



COMUNE DI COLLESALVETTI

Provincia di Livorno

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE

Ai sensi L.R. n° 21/84 – D.C.R. n° 94/85 – L.R. n° 5/95 – D.C.R. n°12/00 – Ord. P.C.M. n°3274/03

RELAZIONE TECNICA

I Tecnici:

Dott. Geol. Sergio CROCETTI
Via Palestro 47 – Collesalveti (Li)
N.988 Ord. Regionale della Toscana

Dott. Geol. Carlo TOCCHINI
Piazza XI Maggio 8 – Livorno
N.128 Ord. Regionale della Toscana

APRILE 2004

INDICE RELAZIONE TECNICA

1 – PREMESSA ed ASPETTI NORMATIVI	1
2 – METODOLOGIA DI LAVORO	2
2.1 – I DATI DI BASE	
3 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3.1 – I MONTI LIVORNESI	
3.2 – LE COLLINE	
3.3 – LA PIANURA	
3.4 – CENNI DI CLIMATOLOGIA	
4 – GEOLOGIA	13
4.1 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO	
4.2 – LA CARTA GEOLOGICA	
4.2.1 – I COMPLESSI ALLOCTONI	
4.2.2 – IL COMPLESSO NEOAUTOCTONO	
4.3 – CENNI DI TETTONICA e ASSETTO STRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO	
5 – GEOMORFOLOGIA	23
5.1 – LA CARTA CLIVOMETRICA	
5.2 – LA CARTA GEOMORFOLOGICA	
5.2.1 – LE FORME DI VERSANTE	
5.2.2 – I PROCESSI FLUVIALI E DI DILAVAMENTO	
5.2.3 – ELEMENTI ANTROPICI	
6 – CARATTERISTICHE LITOLOGICO-TECNICHE	30
6.1 – LA CARTA LITOLOGICA	
6.2 – PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI	
6.3 – CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA	
6.3.1 – IL TERREMOTO di ORCIANO (1846)	
7 – IDROGEOLOGIA	40
7.1 – IDROGRAFIA DI SUPERFICIE	
7.2 – LA CARTA IDROGEOLOGICA o DELLE PERMEABILITA'	
7.3 – ASSETTO IDROGEOLOGICO	
7.4 – CARATTERI IDROGEOLOGICI DEI PRINCIPALI ACQUIFERI	
7.4.1 – LA RISORSA IDRICA NEL COMUNE	
7.4.2 – L'ACQUEDOTTO DI COLOGNOLE	
7.5 – CARTA DELLE AREE SENSIBILI ALLA VULNERABILITA'	
8 – LA PERICOLOSITA'	56
8.1 – PERICOLOSITA' IDRAULICA	
8.2 – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	
9 – FONTI BIBLIOGRAFICHE	61

RELAZIONE TECNICA

1 – PREMESSA ed ASPETTI NORMATIVI

Il Piano Strutturale (P.S.) del Comune di Collesalveti definisce le strategie per il governo del territorio al fine di garantire lo sviluppo sostenibile della comunità locale in conformità alla legge regionale n.5 del 16.1.1995: "Norme per il governo del territorio".

A seguito dell'incarico conferito dall'Amministrazione Comunale in data 31 Ottobre 2003 con disciplinare n.2378, i sottoscritti Geologi Sergio Crocetti e Carlo Tocchini hanno redatto la documentazione di analisi ambientale (caratteristiche geomorfologiche, geologiche, litotecniche e idrogeologiche) per l'intero territorio, al fine verificare le condizioni di pericolosità e successivamente di fattibilità geologica a corredo del nuovo Piano Strutturale.

La stesura delle indagini geologiche, che rappresentano la base del quadro conoscitivo del territorio, è stata eseguita in conformità con la seguente legislazione nazionale e regionale di riferimento:

- Legge 17.8.1942, n. 150 (Legge Urbanistica);
- L.R. n. 21 del 17 Aprile 1984;
- Del. C.R. n. 94 del 12/2/1985;
- L.R. n. 5 del 16 Gennaio 1995 (Norme per il governo del Territorio);
- D.L. n. 180 del 11 Giugno 1998 (Adozione delle misure di salvaguardia per le aree a pericolosità e a rischio idraulico molto elevato individuato e perimetrato nel "Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio idrogeologico più alto nel Bacino del Fiume Arno").
- Del. C.P. di Livorno n. 890 del 27/11/1998 (P.T.C.);
- Del. C.R. n. 12 del 25/1/2000 (P.I.T.);
- Ord.za P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003 (Nuova classificazione sismica).

Riguardo all'assetto idraulico il territorio di Collesalveti ricade all'interno di due bacini: quello nazionale del Fiume Arno e quello regionale del Costa Toscana.

Pertanto vengono applicate le seguenti disposizioni:

- Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n.139 del 29 Nov. 1999 per il Bacino dell'Arno;

- Delibera di Giunta della Regione Toscana n.1212 del 2 Nov. 1999 e n.831 del 23 Luglio 2001 (Bacino Costa Toscana).

2 – METODOLOGIA DI LAVORO

Sulla base della normativa vigente ed in accordo con l'Ufficio Urbanistica del Comune di Collesalveti e con i Tecnici dell' Ufficio Tutela del Territorio di Livorno – Regione Toscana sono state elaborate le seguenti cartografie tematiche:

- TAVOLA 1 – Carta dei Dati di Base
- TAVOLA 2 – Carta Geologica con sezioni
- TAVOLA 3 – Carta Clivometrica
- TAVOLA 4 – Carta Geomorfologica
- TAVOLA 5 – Carta Litologica
- TAVOLA 6 – Carta Idrogeologica
- TAVOLA 7 – Carta delle Aree sensibili alla Vulnerabilità
- TAVOLA 8 – Carta della Pericolosità Idraulica
- TAVOLA 9 - Carta della Pericolosità Geomorfologica

La sintesi cartografica prodotta è stata restituita in scala 1:10.000; per coprire tutto il territorio comunale è stato necessario suddividere ogni Tavola in tre quadranti (a-b-c).

Tutte le carte sono state redatte in scala 1:5.000 utilizzando la base topografica regionale vettoriale fornita dall'Amministrazione Comunale ed elaborate in formato digitale servendosi del software G.I.S. – *ArcMap*; tale operazione permette così la restituzione cartacea in scale ritenute appropriate.

2.1 – I DATI DI BASE

Sono riportati nella CARTA dei DATI di BASE (Tav.1 a-b-c) tutti i dati relativi agli interventi realizzati sul territorio comunale di Collesalveti ed acquisiti presso gli uffici Provinciali di Livorno, gli uffici comunali di Collesalveti e gli uffici tecnici dell'A.S.A. Spa di Livorno.

Dall'ufficio di Difesa del Territorio provinciale sono stati ricevuti tutte le ubicazioni dei pozzi ad uso domestico, igienico ed assimilati, potabile, irriguo ed industriale, presenti sul territorio di cui si hanno notizia e documentazione certa

perché regolarmente denunciati presso il demanio idrico. Dall'Azienda Servizi Ambientali di Livorno sono state fornite le ubicazioni esatte di tutti i pozzi dell'acquedotto e le stratigrafie tipo di alcuni di essi.

Dagli uffici Comunali di Urbanistica, Edilizia Pubblica e Privata e Ambiente con una lunga ricerca sugli atti conservati in archivio sono stati reperiti i dati geologici e geologico-tecnici dei progetti portati a termine ed autorizzati o concessionati sul territorio del Comune (a partire dal 1980), e quelli significativi per valenza territoriale, predisposti dal Comune di Collesalveti cioè le indagini di fattibilità geologica per le Varianti ed i Piani Attuativi, gli studi idraulici per le deperimetrazioni di alcune aree soggette a rischio idraulico.

Questa fase di ricerca ha portato all'individuazione di oltre 600 dati puntuali, inseriti a seconda della tipologia sulla Carta dei Dati di Base (Tav.1) creando parallelamente un data-base informatizzato con indicati l'ubicazione esatta (Via, località etc.), l'anno di effettuazione delle indagini, la ditta esecutrice, il professionista ed il Committente. Si tratta di un'ampia documentazione composta da stratigrafie e diagrammi ottenuti con sondaggi a carotaggio continuo, con saggi geognostici, con prove penetrometriche statiche e dinamiche, con trivellazioni per ricerche idriche e con stendimenti geoelettrici e geofisici.

Dalla Carta dei Dati di Base si osserva che le zone indagate riguardano indistintamente tutto il territorio comunale ma la distribuzione è ovviamente più fitta nei centri abitati e nelle aree a vocazione artigianale e industriale.

Il reperimento dei dati presso gli uffici pubblici è stato interrotto alla data del dicembre 2002; l'acquisizione di elementi significativi per la carta è comunque continuata con i lavori eseguiti personalmente e con le gentili concessioni di colleghi e tecnici, con particolare riferimento al problema legato al rischio idraulico.

Così come strutturata utilizzando software GIS, la Carta dei Dati di Base costituirà una importante banca dati (prove di riferimento e correlazione) e potrà essere continuamente aggiornata da parte degli Uffici tecnici dell'Amministrazione Comunale.

3 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio interessato dalla presente indagine è costituito dall'intero Comune di Collesalveti che si estende per una superficie complessiva di circa 110 kmq con una forma "a triangolo rovesciato".

E' delimitato a Nord dalla rete idrografica della Pianura di Pisa (Scolmatore dell'Arno, Fossa Chiara e Fossa Nuova), ad Est dalla rete idrografica che scende dalle colline (Fiume Isola e Torrente Morra) e dalla viabilità principale (S.S. 206 e tracciato ferroviario Cecina-Pisa), a Sud dai crinali dei Monti Livornesi (M. Auto e M. Maggiore) che si collegano al Botro Torricchi ed infine ad Ovest dal versante orientale dei Monti Livornesi (Poggio Lecceta) e dalla Valle dell'Ugione fino all'abitato di Stagno.

Dal punto di vista morfologico, geografico ed ambientale il territorio può quindi essere suddiviso in tre sistemi principali:

1. I Monti Livornesi
2. Le Colline
3. La Pianura

3.1 – I MONTI LIVORNESI

Il versante orientale dei Monti Livornesi occupa la porzione Sud-occidentale del territorio comunale. Il limite sinistro è rappresentato dalla linea di spartiacque che taglia la catena con direzione N-S (da Poggio Corbolone - Poggio Lecceta – Monte Maggiore), mentre il limite destro corrisponde alla fascia di contatto fra le formazioni rocciose che costituiscono l'ossatura dei monti ed i sedimenti più recenti; in particolare tale allineamento coincide con le lineazioni tettoniche e si sviluppa dalla Fattoria di Cordecimo (a Nord) alla frazione di Colognole (a Sud) attraverso le Parrane.

3.2 – LE COLLINE

Comprende la porzione centro-orientale del Comune ed è costituita dai deboli rilievi collinari Livornesi e Pisani, su cui si sviluppano alcuni dei principali centri abitati. Sono solcate dai torrenti che scendono dal versante orientale dei Monti Livornesi e si dirigono in direzione Nord verso la Pianura di Pisa.

Sono costituite da sedimenti neogenici (miocenici, pliocenici e pleistocenici) e quaternari di origine marina e terrestre.

3.3 – LA PIANURA

Comprende la porzione meridionale della Pianura di Pisa ed occupa il settore settentrionale del Comune.

Tale zona, completamente pianeggiante, è solcata dal reticolo idraulico di scolo dell'intera pianura alluvionale del basso Valdarno ed è ricoperta per la quasi totalità da sedimenti alluvionali, palustri o di colmata.

3.4 – CENNI DI CLIMATOLOGIA

Il clima è legato a fattori meteorologici che interessano il bacino Ligure-Tirrenico ed è del tipo "temperato-caldo"; tuttavia lo stato del tempo è influenzato dallo scambio energetico con il vicino mare e localmente dall'orografia dei Monti Livornesi.

Vista la conformazione territoriale i venti dominanti sono quelli del primo quadrante (Grecale e Levante) che soffiano per gran parte dell'anno, ed abbassano notevolmente le temperature nel periodo invernale. Durante la stagione più calda (da Maggio ad Agosto) predominano i venti dei quadranti occidentali (Ponente, Maestrale). La zona di Pianura non essendo protetta dai rilievi risente maggiormente dell'azione dei venti di mare (Maestrale e Libeccio).

Dall'elaborazione dei dati delle stazioni di rilevamento termo-pluviometriche di Nugola, Livorno e Coltano, risulta che la media annuale delle temperature è circa 16°. Le temperature medie più alte si registrano nel mese di Luglio con 28° e le minime in Gennaio intorno ai 3,5°; la media annuale delle temperature massime è di oltre 19° e quella delle minime è di circa 11,5°.

Per quanto concerne le precipitazioni la media annua è 800 mm in pianura circa 950 mm nelle aree sommatiali dei rilievi, ma oltre 1000 mm nella fascia delle Parrane.

Le piogge presentano un massimo in autunno con 300-400 mm ed un minimo in estate con 80-90 mm; in primavera la piovosità decresce fino al mese di Giugno, a Luglio tocca i valori minimi (25 mm), da Agosto fino a Novembre tornano a crescere. In totale i giorni di pioggia nell'arco dell'anno risultano poco superiori ad 80.

Qui di seguito riportiamo i dati pluviometrici annuali e di massima intensità relativi alla Stazione di Nugola dal 1940 al 1990 reperiti presso gli Annali Idrologici.

Dati pluviometrici annuali Stazione di Nugola	
anno	mm pioggia
1950	888,8
1951	1177
1952	829
1953	950,6
1954	798,4
1955	897,4
1956	857
1957	706,6
1958	816,2
1959	1176,9
1960	1457,5
1961	1171,5
1962	835,1
1963	1299,7
1964	1138,1
1965	1211,9
1966	1146,2
1967	794,6
1968	804,4
1969	926,8
1970	-
1971	858,8
1972	908
1973	831,1
1974	788,6
1975	960
1976	972,6
1977	854,4
1978	690,6
1979	1231,7
1980	1010,8
1981	833,4
1982	812,8
1983	843,2
1984	1233,7
1985	603,4
1986	776,6
1987	856
1988	-
1989	-
1990	-

**Dati pioggia di max intensità e breve durata -
Stazione di Nugola (1940-1990)**

Anno	1940								
mese	24 ott.	25 ott.			7 ago.				
mm	121,8	117,2	104,8	75,8	50,2	-	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1941								
mese	31 ott.	1 nov.			9 set.				
mm	60,4	56,6	36,4	29,6	19,2	-	-	-	-

tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1942								
mese	26 ott.	27 ott.			21 apr.	18 lug.			
mm	72,4	64,4	52,2	43	41,6	23,6	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1943								
mese	-								
mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1944								
mese	-								
mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1945								
mese	-								
mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1946								
mese	20 ott.					20 ott.			
mm	107,2	103	77	71,6	36	24,2	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1947								
mese	30 ago.					30 ago.			
mm	67,2	59,4	51,6	44,4	38,8	30	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1948								
mese	26 ott.			19 giu.		19 giu.			
mm	39,4	39,4	25,2	21,6	21,4	23,4	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1949								
mese	27 ott.					2 ott.			
mm	101,4	96,2	90,2	79,8	52,8	35,4	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1950								
mese	-								
mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1951								
mese	24 set.					24 set.	17 set.	31ott.	
mm	80,2	80,2	66,6	58	34,6	27,4	21,4	23	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1952								
mese	18 nov.	19 nov.		21 ott.		21 ott.			
mm	84,8	53,6	46	36,4	29	23	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1953								
mese	13 ott.	26 apr.	7 giu.		3 ago.	3 ago.			
mm	63,4	55	43,6	43	35,6	34,6	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	40'	20'	15'	10'
Anno	1954								
mese	25 ago.	25 set.	26 set.		26 ago.		26 ago.		
mm	77,8	48,4	45,6	45,4	33	-	20	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1955								
mese	30 nov.		26 lug.				26 lug.		
mm	73	46,4	39,8	39,8	39,8	-	30	-	-

tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1956								
mese	27 ott.		31 mag.	27 ott.	27 apr.		27 apr.		
mm	55	52,6	44,4	36,6	18	-	16	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1957								
mese	9 nov.		10 nov.		18 feb.				18 feb.
mm	50	37,4	22	18	11	-	-	-	10
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1958								
mese	11 ott.	12 ott.					12 ott.		
mm	54	53,6	53,4	53,4	53,4	-	30	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1959								
mese	3 dic.	4 dic.	3 dic.	29 ago.			29 ago.		
mm	106,6	91	61,2	45,2	42	-	23	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1960								
mese	6 ott.	20 ott.				20 ott.			
mm	68,4	61,4	51,2	49,8	39	30	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1961								
mese	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1962								
mese	15 ott.			4 mag.	28 feb.				28 feb.
mm	69,2	58,4	38,4	24	14,4	-	-	-	11,4
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1963								
mese	19 set.							17 ago.	
mm	82,2	61	58,4	44,4	38	-	-	20	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1964								
mese	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1965								
mese	27 set.		31 ago.		14 ago.		14 apr.		
mm	102,6	83,4	61	50,2	26,8	-	17	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1966								
mese	3 nov./20 ago.	15 giu./21 ago.	15giu./3 nov.	15 giu./9 nov.	15 giu./9 nov.		15 giu.		23 feb.
mm	78,8/58	52/48	51,8/38,4	42,8/30	42,2/18	-	20	-	11
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1967								
mese	8 giu.						8 giu.		
mm	93,2	93	82	78	43	-	23	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1968								
mese	21 feb.	30 ago.					30 ago.		
mm	55,2	40	31	29,4	29,4	-	27	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1969								

mese	25 nov.				8 nov.		8 nov.		
mm	49,6	49,6	47,2	32,4	20,6	-	12	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1970								
mese	15 nov.	24 gen.			18 giu.				18 giu.
mm	46,6	35	32	25	17	-	-	-	12
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1971								
mese	7 giu.								7 giu.
mm	98,4	84,4	81,6	52,4	24	-	-	-	13
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1972								
mese	30 nov.		12 giu.						4 nov.
mm	55,4	45,6	44,8	40,2	20,8	-	-	-	11,8
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1973								
mese	30 set.						25 set.		
mm	135,6	104,8	84,6	59	50,4	-	20,2	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	25'	15'	10'
Anno	1974								
mese	31 ago.						31 ago.		
mm	68,2	68,2	68	68	35,2	-	20,8	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1975								
mese	15 dic.	16 ott.		2 nov.				4 giu.	
mm	59,2	44	32,4	27,4	22	-	-	16,6	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1976								
mese	17 dic.	14 set.	13 ago.					13 ago.	
mm	54,4	37,2	36,2	36,2	31	-	-	16,4	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1977								
mese	14 feb.		7 mar.		18 ago.			1 nov.	
mm	48,6	39,6	33	29,8	17	-	-	10,4	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1978								
mese	25 nov.	18 ott.							
mm	31,6	24	22,4	22,4	22,4	-	-	12,4	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1979								
mese	21 mar.			22 mar.			5 ott.		
mm	97	93,6	81,8	42,8	26,2	-	17,6	-	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1980								
mese	17 ott.		16 ago.					16 ago.	
mm	73	59	37	31,4	19,2	-	-	10,2	-
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1981								
mese	26 ott.	27 set.							27 set.
mm	69	67,8	67,6	59,2	39	-	-	-	13,4
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1982								
mese	13 nov.				28 ago.				28 ago.
mm	55,4	51	34,4	24	20	-	-	-	10,4
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'

