, per il territorio bientinese, sono individuate le seguenti aree:

AREE A PERICOLOSITA’ DA FENOMENI GEOMORFOLOGICI DI VERSANTE

P.F.2 - Aree a pericolosità media da processi geomorfologici di versante  
[aree apparentemente stabili, interessate da litologie con caratteri intrinsecamente sfavorevoli alla stabilità dei versanti]

P.F.3 - Aree a pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante  
[aree interessate da fenomeni di dissesto attivi o quiescenti e da condizioni geomorfologiche marcatamente sfavorevoli]

Il territorio comunale collinare delle Cerbaie ricade quasi interamente all’interno della P.F.2 ad esclusione di quattro piccole porzioni di versante, presenti sul versante meridionale del rilievo che si affaccia sul Rio Nero, che sono comprese nella P.F.3.

Sulla base delle caratteristiche di pericolosità contenute nella D.C.R.T. 94/85 che prevede “4 classi” a crescente pericolosità geologica, il territorio comunale di Bientina è stato classificato secondo il seguente schema:



*classe 1 - pericolosità irrilevante:*

in questa classe ricadono le aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico-tecniche e morfologiche e non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

*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 che esso si trova al limite dell'equilibrio e/o può essere interessato da fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica o di liquefazione o interessato da episodi di alluvionamento o difficoltoso drenaggio delle acque superficiali.

In queste zone ogni intervento edilizio è fortemente limitato e le indagini di approfondimento dovranno essere condotte a livello dell'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 attivi o fenomeni di elevata amplificazione della sollecitazione sismica e liquefazione dei terreni.

Le perimetrazioni relative alle classi di pericolosità geomorfologica che sono state individuate nell'ambito del Comune di Bientina sono riportate, distinte con una diversa retinatura a diversa colorazione, sulla TAV.9 e sovrapposte alle perimetrazioni del P.A.I..

#### **6.1.1. Attribuzione delle classi di pericolosità geomorfologica**

Le caratteristiche di pericolosità geomorfologica ai sensi della D.C.R.T. 94/85 e del P.I.T. per il territorio bientinese sono riconducibili esclusivamente alle classi 2 e 3 (pericolosità bassa e media).

Nella classe 2 di pericolosità ricadono le seguenti aree:

- aree della pianura alluvionale non interessate da significativi elementi morfologici che possano incidere sul loro equilibrio;
- aree collinari all'interno delle spianate morfologiche che risultano apparentemente stabili;
- aree collinari di versante prive di situazioni morfologiche sfavorevoli e caratterizzate da pendenze inferiori al 25%.

Nella classe 3 di pericolosità ricadono le seguenti aree:

- aree della pianura alluvionale soggette a fenomeni di ristagno delle acque e di difficoltoso drenaggio superficiale, localizzate prevalentemente nella parte nord del territorio comunale;
- aree della pianura alluvionale interessate negli ultimi vent'anni da fenomeni di subsidenza indotta, localizzate nella porzione centro-orientale del padule alla base del rilievo delle Cerbaie, interessata dai campi pozzi dell'omonimo acquedotto;
- aree collinari interessate da corone e corpi di frane antiche quiescenti;
- aree collinari interessate da fenomeni di soliflusso seppur di modesta entità;
- aree collinari interessate da solchi di ruscellamento concentrato;
- aree collinari soggette a franosità per erosione laterale di sponda;
- aree collinari soggette a franosità in terreni particolarmente acclivi di norma con pendenze superiori al 25%;
- aree collinari interessate da orli di terrazzo al margine delle spianate sommitali.

## 6.2. Pericolosità idraulica (TAV.10)

La "**Carta della pericolosità idraulica**" di TAV.10 rappresenta l'aggiornamento della carta di pericolosità di Tav.6.1, parte integrante degli elaborati a supporto del vigente P.R.G..

La nuova cartografia è stata redatta secondo i criteri indicati dal P.I.T., tiene di conto di quanto contenuto nella carta della pericolosità idraulica del P.T.C. e soprattutto riproduce fedelmente, in sovrapposizione, le perimetrazioni delle aree con pericolosità idraulica - livello di sintesi in scala 1:25.000 - del P.A.I. (a livello di dettaglio in scala 1:10.000, non sono presenti perimetrazioni per il territorio comunale di Bientina).

