

IL Capo Area

COMUNE DI BUCCHERI

Prov. Siracusa

IL RESPONSABILE

VISTO
IL COMMISSARIO AD ACTA

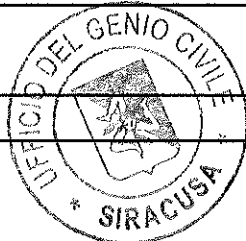


© Paolo Barberi

<p>STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PIANO REGOLATORE GENERALE RELATIVO ALLE PRESCRIZIONI ESECUTIVE DEL COMUNE DI BUCCHERI</p>		ALLEGATO
		TAVOLA
<p>OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICA</p>		SCALA
		ELABORATO
<p>IL SINDACO</p>	<p>VISTI</p>	<p>Aprile 2005</p>
		<p>AGGIORNATO</p>
<p>REGIONE SICILIANA ASSESSORATO LAVORI PUBBLICI UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA</p>		<p>AGGIORNATO</p>
<p>Visto ai sensi dell'art. 13 della legge 2-2-1974 n. 64 e con riferimento all'autorizzazione di pari numero N. <u>1707</u> Siracusa, li <u>29/07/2007</u></p>		<p>CLASSE</p>
<p>L'INGEGNERE CAPO <i>Nazzareno Mannino</i></p>		



(Dr. Geol. Antonio Ariano)



PREMESSA	2
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO.....	4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	5
2.1. <i>Caratteristiche litostratigrafiche (tav. 1)</i>	5
3 IDROLOGIA.....	8
3.1 <i>Caratteristiche idrologiche</i>	8
3.2 <i>Protezione degli assi stradali dalle acque di precipitazione meteorica</i>	10
3.2.1 <i>Sistemi di drenaggio di C.da Piana</i>	10
3.2.2 <i>Parametri idrologici</i>	12
3.2.3 <i>Verifica idraulica</i>	15
3.3 <i>Caratteristiche idrogeologiche dei terreni esaminati</i>	16
4. TETTONICA	17
5. INTERAZIONE SUOLO – STRUTTURA	20
6. CARTOGRAFIA DI SINTESI	23
6.1 <i>Generalità</i>	23
6.2 <i>Carta litotecnica (Tav. 3)</i>	25
6.3 <i>Carta geomorfologia (tav. 2)</i>	26
6.4 <i>Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (Tav. 5)</i>	28
6.5 <i>Carta delle pericolosità geologiche (Tav. 4)</i>	29
6.6 <i>Aspetti prescrittivi</i>	32
7. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DI DETTAGLIO	35
8. VALUTAZIONE CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO	46
9. VINCOLI URBANISTICI-TERRITORIALI	49
10. CONCLUSIONI.....	50

PREMESSA

Su incarico del Comune di Buccheri, con determina sindacale n. 69 del 01/10/2004, i sottoscritti Dott. Geol. Antonio Ariano residente a Buccheri in Via IV Novembre n°16, iscritto all'Albo Professionale dei Geologi di Sicilia al n°2188 e Dott. Geol. Salvatore Passamonte residente a Catania in Via Stazzone n°148, iscritto all'Albo Professionale dei Geologi di Sicilia al n°2382, hanno eseguito lo "*Studio Geologico-Tecnico a supporto del Piano Regolatore Generale relativo alle prescrizioni esecutive del comune di Buccheri ai sensi dell'art. 5 della legge regionale 11 aprile 1981, n°65*".

In tale studio, che la presente relazione espone i risultati, riguardanti le prescrizioni esecutive del Piano Regolatore Generale, si è posto l'obiettivo di approfondire il livello di conoscenza dei fattori geologici (processi geomorfologici, assetto litostratigrafico, caratteristiche idrogeologiche ecc.) che connotano il territorio comunale di Buccheri.

Alla definizione del quadro conoscitivo e all'elaborazione della cartografia di sintesi che fornisce le prescrizioni per l'utilizzazione urbanistica del territorio sotto il profilo geologico-ambientale, si è pervenuti attraverso:

- l'esame della documentazione geologico-tecnica (a firma del Dott. Geol. Giuseppina Balsamo) allegata al progetto di P.R.G. di massima di Buccheri;
- l'esame di tutti gli studi geologici puntuali eseguiti per interventi di edilizia pubblica e privata e idraulici;
- l'esame dei dati storici relativi al territorio comunale rinvenuti direttamente nell'archivio storico del Comune o desunti anche da documentazione bibliografica recente;
- un'analisi aerofotografica condotta su foto aeree. Tutti gli elementi rilevati con la fotointerpretazione sono stati in un secondo tempo verificati e calibrati con sopralluoghi sul terreno;
- la consultazione delle carte tematiche elaborate a cura dell'Università di Catania istituto di scienze della terra;

Sia durante lo sviluppo delle indagini, sia nella redazione degli elaborati tematici (cartografie di analisi e di sintesi) si è fatto costante riferimento alla normativa nazionale e regionale che regola la materia, che qui si richiama:

-Circolare 31 gennaio 1995, n. 2222: "Studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici".