Anno	1983								
mese	28 giu.								25 ago.
mm	53,8	52,8	51,8	46,8	31,6	-	-	-	13,8
tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1984								
mese	21 gen.	26 nov.	26 ott.						26 ott.
mm	68,4	45,6	35,8	35,4	32	-	-	-	12,4
Tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1985								
Mese	26 ago.						6 ago.		
Mm	67,4	67,2	67,2	40	20	-	19,6	-	-
Tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	25'	15'	10'
Anno	1986								
Mese	13 dic.	14 dic.		13 dic.	13 lug.	13 lug.		14 dic.	
Mm	67	39,6	34,2	28	21	15,4	11	10,2	-
Tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1987								
Mese	24 nov.		9 lug.		7 ago.				
Mm	86,8	56	32,4	32,4	22,4	-	-	-	-
Tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1988								
Mese	2 nov.					2 nov.			
Mm	94,4	89,6	57	39,6	19,2	11	-	-	-
Tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1989								
Mese	5 ago.	6 ago.				6 ago.			
Mm	100	65	65	44,9	23,4	18,6	14,7	12,1	-
Tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'
Anno	1990								
Mese	4-5 ott.						4 ott.		
Mm	114	114	109,6	75	56	-	25	-	-
Tempo	24h	12h	6h	3h	1h	30'	20'	15'	10'

Si può sottolineare inoltre che negli ultimi trenta anni nell'area livornese – colligiana sono stati registrati i seguenti eventi meteorici di forte intensità e breve durata:

- 1970: Stazione di Livorno 87 mm/1h e 24 mm/10'
- Stazione di Nugola 12 mm/10'
- Stazione di Coltano 23 mm /30'
- 1976: Stazione di Livorno 87 mm/1h e 24 mm/10'
- Stazione di Nugola 12 mm/10'
- Stazione di Coltano 52.8 mm/1h e 20 mm /10'
- 1990: Stazione di Livorno 72.8 mm/1h e 18.8 mm/10'
- Stazione di Nugola 56 mm/1h e 25 mm/20'
- 1993: Stazione di Livorno 91.2 mm/1h e 40.4 mm/20'

In quelle occasioni, ma in particolare per Collesalveti negli anni del triennio 1990-1993, per la sua conformazione morfologica e per le caratteristiche dei bacini il

sistema idrografico del territorio colligiano è risultato inadeguato e quindi si può concludere che può entrare rapidamente in crisi per eventi con valori di piovosità intorno ai 60-70 mm in un'ora.

4 – GEOLOGIA

Partendo dal quadro geologico esistente:

- Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 – Fogli 111 e 112;
- Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti in scala 1:25.000 di corredo ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno vol.11 –Suppl. 2 redatta da Lazzarotto et al. 1990;
- Carta Geologica di corredo all'attuale P.R.G. del Comune di Collesalveti in scala 1:5.000 redatta nel 1994 da P. Baldacci;
- Carta Geologica in scala 1:25.000 di corredo al P.T.C. della Provincia di Livorno redatta nel Dicembre 2003;

è stata operata una revisione della CARTA GEOLOGICA in scala 1:5.000 attraverso rilevamenti di campagna, verifica con foto-interpretazione e controlli con dati di base (sondaggi, pozzi, prove penetrometriche etc.); la nuova cartografia è riportata nelle Tavole 2a - 2b – 2c.

In particolare nella redazione della nuova carta è stata confermata la legenda e l'ordine di sovrapposizione delle unità formazionali utilizzati nelle cartografie del 1990 e del 2003 (PTC).

4.1 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I tre sistemi in cui è diviso il territorio comunale (i Monti Livornesi, le Colline neogeniche e quaternarie Livornesi e Pisane e la parte meridionale della Pianura di Pisa) rappresentano i differenti stadi della sua lunga storia evolutiva a partire dal Paleozoico e indicano quanto sia complessa e varia la sua geologia.

I Monti Livornesi rappresentano un tratto del Paleo-Appennino che si è corrugato dall'Oligocene superiore – Miocene inferiore (da 30 a 20 milioni di anni fa) per la collisione dei due margini continentali, europeo ed africano, e che ha subito un collasso ed uno smembramento nel Neogene ad opera di una intensa tettonica distensiva.

Per questo fenomeno unità tettoniche si spostarono dall'area tirrenica in senso Ovest-Est; così in parte per scivolamenti gravitativi, in parte per traslazione, unità sedimentarie alloctone (di età Cretacica) trascinando anche grosse porzioni di rocce magmatiche strappate dal basamento oceanico (di età Giurassica) sono andate a formare l'orografia di superficie; l'ossatura dei monti è quindi costituita dalle formazioni rocciose del Dominio Toscano (non affiorante nel Comune di Collesalveti) e di tre Complessi del Dominio Ligure: Alloctono inferiore, intermedio e superiore.

La natura, la successione e la giacitura delle rocce che compongono questi rilievi sono così legate all'evoluzione paleogeografia della Toscana Marittima.

L'insieme collinare mostra in superficie depositi in prevalenza sabbiosi, conglomeratici ed argillosi che sono riferibili geologicamente al Complesso Neoautoctono.

Questi sedimenti neogenici e quaternari si formarono dopo l'arrivo in loco dei Complessi Alloctoni durante una fase di tettonica distensiva iniziata nel Miocene superiore (10 milioni di anni fa). Si originarono così i grandi bacini sedimentari, marini e lagunari, fortemente subsidenti tra i rilievi dell'antica catena del paleo-Appennino, i cui lembi oggi sono rappresentati dai Monti Livornesi, dai Monti Pisani e Monti di Cascina Terme.

La Pianura, ben definita al suo margine meridionale dalle colline Livornesi e Pisane, deve la sua notevole estensione a sud di Pisa ai grandi apporti alluvionali di età Olocenica (Quaternario) del Serchio e dell'Arno ed il suo sviluppo alla dipendenza dai cambiamenti glacio-eustatici del livello marino.

Questa dipendenza risulta evidente dal fatto che sedimenti di natura fluviale assai recenti si trovano sepolti sotto altri di facies marina retrolitorale ed ancora, più verso mare, sotto i sedimenti dei lidi del sistema deltizio tardo-olocenico dell'Arno.

4.2 – LA CARTA GEOLOGICA

Di seguito si riportano le formazioni geologiche in affioramento nel territorio comunale (Tavole 2 a – b – c) seguendo l'ordine di giacitura dal basso, ovvero dalle unità stratigrafiche più antiche a quelle più recenti.

4.2.1 – I COMPLESSI ALLOCTONI

Fanno parte dell'**Alloctono inferiore**, inserito all'interno del Dominio Austroalpino, le seguenti formazioni:

- Argilliti varicolori del Fortulla (c5a), Cretaceo Superiore.

Sono argilliti rosse e verdi, presenti in strati di spessore decimetrico, con granulometria variabile dalla base alla sommità della formazione tra quella di un silt a quella di un'argilla, intercalati da banchi di breccie ed alternati con minore regolarità e frequenza da straterelli di siltiti, liditi, calcari a grana fine ed arenarie. Affiorano a Poggio Lecceta presso il confine sud-occidentale del territorio Comunale (Valle Benedetta).

- Flysch calcareo marnoso di Poggio San Quirico con livelli di breccie (pe2), Paleocene Superiore –Eocene Inferiore/Medio.

E' costituita da banchi calcareo marnosi, marnosi con base arenacea, argillitici ed arenacei, con livelli di breccie ad elementi calcareo marnosi. Affiorano soltanto in destra idrografica del T. Ugione a nord della Sambuca.

Fanno parte dell'**Alloctono Intermedio** le seguenti formazioni flyschoidi:

- Arenarie, siltiti, argilliti con *Pithonella*, livelli di breccie ed olistostromi (c6), Cretaceo Superiore.

E' costituita principalmente da siltiti ed argilliti grigie intercalate da strati decimetrici di arenarie e da livelli di breccie ed olistostromi con clasti marnosi, siltitici ed arenacei. Affiorano estesamente nel settore sud-occidentale del territorio comunale tra Cordecimo e Poggio alle Fate.

- Flysch calcareo marnoso di Monteverdi M.mo (c7), Cretaceo superiore.

E' costituito prevalentemente da bancate di calcare marnoso, ma è pure molto variabile litologicamente perché possono essere presenti marne arenacee, arenarie argillitiche e ciottoli di varia natura e dimensione cementati da una matrice argillitica e marnosa. E' in continuità e concordanza stratigrafica con la formazione precedente ed a quella si alterna tra Cordecimo e Poggio alle Fate.

Fanno parte dell'**Alloctono Superiore** le formazioni costituite da rocce "verdi" appartenenti alla trilogia ofiolitica (Serpentiniti, Gabbri e Basalti) ed in successione le formazioni di rocce sedimentarie di età cretacea.

In particolare nel territorio di Collesalveti sono presenti:

- Serpentiniti (E), Giurassico superiore.

Sono rocce ofiolitiche di origine magmatica (Iherzoliti serpentinitizzate) che affiorano estesamente nella porzione estrema occidentale del territorio comunale (Monte Maggiore, Poggio alle Fate e Poggio Gabbruccio) ed in destra dell'alto corso del Torrente Ugione, ad est di Poggio Corbolone.

- Gabbri e Breccie di Gabbro (G), Giurassico superiore.

Rocce ofiolitiche di origine magmatica sono associate alle Serpentiniti ed affiorano adiacenti ad esse in località Poggio Gabbruccio.

- Argilliti e Calcarei silicei "Palombini" (c2), Cretaceo Inferiore.

E' costituita da argilliti laminitiche e da banchi di calcari silicei intensamente tettonizzati, che affiorano in posizione verosimilmente rovesciata rispetto alle masse ofiolitiche, sempre sul Poggio Gabbruccio e sul Poggio Querciolaia.

4.2.2 – IL COMPLESSO NEOAUTOCTONO

In questo Complesso vengono raggruppate tutte le formazioni che si sono deposte dall'inizio del Miocene superiore dopo la formazione dell'alto tettonico, più o meno coincidente con gli attuali Monti Livornesi, dopo la definitiva messa in posto della Falda Toscana (qui mancante) e dei Complessi Alloctoni.

Nel Miocene superiore, circa 10 milioni di anni fa, inizia la fase tettonica distensiva caratterizzata da ampi sollevamenti e sprofondamenti regionali che determinano l'origine e lo sviluppo del ciclo sedimentario neoautoctono, legato - a partire dal Pliocene Superiore - anche a importanti variazioni glacio-eustatiche.

IL MIOCENE

Le vicende sedimentarie del Miocene superiore testimoniano eventi paleogeografici nel bacino Mediterraneo (7 milioni di anni fa): la presenza di scogliere coralline, il cambiamento climatico a causa della continentalizzazione del bacino; la crisi di salinità ed infine la trasformazione del bacino in un lago-mare. Tutto ciò è testimoniato dalla seguenti formazioni:

- Conglomerati rossi e verdi, talora lignitiferi (m), Miocene Superiore.

Sono ciottoli eterometrici, da minuti a grossolani, provenienti dalle diverse formazioni del substrato, in matrice sabbioso-siltoso-argillosa, quantitativamente variabile da luogo a luogo; nelle parti più alte compaiono lenti di sabbie grossolane e di argille con livelli di materiale carbonioso e talora lignitifero.

Rappresentano la base della successione stratigrafica neoautoctona e giacciono in discordanza direttamente sopra le formazioni dei Complessi Alloctoni. Affiorano ad ovest di Monte Massi, in prossimità del lago della fattoria Acquaviva, a Cordecimo ed alle Parrane.

- Conglomerati di Villa Mirabella (m3), Miocene Superiore.

Rappresentano un membro della formazione dei Calcari di Rosignano insieme a quelli di Castelnuovo ed ai Calcari dell'Acquabona (questi ultimi assenti sul territorio comunale).

Sono ciottoli a dimensione variabile dai 40 cm a diametri molto più piccoli in matrice sabbioso-marnosa ed elevato cemento calcareo; affiorano in sinistra e in destra del botro Ficaiola nella parte meridionale del Comune.

- Calcari di Castelnuovo (m4), Miocene Superiore.

Secondo la più recente interpretazione sono rocce calcaree derivate da sedimenti di ambienti di scogliere coralline a "macchia", caratterizzate da una conformazione di modeste dimensioni e di spessore limitato; affiorano lungo la linea indicata per i conglomerati di trasgressione, mancando completamente nel settore Nord dopo la Fattoria di Cordecimo.

- Marne e marne argillose (m5), Miocene Superiore.

Si tratta di una formazione di notevole spessore costituita da marne, marne calcaree e argillose, argilliti di colore variabile dal nocciola al grigio chiaro (se più calcaree) con intercalazioni di diatomiti (m6) e di gessi (m7). Nella zona sud affiorano sopra il Conglomerato di Villa Mirabella e sopra il Calcare di Castelnuovo; procedendo verso nord affiorano direttamente sopra i Conglomerati rossi e verdi (Fattoria Acquaviva).

- Diatomiti -"Tripoli di Paltratico" (m6), Miocene Superiore.

Si tratta di sedimenti che con spessori modesti si intercalano alle marne ed alle marne argillose, bianchi se silicei, grigi se prevalgono gli elementi inorganici. Le Diatomiti sono importanti e note per il loro contenuto fossilifero (pesci, vegetali e meno frequentemente insetti).

- Gessi e Marne calcareo sabbiose di Case Pian di Torri (m7), Miocene Superiore.

Si trovano in strati riuniti in banchi o lenti di modesto spessore ed intercalati alle marne. Nel settore sud occidentale affiorano con una certa continuità poco sopra le marne argillose; in altri casi sono mal esposti. Dal punto di vista sedimentologico

possono essere a piccoli cristalli (Gessi Balatini), a grandi cristalli geminati (Gessi Selenitici), a struttura microcristallina, di tipo alabastrino (Gessi Nodulari) ed infine a cristalli spigolosi e tondeggianti (Gessi Clastici).

- Sabbie e Conglomerati di Villa Poggio Piano (m8), Miocene Superiore.

Rappresentano il tetto dei depositi miocenici, alla base delle Argille azzurre plioceniche. Nella formazione sono stati individuati banchi sabbiosi e lenti di ciottoli di origine ofiolitica o calcarea o marnosa; sono presenti anche marne argillose ed argille in lamine. Lo spessore raggiunge valori notevoli solo a nord, tra Monte Massi e Vallironci. In corrispondenza del settore Sud (cava Staggiano) lo spessore non supera i 3 metri.

IL PLIOCENE

All'inizio del Pliocene (circa 5 milioni di anni fa) si ripristinano le condizioni marine del Mediterraneo, dovute all'apertura dello Stretto di Gibilterra. Questo cambiamento determina nel bacino lacustre la sostituzione delle acque con quelle marine oceaniche.

Contemporaneamente aumenta la profondità del bacino e le aree rimaste sollevate, come i Monti Livornesi, vanno a costituire il Paleo-arcipelago Toscano.