Sulla TAV.10 sono quindi riportate, distinte con diversa colorazione a tinta unita, le *aree con pericolosità idraulica* provenienti dal "III° Settore Tecnico SIT e Centro di Documentazione" dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare, per il territorio bientinese, sono individuate le seguenti aree:

### AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

#### P.I.1 - Aree a pericolosità idraulica moderata

[rappresentata dall'involuppo delle alluvioni storiche sulla base di criteri geologici e morfologici]

#### P.I.2 - Aree a pericolosità idraulica media

[relativa alle aree inondate durante l'evento del 1966 come da "Carta guida delle aree inondate" di cui al Piano di Bacino, stralcio relativo alla riduzione del "Rischio Idraulico"]

#### P.I.3 - Aree a pericolosità idraulica elevata

[corrisponde alla classe B.I. così come definita nel Piano Straordinario approvato con delibera del Comitato Istituzionale n.137/1999]

#### P.I.4 - Aree a pericolosità idraulica molto elevata

[così come definita nel Piano Straordinario approvato con delibera del Comitato Istituzionale n.137/1999]

Il territorio comunale di fondovalle ricade per la sua porzione meridionale e centrale all'interno della P.I.2, ad esclusione di due minori porzioni di pianura in località Benefichi ed in località Il Pollino; la porzione settentrionale ricade invece in P.I.3 ed in P.I.4; risultano perimetrate anche alcune porzioni pedecollinari sia delle Cerbaie che dei Monti Pisani e ricomprese in P.I.1, con un'unica eccezione relativa all'area sottostante il lago artificiale presente sulle Cerbaie, nei pressi della località Vaiano, inserita in P.I.3.

Sulla base delle caratteristiche di pericolosità contenute nell'art.80 del P.I.T. che prevede "4 classi" a crescente pericolosità idraulica, il territorio comunale di Bientina è stato classificato secondo il seguente schema:

#### *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 superiori di ml.2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

*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 di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a ml. 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

*classe 3 - pericolosità media:*

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 ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il 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 e le aree di fondovalle protette da opere idrauliche per le quali ricorrono una o entrambe le condizioni precedenti.

*classe 4 - pericolosità elevata:*

aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le condizioni ("a" e "b") della precedente classe 3 di pericolosità.

Le perimetrazioni relative alle classi di pericolosità idraulica che sono state individuate nell'ambito del Comune di Bientina sono riportate, distinte con una diversa retinatura a diversa colorazione, sulla TAV.10 e sovrapposte alle perimetrazioni del P.A.I..

#### **6.2.1. Attribuzione delle classi di pericolosità idraulica**

Le caratteristiche di pericolosità idraulica ai sensi dell'art.80 del P.I.T. per il territorio bientinese sono riconducibili alle classi 1, 2 e 3 (pericolosità irrilevante, bassa e media).

Nella classe 1 di pericolosità ricadono le seguenti aree:

- aree collinari poste alla quota di ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda e non interessate da ruscellamento preferenziale delle acque superficiali; in definitiva comprendono la gran parte del rilievo delle Cerbaie.

Nella classe 2 di pericolosità ricadono le seguenti aree:

- aree collinari poste alla quota di ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda ed interessate da ruscellamento preferenziale delle acque superficiali; sono localizzate nelle incisioni vallive ed in alcune porzioni pedecollinari sia delle Cerbaie che dei Monti Pisani.

Nella classe 3 di pericolosità ricadono le seguenti aree:

- aree del fondovalle morfologicamente depresse ed a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda; in definitiva l'intera pianura bientinese ed il fondovalle del Rio Nero e del Rio di Vaiano.

Facciamo presente che le perimetrazioni degli ambiti A1-A2-B di salvaguardia dei corsi d'acqua principali ai sensi della ex-D.C.R.T. 230/94 per l'applicazione delle prescrizioni e dei vincoli in funzione del rischio idraulico, presenti negli elaborati geologici di supporto al vigente P.R.G., non sono state inserite nelle nuove cartografie a supporto della Variante al Piano Strutturale in quanto tali prescrizioni sono superate rispetto al quadro normativo vigente.