-D.M. 11/03/1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

-L. 183/1989: “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” e successive modifiche ed integrazioni.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

Geograficamente, l'area rilevata ricade nella tavoletta "Buccheri" F° 273 II NE della Carta Topografica d'Italia a scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare., a circa 800 metri. s.l.m.

In generale dal punto di vista morfologico il comprensorio di Buccheri si presenta con dorsali ed alti morfologici ad allineamento preferenziale NE-SW, separate da profonde incisioni vallive.

Questa configurazione morfologica è dovuta all'affiorare nell'area di formazioni sia sedimentarie sia vulcaniche, quindi materiali a differente grado di erodibilità; difatti laddove persiste la facies vulcanica, il paesaggio è caratterizzato da una morfologia tabulare; la facies carbonatica invece, viene profondamente incisa da valli di erosione fluviale più o meno strette e simmetriche.

Data l'influenza che la morfologia riveste nella predisposizione dei litotipi ad essere soggetti ad erodibilità e a dissesto ne deriva che buona parte dell'area studiata è in condizioni di stabilità in corrispondenza degli alti morfologici costituiti dagli espandimenti basaltici; una minore stabilità si ha, invece, in corrispondenza delle facies prossime alle zone più incise e incassate nei terreni carbonatici dove le condizioni di instabilità possono essere determinate dall'erosione selettiva dei livelli meno coerenti del litotipo e da degradazione superficiale ad opera del deflusso delle acque.

L'idrografia superficiale è data da impluvi ben sviluppati ed incisi, appartenenti ad un reticolo idrografico poco gerarchizzato. Tutti i corsi d'acqua hanno un regime idrologico di tipo stagionale con abbondanti deflussi coincidenti con gli eventi piovosi concentrati e limitati soltanto nel periodo invernale. Difatti i torrenti sono attraversati dall'acqua durante le stagioni invernali e tendono ad estinguersi nei rimanenti periodi dell'anno.

Laddove l'acclività del versante è più contenuta, rallentando il deflusso dell'acqua, si favoriscono, invece, eventuali fenomeni fisici e chimico-fisici di alterazione del suolo e del substrato litologico.

A difesa dei fenomeni su menzionati può segnalarsi il contributo della copertura vegetale alquanto ben attecchita nell'area.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

2.1. Caratteristiche litostratigrafiche (tav. 1)

Il quadro geologico d'insieme, definito attraverso il rilevamento di superficie e con l'ausilio di dati acquisiti nel tempo, ha permesso di determinare la costituzione e la datazione delle formazioni affioranti nel territorio.

Il rilevamento è stato condotto su un'area necessariamente più vasta di quella di stretta pertinenza, facilitato oltretutto dall'osservazione di sezioni naturali presenti nelle vicinanze.

Il territorio dell'area in esame ricade in una zona caratterizzata da termini sedimentari, prevalentemente carbonatici.

Lo sviluppo cronologico dei litotipi esistenti nel territorio in esame, le cui aree di affioramento vengono raffigurate nella carta geologica allegata, può essere sintetizzato procedendo dall'alto verso il basso così come segue:

- *copertura vegetale;*
- *detriti di falda;*
- *terrazzi fluviali;*
- *vulcaniti (brecce a pillows e lave subaeree);*
- *formazione palazzolo;*
- *formazione tellaro.*

La **copertura vegetale**, di spessore medio c/a 0,5 mt, è costituita da una matrice terrosa inglobante elementi di varia pezzatura e natura (principalmente frammenti vulcanici).

Detriti di falda: si tratta di brecce di colore scuro, costituite da elementi vulcanici e raramente carbonatici alquanto spigolosi, di dimensioni variabili da 2 a 10 cm, immersi in una matrice sabbiosa. Sono dovute a fenomeni di erosione superfiale che più intensamente si fa sentire dove maggiore risulta essere la degradazione meccanica della roccia.

I Terrazzi fluviali (Pleistocene sup.-Olocene) sono di rilevanza trascurabile, sia per l'estensione dell'affioramento sia per l'esiguità dello spessore. Sono rappresentati da alternanze di livelli argillo-limosi contenenti ciottoli arrotondati esclusivamente vulcanici di

dimensioni modeste.

Le **vulcaniti** sono date da 2 orizzonti principali:

- vulcanoclastiti (brecce a pillows) di ambiente submarino;
- lave subaeree.