Nel Pliocene Medio si assiste ad una inversione di tendenza con inizio di un sollevamento epirogenetico che porta, nel Pliocene medio-superiore, la Toscana ad emergere e ad acquistare una fisionomia simile all'attuale; così i Monti Livornesi perdono la loro insularità. Tutto ciò è testimoniato dalla seguenti formazioni:

- Argille azzurre (p), Pliocene Inferiore e Medio.

E' una formazione litologicamente omogenea; le argille bluastre, che possono essere da grigie a gialle se alterate, prevalgono nettamente su quelle con frazioni marnose, sabbiose e siltose. Possono essere ricche di fossili marini di facies profonda. Affiorano con continuità da Guasticce fino al confine sud orientale del territorio comunale estendendosi in direzione NNO – SSE per circa 13 Km.

- Sabbie gialle (p3), Pliocene Inferiore e Medio.

Si presentano in banchi, hanno una granulometria medio-fine, grado di addensamento variabile da sciolto a talora cementato, sono intercalate da strati arenacei o calcareo-arenacei o argillosi. Affiorano in tre corpi sedimentari principali intercalati alle Argille azzurre ed al tetto a queste si sostituiscono in concordanza stratigrafica ma in modo abbastanza netto ed evidente nonostante le argille mostrino componente sabbiosa e limosa abbondante.

- Calcareniti e Sabbie ad *Amphistegina* (p4), Pliocene Medio.

Sono sabbie più o meno limose fossilifere (pectinidi, brachiopodi, etc) con lenti di calcari ad *Amphistegina* (foraminifero a piccoli gusci tondeggianti), che segnano la chiusura del ciclo pliocenico.

IL QUATERNARIO

Dopo la fase continentale, corrispondente all'emersione tardo pliocenica, la Toscana ed anche il territorio livornese subiscono nel Pleistocene Inferiore (1,65-0,70 milioni di anni fa) ripetute trasgressioni e regressioni marine ma di estensione geografica limitata rispetto alle quelle mio-plioceniche.

Nel Pleistocene medio (0,7 –0,15 milioni di anni) le aree dell'entroterra continentale subiscono un lento ma notevole sollevamento epirogenetico (regressione gladio-eustatica) con la deposizione di sedimenti eolici e colluviali.

Il Pleistocene superiore (0,15-0,01 milioni di anni) è caratterizzato da una successione di fasi marine e continentali, rispettivamente calde e fredde (wurmiane).

Tutto ciò è testimoniato dalla seguenti formazioni:

- Sabbie ed argille ad *Arctica* (q2), Pleistocene Inferiore.

Si tratta di una alternanza tra strati sabbiosi, a volte arenacei, e banchi di argille e argille sabbiose; alle sabbie sono associate rare lenti conglomeratiche. La formazione, è fossilifera: l'*Arctica Islandica*, mollusco bivalve, è considerato un "ospite freddo" e fossile guida del Pleistocene Inferiore mediterraneo. Gli affioramenti maggiori (con potenze superiori ai 50 metri) si trovano in prossimità di Nugola.

- Sabbie di Nugola Vecchia (q3), Pleistocene Inferiore.

Sono sabbie fini fossilifere (Ostreidi e pectinidi) intercalate talvolta da strati arenacei o calcareo arenacei e conglomeratici. Affiorano sormontando le Sabbie ed argille ad *Arctica* tra Nugola Vecchia, Collesalveti e Torretta.

- Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci (q6), Pleistocene Medio.

La formazione presenta una litologia caratterizzata da sabbie grossolane, da limi e dalla presenza talvolta abbondante di ciottoli, anche di notevoli dimensioni, fortemente eterometrici, arrotondati e costituiti da anageniti, quarziti e calcari vari della Serie Toscana, che viceversa non compaiono nelle formazioni pleistoceniche sottostanti. La formazione non appare uniforme ma viceversa, a seconda dei luoghi di affioramento, si registra la preponderanza di questo o di quel tipo litologico; ciò è da mettere in relazione con l'ambiente di sedimentazione che doveva variare dal fluviale al fluvio-lacustre fino al deltizio.

- Conglomerati di Santo Stefano (q8), Pleistocene Superiore.

Sono piccoli ciottoli, provenienti dalle rocce dei complessi alloctoni liguri, in matrice sabbiosa, localmente cementate. Si limitano ad un ridotto affioramento in destra del Torrente Ugione, zona Aiaccia e si trovano in gran parte o del tutto al posto del primo banco delle Calcareniti sabbiose di Castiglioncello o "Panchina" livornese.

- Sabbie di Ardenza (q9), Pleistocene Superiore – Wurm II.

Sono sabbie e limi-sabbiosi molto fini, rosso arancio, con noduli tondeggianti millimetrici di Fe/Mn, di accumulo eolico e non stratificate. Costituiscono i deboli rilievi ad est di Stagno e sormontano i Conglomerati di Santo Stefano.

- Sabbie e limi di Vicarello (q11), Pleistocene Superiore – Wurm II.

Litologicamente simili a quelle di Ardenza, sono sabbie molto fini con una alta componente limo-argillosa di origine eolica che morfologicamente fanno parte della Pianura di Pisa sormontando i limi fluvio-palustri del sottosuolo a loro volta poggianti sopra i "Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina". Lo spessore si aggira sui 30-40 metri. Affiorano a nord di Collesalveti fino a Mortaiolo e Grecciano.

- Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina –NON AFFIORANTE –

Questa formazione non affiora in superficie, ma è facilmente individuabile nelle stratigrafie dei pozzi realizzati nella pianura. Rappresenta un elemento geologico molto rilevante avente funzione di "livello guida" per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo della Pianura di Pisa e del margine settentrionale delle Colline Pisane. Si tratta di un orizzonte costituito da ciottoli arrotondati e fortemente eterometrici, con prevalenza di elementi del "Verrucano" del Monte Pisano, immersi in una matrice che presenta una granulometria variabile tra la sabbia grossolana ed il ghiaietto.

La deposizione del livello è avvenuta in ambiente fluviale, durante una fase glaciale di forte abbassamento marino (Wurm) ad opera dell'Arno e del Serchio, quando unitamente solcavano la Pianura Pisana.

Con la stessa terminologia devono essere però individuati i terreni ciottolosi e sabbiosi depositi nello stesso periodo ad opera dei corsi idrici minori che scendevano dalle Colline Pisane (T.Tora, T.Isola, T.Crespina).

- Alluvioni terrazzate (at), Pleistocene Superiore.

Sono costituite da ghiaietto misto a lenti di sabbia e limo, giacenti sui terrazzi fluviali della Val di Tora e della Val Morra; compaiono anche sulle Argille azzurre delle

colline a sud del Crocino. In campagna sono talvolta difficilmente individuabili in seguito alla lavorazione del terreno per scopi agricoli.

- Sedimenti palustri alluvionali e di colmata (t), Olocene.

In questi sedimenti è difficile distinguere la frazione palustre da quella alluvionale e di colmata, salvo quando sono presenti le torbe ed i resti organici. Si trovano su vaste estensioni al piede delle Colline Livornesi nel bordo meridionale della Pianura di Pisa. Gli spessori di tale formazione variano dai pochi metri in prossimità del bordo agli oltre 50 metri (area Interporto-Biscottino); Nella zona di Stagno possono essere in eteropia di facies con i cordoni dunali sabbiosi (paleo-tomboli), che sono talora ricchi in resti organici e conchigliari di origine marina.

- Alluvioni (a), Olocene-attuale.

Si tratta prevalentemente di sedimenti argillo-limosi nella Piana di Pisa e di depositi sabbiosi e ghiaiosi nelle valli dei corsi d'acqua che attraversano formazioni con componenti lapidei, sabbiosi e conglomeratici; presentano spessori modesti al massimo di qualche decina di metri.

Detriti di frana e di versante (d), Olocene – attuale.

Sono coperture detritiche litologicamente varie provenienti da fenomeni gravitativi di origine e tipologia diverse che hanno determinato ammassi eterogenei dello spessore di almeno 2 metri.

Coltri antropiche di riempimento / riporto / discarica (r), Attuale.

Sono coltri eterogenee messe in opera dall'attività umana; la litologia dell'ammasso dipende dalle finalità dell'intervento, dalla bonifica geotecnica (area Interporlo, ex-CMF, Faldo etc.) al semplice scarico di materiali terrigeni misti.

4.3 – CENNI DI TETTONICA ed ASSETTO STRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO

Il territorio del Comune di Collesalveti presenta grandi varietà di strutture tettoniche in quanto le strutture di stile rigido e distensivo del complesso neoautoctono si sovrappongono a quelle plicative e traslative che sono caratteristiche dei Complessi Liguri.

I sedimenti fino al Pleistocene medio non sono interessati da inclinazioni e dislocazioni tettoniche di qualche rilievo; soltanto a partire dal Pleistocene inferiore i

sedimenti coevi ad est della linea Nugola – Castell’Anselmo risultano avere una giacitura regolare a monoclinale con immersione verso NE ed inclinazione di 6-8°.

Lungo tutto l’ampio affioramento ad Est dei Monti Livornesi le formazioni di età Pliocenica (inferiore e medio) presentano una stratificazione, sempre a monoclinale, con direzione appenninica, immersione a NE ed inclinazioni variabili dai 30° delle più antiche ai circa 15° delle più recenti; nella zona a Nord (zona Vallelunga ed Ugione), pur mantenendo le stesse inclinazioni l’immersione è spostata più a settentrione.

Pertanto gli strati pliocenici si dispongono a fascia intorno ai versanti N-NE-E dei Monti Livornesi.

In prossimità della Fattoria di Cordecimo questi sedimenti sono separati dalle formazioni mioceniche e dell’Alloctono Ligure da una faglia diretta a direzione N80°E ma in continuità non sono da questa tagliati; il che fa presupporre che l’attività sia cessata prima della messa in posto delle formazioni plioceniche. Tale conformazione del territorio in accordo con quanto proposto da alcuni Autori, deriverebbe dall’abbassamento del margine settentrionale ed avrebbe determinato sul fondo marino pliocenico un gradino e quindi particolari condizioni di sedimentazione.

Lungo tutto il fianco orientale dei Monti Livornesi (porzione centro-meridionale del Comune) i sedimenti del Miocene Superiore risultano in contatto, sempre con giacitura a monoclinale, con i Complessi Alloctoni Liguri attraverso la faglia diretta e conforme delle Parrane, che si sviluppa da Nord del Rio Savalano fino alla Fattoria di Cordecimo, con direzione appenninica NE-SO. Si attestano inoltre attraverso la sovrapposizione trasgressiva dei primi sedimenti del ciclo miocenico (m, m3, m4). In generale la giacitura degli strati ha una direzione intorno a NO-SE con immersione a NE ed una inclinazione che aumenta dai valori di 40-50° (Cava di Staggiano) delle formazioni di base a 20-30° (Parrana –Collalto- Vallironci) di quelle di tetto.

La faglia longitudinale e perimetrale delle Parrane non prosegue oltre la faglia trasversale di Cordecimo e all’incirca corrisponde all’orlo occidentale del Bacino neoautoctono del Tora.

Le formazioni dei Complessi Alloctoni sono generalmente caratterizzate da più ordini di strutture che possono essere limitate all’interno della singola formazione, coinvolgere più formazioni dello stesso Complesso o addirittura più Complessi. Pertanto gli elementi strutturali direttamente riscontrabili in campagna o deducibili da considerazioni di carattere geometrico sono pieghe, superfici di laminazione e stiramento, clivaggio, sovrascorrimenti e faglie.

Per quanto riguarda i sovrascorrimenti, contatti di questo tipo sono stati riscontrati fra i vari complessi presso il Torrente Ugione a Nord della Sambuca (fra

pe2 e c6), a Sud di Poggio Lecceta (fra c5a e c6-c7), da Poggio Querciolaia, presso il confine occidentale, alla zona tra Colognole e Poggio Gabbruccio (fra E e c6) ed a Sud di Monte Maggiore (fra E e c6).

Tra le principali faglie che interessano i Complessi Alloctoni ricordiamo quella di Cordecimo, quella a Nord della Sambuca, quella che dalla Valla Benedetta raggiunge a Sud il Botro Ficaiola.

5 – GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geomorfologico, il territorio Comunale di Collesalveti presenta tre aree ben distinte: la pianura, le colline ed i Monti Livornesi.

Un'estesa area settentrionale pianeggiante, con aree talvolta a quote altimetriche depresse (zone Biscottino, Grecciano, lago della Contessa), costituita dal margine meridionale della Pianura di Pisa e da una parte della piana più propriamente livornese.

Alla prima appartengono le zone agricole, in buona parte di antica e più recente bonifica e le aree a nuova destinazione artigianale ed industriale (Piana di Guasticce ed il Faldo); tali zone dalla tenuta di Grecciano, si estendono, in destra ed in sinistra dello Scolmatore dell'Arno, oltre l'abitato di Stagno "Vecchia" fin quasi al mare (Le Fornaci Vecchie); Sono caratterizzate da una quasi totale assenza di elementi geomorfologici naturali, i pochi presenti sono essenzialmente legati al reticolo idrografico o di origine antropica (chiari, arginature, aree umide soggette a ristagno) per la presenza di una fitta rete di canali e fossi di bonifica.

Per piana livornese ci riferiamo all'area pianeggiante e debolmente declive verso la linea di costa che corrisponde al terrazzamento "basso" tra il mare stesso, Suese, la Gronda dei Lupi fino oltre la frazione livornese di Ardenza, dovuto alla trasgressione eustatica "Tirreniana". In essa rientrano quindi le aree in debole rilievo all'estremità nord-occidentale del territorio comunale tra la Fattoria di Suese-Villaggio Emilio, Valle delle Mignatte e l'Aiaccia. Fino al XVIII secolo le zone sopra descritte erano caratterizzate dalla presenza di numerosi paduli (zona Stagno- Ponte Ugione) che sono stati prosciugati e bonificati nel tempo, ad eccezione dell'area dell'Oasi della Contessa, che ad oggi conserva la valenza di area umida, seppur regolato da un impianto idrovoro privato.

Procedendo in direzione Sud la pianura si raccorda con i blandi rilievi collinari, a prevalente costituzione argilloso-sabbiosa-ciottolosa, che caratterizzano l'ampia fascia settentrionale che dalla Fattoria di Suese, ad Ovest, si estende fino alle colline

su cui sorgono gli abitati di Nugola, Montecandoli, Badia e Collesalveti. Rilievi con medesimi caratteri morfologici e geologici, con prevalenza di litologie argillose, sono inoltre presenti nella porzione sud-orientale del territorio comunale tra il confine orientale (Castell'Anselmo, Torretta Vecchia e Crocino) e, ad Ovest, l'allineamento Monte Massi-Fattoria Acquaviva – Poggio ai Frati - Parrana San Martino – Parrana Nuova – Casa Staggiano.

In generale si tratta di zone agricole, trasformate negli ultimi anni in agrituristiche, per lo più a vocazione cerealicola (dove prevalgono terreni argillosi), e di bosco a vegetazione mediterranea (lecci, corbezzoli, pini etc.) impiantatosi sulle litologie sabbiose e sabbio-ciottolose. Su queste ultime sono altresì presenti colture viticole e ad uliveto.

Infine la terza area che caratterizza morfologicamente il territorio comunale, è costituita dal Nord e Nord-Est dei Monti Livornesi, i cui rilievi, per quanto nettamente al di sotto dei 500 metri di altitudine, presentano versanti alquanto più ripidi (per lo più superiori al 35%) e forme ben più aspre e con maggiore propensione al dissesto rispetto a quelle collinari precedentemente descritte.

Questi rilievi sia per l'ossatura lapidea delle litologie presenti, sia per la mancanza o scarsità depositi alluvionali nelle incisioni vallive, come pure per la estesa e pressoché continua copertura boschiva, si presentano in netto contrasto rispetto al circostante paesaggio delle colline.

Le principali culminazioni sono allineate lungo il confine Sud-occidentale del Comune e corrispondono a Poggio alla Quercia (315 m s.l.m.m.), Poggio Vaccaie (449 m), Poggio Lecceta (457 m), Monte Maggiore (453 m) e Monte Auto (372 m). Altre cime significative sono rappresentate da Poggio Stipeto (401 m), ad Ovest di Parrana San Giusto, da Poggio alle Fate (365 m) e Poggio Gabbruccio (247 m) a SO di Colognole.

5.1 – LA CARTA CLIVOMETRICA

I dati di partenza per la realizzazione della CARTA CLIVOMETRICA (Tav.3 a-b-c) sono rappresentati dai file vettoriali (.dwg e .dxf), facenti parte della Carta Tecnica Regionale realizzata dalla Regione Toscana, che contengono elementi topografici puntuali, lineari e poligonali, nonché annotazioni di testo relativi all'intera area coperta dal comune di Collesalveti.

Dai .dxf sono stati estratti i layer relativi alle curve di livello ed ai punti quotati e successivamente convertiti in shapefile rispettivamente di tipo lineare e puntuale,

inserendo manualmente l'informazione relativa alla quota dove si aveva valore nullo in tabella.

Con i suddetti shapefile è stato creato un modello che simula la superficie del terreno (TIN cioè Triangular Irregular Network), modello che viene realizzato collegando tramite una maglia continua di triangoli le entità puntuali dotate di informazioni di altezza; la precisione del modello dipende quindi dalla densità dei punti di controllo.