Riteniamo pertanto che al momento della definitiva approvazione dei nuovi elaborati cartografici di supporto alla Variante al Piano Strutturale da parte degli Enti competenti siano da considerarsi decadute, nel vigente P.R.G., le vincolistiche relative a tali ambiti di salvaguardia.

### **6.3. Vulnerabilità idrogeologica (TAV.11)**

La "**Carta della vulnerabilità idrogeologica**" di TAV.11 è un nuovo elaborato rispetto a quelli contenuti nel vigente P.R.G. ed è stato redatto secondo i criteri indicati dal P.T.C. della Provincia di Pisa verificando e approfondendo le informazioni contenute nella relativa cartografia provinciale.

La TAV.11, derivata in parte anche dalla carta delle permeabilità di TAV.8, sintetizza la zonizzazione di vulnerabilità idrogeologica degli acquiferi in funzione del grado di protezione da eventuali inquinanti nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale; ai sensi dell'art.20 del P.T.C. sono previste quattro classi e sottoclassi di vulnerabilità idrogeologica.

Per il Comune di Bientina sono state distinte, sulla TAV.11, le classi e sottoclassi di vulnerabilità idrogeologica (ad esclusione della classe 1 non individuata) come di seguito:

#### CLASSI DI VULNERABILITA'

##### *classe 2 - vulnerabilità bassa:*

corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica è apparentemente non vulnerabile.

##### *classe 3 - vulnerabilità media:*

###### *sottoclasse 3a*

corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia.

###### *sottoclasse 3b*

corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre.

##### *classe 4 - vulnerabilità elevata:*

###### *sottoclasse 4a*

corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente.

###### *sottoclasse 4b*

corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti.

Nella classe 2 di vulnerabilità ricadono le seguenti aree:

- aree di fondovalle interessate da terreni palustri e di colmata a molto bassa permeabilità, in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni;

in questa classe è compresa la porzione centrale e settentrionale della pianura bientinese e parte di quella meridionale.

Nella classe 3a di vulnerabilità ricadono le seguenti aree:

- aree di fondovalle caratterizzate da terreni a prevalenza argillosa e limosa da bassa a medio-bassa permeabilità, in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda tra i 15 ed i 30 giorni;

- aree collinari caratterizzate da terreni sabbiosi di media permeabilità morfologicamente non pianeggianti e non interessate da ruscellamento preferenziale delle acque superficiali;  
in questa classe è compresa una parte della pianura meridionale bientinese, una parte della fascia pedecollinare dei Monti Pisani e gran parte dei versanti delle colline delle Cerbaie.

Nella classe 3b di vulnerabilità ricadono le seguenti aree:

- aree di fondovalle caratterizzate da terreni a prevalenza limosa e sabbiosa di media permeabilità o da terreni di minore permeabilità con caratteristiche idrogeologiche particolari e tali in cui, anche per essi, sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda tra i 7 ed i 15 giorni;  
- aree collinari caratterizzate da terreni a prevalenza sabbiosa di media permeabilità in zone morfologicamente pianeggianti o interessate da ruscellamento preferenziale delle acque superficiali;

in questa classe è compresa una parte della pianura meridionale bientinese, una parte della fascia pedecollinare dei Monti Pisani, la parte sommitale delle colline delle Cebaie e gran parte delle sue incisioni vallive.

Nella classe 4a di vulnerabilità ricadono le seguenti aree:

- aree di fondovalle e pedecollinari caratterizzate da terreni a prevalenza sabbiosa e ghiaiosa di media permeabilità, in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda tra i 1 ed i 7 giorni;  
in questa classe è compresa la zona dell'antico alveo del Fiume Arno e le zone di conoide.

Nella classe 4b di vulnerabilità ricadono le seguenti aree:

- aree in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti come le zone di alveo o di golena, le zone interessate da laghetti e le zone di cava in pianura;

in questa classe è compreso il corso del Canale Emissario, del Canale Rogio, della Fossa Nuova e del Rio Ponticelli, il lago artificiale sulle colline delle Cerbaie nei pressi della località Vaiano e due piccole zone, di cui una di estrazione, lungo il margine meridionale delle Cerbaie.