L'orizzonte inferiore è dominato da prodotti vulcanoclastici di ambiente submarino (brecce a pillows). Gli elementi costitutivi di queste brecce vulcaniche sono rappresentati da blocchi globulari e da frammenti lavici angolosi, immersi in una matrice di natura ialoclastica ocracea per alterazione. I blocchi globulari hanno forma ellissoidale, e mostrano una fessurazione a tendenza radiale e sono talvolta finemente vacuolari in tutta la massa. I blocchi angolari sono costituiti da frammenti cuneiformi o poliedrici a spigoli vivi di "lava a cuscino" e da frammenti lavici a tessitura massiva o più raramente scoriacea.

Sopra le brecce a pillows affiorano gli espandimenti basaltici subaerei. Si tratta di colate basiche a fessurazione colonnare, con tessitura vacuolare e spesso con vistose desquamazioni globulari, di colore nero antracite (alcali basalti) o grigiastro (tholeiiti).

È dato spesso di osservare fenomeni di cottura con appariscente ossidazione dei prodotti vulcanoclastici sottostanti. Gli spessori affioranti variano da pochi metri fino a oltre 50 metri.

L'età del complesso vulcanico va dal **Pliocene medio-superiore al Pleistocene**.

Formazione Palazzolo (Miocene medio-superiore): si sovrappone, eteropicamente e in concordanza stratigrafica, alle marne della Formazione Tellaro, mentre superiormente è ricoperta, stratigraficamente in discordanza, dai prodotti eruttivi plio-pleistocenici.

La formazione presenta delle variazioni litologiche in senso verticale e laterale, all'interno della quale sono state distinte due litofacies: una costituita da un'alternanza di calcari grigi a grana fine e di calcari marnosi teneri in strati di 20-40 cm di spessore, e l'altra caratterizzata da calcareniti bianco-giallastre più o meno tenere sovente in grosse bancate. La giacitura degli strati presenta per lo più una immersione verso SE e spessori variabili da 0 a 250 metri.

La Formazione Tellaro (Miocene medio-superiore): è costituita da un intervallo di marne grigio-biancastre a frattura concoide contenente sporadici livelli lenticolari di calcareniti alternate a marne di colore bianco crema in strati di 30-50 cm con vistosi fenomeni di slumpings o di scivolamento interstratale.

Gli strati marnoso-calcarei, appaiono di colore giallastro, ma possono assumere tonalità diverse in funzione del contenuto in componente marnosa e da un colore grigio-azzurro sulla superficie di erosione.

In questa alternanza si trovano quindi tanto strati calcarei teneri, incoerenti e di colore biancastro, quanto strati duri di calcare compatto, di colore giallastro o marrone chiaro. Sono talora osservabili estesi affioramenti costituiti esclusivamente dai termini marnosi.

La giacitura normalmente presenta lievi inclinazioni per lo più in direzione NW.

Sono da segnalare nella parte alta della formazione intercalazioni di grosse lenti di breccie vulcanoclastiche e sporadici corpi lavici submarini di spessore variabile tra 0 e 50 metri. Questi corpi vulcanoclastici sono comunque rinvenibili anche sulla Formazione Palazzolo.

Le marne della Tellaro vanno ad incunarsi fra le formazioni calcaree più antiche (Formazione Ragusa) e quelle più recenti (Formazione Palazzolo) per poi sfumare in eteropia di facies con queste ultime.

Lo spessore medio degli strati calcareo-marnosi è normalmente di ordine decimetrico, mentre la potenza complessiva dell'intero complesso è di diverse decine di metri, supera in genere i 200 metri.

3 IDROLOGIA

3.1 Caratteristiche idrologiche

L'idrografia del territorio è influenzata notevolmente dalle condizioni climatiche (temperature e piovosità) e dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni. Nella zona, i pochi corsi d'acqua degni di nota, ossia il Torrente Alberi, il Torrente Sughereta, non hanno un regime perenne, mostrando prevalentemente caratteri tipici delle fiumare, con un letto ghiaioso-ciottoloso, con inclinazione variabile a seconda della morfologia delle aree attraversate, asciutti o quasi nei periodi estivi. Le acque defluenti in queste aste fluviali, in occasione delle precipitazioni più consistenti, esercitano una blanda azione erosiva con asporto di materiale nelle zone con elevate pendenza e deposizione nelle zone più a valle ed in confluenza con le aste fluviali più importanti.

Il calcolo della precipitazione è stato effettuato prendendo in considerazione la fonte di informazione principale sulla pioggia che è data dagli Annali pubblicati dal Servizio Idrografico sui quali sono riportati i valori giornalieri, mensili ed annui per ogni stazione.