Successivamente si è passati alla realizzazione del Grid cioè il modello digitale del terreno costituito da un arrangiamento rettangolare di celle di uguali dimensioni, ciascuna delle quali recanti informazioni di altitudine. Poichè la precisione dell'elaborato è funzione inversa della grandezza delle celle è stata scelta una cella di lato pari ad un metro.

Dalla suddetta griglia si è derivata la carta clivometrica tramite la funzione Derive SLOPE, strumento in grado di calcolare a partire da valori di quota assegnati alle singole celle, l'inclinazione della superficie del modello del terreno in esame in ogni suo punto; il territorio viene così suddiviso in aree all'interno delle quali l'inclinazione è compresa entro determinati valori corrispondenti alle classi di pendenza stabilite.

Le classi di pendenza sono state così suddivise:

CLASSE	PERCENTUALE (%)	GRADI (°)	DESCRIZIONE CLIVITA'
1	0-5	0-3	Pianeggiante / sub-pianeggiante
2	5-10	3-6	Bassa
3	10-15	6-9	Medio - Bassa
4	15-35	9-20	Media
5	35-60	20-31	Alta
6	>60	>31	Elevata

L'osservazione della Carta Clivometrica (Tav.3) evidenzia in maniera inequivocabile i tre ambienti geografici in cui è stato suddiviso il territorio di Collesalveti.

In particolare, le classi di pendenza superiori al 35% sono concentrate nell'ambito dei Monti Livornesi; le pendenze intermedie dal 10 al 35% con bordi di terrazzo superiori al 35% (Nugola e Le Badie) sono tipiche delle colline, mentre le pendenze inferiori al 5% riguardano l'intera porzione meridionale della pianura di Pisa, i fondi valle e le sommità piatte delle colline.

A livello locale l'incremento o la diminuzione di pendenza è legata alla tipologia del deposito affiorante ed al proprio angolo di attrito di riposo; per esempio nelle

porzioni collinari argillose i pendii sono dolci e di forma convessa, nelle porzioni sabbiose i tagli naturali di pendio sono numerosi e le pendenze superiori; stesse considerazioni possono essere fatte per le litologie dei Complessi Alloctoni, infatti gli ammassi rocciosi ofiolitici possono essere esposti con angoli di riposo decisamente superiori anche con giaciture sfavorevoli alla stabilità (franapoggio) rispetto a quelle delle rocce flyschoidi.

5.2 – LA CARTA GEOMORFOLOGICA

I caratteri geomorfologici di un territorio sono di gran lunga i più importanti nell'ottica di una corretta progettazione urbanistica in quanto forniscono la conoscenza dell'evoluzione territoriale recente, in stretta connessione con gli effetti antropici.

Pertanto la costruzione della nuova CARTA GEOMORFOLOGICA (Tav.4 a-b-c) ha richiesto una metodologia di lavoro complessa che ha seguito i seguenti "step":

- Studio foto-interpretativo dell'intero territorio con analisi in stereoscopia di foto aeree in bianco e nero ed a colori realizzate in voli del 1976 e del 1993, messe a disposizione rispettivamente dall'Amministrazione Comunale di Collesalveti;
- Rilevamento di campagna in scala 1:5.000 e 1:10.000 per la verifica diretta degli elementi evidenziati in stereoscopia e l'individuazione di ulteriori caratteri geomorfologici non riportati su foto aerea;
- Controllo degli elementi geomorfologici riportati nella precedente Carta Geomorfologica di corredo all'attuale P.R.G. redatta dal Dott. P. Baldacci;
- Stesura in scala 1:5.000 della nuova Carta Geomorfologica (Tav.4) con ulteriore verifica su foto aerea dei caratteri individuati;
- Costruzione della legenda seguendo per quanto possibile le indicazioni fornite nel protocollo di intesa fra Autorità di Bacino dell'Arno ed Ordine dei Geologi della Toscana.
- Digitalizzazione con software *ArcGIS* della Carta Geomorfologica.

In relazione al tipo di ambiente morfoclimatico (la pianura, le colline ed i Monti Livornesi) che caratterizza l'area in studio, i principali processi morfogenetici che contribuiscono a dare una decisa impronta al paesaggio sono stati elencati nella legenda della Carta Geomorfologica e sono essenzialmente:

- Le forme di versante legate ai fenomeni gravitativi ed erosivi;
- L'idrografia superficiale strettamente connessa ai processi fluviali e di dilavamento;

- Le forme antropiche che modificano e trasformano l'ambiente naturale;
- Gli elementi tettonici.

5.2.1 – LE FORME DI VERSANTE

Buona parte del territorio Sud occidentale è stato ed è interessato da fenomeni di gravità: la presenza di queste masse dislocate, la maggior parte delle quali è tuttavia inattiva (frane quiescenti, relitte o paleofrane), dipende da vari fattori e cioè come prime cause dall'assetto tettonico-strutturale, dalla composizione litologica e dall'acclività dei versanti, ed in seconda misura dalla giacitura degli strati e dall'infiltrazione idrica.

Nella maggior parte dei casi l'accumulo detritico ha raggiunto un affidabile grado di stabilità, ma talvolta per condizioni di acclività, per azione erosiva dei corsi d'acqua o per errati interventi antropici possono manifestarsi riprese di frana.

In genere, le aree collinari e montuose del territorio comunale sono interessate sia da frane di scorrimento (soliflussi, colamenti, scoscendimenti) sia quelle di crollo di massa rocciosa da pareti particolarmente ripide.

Le frane di scorrimento si manifestano più frequentemente sui versanti caratterizzati litologicamente da terreni argillosi, quelle di crollo sui versanti dove sono presenti le rocce ofiolitiche.

Nell'area montana le frane attive ubicate sostanzialmente lungo le lineazioni tettoniche, si sviluppano lungo la fascia di contatto fra le formazioni alloctone e quelle mioceniche tra Cordenimo, a Nord, e Colognole-Le Case a Sud.

In particolare tra quelle che coinvolgono la viabilità principale ed i nuclei abitati si segnalano:

- la frana al di sotto della Fattoria di Cordecimo in sinistra del Botro Caldo che interessa la carreggiata dalla S.P. delle Parrane,
- le frane di modesta estensione areale, comprese tra Pietreto e Parrana S. Martino;
- le frane più estese del comprensorio Loti-Fondoni e di Colognole che coinvolgono sia le carreggiate stradali che caseggiati isolati;
- la frana che in loc. Poggio alle Fate interessa il raccordo stradale di collegamento fra il Gabbro e S.P. della Valle Benedetta;
- le frane sul Torrente Morra in prossimità della Terrazza delle Sorgenti di Colognole;
- la frana a Nord della Sambuca in destra idrografica del Torrente Ugione.

Nelle colline i fenomeni attivi si limitano a crolli (nelle sabbie) o colamenti (nelle argille) che coinvolgono modeste estensioni di territorio. In particolare si segnalano:

- la frana di Moccolino a Nord di Castell'Anselmo;
- le frane a Nord di Nugola Nuova;
- la frana che grava sulla via delle Sorgenti in località La Badiola.

Le frane classificate come inattive (quiescenti o relitte) trovano la stessa collocazione di quelle attive sia nell'area montana che in quella collinare. Sono sostanzialmente ammassi caotici detritici derivanti da processi gravitativi attualmente stabili o interessati solo da modesti fenomeni superficiali. In particolare per l'ubicazione e l'estensione si segnalano da Nord a Sud:

- le coltri di Casa Panzane e Montecandoli;
- le coltri di Le Corti – Castell'Anselmo lato Est – Poderino;
- le coltri di Parrana San Giusto su cui si sviluppa l'abitato di Ceppetto, Casa Monzone e Pandoiano;
- la coltre tra Poggio dei Pini e la S.S. 206 in loc. Crocino;
- le coltri in prossimità di Colognole-Le Case che interessano la valle del Morra, del Savolano e la S.P. della Valle Benedetta;
- La coltre sotto Poggio Lecceta in loc. Poggio ai Frati – Poggio le Vallore.

I fenomeni puntuali minori che possono dar luogo ad una franosità superficiale diffusa e cioè i soliflussi, si localizzano soprattutto nelle aree pedecollinari argillose.

5.2.2 – I PROCESSI FLUVIALI E DI DILAVAMENTO

Sui versanti nudi a prevalente matrice argilloso-sabbiosa le acque piovane danno luogo a ruscellamento diffuso e concentrato cioè a fenomeni di erosione sia areale che puntuale.

Fenomeni di erosione di sponda sono segnalati in particolare lungo il corso del Torrente Morra nel tratto fra Colognole e il Crocino.

Va sottolineato che l'erosione sugli alvei dei torrenti e dei botri è accentuata dove l'acclività dà all'acqua notevole energia (nei bacini del versante orientale i dei Monti Livornesi) ed in pianura dove i corsi d'acqua assumono un andamento debolmente meandriforme.

5.2.3 – ELEMENTI ANTROPICI

CAVE

Attualmente sul territorio comunale di Collesalveti l'unica cava in attività è quella di Staggiano, dove il materiale cavato riguarda la formazione argillo-marnosa miocenica (m5) e viene utilizzato nell'industria del laterizio. La cava rappresenta un ampliamento di quella già coltivata a Sud del Botro Torricchi (Cava Serredi), nel territorio comunale di Rosignano Marittimo.

In passato, l'attività estrattiva ha interessato praticamente tutte le formazioni che avevano materiali idonei alla richiesta del mercato: le argille in località Ca' Lo Spelli, le sabbie a Casa Lupinaio vicino ad Aiaccia, a Poggio alle Cave ed in località Moccolino vicino a Torretta Vecchia, i gessi a Collalto, i conglomerati al "lago B" della Fattoria Acquaviva ed infine le serpentiniti alla Valle Benedetta, in prossimità del confine con il Comune di Livorno.

La cava a Casa Lupinaio che aveva grosse dimensioni è stata ripristinata; alcune altre come quelle di Moccolino, una volta dismesse, sono state recuperate dal punto di vista ambientale, così come lo sarà quella di Poggio alle Cave della quale si conosce il progetto di recupero.

Nei siti delle cave abbandonate rimanenti l'entità del degrado è notevole specialmente in quelle ubicate alla Valle Benedetta dove si segnalano distacchi di roccia anche pericolosi.

INVASI ARTIFICIALI

Nelle tenute di Sueese, Vallelunga e Acquaviva sono presenti invasi artificiali di varia estensione e volumetria con sbarramenti in terra a chiusura di valli secondarie e vallecole con versanti a diversa litologia, prevalentemente argillosa.

Una particolare segnalazione va fatta per l'invaso presente in posizione elevata di lato alla Strada Statale n. 206 Pisana Livornese poco a sud della frazione di Crocino, interessato da un contorno geomorfologico instabile.

Ci sono poi laghetti di escavazione specialmente nella zona collinare agricola ed i caratteristici "chiari", cioè gli specchi d'acqua poco profondi che si alimentano con la falda freatica più superficiale nei periodi particolarmente piovosi, numerosi e disseminati nella pianura settentrionale tra Grecciano e Stagno. Particolare importanza a livello ambientale, naturalistico e paesaggistico rivestono l'Oasi della Contessa e quella del Biscottino.

COLTRI ARTIFICIALI

Altre forme antropiche sono le coltri artificiali messe in opera essenzialmente o per rialzare il piano campagna nelle aree di pianura o per ripristino ambientale (Valle delle Mignatte).

Legate all'espansione artigianale-industriale-commerciale sono i siti Interporto – ex CMF – Il Faldo – la Chiusa, caratterizzati da riporti da materiale arido eterogeneo compattato; discorso a parte merita il sito del Parco di Stagno, caratterizzato invece in passato da una bonifica palustre effettuata con materiali inerti e terrosi di varia origine.

INFRASTRUTTURE

Per la sua posizione geografica, il territorio comunale di Collesalveti si trova inserito in una rete infrastrutturale viaria di grande importanza: l'autostrada, la S.G.C. Fi-Pi-Li, la S.S. n.1 Aurelia, la S.S. n.206 Pisa-Cecina, il nuovo nodo merci ferroviario, lo Scolmatore d'Arno che mettono in comunicazione importanti aree industriali ed artigianali come la raffineria di Stagno, il vicino Porto Industriale di Livorno, lo scalo ferroviario merci di Calabrone, l'Interporto –ex CMF –Il Faldo, nonché città di importanza strategica come Livorno, Pisa e Firenze.

Tutti questi elementi comportano continue trasformazioni del territorio che inducono ad un aggiornamento continuo degli elementi antropici (argini, canali, riempimenti, strade etc.) nella Carta geomorfologia.

6 – CARATTERISTICHE LITOLOGICO-TECNICHE

Nelle formazioni rocciose dei Monti Livornesi e nei depositi delle colline e della pianura settentrionale, i litotipi sono molto numerosi e variano da ammassi lapidei a terreni sciolti.

In base alle caratteristiche litologiche e fisico-meccaniche (coesione ed angolo di attrito), le rocce sono organizzate in unità litotecniche, raggruppate a loro volta in classi tenendo conto della Carta Geologica di base (Tav.2).

6.1 – LA CARTA LITOLOGICA

La CARTA LITOLOGICA (Tav.5 a-b-c) si articola nelle seguenti sei classi, suddivise in unità litotecniche:

Classe 1 - Rocce coerenti

- **1 a** – COMPATTE ad alta resistenza
- **1 b** – ORGANOGENE a media resistenza
- **1 c** – ALTERNANZE DI LITOTIPI DIVERSI a medio-bassa resistenza

Classe 2 - Rocce semicoerenti

- **2 a** – CONGLOMERATICHE a alta resistenza
- **2 b** – LITOTIPI STRATIFICATI a bassa resistenza

Classe 3 – Terreni pseudocoerenti (coesivi)

- **3 a** – ARGILLOSI a medio alta consistenza
- **3 b** – ARGILLOSI E TORBOSI a bassa e bassissima consistenza

Classe 4 – Terreni da pseudocoerenti ad incoerenti

- **4 a** – PREVALENTEMENTE ARGILLOSI a medio-bassa consistenza
- **4 b** – LIMO-SABBIOSI a medio-bassa consistenza
- **4 c** – DETRITI COLLUVIALI O DI FRANA in matrice coesiva
- **4 d** – PREVALENTEMENTE SABBIOSI da sciolti a debolmente sabbiosi

Classe 5 – Terreni da incoerenti a debolmente cementati

- **5 a** – CIOTTOLOSI da poco addensati a mediamente addensati
- **5 b** – SABBIOSI da mediamente addensati ad addensati
- **5 c** – SABBIOSI CON BANCATE ARENACEE E/O CALCARENITICHE da poco addensati a compatti

Classe 6 – Terreni misti

- **6** – MATERIALI DI RIPORTO / DISCARICA /RIEMPIMENTO eterogenei

In ogni classe e singola unità litotecnica le formazioni appartenenti sono state ordinate secondo il grado decrescente di resistenza.

Nella **Classe 1** sono state inserite le seguenti formazioni:

1a - Gabbri e Brecce di Gabbro (G), le Serpentiniti (E).

1b - Calcarei di Castelnuovo (m4) della Formazione del Calcare di Rosignano.

1c - Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo (c7), Arenarie, siltiti, argilliti con *Phitonella* (c6), Argilliti e calcari silicei a *Palombini* (c2), Flysch calcareo marnoso di Poggio S. Quirico con livelli di brecce (pe2), le Argilliti varicolori del Fortulla con banchi di brecciole, litidi, calcari a grana fine ed arenarie (c5a).

Le rocce raggruppate in questa classe hanno caratteristiche litotecniche assai eterogenee.

Il gruppo delle ofioliti, serpentiniti, gabbri e brecce di gabbro, consiste in rocce litoidi massicce, la cui compagine d'insieme può variare in relazione al grado fratturazione, generalmente notevole, e di degradazione superficiale.

I Calcari di Castelnuovo hanno costituzione in netta prevalenza lapidea in banchi massivi e talora in strati più o meno fratturati e friabili.

I vari Flysch sono caratterizzati da sequenze di litotipi lapidei (calcarei, calcareo-marnosi e marnosi), in banchi o strati più o meno fratturati e litotipi siltosi e argillitici. La scarsa compattezza d'insieme di queste rocce deriva sia dall'essere costituite da associazioni di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse, sia dal grado di fratturazione e dall'elevata fissilità prodotti dall'intensa tettonizzazione subita.

Nella **Classe 2** sono state inserite le seguenti formazioni:

2a – Conglomerati rossi e verdi talora lignitiferi (m), Conglomerati di Villa Mirabella (m3), Sabbie e conglomerati di villa Poggio Piano (m8).

2b - Marne e marne argillose (m5), Diatomiti (m6), Gessi (m7).

Questa classe include sia i litotipi, talora stratificati, a netta dominante conglomeratica in matrice prevalentemente sabbiosa a vario grado di cementazione, sia le marne e marne argillose, costituite da un'alternanza di banchi marnosi, marnoso-argillosi, argillosi, con intercalazioni di diatomiti stratificate e di gessi.

Nella **Classe 3** sono state inserite le seguenti formazioni:

3a – Argille Azzurre (p).

3b – Sedimenti palustri alluvionali e di colmata (t*).

Le caratteristiche geo-meccaniche delle formazione delle argille azzurre variano con il loro contenuto in acqua; hanno consistenza plastica medio-alta; durante intense piogge possono diventare più molli e dar luogo a fenomeni di dissesto superficiale (colamenti, soliflussi); nei periodi asciutti tendono ad essiccarsi divenendo compatte e stabili. Localmente possono essere intercalate da sottili livelli limo sabbiosi fini.