Le disposizioni normative relative a queste classi di vulnerabilità idrogeologica sono contenute nell'art.20 della nuova normativa del P.T.C..

## **7. Caratteristiche di fattibilità degli interventi**

Dalla sovrapposizione tra le carte di pericolosità geomorfologica e idraulica redatte ai sensi del P.I.T. e le categorie di intervento previste dalla Variante al P.R.G. si otterranno attendibili informazioni circa la “fattibilità” dei singoli interventi proposti.

La D.C.R.T. 94/85 prevede la distinzione in quattro classi di fattibilità e, per ciascuna classe, particolari “piani di indagine” e “vincoli” sulla base del seguente schema:

*classe 1 - fattibilità senza particolari limitazioni:*

equivale a livelli di rischio irrilevante raggiungibili in caso di:

- costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell’insieme opera-terreno che ricadono in aree stabili note (classe 1 di pericolosità);

- interventi a carattere conservativo e/o di ripristino anche in aree ad elevata pericolosità.

“Piano di indagine”: la caratterizzazione geotecnica dei terreni a livello di progetto, quando necessaria, può essere ottenuta per mezzo di raccolta di notizie.

“Vincoli”: gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

*classe 2 - fattibilità con normali vincoli:*

equivale a livelli di rischio basso raggiungibili in aree non sufficientemente note anche se ipotizzabili a bassa pericolosità.

“Piano di indagine”: indagine geognostica puntiforme secondo quanto previsto dal D.M. 11/03/88 emanato in attuazione della Legge 64/74.

“Vincoli”: gli interventi previsti sono attuabili senza particolari condizioni.

*classe 3 - fattibilità condizionata:*

equivale a livelli di rischio medio alto, come definibile con le conoscenze disponibili sulla pericolosità dell’area (classe 3 di pericolosità) e interventi previsti anche di non eccessivo impegno e bassa vulnerabilità (p.e. edilizia abitativa a basso indice di fabbricabilità).

“Piano di indagine”: indagini di dettaglio a livello di area complessiva.

“Vincoli”: gli interventi previsti dallo S.U. sono vincolati all’esecuzione di quanto previsto dai risultati delle indagini di dettaglio.

*classe 4 - fattibilità limitata:*

equivale a livelli di rischio elevato ottenibili ipotizzando qualsiasi tipo di utilizzazione che non sia puramente conservativa o di ripristino in aree a pericolosità elevata (classe 4); o prevedendo utilizzazioni dall’elevato valore di vulnerabilità in aree a pericolosità media-bassa.

“Piano di indagine”: esecuzione di specifiche indagini di dettaglio per la redazione di un progetto degli interventi di consolidamento e bonifica, miglioramento dei terreni e tecniche fondazionali particolari; predisposizione di un programma di controlli volti a valutare l’esito degli interventi proposti.

“Vincoli”: gli interventi previsti dallo S.U. sono attuabili alle condizioni e secondo le limitazioni derivanti dalle indagini di dettaglio.

Le classi di fattibilità saranno individuate su apposita cartografia da redigere in sede di Variante al Regolamento Urbanistico di adeguamento alla L.R. n.1 del 03/01/05 in funzione degli interventi ammissibili.

Per quanto riguarda le perimetrazioni delle aree a pericolosità geomorfologica e idraulica recepite dagli elaborati del P.A.I., la disciplina di riferimento è quella delle norme di attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Arno e approvato con D.P.C.M. 06/05/05 (G.U. n.230 del 03/10/2005).

Per quanto riguarda la carta della vulnerabilità idrogeologica, la disciplina di riferimento è quella delle norme di attuazione del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa riadattato con Del.C.P. n.148 del 22/12/05.

Pisa, Maggio 2006

**Dott. geol. Fabio Mezzetti**

Hanno collaborato al presente studio:

- per la redazione della cartografia geotematica di base il geologo dott. Alessandro Fontanelli;
- per l'informatizzazione degli elaborati lo studio associato Gester - gestione del territorio - di Pisa.