Non esistendo registrazioni della stazione termo-pluviometrica nel territorio di Buccheri antecedenti all'anno 1982, è stata presa in considerazione quella di Palazzolo Acreide nel periodo che intercorre tra il 1970 ed il 1981, che con parte dei loro poligoni di influenza comprende il bacino idrografico in esame.

La piovosità media della zona, si attesta su valori medi annui di circa 620 mm, calcolata facendo la media dei valori tra le stazioni di Buccheri e Palazzolo Acreide, con precipitazioni concentrate particolarmente nel periodo invernale. Ultimamente però a causa delle variazioni climatiche che continuano a verificarsi da qualche anno a questa parte, questi valori devono essere verificati ed interpretati a favore della sicurezza.

La fonte di informazione sulle temperature è sempre il Servizio Idrografico che negli Annali pubblica i dati relativi alle temperature massime, minime, e medie giornaliere, mensili ed annue. Le stazioni termometriche sono però molto più scarse di quelle pluviometriche, infatti per il calcolo della temperatura media si è potuto fare riferimento alla stazione di Monterosso Almo.

Per quanto riguarda i dati relativi alla temperatura media diurna dell'aria, misurati in tale stazione, si può affermare che essa si attesta su valori di 16,2°C.

I dati delle piovosità riferite ad 1, 3, 6, 12, 24 ore sono raffigurati nelle tabelle Tab.1 e 2:

ANNO	TOT. ANNUO	1h		3h		6h		12h		24h	
		mm	gg	mm	gg	mm	gg	gg	mm	gg	mm
1982	1009,8	6	25-gen	13,6	28-ott	23,6	24-gen	45	24-gen	88,2	24-gen
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	749,2	12	16-ott	24,4	16-ott	29	26-nov	54	26-nov	87,8	26-nov
1987	333	21,6	23-ago	39,8	23-ago	39,8	23-ago	39,8	23-ago	39,8	23-ago
1988	494	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	466	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	533,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	672,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	419,8	15	30-ott	17,6	20-ott	28	21-ott	31,4	20-ott	31,8	20-ott
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	1121,4	16	19-lug	31,6	09-dic	50	28-feb	86,4	27-feb	145	27-feb
1997	770,4	37,2	08-ott	42,6	08-ott	43	08-ott	43,6	08-ott	48	08-ott
1998	510	37,8	12-ago	39	24-mar	50,8	24-mar	52	24-mar	62	24-mar
1999	606	35,8	11-nov	37	11-nov	40	30-nov	64,4	28-nov	86	28-nov

Tab.1- *Precipitazioni della stazione termo-pluviometriche di Buccheri anni 1982-1999.*

ANNO	TOT. ANNUO	1h		3h		6h		12h		24h	
		mm	gg	mm	gg	mm	gg	mm	gg	mm	gg
1970	493,0	17,6	18-set	46	16-ott	58,2	16-ott	62,2	16-ott	78	19-set
1971	487,0	14,2	11-feb	20	11-feb	26,4	11-feb	48,4	11-feb	56,2	10-feb
1972	673,4	24,6	31-dic	31,6	20-dic	32,4	20-dic	52	02-mar	64	02-mar
1973	855,6	44,4	04-dic	50,4	04-dic	51,6	04-dic	84,2	04-dic	88,6	04-dic
1974	467,4	12,8	06-nov	23,4	06-nov	27,2	06-nov	42,4	06-nov	42,4	06-nov
1975	647,6	22,2	27-ago	27,2	07-nov	38,4	07-nov	50	07-nov	58	07-nov
1976	969,2	34	21-ott	42,4	21-ott	44,8	22-ott	49,2	25-ott	92,8	25-ott
1977	260,8	14	26-nov	17,2	26-nov	20,8	05-gen	31,6	05-gen	37,8	05-gen
1978	666,2	38	24-ago	53,2	18-ott	67	18-ott	95,2	18-ott	98	18-ott
1979	587,0	31,8	09-set	33	09-set	33	09-set	33	09-set	37,4	25-ott
1980	513,4	16	30-set	21,6	19-feb	29,8	18-dic	39,6	18-dic	45,2	18-dic

Tab.2-Precipitazioni della stazione termo-pluviometriche di Palazzolo Acreide anni 1970-1980.

3.2 Protezione degli assi stradali dalle acque di precipitazione meteorica

Nel nostro studio è stata presa in considerazione la possibilità che le acque di precipitazione meteorica possano provocare situazioni potenzialmente pericolose in corrispondenza degli assi stradali. Per tale motivo è stata attenzionata all'interno dell'area di studio la zona, ricadente in C.da Piana, in cui il controllo e l'allontanamento delle acque è di particolare importanza.