Per quanto riguarda i sedimenti palustri, alluvionali e di colmata, nella Pianura di Pisa, denominati (t*), caratterizzati da terreni saturi in acqua prevalgono i limi-argillosi, limi-sabbiosi e le argille melmose con livelli di torba a scadenti caratteristiche geotecniche e conseguenti bassi e bassissimi valori di capacità

portante. Trattandosi di potenti argille sensitive quasi prive di consistenza a livello areale danno luogo a fenomeni di subsidenza; tali effetti sono amplificati se sottoposte a carichi o a notevoli emungimenti.

Nel corso di molte indagini svolte è stata spesso riscontrata, anche a profondità inferiori a -10 m da p.c., la presenza di gas interstiziale infiammabile (prevalentemente metano) collegato a processi di degradazione organica di resti vegetali presenti negli orizzonti argillo-torbosi.

Nella **Classe 4** sono state inserite le seguenti formazioni:

- 4a** – Sabbie e argille ad *Arctica* (q2), Sabbie e limi di Vicarello (q11).
- 4b** – Alluvioni e Alluvioni terrazzate (a - at)
- 4c** – Detriti di frana e di versante (d).
- 4d** – Sedimenti palustri alluvionali e di colmata (t**).

Le formazioni q2 e q11 sono costituite da alternanze di livelli argillosi e di strati sabbiosi con prevalenza abbastanza netta di argille plastiche a consistenza intermedia nelle Sabbie ed argille ad *Arctica* e di limi e limi argillosi con orizzonti sabbiosi fini nella formazione di Vicarello.

Il gruppo dei depositi alluvionali è formato da litotipi che, in generale, presentano caratteristiche geomeccaniche piuttosto variabili a seconda del luogo di affioramento; in generale prevalgono le granulometrie medio-fini con matrici prevalenti limo-argillose.

Gli accumuli detritici, di frana e di paleofrana derivano da litotipi con caratteristiche alquanto eterogenee. Per la loro composizione litologica si deve fare riferimento a quella dell'unità litotecnica da cui sono stati originati; in generale hanno una matrice di tipo coesivo.

Per quanto riguarda i sedimenti palustri, alluvionali e di colmata, nella zona Ovest di Stagno, denominati (t**), in superficie sono costituiti da sabbie e sabbie limose sciolte con resti organici vegetali, algali e conchigliari, relazionabili ad ambienti dunale, retrodunale e lagunare. Infatti entro i primi 10-16 m di profondità, secondo allineamenti pseudoparalleli alla linea di costa con andamento NW-SE, si rintracciano cordoni dunali sepolti (paleo tomboli), che formano isole di terreno per diversi metri di spessore; in questi livelli, seppur saturi, le caratteristiche geomeccaniche sono migliori.

Nella **Classe 5** sono state inserite le seguenti formazioni:

- 5a** – Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci (q6).
- 5b** – Sabbie di Ardenza (q9).

5c – Sabbie gialle (p3), Calcareniti e sabbie ad "*Amphistegina*"(p4), Sabbie di Nugola Vecchia (q3), Conglomerati di Santo Stefano (q8).

La formazione q6 è costituita da ciottoli poligenici eterogenici in matrice prevalentemente sabbiosa alternati a livelli limo-sabbiosi. Si presenta poco da poco addensata a mediamente addensata.

Le Sabbie di "Ardenza" sono costituite in prevalenza da sabbie fini limose mediamente compatte.

Le restanti (p3, p4, q3, q8) sono costituite da sabbie e sabbie fossilifere più o meno fini, da poco addensate fino a compatte con consistenza litoide nei livelli (lenti o bancate) cementati calcarenitici.

Nella **Classe 6** sono inseriti i terreni antropici (riporto, discarica, riempimento) di varia natura, eterogenei e con caratteristiche e grado di compattezza variabile da luogo a luogo.

6.2 – PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

La notevole mole di dati geologico tecnici in nostro possesso e reperiti per la costruzione della Carta dei Dati di Base, ha permesso di realizzare una tabella riassuntiva dei "range" di variazione dei principali parametri geotecnici delle formazioni affioranti e più ricorrenti.

Formazione	Litologia prevalente	Rp Kg/cmq	γ t/mc	φ (°)	Cu Kg/cmq	Mv cmq/t	σ kg/cmq
t*	Argilla limosa torbosa	2-6	1,45-1,65	-	0,05-0,30	40-70	-
t**	Sabbia e sabbia limosa	30-100	1,80-1,90	27-28	-	3-8	-
q11	Argilla limosa	15-35	1,70-1,90	-	0,70-1,20	10-18	-
q9	Sabbia limosa	15-50	1,75-1,85	28-32	0,50	10-20	-
q6	Sabbia e limo con ciottoli	40-70	1,85-1,95	30-35	1,00	4-10	-
a - q2	Argilla sabbiosa ed argille limose	10-25	1,85-1,95	-	0,50-1,00	15-20	-
q3-p3	Sabbia fine	50-100	1,90-2,10	32-38	-	3-5	-
p-m5	Argilla e marna argillosa	15-40	1,90-1,95	-	0,6-1,5	10-20	-

m – m3– m8	Conglomerato e sabbie con ciottoli	>50 - rifiuto	1,95-2,15	30-40	-	1-5	-
m4	Calcare organogeno	rifiuto	2,10-2,20	>35	-	-	300- 1500
G - E	Gabbri e Serpentini	rifiuto	2,60-3,10	>40	-	-	1400- 2500
c2 -c7	Bancate calcareo-marnose e calcareo-silicee	rifiuto	2,30-2,50	>45			300- 1500
c2-c6-c7	Livelli argillitici	rifiuto	2,00-2,30	25-30	-	-	10-1000
pe2	Livelli argillo scistosi - argillitici	rifiuto	2,00-2,30	25-30	-	-	10-1000
c5a	Livelli argillitici	rifiuto	2,00-2,30	25-30	-	-	10-1000

Legenda: Rp= Resistenza alla punta con prova CPT, γ = Peso di volume, ϕ = Angolo di attrito interno, Cu= Coesione non drenata, mv= Coeff. di compressibilità volumetrica, σ = Resistenza a compressione.

6.3 – CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA

Il rischio sismico valuta gli effetti prodotti da un terremoto atteso su un dato territorio in un determinato intervallo di tempo.

I fattori che lo definiscono sono le pericolosità di base e locale, la vulnerabilità degli edifici e del sistema urbano e l'esposizione.

La pericolosità sismica di base è la misura dello scuotimento al suolo ed è legato alle caratteristiche sismotettoniche ed alle modalità di rilascio e di propagazione dell'energia dalla sorgente al sito.

La sua definizione comporta la raccolta e l'interpretazione delle informazioni riguardo alla sismicità regionale e la sismotettonica.

La pericolosità sismica locale è la misura dello scuotimento al sito ed è legato alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali.

A livello qualitativo effetti locali sono determinati dalla topografia, dalla litologia dei terreni, dalla morfologia sepolta, dai contatti tra litotipi differenti, dalcompostamento anelastico dei suoli, dalla liquefazione, dalla risonanza dei terreni, dalle faglie e dalle lineazioni.

La sua definizione quindi comporta l'acquisizione di informazioni sugli effetti locali dei terremoti storici e la conoscenza delle condizioni sopra ricordate.

La nuova normativa sismica nazionale adottata con ordinanza P.C.M. n.3274 del 20/3/2003 ed entrata in vigore l'8 maggio dello stesso anno, ha definito la nuova classificazione sismica del territorio nazionale e le nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

E' stato introdotto il " grado di sismicità " con riferimento all'accelerazione al suolo e l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zona sismiche secondo valori di accelerazione (a_g) massima del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Per quanto riguarda il Comune di Collesalveti, precedentemente classificato sismico di II categoria ($S= 9$), attualmente è stato inserito in classe 2 dove l' a_g è pari a 0.25g.

La normativa, prevede la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, individuando 5 tipi di suolo secondo i parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}), che può essere determinato con le misure dirette in sito (indagini geofisiche) e/o operando correlazioni con valori di N_{spt} e C_u .

Le correlazioni proposte dalla normativa possono discostarsi dai valori misurati direttamente in situ, per cui la Regione Toscana intende procedere alla acquisizione diretta della V_{s30} .

Uno studio di pericolosità a livello regionale, su incarico della Regione Toscana, ha individuato la probabilità di eccedenza, in 50 anni a partire dal 1981, di intensità dell'VIII grado MCS (Scala Mercalli-Cancani-Sieberg) per tutti i Comuni della regione. I valori di probabilità espressi in percentuale sono stati raggruppati in 4 classi indicative dei livelli di rischio: elevato (8%), medio-elevato (5.7-8%), medio-basso (3-5.7%) e basso (0.8-3%).

Il territorio comunale di Collesalveti è classificato a rischio basso, ma i vicini comuni di Rosignano Marittimo, Fauglia, Lorenzana ed Orciano Pisano ricadono nella classe di pericolosità superiore (medio-bassa) in virtù dei "recenti" eventi tellurici.

Ricordiamo infatti nella tabella sottostante, tratta da uno studio di Coccia (1982), alcuni terremoti con epicentro a Livorno e zone limitrofe; i tale tabella venvono indicate oltre alla località e al giorno anche l'intensità epicentrale (I_0) e la magnitudo (ML):

Anno	Mese	Gior.	Ora	Min.	Sec.	Località	I ₀	ML	Scosse
1168	01	10				Pisa	VII	5.0	
1322						Pisa	VII	5.0	P.S.
1494	11	19				Pisa	VI	4.0	P.S.
1597	01	29				Orciano Pisano	VI	3.8	P.S.
1642	04	05				Livorno	VII	3.8	
1646	04	05	16			Livorno	VII	5.0	P.S.
1717	06					Livorno	VI	3.8	P.S.
1742	01	27				Livorno	VI	3.8	27
1771	01	08	03			Livorno	VII	5.0	3
1808	10	26	15			Livorno	VI	4.0	
1814	04	03	07	30		Pisa/Livorno	VII	5.0	P.S.
1846	08	14	12			Colli Pisani	X	6.2	58
1883	12	08	17			Orciano Pisano	VI	3.8	1
1894	12	12	11	15		Livorno	VI	4.0	P.S.
1904	03	27	11	35		Marina di Pisa	VI-VII	4.5	1
1914	01	15	03	28		Livorno	VI-VII	4.5	1
1934	11	20	10	25	36	Livorno	IV	3.4	1
1936	06	25	01	41	55	Montenero	III	3.0	2
1936	09	30	03	38	06	Castellina M.ma	V	3.6	3
1939	04	14	18	46	33	Livorno	III	3.0	2
1943	04	15	20	43	40	Livorno	III	3.0	1
1948	07	05	01	37	48	Livorno	IV-V	3.6	5
1949	03	03	12	07	28	Pisa	III	3.0	1
1949	12	16	14			Livorno	III	3.0	2
1950	04	01	21	54	38.5	Livorno (in mare)	VII	4.8	18
1955	01	21	15	18	46	Pisa	IV	3.4	1
1967	08	11	15	45		Rosignano M.mo	IV	3.4	1
1972	09	09	07	25		Pisa	III	3.2	1
1973	05	23	05	03	28.2	Livorno	III	2.9	1
1975	02	27	23	44	57	Pisa	V	3.8	1

Per definire la risposta locale ad una data sollecitazione sismica è necessario definire il moto sismico di riferimento (su roccia); il metodo più usato è quello misto, dove la valutazione della pericolosità sismica è statistica ed è abbinata alla sequenza temporale casuale determinata con modello fisico-matematico.

La risposta delle strutture al terremoto è soddisfatta con la rappresentazione dello spettro di risposta, come viene definito dall' Eurocodice 8 (secondo cioè le norme e le regole dettate dalla Comunità Europea).

E' prevista la suddivisione del terreno in tre classi di depositi:

Classe A:

- rocce o formazioni geologiche caratterizzate da una velocità delle onde di taglio V di almeno 800 m/s, con un massimo di 5 metri di copertura di materiale più deformabile;

- depositi rigidi di sabbie, ghiaie o argille sovraconsolidate, di spessore di alcune decine di metri, caratterizzati da un incremento graduale delle proprietà meccaniche con la profondità e con valori di V_s di almeno 400 m/s a 10 metri di profondità;

Classe B:

- depositi profondi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille mediamente compatte con spessori da alcune decine di metri a molte centinaia di metri, caratterizzati da valori minimi di V_s crescenti da 200 m/s a 10 metri di profondità fino a 350 m/s alla profondità di 50 m;

Classe C:

- depositi di terreni incoerenti sciolti con eventuali intercalazioni di materiali coesivi, caratterizzati da valori di V_s minori di 200 m/s nei primi 20 metri di profondità;
- depositi costituiti prevalentemente da terreni coesivi da soffici a mediamente compatti, caratterizzati da valori di V_s minori di 200 m/s nei primi 20 metri di profondità.

Ai tre differenti tipi di suolo vengono assegnati i valori dei parametri che definiscono lo spettro di risposta, per il calcolo della funzione di amplificazione della risposta $Re(T)$ rispetto alla accelerazione massima al suolo.

Per l'ambito locale è infine necessario stabilire il valore di accelerazione di picco, ricavandolo da considerazioni di tipo statistico e legandolo precauzionalmente alla probabilità di superamento del 10% in 50 anni, corrispondente ad un tempo di ritorno di 475 anni.

Per caratteristiche geologiche e strutturali il Comune di Collesalveti fa parte della medesima zona sismica di Livorno, per cui il valore di accelerazione di picco può essere identico a quello di Livorno e cioè **0.24 g**. e possono essere acquisite le medesime indicazioni una volta definiti gli spettri.

I risultati della indagine suggeriscono di effettuare studi particolari nel caso di strati superficiali di limitato spessore sovrastanti materiali di elevata rigidità appartenenti alla Classe A e depositi di terreno di elevato spessore costituiti da materiali ad elevata plasticità.

Inoltre viene raccomandato di considerare la topografia che dà effetti di amplificazione sui rilievi allungati e sui versanti con angoli di pendenza superiori a 15° (cioè sui terreni inseriti nella classi 4-5-6 della Carta Clivometrica).

Queste considerazioni sono state tenute in debito conto nella elaborazione della CARTA DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (Tav.9); per la stesura di una vera Carta di risposta all'evento sismico sono necessarie adeguate indagini geofisiche di approfondimento.

La realizzazione di questa carta, magari limitata ai centri abitati del Comune, potrebbe rappresentare una integrazione al presente studio di supporto al Piano strutturale ed offrire una reale quadro di risposta agli effetti sismici locali.

6.3.1 – IL TERREMOTO di ORCIANO (1846)

Il sisma del 14 agosto 1846 colpì l'area collinare della Toscana occidentale compresa fra le valli dei fiumi dell'Arno e del Cecina. La scossa più forte durò circa 25-30 secondi e si verificò alle 12:00, seguita da un'altra alle 21:00 del giorno stesso. Gli effetti distruttivi si estesero per una superficie di circa 250 kmq. Il paese più colpito fu quello di Orciano Pisano, dove il terremoto causò il crollo totale o parziale di tutti gli edifici, anche per le caratteristiche scadenti degli edifici contadini. A Guardistallo e Luciana la maggior parte delle abitazioni subirono danni molto gravi; in altre 18 località, fra cui Livorno e Pisa, ci furono forti danni.

A Livorno il campanile del duomo si lesionò, nella chiesa in costruzione di S. Maria del Soccorso il corpo centrale del fabbricato si spostò di "un centesimo di braccio" (5 mm), la torre del Fanale subì il danneggiamento di 126 cristalli della lanterna, alcune Ville a Montenero riportarono danneggiamenti.

La replica del 27 agosto causò ulteriori danni. Il sisma in porto fu accompagnato da una ondata violenta, nel podere detto "Stagno" si aprì una fessura nel terreno (di oltre 12 braccia – 6 m) dalla quale usciva sabbia verdiccia mescolata a frammenti di conchiglie.

In altre località si aprirono fenditure nel terreno, in particolare una spaccatura lunga 200 m e larga circa 30 cm fu rilevata nel territorio di Rosignano presso la foce del Fine. Nella zona di Lorenzana nelle argille si formarono "conetti" da cui uscirono acqua e sabbia azzurra. Si verificarono dissesti gravitativi e smottamenti a Castellina e Levigliani. A Lari, Lajatico, Casciana e Livorno furono osservati cambiamenti nel regime delle acque sotterranee con formazione di nuove scaturigini e variazioni di colore nelle acque termali.

Le repliche alle scosse dell'Agosto 1846 proseguirono con uno sciame che durò fino al dicembre. I ceti meno abbienti furono i più colpiti non solo per il crollo delle

case coloniche e dei villaggi contadini ma anche per la scarsità di raccolto nell'anno 1846.

Secondo le fonti ufficiali vi furono complessivamente 60 morti, di cui 18 ad Orciano; il numero di feriti fu circa 400 e nel solo paese di Pisa ci furono ricoverati 150 feriti provenienti dai paesi limitrofi.

La struttura del territorio colligiano-livornese è caratterizzato da un sistema di faglie con direzioni leggermente ruotate verso nord (sudsudovest-nordnorddest).

L'esame delle unità stratigrafiche che costituiscono il substrato dei Monti Livornesi infatti indica inequivocabilmente l'esistenza di ragguardevoli rigetti stratigrafici a cavallo di lineamenti di direzione circa N 30°. Questi rigetti sono suturati dai sedimenti mio-plio-pleistocenici. Anche le maggiori strutture nordovest-sudest non mostrano macroscopiche evidenze geologiche di attività recente. Tuttavia, l'apertura di fessure nel suolo, in direzione nordovest-sudest presso Stagno e lungo la piana del Tora tra Luciana e Lorenzana, ed in direzione sudovest-norddest in vicinanza di Casciana in conseguenza dell'ultimo evento sismico distruttivo (terremoto di Orciano, Agosto 1846, IX-X MCS), sembra suggerire che queste strutture siano tuttora sismogeniche.

Nel caso del terremoto di Orciano si può ipotizzare che la rottura sia avvenuta lungo una superficie appartenente al sistema di faglie del bacino del Tora-Fine. Riguardo ai numerosi sismi di modesta intensità che devono avere avuto epicentro in mare a nordovest del nucleo storico di Livorno sembra più logico ipotizzare un'origine lungo le strutture sudovest-norddest.

L'attribuzione a queste ultime di un potenziale sismogenico inferiore a quello delle strutture nordovest-sudest si inserisce bene nel quadro dell'evoluzione tettonica degli ultimi 8 milioni di anni del margine tirrenico dell'Appennino, nel quale la tettonica distensiva si realizza lungo strutture nordovest-sudest che quindi costituiscono le superfici attive del sistema, mentre le strutture sudovest-norddest rappresentano superfici di trasferimento passivo dei movimenti distensivi da un bacino all'altro, lungo le quali dunque l'accumulo di energia è potenzialmente minore.

7 – IDROGEOLOGIA

In base sia alle caratteristiche litologiche e sedimentologiche dei terreni, sia al risultato del censimento dei pozzi, sono stati definiti i principali corpi acquiferi presenti all'interno del territorio comunale.

7.1 – IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

La quasi totalità delle aree collinari e montuose rientrano nei bacini idrografici del Torrente Tora ed in minor misura in quello del Torrente Ugione.

Il torrente Tora entra nel territorio comunale all'altezza della confluenza del Morra, poco a nord di Torretta, con andamento rettilineo attraversa il settore nord orientale fino oltre Collesalveti, dove devia verso occidente fino a confluire nello Scolmatore dell'Arno vicino alla ex Fornace di Arnaccio.

Nel territorio comunale il corso è alimentato, in sinistra idrografica, da due affluenti principali: i torrenti Morra e Tanna.

Il primo nasce in una estesa area ricca di sorgenti che alimentano anche lo storico acquedotto di Colognole, tra Monte Maggiore e Poggio Lecceta; nell'alto corso attraversa con i suoi affluenti litotipi prevalentemente lapidei formando valli con fianchi acclivi e sottoposti all'erosione delle sponde. I fondovalle, caratterizzati da alluvioni grossolane, sono più ampi nel tratto di minore pendenza e sono formati da una copertura alluvionale di depositi anche sabbiosi e ghiaiosi.

Il medio e basso corso invece attraversano litotipi sabbioso-argillosi dei sedimenti alluvionali più superficiali depositi sopra strati di abbondante ghiaia e ciottoli.

L'alveo attuale, incassato nelle alluvioni, ha uno sviluppo meandriforme ed ha fenomeni di erosione sulle sponde.

I principali affluenti si trovano in sinistra idrografica e sono: il rio Inferno, il Vallinacci – rio Cerbaia, il botro dei Loti; in destra c'è soltanto il rio di Rimazzano che segna in parte il confine centro-orientale del Comune.

Come detto, nel bacino imbrifero del T. Tora, c'è pure il Torrente Tanna con il suo affluente di destra, Rio Nugola – Botro Marianna.

Sono corsi d'acqua con flussi praticamente perenni e con portate stagionali variabili, ma con fenomeni di esondazione in occasione di precipitazioni che superano i 60-70 mm in un'ora.

Nei tratti medio e basso il Tanna è arginato e, come il rio Nugola, scorre in una ampia valle incisa in litologie prevalentemente sabbioso-argillose ed in subordine ghiaiose e ciottolose.

I depositi alluvionali superficiali aumentano in profondità corrispondendo alle formazioni conglomeratiche presenti sui fianchi e sui crinali.

Anche l'alto corso del Torrente Ugione con i suoi affluenti di destra presenta una valle molto incisa, con forme aspre e versanti acclivi. Lungo la strada provinciale delle Sorgenti l'alveo del torrente è incassato nelle sue alluvioni con sponde alte 3-4 metri; a valle della confluenza del rio Vallelunga, iniziano invece le arginature, fino alla foce.

Per la regimazione delle piene sono previste due casse di espansione, una in territorio comunale a valle della confluenza del Vallenga, l'altra in sinistra orografica e quindi sul Comune di Livorno.

Risulta in posizione marginale, all'estremità meridionale del Comune, il Rio Savolano con i botri affluenti Ficaiola e Torricchi, come pure il Fosso Cunella che entra nel Comune di Fauglia per confluire nel Tora vicino ad Acciaio.

Nella estesa pianura settentrionale confluiscono inoltre:

il Fiume Isola che entra nel territorio comunale in località Guincerì ed il suo affluente Rio Tavola, che segna il confine nord-orientale del Comune; nonostante le arginature l'Isola, con alveo pensile, ha dato luogo a tracimazioni poco prima di confluire nello Scolmatore.

Il Fosso Fologno che da Collesalveti con andamento da SE a NO si innesta sull'Antifosso di Fattoria e del quale si ricordano gli allagamenti negli anni '90 lungo il medio corso;

il Fosso Marignano, con i tributari del Fontino e delle Lenze, anch'esso confluyente nell'Antifosso.

Infine, la piana settentrionale è sempre stata servita da una serie di canali demaniali a scolo naturale od intermittente, carenti nel funzionamento idraulico e nel profilo dimensionale.

A partire dal Nord:

l'Antifosso del Fosso Reale, che parallelo allo Scolmatore sbocca nel Toretta Inferiore, senza ricevere contributi diretti dalla piana;

l'Antifosso di Fattoria, che ha origine a nord di Vicarello, riceve i fossi Perino e Fologno e sottopassando il fiume Tora, entra nella piana di Guasticce per confluire nel Toretta Superiore;

il Tora Vecchia, che nasce in località Mortaiolo, sottopassa l'alveo del Tora confluendo insieme all'Antifosso di Fattoria nel Toretta Superiore;

il Toretta Superiore, che nasce dalla confluenza dei due precedenti e sbocca nel Toretta Inferiore insieme all'Antifosso del Fosso Reale;

il fosso Colmata degli Orti, che sbocca a Stagno nel canale Antifosso delle Acque Chiare avendo origine al margine ovest dell'Interporto mentre prima attraversava tutta la piana di Guasticce,

il fosso delle Chiaviche, che prima terminava con uno sbocco a paratoia nell'Acqua Salsa, ora con percorso diverso e ricalibrato, viene avviato verso l'idrovora realizzata a nord dell'Interporto.

Determinando i confini della piana, completano il quadro del sistema idrografico i due corsi d'acqua più grandi.

A nord scorre il canale Scolmatore d'Arno, i cui argini sono posti a quota +4.88 m.m con una piena massima prevista di 1450 mc/s e quota massima del pelo libero di 3.88 m.m, in corrispondenza della linea mediana centrale del bacino.

A sud, c'è il Fosso dell'Acqua Salsa che nasce dalle colline a nord di Nugola e ricevendo in sinistra l'apporto di piccoli corsi collinari tra Nugola Vecchia e Suese confluisce nello Scolmatore vicino alla foce, dopo l'abitato di Stagno; ha quote arginali intorno ai 2 metri, una portata massima defluente nelle condizioni attuali di 9 mc/s e franco di sicurezza molto basso; è stato però alleggerito della portata del tributario Fosso delle Chiaviche, che viene avviato all'impianto idrovoro.

La gran parte della piana è stata soggetta fino a tempi recenti a frequenti allagamenti e ristagni a motivo della bassa giacitura dei terreni.; si verificava infatti che il livello del pelo libero dei ricettori finali fosse a quote comparabili con quelle del bacino di Guasticce ed anche superiori in caso di piena.

A ciò si aggiungeva il fenomeno della tracimazione dei canali provenienti da monte, l'Antifosso di Fattoria ed il Tora Vecchia.

Per permettere la concreta attuazione del Centro Interporto e la reindustrializzazione della ex-CMF, sono stati progettati una serie di interventi; ad oggi sono stati realizzati:

- risagomatura dell'Antifosso Reale nel tratto adiacente all'Antifosso della Fattoria,
- sistemazione e spostamento dell'Antifosso di Fattoria che scorre parallelo allo Scolmatore,
- spostamento del Fiume Tora a nord della S.G.C. FI-PI-LI e sua confluenza nell'Antifosso di Fattoria,
- realizzazione del Collettore ovest, dallo svincolo ovest all'impianto idrovoro,
- realizzazione del Collettore sud, dalla S.S.n.555 all'impianto idrovoro,
- esecuzione e completamento dell'impianto idrovoro.

A ciò si deve aggiungere gli interventi già accennati come lo spostamento e l'allargamento del Fosso delle Chiaviche, la sistemazione dell'Acqua Salsa e la riduzione della Colmata degli Orti, che hanno contribuito ad eliminare le acque alte dalla piana di Guasticce.

7.2 – LA CARTA IDROGEOLOGICA e DELLE PERMEABILITA'

Le formazioni geologiche possono essere classificate qualitativamente tenendo conto della capacità di contenere acqua (porosità) e di far defluire l'acqua (permeabilità e trasmissività).

Se queste caratteristiche sono proprie dei terreni si parla di porosità e permeabilità primaria, se al contrario queste caratteristiche sono state acquisite per eventi successivi alla loro formazione (ad esempio fratture nell'ammasso roccioso dovute a fenomeni tettonici o a dissoluzione chimica) si parla di porosità e permeabilità secondaria.

Quindi, tenendo conto delle caratteristiche litologiche e tessiturali e delle condizioni di tettonizzazione cioè della fratturazione, i terreni e le formazioni rocciose possono essere raggruppate in tre classi idrogeologiche principali:

- Classe 1) Primaria per porosità
- Classe 2) Mista
- Classe 3) Secondaria per fratturazione

A queste è stata aggiunta una Classe 4) relativa alla permeabilità primaria per porosità negli ammassi detritici naturali ed antropici.

In definitiva nella legenda della CARTA IDROGEOLOGICA (Tav.6 a-b-c) i terreni e le formazioni sono distribuiti prima per tipo di permeabilità e poi suddivisi in ogni unità idrogeologica per grado di permeabilità.

La delimitazione cartografica delle classi individuate nella carta della permeabilità è stata effettuata sulla base dei contatti geologici.

In particolare sono state classificate in:

- Classe 1) Permeabilità primaria per porosità - Pp

Appartengono a questa unità i terreni che hanno mantenuto nel tempo le caratteristiche idrogeologiche acquisite nella loro formazione. Sono prevalentemente di età neogenica.

Il grado di permeabilità varia da alto a medio nelle sabbie, nelle ghiaie e nei conglomerati, è basso o molto basso nei depositi alluvionali, e in tutte le formazioni dove è prevalente l'argilla, ad esempio in quelle del Miocene e del Pliocene.

- Classe 2) Permeabilità mista - Pm

Vi appartengono le formazioni che, dotate di porosità primaria, per azioni tettoniche sono state intensamente fratturate ed hanno variato le originarie caratteristiche geoidrologiche.

Con permeabilità medio-alta sono inseriti in questa unità i conglomerati di trasgressione e le formazioni che caratterizzano o sono associate al Calcare di Rosignano. Con grado di permeabilità basso o molto basso invece sono presenti le

formazioni argillitiche e quelle flyschiodi, dove la componente argilloscistosa è dominante rispetto agli strati carlacareo-marnosi.

- Classe 3) Permeabilità secondaria - Ps

Vi appartengono formazioni rocciose che hanno acquisito permeabilità e capacità di immagazzinare acqua in seguito ad azioni tettoniche che hanno determinato nell'ammasso intense fratturazioni.

Fanno parte di questa classe le ofioliti, che risultano mediamente permeabili, localmente anche molto permeabili, e le formazioni gessose, che, al contrario, hanno bassa permeabilità derivante essenzialmente da processi di dissoluzione.

- Classe 4) Permeabilità primaria in ammassi detritici - DPp

Vi appartengono le coltri detritiche colluviali, quelle derivanti da processi gravitativi e gli ammassi antropici di riempimento.

La permeabilità è stata giudicata estremamente variabile per quanto riguarda i materiali detritici di riporto, da valutarsi localmente in quanto dipendente dai materiali utilizzati, dal grado di compattazione e dallo scopo dell'operazione di stesa; è sicuramente bassa o molto bassa nelle coltri detritiche a matrice prevalentemente limo-argillosa.

7.3 – ASSETTO IDROGEOLOGICO

CARATTERI DEI DEFLUSSI SOTTERRANEI

Per quanto riguarda i deflussi sotterranei ospitati in ammassi litoidi, più che di falde in senso stretto è opportuno parlare di linee di drenaggio, condizionate dall'andamento dei sistemi di discontinuità, e questo vale per la quasi totalità delle situazioni sui rilievi.

La venuta a giorno delle acque è legata agli effetti del tamponamento per soglia di permeabilità, al variare delle condizioni di fratturazione e alla presenza di discontinuità con carattere primario che condizionano i flussi.

Le rocce che permettono una circolazione idrica fino ad una certa profondità sono le ofioliti, che costituiscono talvolta acquiferi di buona consistenza, assumendo importanza dal punto pratico, per cui sono frequenti le opere di captazione.

In questi ammassi fratturati, che funzionano da rocce cisterna, l'acqua si raccoglie e può circolare fino a profondità notevoli, fuoriuscendo per trabocco o per caduta al contatto con i terreni impermeabili.

L'alterazione di queste rocce però produce materiali fini che, trasportati dall'acqua, si depositano e riducono progressivamente le dimensioni delle fratture a scapito della permeabilità d'insieme.

Per le altre rocce, la circolazione è limitata all'alterazione superficiale (coltri detritiche) e non può contribuire alla ricarica di falde più profonde; può spingersi a qualche decina di metri specialmente nelle formazioni di scisti e calcari quando questi ultimi sono molto fessurati e fratturati e sono prevalenti rispetto alla componente argillosa, con apporti di norma modesti ma talvolta perenni.

Infatti, nella massa considerata impermeabile, l'acqua passa attraverso i piani di scistosità, le diaclasi, i giunti di stratificazione, i condotti di dissoluzione dei calcari, se la rete di fratture costituisce un sistema più o meno intenso e continuo.

In definitiva sui rilievi dei Monti Livornesi lo scorrimento delle acque in superficie predomina nettamente sulla circolazione nel sottosuolo, conferendo a queste rocce uno scarso interesse per le ricerche idriche, ad eccezione delle formazioni ofiolitiche (sorgenti di Colognole).

Per quanto riguarda i depositi alluvionali nelle valli dei corsi d'acqua principali provenienti dal territorio montano e collinare, si registra generalmente una permeabilità primaria variabile, ma la loro consistenza è modesta e limitata ad una ristretta fascia lungo gli attuali alvei.

In linea di massima lo schema della circolazione è semplice, perché è formato da un acquifero multistrato di orizzonti a varia permeabilità appartenenti agli episodi sedimentari più recenti, il tutto nei primi 20 metri del sottosuolo.

Infine, nella piana meridionale dell'Arno, si trova una prima falda superficiale freatica, direttamente alimentata dalle piogge ed in scambio idrico con la rete idraulica minore.

Questa falda è povera e stagionale nei terreni limo-argillosi, per cui durante la stagione piovosa, in occasione di precipitazioni abbondanti, il suo livello si innalza fin quasi al piano di campagna saturando il terreno più superficiale; essa è invece sempre presente nelle lame dunali più prossime alla linea di costa, come nel sottosuolo di Stagno.

E' nota però anche una circolazione di tipo artesiano, più profonda e più importante: le falde in pressione hanno sede in acquiferi sovrapposti e confinati nei livelli sabbiosi e ghiaiosi del conoide sepolto del "paleoTora", cioè nei conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina; da questi acquiferi attingono i numerosi pozzi dell'acquedotto di Mortaiolo.

7.4 – CARATTERI IDROGEOLOGICI DEI PRINCIPALI ACQUIFERI

Qui di seguito le formazioni, che possono costituire acquiferi, vengono elencate seguendo il grado di permeabilità: da quasi nullo a elevato:

- Argille sabbiose ad *Arctica islandica*" (q2)

In corrispondenza dei livelli più sabbiosi il comportamento idrogeologico e più prossimo ad un "acquitrando", in corrispondenza delle argille si hanno comportamenti tipici dei corpi impermeabili. Il limite superiore della formazione può essere evidenziato da un allineamento di sorgenti. Il livello argilloso viene spesso usato come letto impermeabile di invasi artificiali.