3.2.1 Sistemi di drenaggio di C.da Piana

L'area di C.da Piana ricadente nel nostro studio è attraversata da un impluvio, artificializzato nel tratto che attraversa l'area di lottizzazione, che funge da collettore naturale di raccolta delle acque di precipitazione meteorica. Tale canale è orientato con direzione WSW-ENE e verso di scorrimento ENE snodando il suo corso per complessivi 1,6 chilometri. In tale incisione si ha scorrimento d'acqua solamente durante e/o subito dopo eventi piovosi

di una certa entità; naturalmente maggiore sarà la permeabilità dei litotipi, minore sarà il conseguente ruscellamento. In particolare, visti i termini litologici attraversati dal canale in oggetto, dati esclusivamente da termini vulcanici argillificati, si escludono eventuali infiltrazioni di una certa importanza e si considera, per la successiva verifica della portata del canale, che tutte le acque di precipitazione scorrino all'interno di esso, e ciò a favore della sicurezza.

Tale canale fiancheggia per un tratto rilevante la strada provinciale che da Buccheri porta a Giarratana . Inoltre, da un attento rilievo è emerso che esso è interrato in alcuni tratti in corrispondenza degli attraversamenti degli assi viari e del campo sportivo comunale. In tali punti, al canale a cielo aperto si sostituiscono dei tubi in cemento rotocompresso interamente interrati che attraversano le opere precedentemente menzionate.

L'estensione del bacino imbrifero è stata calcolata per due sezioni di interesse, per le quali viene calcolata la portata di piena. Nella tabella 3 sono riportate, oltre all'estensione dei bacini, l'altitudine media del bacino, le quote delle sezioni di chiusura e la lunghezza del corso d'acqua più lungo a monte della stessa.

Si può osservare in figura 1 (disegno in scala grafica) la localizzazione delle sezioni di chiusura e i limiti dei bacini imbriferi relativi alle due sezioni di chiusura per le quali viene stimata la portata di piena.

Da un'accurata misurazione della sezione del canale (sezione n° 1), effettuata allo sbocco della parte interrata in corrispondenza del campo sportivo, è emerso che esso ha una forma trapezoidale con base minore in basso di 1,55 metri, base maggiore di 3,30 metri circa ed altezza minima di circa 1,10 metri. Per la seconda sezione di chiusura si è considerato lo stesso profilo trasversale del canale con le stesse dimensioni del precedente.

Sezione di chiusura	Superficie del bacino imbrifero [kmq]	Lunghezza asta valliva principale [km]	Quota media del bacino [m s.l.m.]	Quota della sezione di chiusura [m s.l.m.]
1	0,244	1,07	902	886
2	0,352	1,57	893	869