- Alluvioni recenti e attuali (a)

Costituiscono generalmente un corpo acquifero dotato di permeabilità intermedia, ma costituito da una coltre di sedimenti estremamente modesta. Fanno eccezione i depositi alluvionali del Torrente Isola e Tora che presentano spessori di poco superiori ai 10 metri.

- Sedimenti palustri, alluvionali e di colmata (t)

Nella Piana dell'Arno sono costituiti sostanzialmente da argille e argille limose, porose ma a permeabilità molto bassa ($K = 10^{-6} - 10^{-8}$ m/sec) con conseguente "risposta idraulica molto lenta"; non danno luogo ad una circolazione di tipo "freatico", quanto piuttosto acquisiscono uno stato di saturazione e sovra-saturazione molto elevato che alimenta i pozzi utilizzati per uso domestico-agricolo. Una modesta circolazione sembra essere presente alla profondità di -4,0-5,0 m dall'attuale p.c.

Invece, nell'area di Stagno, ad ovest del Fosso Cateratto, l'acquifero è costituito da litotipi prevalentemente più incoerenti e sabbiosi, per la presenza delle lame dunali superficiali; ciò favorisce la circolazione idrica freatica o semifreatica e fenomeni di ingressione di acqua salmastra, con valori alti della conducibilità ($> 2000 \mu S$) e del contenuto di cloruri.

Attualmente il livello della falda si trova a - 1 m circa dal piano campagna naturale.

- Sabbie e limi di Vicarello (q11)

Presentano una elevata porosità, ma permeabilità inferiore rispetto ai Conglomerati sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci; il fatto è però compensato da una maggiore distribuzione areale dell'acquifero. Ciò determina condizioni tali per

cui quest'ultimo è stato ed è tuttora utilizzato per l'approvvigionamento idrico della quasi totalità delle case coloniche sparse sul territorio.

Generalmente si tratta di un acquifero semi-freatico presente in livelli limo-sabbiosi alla profondità di -10-12 m a cui attingono pozzi alla romana o ad anelli in cemento che normalmente non raggiungono profondità superiori ai 16 mt.

Le acque emunte presentano generalmente un chimismo che rientra nei limiti della normativa ma trattandosi di risorsa superficiale può interessare da contaminazione da parte di carica batterica.

- Conglomerati sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci (q6)

Rappresentano un corpo acquifero caratterizzato da elevata porosità e buona permeabilità. Il modesto spessore dei sedimenti determina tuttavia condizioni tali per cui la falda imprigionata risulta caratterizzata da una notevole escursione della piezometrica tra il periodo secco e quello umido.

Le acque emunte presentano generalmente un chimismo che rientra nei limiti della normativa di legge vigente.

-Sabbie gialle (p3-p4)

Sono caratterizzate da una buona porosità e permeabilità; parte delle acque del sottosuolo vengono alla luce come sorgenti in corrispondenza di livelli argillosi impermeabili pliocenici (p) o di banchi calcarenitici all'interno della stessa formazione.

L'insieme dei sedimenti presentano le caratteristiche di un acquifero multistrato.

Le analisi chimiche effettuate sulle acque hanno dato risultati compresi tra i seguenti valori medi:

Manganese	da 0,3 a 1,2 mg/l
Durezza totale	da 38 a 50 F°
pH	da 6,47 a 6,7

- Sabbie di Nugola Vecchia (q3)

Rappresentano il corpo acquifero più interessante affiorante, sia per le caratteristiche idrogeologiche (buona porosità e permeabilità) sia per l'estensione che per la potenza degli strati acquiferi. Trattandosi di un acquifero multistrato la massima potenzialità si ottiene mediante la terebrazione di pozzi al margine della pianura (zona orientale del Comune fra Vicarello e Collesalveti). Presentano spessori dell'ordine dei 100 m. e sono caratterizzate da una serie di livelli sabbiosi comunicanti tra loro (acquifero multistrato) separati localmente da livelli calcarenitici o argillosi.

Alcuni di questi livelli, nei versanti a franapoggio, determinano il manifestarsi di sorgenti.

Per quanto riguarda il chimismo delle acque, confrontando analisi chimiche provenienti da pozzi diversi (ma tutti impostati sull'acquifero in oggetto) questo presenta, come riportato di seguito, delle escursioni nelle concentrazioni in Fe e Mn che spesso raggiungono valori al di fuori dei limiti consentiti da Decreto Legge. Pertanto presumibilmente queste acque devono essere trattate prima di immetterle in rete.

Ferro	da 1,0 a 4,0 mg/l
Manganese	da 0,3 a 0,8 mg/l
Durezza totale	da 35 a 45 F°
pH	da 7,0 a 7,4

- Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina" (non affioranti)

Il livello costituisce un corpo acquifero (a falda imprigionata) caratterizzato da una elevata permeabilità.

I numerosi pozzi realizzati proprio in funzione dello sfruttamento del livello sono tutti caratterizzati da elevati valori delle portate di esercizio (generalmente comprese tra i 1.000 e i 2.000 l/m) e utilizzati per fini acquedottistici ed industriali.

La formazione si approfondisce da Est verso Ovest-Nord Ovest in direzione della costa, cosicché il tetto del conglomerato si ritrova intorno ai -40 m in prossimità di Vicarello, mentre in prossimità di Stagno (tratto terminale area Interporto) è intercettato a profondità superiori a -80 m.

Le acque emunte sono tuttavia caratterizzate da una elevata concentrazione in Fe e Mn che non le rendono direttamente utilizzabili per il consumo umano; infatti le principali caratteristiche delle acque risultano le seguenti:

Ferro	da 0,3 a 3,0 mg/l
Manganese	da 0,3 a 0,8 mg/l
Durezza totale	da 34 a 37 F°
pH	da 6,96 a 7,33

L'elevata concentrazione in Fe e Mn è presumibilmente da mettere in relazione con il modesto spessore dello strato ciottoloso (3-7 mt.) che tra l'altro risulta incluso in terreni argilloso palustri, ricchi del noto "Ferro delle paludi" facilmente solubile nelle acque sotterranee.

7.4.1 – LA RISORSA IDRICA NEL COMUNE

Nella Carta Idrogeologica (Tav.6 a-b-c) sono riportati i punti di scaturigine (sorgenti) ed i pozzi attualmente denunciati presso il demanio idrico della Provincia di Livorno, suddivisi a seconda della tipologia di utilizzo.

Nel territorio comunale di Collesalveti vista la presenza nel sottosuolo di acquiferi superficiali e profondi, soprattutto nella piana e nel settore pede-collinare sono presenti, principalmente in vicinanza delle aree urbanizzate (Vicarello, Guasticce, Collesalveti e Stagno) un gran numero di pozzi, generalmente superficiali ed a largo diametro utilizzati per fini domestici (innaffiamento di orti e giardini pertinenziali). La risorsa, sebbene con portate limitate (30-40 l/min) risulta sempre disponibile per tutto l'anno.

Per fini irrigui ed industriali (antincendio, autolavaggio, processi di produzione, etc.) essendo richieste portate decisamente superiori, i pozzi sono generalmente artesiani e raggiungono gli acquiferi profondi in pressione che garantiscono portate continue e decisamente superiori.

Da sottolineare in località Vicarello-Mortaiolo l'allineamento del campo pozzi dell'acquedotto pubblico dell'ASA di Livorno Spa utilizzato per scopi potabili; i pozzi attingono dalla I falda in pressione, denominata di Mortaiolo, nei Conglomerati dell'Arno e Serchio da Bientina a profondità di -40-50 m da p.c.; negli ultimi anni per far fronte all'aumento di richiesta di acqua potabile nel comprensorio livornese, l'acqua emunta viene integrata con quella captata a profondità maggiori in livelli sabbiosi a profondità comprese fra i -80 ed i -120 m.

Per fini potabili viene ancora utilizzata la risorsa captata presso le sorgenti di Colognole, che attraverso l'acquedotto storico Leopoldino, viene inviata anche verso la città di Livorno.

Nel settore montano-collinare sono rari i pozzi; quelli esistenti generalmente superficiali e di largo diametro captano scorrimenti superficiali al contatto fra coltri detritiche e substrato litoide o fra sedimenti argillosi e sabbiosi; si tratta quasi esclusivamente di una risorsa stagionale; portate leggermente superiori si hanno in corrispondenza di scaturigini naturali (Monzone, Collalto, Montecandoli etc.) o di depositi alluvionali in prossimità dei corsi d'acqua, dai quali, ad oggi, attingono ancora i nuclei o i casolari isolati non raggiunti dall'acquedotto pubblico.

Per quanto riguarda le emergenze naturali, oltre a quelle di Colognole già citate in precedenza, è importante ricordare la presenza della famosa sorgente "Piersanti", in prossimità dell'abitato di Nugola, attualmente abbandonata e fino ad

una ventina di anni fa ancora utilizzata ed imbottigliata come acqua minerale da tavola effervescente naturale "diuretica-digestiva" e batteriologicamente pura. Tale sorgente si sviluppa al contatto fra le sabbie e le argille plioceniche.

7.4.2 – L'ACQUEDOTTO DI COLOGNOLE

Nel '700 la città di Livorno sorta "non già per cause naturali - riferisce lo storico Vigo - ma nata per dare aiuto, per sussidiare lo svolgimento del Gran Porto pisano di cui era quasi contigua" ebbe un continuo sviluppo, raddoppiando la sua popolazione: dal 1687 al 1835 si passa da 30'000 a più di 76'000 abitanti.

Il porto di Livorno cominciò ad acquistare importanza sempre maggiore fino a restare l'unico vero sbocco sul mare del ricco e popoloso Granducato, al principio dell'800 vi era ancora un neo in questa rigogliosa espansione commerciale e demografica: la sete di Livorno.

Questo settore dei pubblici servizi era sempre stato insufficiente alle esigenze di un centro urbano così popoloso e dedito ai traffici: nel 1791 gli oltre 50'000 abitanti dentro le mura non aveva altra acqua potabile che quella che veniva dal condotto di Limone e quella che veniva racchiusa nelle cisterne di città; i quasi 8'000 abitanti dei sobborghi erano obbligati a ricorrere per i loro bisogni alla piccola fonte di Sant' Jacopo, ora scomparsa o attingere l'acqua alla sua scaturigine.

Le due polle del Limone, allacciate già nel 1605 e 1611, fornivano solo 36 barili l'ora, quantità sufficiente per 15'000 persone, per cui la città doveva attingere acqua da 800 pozzi e 100 cisterne. I pozzi erano però più o meno infetti, tanto che già nel 1762 si ammalarono per febbri tutti insieme più di 3'000 individui. La situazione era grave: bisognava provvedere d'acqua le navi che affluivano nel suo porto ingrandito, i soldati e i cavalli dei postiglioni e dei barrocciai che giungevano a Porta a Pisa, la popolazione della città e dei sobborghi. I ricchi la facevano venire dall'acquedotto che Francesco I aveva fatto costruire per portare a Pisa le acque di Asciano, ma la povera gente era costretta a fare la fila alle fonti pubbliche, con grandi disagi.

Intorno al 1769 l'acqua del vecchio e malconcio acquedotto del Limone venne a mancare anche d'inverno per cui nel 1773 le autorità furono costrette a riaprire i pozzi che erano stati chiusi per ragioni sanitarie.

Ma già nel 1762 in seguito ad una spaventosa febbre che fece morire almeno 3000 persone, si era cominciato a pensare a dove prendere acque potabili sane e copiose.

“Si pensò da prima a ricorrere a quella sorgente che anche oggi alimenta il villaggio di Antignano, detta del Giardino che scaturisce presso una villa medicea antica, oggi in città. Ma la sorgente fornisce ben poco più di 100 barili. Altre acque di Popogna che scendono dal Monte Maggiore, furono ritenute troppo magnesiache e insufficienti”.

Nel 1790 l'ing. Salvetti si interessò delle acque che scaturiscono nei pressi di Colognole e che alimentano i due torrenti Morra e Camorra: fu indispensabile quindi la costruzione di un nuovo acquedotto.

CRONOLOGIA DELLA REALIZZAZIONE DELL'ACQUEDOTTO

- 1792 Ferdinando III con un motu proprio incarica l'ingegnere Salvetti di dirigere i lavori secondo il suo progetto, che prevedeva un tracciato passante per Pandoiano, le Parrane e Pian di Rota. Questo progetto, seppure più lungo e di più difficile realizzazione, fu preferito a quello del Bombicci che proponeva una galleria attraverso il Monte Maggiore con il rischio di disperdere le acque contenute nel monte stesso.
- 1793 cominciano i lavori dell'acquedotto secondo il disegno del Salvetti.
- 1801 con la morte del Salvetti, le travagliate vicende politiche della Toscana e dell'Europa, date dalle invasioni napoleoniche, ostacolarono il proseguimento dei lavori. Così il Governatore di Livorno si orientò sul problema del mantenimento del già fatto, dei materiali ed attrezzi indicando nei capi mastri di fiducia del Salvetti le persone più adatte nella manutenzione delle opere già eseguite.
- 1806 Sotto il governo di Maria Luisa viene incaricato l'ing. Zocchi di risanare le opere già intraprese dal Salvetti e degradate durante i periodi di inattività costruttiva. Si continuò così l'opera secondo l'originario progetto, incanalando l'acqua di Colognole nel vecchio condotto di Limone, fuori dalle mura urbane.
- 1809 l'opera dell'acquedotto passò sotto la diretta gestione della Comunità e Poccianti, come ingegnere della Comune, ne ottenne la direzione portandoli a termine.
- 1816 Le acque provenienti da Colognole, furono introdotte, all'altezza del viale degli Acquedotti (Viale Carducci), nei vecchi condotti provenienti dal Limone e fu aperta in città la fonte della Pina d'Oro.
- 1818-1823 lavori di consolidamento e di approfondimento degli allacciamenti alle sorgenti di Colognole. Il problema era la manutenzione del canale delle acque la cui purezza era minacciata da alcuni cedimenti dovuti alla natura del terreno. A partire dal 1820 furono costruiti un grande muro circolare (67 metri di lunghezza per 9 di altezza) per sostenere il terreno, soggetto a cedimenti, presso le sorgenti, bottini con vasche per far decantare l'acqua, serre intorno agli argini dei fiumi, scale per migliorare l'accesso all'acquedotto.

- 1826 Leopoldo II istituì una Deputazione a cui fu affidato il controllo e la gestione dei lavori dell'acquedotto. Questa riconfermò Pasquale Poccianti nella direzione dei lavori; il suo incarico si esaurirà nel 1858 quando gli succederà il suo assistente Angiolo della Valle.
- 1828 veniva approvato il progetto di Pasquale Poccianti per la costruzione di tre grandi purgatoi (Cisternone o Gran Conserva, Cisternino e Cisternino di Pian di Rota) per le acque che, altrimenti rischiavano di arrivare in città contaminate.
- 1832 iniziarono i lavori nelle strade cittadine per costruire i condotti che avrebbero portato l'acqua alle diverse fonti, molte delle quali ancora da costruire.
- Con l'Unità d'Italia la Deputazione fu sciolta e la direzione amministrativa passò all'ufficio dei pubblici Acquedotti del Comune di Livorno. L'acquedotto si può dire concluso proprio nei primi anni dell'Unità d'Italia, sotto la direzione di Angiolo Della Valle, con il completamento dei condotti di città, il compimento e la messa in funzione del Cisternino e la costruzione delle fonti.

L'IDEA ARCHITETTONICA

Al Salvetti spetta l'idea generale dell'acquedotto, la scelta delle polle, e i primi allacciamenti, il tracciamento del percorso dei diciotto chilometri dei condotti e la costruzione di alcune opere di questi tronchi.

Per le opere di presa che costituiscono un insieme poetico all'interno del bosco si può dire che i quattro tempietti che proteggono le polle alle sorgenti del torrente Morra debbono attribuirsi al Salvetti. Piccole celle in muratura che penetrano nel fianco della collina per proteggere le sorgenti coperte da un tetto con un modesto frontone triangolare. Esse hanno il sapore dell'architettura della campagna, cara ai teorici del tempo, e della necropoli etrusca. Forse istinto di ingegnere positivo o, in qualche modo residuo ancora della cultura barocca, il Salvetti non calca la mano e rimane in un ambito estremamente rispettoso della natura. Le acque, prese con le quattro edicole confluiscono in un condotto murato a fior di terra che, superando notevoli dislivelli giunge alla serra della Camorra, altro torrente che alimenta l'acquedotto.

Come risulta dalle variazioni del Poccianti le opere di presa dunque comprendevano soltanto i tempietti del Salvetti, la serra della Camorra e i muraglioni lungo il torrente; spetta al Poccianti, in un breve giro di anni che non vanno oltre il 1816, quando si inaugura la prima fonte in Livorno, la costruzione di tutti i bottini in pietra di forma cilindrica che isolano e raccolgono le acque delle sorgenti, nonché una serie di muraglioni che difendono il condotto da smottamenti del terreno, una cascata in pietra in luogo dell'antica serra, il condotto lungo le colline e nella pianura fino a Livorno con le sue gallerie, i viadotti, i ponti e i condotti in ferro.

E' durante la dominazione francese che il Poccianti progetta la sistemazione a *promenade publique* dell'ultimo tratto degli acquedotti (l'attuale viale Carducci) una specie di parco pubblico a direttrice naturalistica che collega la città alla campagna.

Il gusto romantico di smarrirsi in "selve brune", l'arcadia ritardata del pio vagabondaggio per le "silvane escursioni" diventa, nelle intenzioni del Poccianti, un'anticipazione della Promenade architettuale di Le-Corbusier.

Il percorso che ci si proponeva di fare a cavallo era di diciotto chilometri per ammirare l'intera opera composta di diciannove viadotti, trecentocinquantasette arcate, ventotto trafori sotto le colline. Ogni sessanta metri si trova un bottino per la ispezione del canale, ci sono bottini a forma cilindrica per il cambiamento di direzione ai quali corrisponde un serbatoio per attenuare la spinta delle acque. Le condutture sono di marmo nei viadotti o sotto le gallerie, di cotto quando scorrono a fior di terra e nell'ultimo tratto, di quattro chilometri, di canne di ferro fuso. Il dislivello dalle sorgenti alle fonti è di duecentocinquanta metri.

LE SORGENTI

Dopo un chilometro, circa, sulla strada che da Colognole va a Livorno, per la Valle Benedetta, sulla destra parte in discesa una piccola deviazione bucando il bosco; lungo il percorso per arrivare alle sorgenti si incontrano notevoli opere murarie, con andamento curvilineo, realizzate in pietra arenaria di taglio regolare, che contengono evidentemente le spinte della collina.

Sul pendio tra il poggio delle Fate e il torrente Morra, uno dietro l'altro, i dieci ex-mulini della valle Benedetta (prima della costruzione dell'acquedotto alimentati dalle Sorgenti) sono oggi riattivati in prevalenza a case fine settimana, con i margini interrati e coltivati a orto o giardino. Più avanti a sinistra, il Vallino delle Sorgenti con le polle del Piano (o polle Maggiori): l'acqua scroscia dentro le piccole costruzioni delle allacciature ed è riunita in una canaletta che si diparte al termine del Vallino (limitata depressione pianeggiante sul fianco del Monte Maggiore); cioè il condotto percorribile, sistemato al centro di una trincea che si dirige in direzione perpendicolare alla Morra; dopo qualche decina di metri il condotto si inclina e scende rapidamente su gradini che confluiscono in una prima "riunione" o "casotto". Davanti a questo una notevole sistemazione, leggermente in salita, con opere di contenimento murario: il condotto la sottopassa per confluire in un'altra riunione (localizzata sopra uno sbarramento sulla Morra) nelle quali confluiscono le acque della fonte del Mugnaio, della Chiesina e della Terrazza; queste ultime molto più lontane in direzione di Livorno. Ci sono altri casotti e riunioni la funzione dei quali è la raccolta e la purgazione delle acque.

7.5 – CARTA DELLE AREE SENSIBILI ALLA VULNERABILITA'

Si è inteso per vulnerabilità la propensione dei suoli e degli acquiferi a subire inquinamenti da parte di agenti ed elementi immessi in ambiente da una qualsiasi attività dell'uomo (industriale, artigianale, civile etc).

Tutto il territorio del Comune è stato mappato per aree sensibili alla vulnerabilità, (Tav. 7 a-b-c) ed il grado di esposizione al rischio è stato valutato sulla base dei dati ambientali che derivano dalla morfologia dei siti (pendenza e situazione idraulica), dalla litologia e dalla idrogeologia delle terreni.

Perciò, poiché si tiene conto del reticolo idrografico di superficie e del profilo morfologico del territorio in relazione alla situazione idrogeologica del sottosuolo, questa carta è la naturale e più diretta applicazione della carta della permeabilità.

La CARTA DELLE AREE SENSIBILI è forzatamente generica nella valutazione della vulnerabilità perché in questa fase di indagini conoscitive non possono essere definiti gli eventuali elementi inquinanti.

Una volta completata, questa carta si qualificherà e potrà rappresentare veramente uno strumento urbanistico indispensabile per lo sviluppo compatibile del territorio comunale.

In definitiva sono state definite sei Classi per i diversi gradi di sensibilità alla vulnerabilità (da elevata a bassa).

Le Classi sono così distinte:

Classe 1) elevata

Ne fanno parte i sistemi acquiferi liberi in alluvioni medio-fini connessi strettamente con la rete idrografica.

Classe 2) alta

Sono in questa classe gli acquiferi liberi in rocce carbonatiche affioranti e gli acquiferi da liberi a confinati, anisotropi ed eterogenei con copertura poco permeabile, ubicati vicino ai centri abitati e inseriti in un contesto idraulico superficiale rettificato.

Classe 3) medio-alta

Ne fanno parte i sistemi acquiferi liberi in rocce cristalline con poca copertura di suolo, fratturate, con elevata capacità di infiltrazione e media capacità di flusso, quindi discreti serbatoi d'acqua per sorgenti di portata medio-bassa.

Classe 4) media

Ne fanno parte gli acquiferi impostati in complessi con granulometria bassa o medio-bassa o debolmente cementati, posti su substrato generalmente impermeabile, in posizione dominante rispetto alla rete idrografica, non connessi strettamente con gli acquiferi maggiori.

Classe 5) medio-bassa

Ne fanno parte gli acquiferi dei complessi calcareo-marnoso-arenacei, vulnerabili a seconda del grado di fratturazione e della percentuale di intercalazioni argillitiche, in genere poco produttivi.

Classe 6) bassa

Ne fanno parte i complessi argillosi, marnosi e flyschoidi, vulnerabili a seconda della pendenza del terreno e della complessità del reticolo drenante che possono determinare il fenomeno del ristagno idrico.

8 – LA PERICOLOSITA'

L'elaborazione finale della Pericolosità, dopo avere esaminato gli aspetti fisiografici del territorio, è stata condotta con l'analisi di tematiche specifiche, clivometria, geolitologia, idrogeologia, situazione idraulica dei corsi d'acqua, risposta all'evento sismico.

La Carta della Pericolosità, come da accordi con i tecnici dell'Ufficio Tutela del Territorio di Livorno – Regione Toscana è stata suddivisa in:

- Carta della Pericolosità Idraulica (Tav. 8 a-b-c);
- Carta della Pericolosità Geomorfologica (Tav. 9 a-b-c)

Entrambe sono state elaborate seguendo le norme della Del. Cons. Reg. n°.94/85, della L.R. n.12/00-PIT e le indicazioni dell'Ordine dei Geologi fornite per la modifica della L.R. 5/95.

8.1 – PERICOLOSITA' IDRAULICA

E' stata definita operando una revisione di carattere cartografico e morfologico in scala 1:5.000 delle perimetrazioni individuate dal Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino Toscana Costa e dal Piano Stralcio P.A.I. del Bacino del Fiume Arno.

In particolare le Classi di Pericolosità Elevata e Molto Elevata, P.I.E. e P.I.ME nel P.A.I. Toscana Costa e P.I.3 e P.I.4 nel Bacino del Fiume Arno, sono state inserite tutte nella Classe di maggiore Pericolosità (Classe "4"). In quest'ultima classe, oltre ai corsi d'acqua, sono state anche inserite tutte le aree destinate o da destinare a casse di espansione o laminazione.

Le aree P.I.2 (Pericolosità Media) e P.I.1 (Pericolosità moderata) sono state inserite nella Classe di Pericolosità media (Classe "3"), rispettivamente nella Sottoclasse "3b" di Pericolosità medio-alta e nella Sottoclasse "3°" di Pericolosità medio-bassa.

Nella cartografia è inoltre segnalata la fascia di vincolo e tutela assoluta dei corsi d'acqua definita dall'ambito "A1", che corrisponde agli alvei, alle golene, agli argini nonché alle aree comprese nelle due fasce larghe 10 metri adiacenti al corso d'acqua stesso misurate a partire dal piede esterno dell'argine o in mancanza dal ciglio di sponda.

Seguendo quindi i criteri sopra elencati sono state individuate le seguenti classi:

CLASSE 1 – PERICOLOSITA' IRRILEVANTE

Comprende le aree collinari e montuose distanti più di 10 metri da qualsiasi corso d'acqua. In queste aree, di alto morfologico, sono giudicati impossibili eventi di esondazione, sommersione e ristagno prolungato.

CLASSE 2 – PERICOLOSITA' BASSA

Comprende le aree collinari basse su cui si sviluppano gli agglomerati urbani provvisti di una rete di smaltimento ed allontanamento delle acque meteoriche. In queste aree non ci sono notizie storiche di allagamenti o fenomeni di ristagno prolungato.

CLASSE 3 – PERICOLOSITA' MEDIA

Sotto CLASSE 3a – Pericolosità medio-bassa

Comprende le aree, anche se costituite da depositi alluvionali o palustri, apparentemente non coinvolgibili da eventi di esondazione o sommersione, senza; si

trovano inoltre in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine, o in mancanza di questo al ciglio di sponda e sono individuate su base morfologica e storica; le aree protette da opere idrauliche e messe in sicurezza per eventi con tempi di ritorno superiori ai 200 anni.

Sotto CLASSE 3b – Pericolosità medio-alta

Comprende le aree di fondovalle per le quali vi sono notizie storiche di inondazioni e/o sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine, o in mancanza di questo al ciglio di sponda e sono individuate su base morfologica e storica; le aree messe in sicurezza per eventi con tempi di ritorno inferiori ai 200 anni.

CLASSE 4 – PERICOLOSITA' ALTA

Comprende i corpi idrici, i corsi d'acqua, le casse di espansione/laminazione e le aree di pianura e fondovalle non protette da opere idrauliche e soggette ad esondazione o sommersione in occasione di eventi relativamente frequenti, cioè con tempi di ritorno inferiori a 20 anni; sono individuate su base morfologica, storica e da modelli idrologico-idraulici.

Vista la conformazione del territorio di Collesalveti le aree a maggiore pericolosità idraulica (Classe 4), anche alla luce degli eventi alluvionali degli anni '90, sono localizzate quasi interamente nella porzione settentrionale (Ovest-Est) della pianura (da Stagno - Guasticce – Biscottino - Grecciano) dove confluiscono importanti aste idriche.

Le altre aree coincidono con le piane alluvionali dei rimanenti corsi d'acqua del Comune cioè il Fiume Isola, il Tora con l'affluente Tanna, che scorrono da Sud verso Nord, ed il Torrente Ugione (in destra idrografica).

La bonifica idraulica caratterizzata da una rete scolante in parte naturale, in parte a deflusso intermittente, è risultata di fatto insufficiente per dimensioni e funzionamento idraulico.

La diversa vocazione della Piana di Guasticce a destinazione industriale e commerciale ha imposto una riorganizzazione del reticolo delle acque "basse" ed "alte".

Così i recenti lavori di bonifica idraulica (idrovoce, casse di espansione, ottimizzazione delle reti fognarie etc.) in parte effettuati (Tanna, Idrovora Interporto, Idrovora-Fossa Nova) ed in parte in corso (Ugione, Acqua Salsa) a favore dei

principali corsi d'acqua, hanno permesso e permetteranno di operare deperimetrazioni delle aree a pericolosità elevata con riduzioni del rischio idraulico.

8.2 – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

La valutazione della Pericolosità Geomorfologia è stata effettuata operando una sovrapposizione delle carte tematiche di base (clivometrica, geomorfologica, litologica, idrogeologica e sismica) ed assegnando alle aree differenti gradi di pericolosità secondo quanto previsto dalla Direttiva Regionale (Del. N. 94/1985). Per ottenere un maggior dettaglio rispetto alle norme della n.94/85 la classe "3" di pericolosità media è stata suddivisa in tre sottoclassi: la "3a" medio-bassa, la "3b" media e la "3c" medio-alta.

Infatti, considerando la complessità geografica, morfologica e geologica del territorio comunale, la classe 3 avrebbe rappresentato con un unico valore di pericolosità una gamma di situazioni geomorfologiche invece molto diverse tra loro.

CLASSE 1- PERICOLOSITA' IRRILEVANTE

Comprende le aree pianeggianti che non hanno limitazioni derivanti da caratteristiche morfologiche e/o geologico-tecniche.

CLASSE 2- PERICOLOSITA' BASSA

Comprende le aree di fondovalle, non interessate da fenomeni di ristagno o subsidenza, le aree di collina sommitali pianeggianti con sottosuolo costituito prevalentemente da terreni con buone caratteristiche geotecniche, le aree su versante con pendenze inferiori a 15%, distanti da dirupi, scarpate, nicchie ed accumuli di frana. Corrisponde quindi a situazioni morfologiche e geologico-tecniche apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi che possono essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione delle trasformazioni.

CLASSE 3- PERICOLOSITA' MEDIA

Sottoclasse 3a: Pericolosità medio-bassa

Comprende le aree mediamente acclivi ma con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche favorevoli alla stabilità ed attualmente non interessate da fenomeni franosi ed erosivi, le aree di pianura con sottosuolo eterogeneo e con caratteristiche geotecniche da medio-basse a scadenti, le aree di pianura bonificate geotecnicamente.

Sottoclasse 3b: Pericolosità media

Comprende le aree mediamente acclivi ed acclivi con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche sfavorevoli alla stabilità, le aree di pianura soggette a ristagno prolungato (aree umide) e le aree collinari con elementi ad instabilità diffusa che si manifestano con fenomeni puntuali di dissesto a lenta evoluzione.

Sottoclasse 3c: Pericolosità medio-alta

Comprende le aree con caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e litotecniche sfavorevoli alla stabilità, per cui i fenomeni franosi attualmente inattivi (frane quiescenti, relitte, paleofrane) e tutte le aree situate in prossimità di fenomeni franosi attivi tali da non poter escludere una ripresa generalizzata dell'attività in concomitanza con eventi sismici, o meteorici intensi o per effetti antropici.

CLASSE 4- PERICOLOSITA' ALTA

Comprende le aree interessate da fenomeni franosi attivi e da marcate azioni erosive che coinvolgono ampie porzioni di territorio. Vi sono compresi tutti gli elementi idrografici naturali o antropici.

Dall'osservazione della cartografia prodotta emerge chiaramente che le situazioni di maggiore Pericolosità geomorfologia (Classi 4 e 3c) si concentrano nella fascia di contatto fra le formazioni flyschoidi dei Monti Livornesi e le formazioni mioceniche dove sono numerose le coperture detritiche e di frana dovute ad una intensa attività tettonica; geograficamente procedendo da Nord a Sud tale fascia è compresa fra le località di Cordecimo, passando dalle Parrane, e Le Case di Colognole.

Nel rimanente territorio da Stagno a Collesalveti, ad eccezioni di qualche isolato elemento di dissesto attivo o quiescente (zona Nugola), prevalgono le classi di bassa e medio- bassa pericolosità (2 e 3a); in particolare la classe "3a" si estende sui versanti collinari dove la morfologia è mediamente acclive, oppure nella pianura dove si è accertata la presenza di un sottosuolo con caratteristiche geotecniche mediamente scadenti.

La classe 1, di pericolosità irrilevante, non viene mai segnalata per il semplice motivo che non sono state individuate aree che non abbiano contemporaneamente limitazioni derivanti da caratteristiche, geomorfologiche, litotecniche e sismiche.

9 – FONTI BIBLIOGRAFICHE

- Studio geologico del territorio comunale di Rosignano Marittimo in relazione alla carta geologica alla scala 1:25000, di Bartoletti E. ed Altri / Quaderni Museo Storia Nat. di Livorno, Suppl. n.1 al vol. 6 (1985)
- La fase tettonica del Pliocene inferiore nel settore Nord-orientale delle Colline Livornesi in Toscana, di Cerrina Feroni A., Martinelli P., Perilli N / Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mam. serie A, Vol. XCVI (1989)
- La Pianura di Pisa e i rilievi contermini, a cura di R. Mazzanti / Provincia di Pisa, Ed. del Cerro (1993)
- Progetto esecutivo per la sistemazione idraulica della piana di Guasticce, di Ing. Borsacchi S. / Consorzio di Bonifica Fiumi e Fossi di Pisa (1993)
- Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti, di Lazzarotto A. ed Altri / Quaderni Museo Storia Nat. di Livorno, Suppl. n.2 al vol. 11 (1990)
- L'Acquedotto di Colognole (1792-1868). La storia , la memoria i documenti di una architettura di I. Arrighi (1991)
- Relazione geologico tecnica di corredo all'attuale P.R.G. del Comune di Collesalveti – P. Baldacci (1994)
- Relazione geologico tecnica di corredo al Piano Strutturale del Comune di Livorno – A. Rafanelli, L. Michelucci (1996)
- Piano Territoriale di Coordinamento adottato – Provincia di Livorno (1998)
- Storia naturale dei Monti Livornesi di G. Barsotti (1999)
- Progetto Pluvio – Livorno, nuvole e dintorni di L. Gonnelli (1999)
- Analisi macrosismica del Territorio del Comune di Livorno – Istituto Geofisico Toscano (Luglio 2003)
- Valutazione degli effetti locali, Programma VEL – Regione Toscana (Novembre 2003)
- Il Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Arno, supplemento a "Il Geologo" del 2003
- Interventi idraulici globali Torrente Ugione – Progetto definitivo, Ing. Borsacchi S. / Consorzio di Bonifica Fiumi e Fossi di Pisa (2003)
- Annali Idrologici
- Dati di base geologico tecnici – Autori Vari

Dott. Geol. Sergio CROCETTI

N.988 Ord. Regionale della Toscana

Dott. Geol. Carlo TOCCHINI

N.128 Ord. Regionale della Toscana