Tab.1 Dati morfometrici dei bacini imbriferi relativi a 2 sezioni di interesse

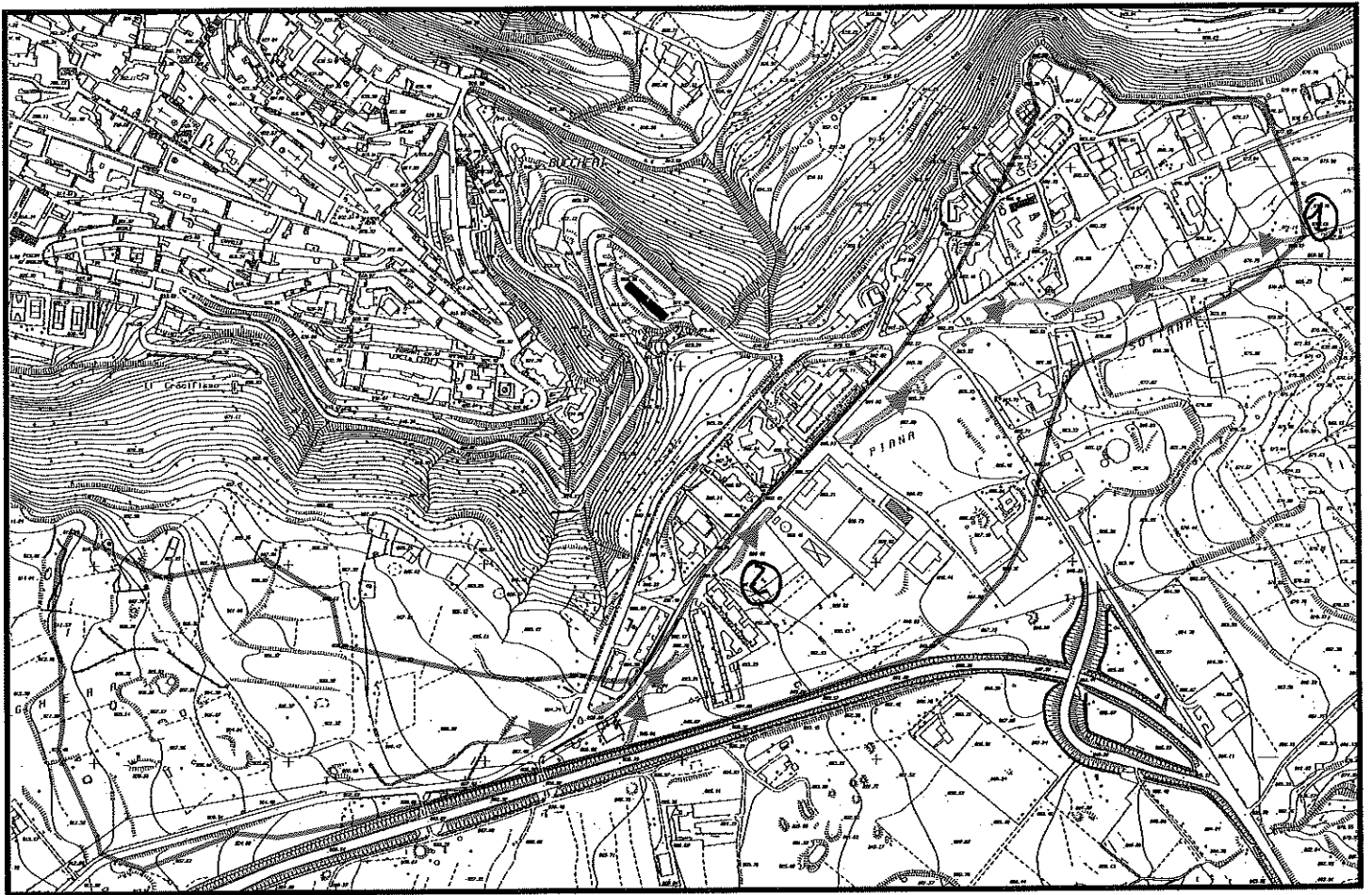


Fig. 3 Bacini imbriferi considerati e localizzazione delle rispettive sezioni di chiusura n° 1 e 2

che il canale riesce a smaltire, e a non alterare, il normale deflusso delle acque di ruscellamento.

Considerando la portata come originata dalle precipitazioni meteoriche e dipendente dalle variabili spazio-temporali del ciclo idrologico, si può affermare che è possibile calcolare la portata massima solo in termini probabilistici. Di conseguenza la portata di piena sarà considerata come una variabile casuale, che dovrà essere valutata in relazione ad un periodo di tempo (Tempo di ritorno) che passa mediamente tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

La stima della portata di piena viene fatta nella sezione del canale all'estremità del campo sportivo; essa viene calcolata per diversi tempi di ritorno, utilizzando la formula di Visentini:

$$Q_{\max} = \frac{0,278 \times S \times H_{crit}(t, T)}{0,80 \times T_c} \quad [m^3/sec]$$

dove:

- S : superficie del bacino idrografico [km²];
- Hcrit (t, T): altezza critica di pioggia con tempi di ritorno [mm];
- Tc: tempo di corrivazione [ore];
- t: durata della pioggia di 1, 3, 6, 12, 24 ore;
- T: tempi di ritorno di 10, 20, 40, 60, 80, 100 anni.

Non essendo disponibili misure idrometriche e dati riguardanti le portate del canale in oggetto, il regime idrologico e il comportamento idraulico sono stati definiti secondo la metodologia di Gumbel riguardante la determinazione delle altezze critiche di pioggia, Hcrit (t, T). Il calcolo della stima della portata, considerando i dati in nostro possesso, verrà fatto attraverso l'analisi probabilistica delle precipitazioni, con riferimento alle curve di possibilità pluviometrica. Tali curve si ricavano da leggi di correlazione tra le altezze di pioggia e le durate dell'evento stesso, del tipo: $h = at^n$ dove "h" è l'altezza critica di pioggia con tempi di ritorno "T" assegnati, "t" è la durata dell'evento in ore e "a" ed "n" sono dei parametri di taratura determinati con il metodo dei minimi quadrati. I valori pluviometrici utilizzati sono quelli della stazione di Palazzolo Acreide, riportati nella tabella 4:

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI PALAZZOLO ACREIDE [607 m s.l.m.]					
ANNO	DURATA DELLA PIOGGIA [ore]				
	1	3	6	12	24
1970	17,60	46,00	58,20	62,20	78,00
1971	14,20	20,00	26,40	48,40	56,20
1972	24,60	31,60	32,40	52,00	64,00
1973	44,40	50,40	51,60	84,20	88,60
1974	12,80	23,40	27,20	42,40	42,40
1975	22,20	27,20	38,40	50,00	58,00
1976	34,00	42,40	44,80	49,20	92,80
1977	14,00	17,20	20,80	31,60	37,80
1978	38,00	53,20	67,00	95,20	98,00
1979	31,80	33,00	33,00	33,00	37,40
1980	16,00	21,60	29,80	39,60	45,20
1981	-	-	-	-	-
1982	6,00	13,60	23,60	45,00	88,20
1983	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-
1986	12,00	24,40	29,00	54,00	87,80
1987	21,60	39,80	39,80	39,80	39,80
1988	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-
1994	15,00	17,60	28,00	31,40	31,80
1995	-	-	-	-	-
1996	16	31,6	50	86,4	145
1997	37,2	42,6	43	43,6	48
1998	37,8	39	50,8	52	62
1999	35,8	37	40	64,4	86

Tab.4-Dati pluviometrici relativi alla stazione di Palazzolo A.

Il tempo di corrvazione T_c , che è definito come il tempo che impiega la particella d'acqua che cade nel punto del bacino più distante dalla sezione di chiusura a raggiungere quest'ultima, viene calcolato con la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times l}{0,80 \times \sqrt{H_m}} \quad [\text{ore}]$$

dove "S" è la superficie del bacino sotteso, "l" corrisponde alla lunghezza dell'asta principale, $\bar{H}_m = H[m] - H_0[m]$ è l'altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura, con $H[m]$ altitudine media ponderata del bacino e $H_0[m]$ quota della sezione di chiusura.

I valori dei vari parametri idrologici sono riportati di seguito, in appositi diagrammi e tabelle; le elaborazioni statistiche sono state effettuate a mezzo di foglio elettronico, con calcolo automatico.

Conoscendo i dati morfometrici del bacino (tab. 3) e i parametri sopra citati, consideriamo un rapporto afflussi/deflussi superficiali avente coefficiente pari all'unità allo scopo di descrivere uno scenario più cautelativo. Assumendo così un valore di altezza critica $H_{crit} = 58,42$ mm corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni (tab. 5) ed al tempo di corrivazione "Tc" calcolato, si trova una portata **Qmax di 6,268 m³/sec** (tab. 6).

ALTEZZE CRITICHE DI PIOGGIA "Hcrit" [mm]			PORTATE DI PIENA "Qmax" [m ³ /sec]		
Tr [anni]	BACINI IDROGRAFICI SOTTESI		Tr [anni]	BACINI IDROGRAFICI SOTTESI	
	S1	S2		S1	S2
100	54,79	56,05	100	4,151	5,683
80	53,06	54,29	80	4,02	5,504
60	50,82	52,01	60	3,851	5,273
40	47,66	48,78	40	3,612	4,946
20	42,22	43,21	20	3,199	4,382
10	36,66	37,53	10	2,778	3,806

Tab. 5 - 6 Valori delle altezze critiche di pioggia e delle portate per i diversi tempi di ritorno T_r.

3.2.3 Verifica idraulica

La verifica del canale è stata eseguita calcolando la capacità di smaltimento per una sezione di forma trapezoidale, utilizzando la portata di massima piena $Q_{max} = 6,268$ m³/sec, considerando un periodo di 100 anni.

Conoscendo l'altezza $H = 1,10$ m che è la distanza tra la base minore e la base maggiore, la base minore $a = 1,55$ m, la base maggiore $b = 3,30$ m, la pendenza del canale $p = 3\%$ e assunto come coefficiente di scabrosità di Kutter $m = 2$, si trova l'area di deflusso A [m²] per varie altezze d'acqua h [m]. Considerando un moto uniforme, la velocità di deflusso della corrente è $V = c\sqrt{R_1 p}$ [m/sec] dove il coefficiente d'attrito "c" dipende dal raggio idraulico

“Ri” e dal coefficiente “m” e dove “p” è la pendenza. Per il calcolo della capacità di smaltimento del canale si utilizza l’equazione della continuità:

$$Q = AV \quad [m^3/sec]$$

La portata massima che può essere smaltita dal canale risulta essere di circa 10mc/sec, riuscendo così a smaltire sia il normale deflusso delle acque di ruscellamento che la portata di massima piena al colmo (tab. 7).

h [m]	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,39	0,44	0,5	0,55
Q[m ³ /sec]	0,035	0,133	0,285	0,487	0,738	1,036	1,379	1,769	2,204	2,685
h [m]	0,61	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,94	0,99	1,05	1,1
Q[m ³ /sec]	3,212	3,787	4,409	5,079	5,798	6,567	7,386	8,257	9,181	10,158

Tab. 7-Capacità di smaltimento delle sezioni idrauliche per varie altezze d'acqua.

3.3 Caratteristiche idrogeologiche dei terreni esaminati

Dal punto di vista del profilo idrologico il reticolo di drenaggio superficiale è discretamente sviluppato, con corsi d'acqua che dopo aver inciso più o meno profondamente le successioni vulcaniche (in misura modesta) e calcaree (abbondantemente) confluiscono nelle profonde e numerose incisioni dell'intero territorio (cave).

Sotto il profilo idrogeologico nell'area affiora una successione di terreni a buona permeabilità. Tale successione è sede di un acquifero che per spessore ed estensione areale può essere considerato come "principale", alimentato da tutta la zona di monte, da distinguersi dai "secondari" che, contenuti nella successione vulcanica, sono caratterizzati da spessore limitato e scarsa potenzialità ed inoltre presentano elevata anisotropia laterale e verticale con conseguente possibile circolazione idrica resa frazionata e discontinua.

L'alimentazione di questi acquiferi avviene per infiltrazione diretta delle acque superficiali nelle aree di affioramento delle vulcaniti, infiltrazione e circolazione favorita dall'importante reticolo strutturale che le caratterizza.

In relazione alle caratteristiche geolitologiche sopra descritte, si sono individuati terreni a bassa permeabilità e terreni ad alta permeabilità.

Nelle vulcaniti, troviamo una permeabilità bassa per porosità nei termini prevalentemente ialoclastici ed elevata per fessurazione nelle lave subaeree.

4. TETTONICA

I caratteri strutturali dell'area di indagine sono ricollegabili al più vasto quadro tettonico dell' Avampaese Ibleo, il quale costituisce uno dei principali elementi strutturali della Sicilia Orientale.

L'Altipiano Ibleo, in un contesto geodinamico più ampio, rappresenta, il margine indeformato della placca africana, rimasto relativamente indisturbato durante le principali fasi tettogenetiche verificatesi nell'Isola.

Esso è, tuttavia, interessato da dislocazioni consistenti in fitti sistemi di faglie prevalentemente normali ed in parte a componente trascorrente che, nell'insieme, definiscono un quadro tettonico delineatesi per il settore occidentale già nel Miocene Superiore ed in epoca posteriore fino all'Olocene per quello orientale.

In particolare, il margine settentrionale del Plateau, in seno al quale ricade il sito in esame, è solcato da sistemi di faglie dirette ad orientazione NE – SW le quali determinano una struttura ad hors e graben, tra i quali il Graben Lentini-Scordia è il più importante.

Tali graben costituiscono le strutture bordiere del Plateau prima della sua definitiva inflessione e sottoscorrimento al di sotto della Falda di Gela.

Nell'area in studio si rinvencono, altresì, strutture di dislocazione positiva mediante "blocchi fagliati", a Gradinata, ad andamento parallelo alla Scarpata Ibleo-Maltese di direzione NNW – SSE e ad andamento E – W generalmente molto più frequenti nella fascia costiera.

In tale contesto l'area in esame si colloca in una zona di alto strutturale, l'Horst dell'Altopiano Ibleo, struttura rialzata a livello regionale.

Per quanto attiene la sismicità dell'area iblea, gli studi condotti hanno evidenziato che essa sembra essere caratterizzata da elevati rilasci di energia.

La distribuzione degli epicentri non è uniforme ma si infittisce al margine settentrionale della regione iblea, ove peraltro si localizzano gli eventi di magnitudo più elevata.

Difatti, recenti studi, esaminando il Catalogo delle Mappe Isosismiche per i terremoti verificatisi in Sicilia ed in Calabria negli anni compresi tra il 1783 ed il 1978 (BARBANO et alii, 1980), integrandolo con i dati relativi ai più recenti eventi sismici, fino ad includere i terremoti del Dicembre 1990, e considerando tutti i terremoti con intensità (IM.S.K.) ≥ 2 , hanno contato, nella regione iblea, e negli anni 1783-1990, ben 248 eventi sismici con Magnitudo compresa tra 2.1 e 5.8.

La relazione tra intensità(IM.S.K) e Magnitudo si ricava da KARNIK (1969) e da COSENTINO & LOMBARDO (1980):

$$M = (I + 0.08) * 0.53 + 1$$

Tale elevata attività sismotettonica si ritiene sia in connessione con l'adiacenza di due aree crostali (Iblei ed Etna) con comportamento fisico-meccanico molto diverso.

Lo studio delle correlazioni magnitudo-frequenza, che si basano sulla relazione empirica di GUTEMBERG & RICHTER (1954):

$$\log N = a + bM$$

dove "N" rappresenta il numero di terremoti per unità di tempo, con Magnitudo $\geq M$, ed "a" e "b" dei coefficienti che caratterizzano la sismicità di una data regione, conduce ad un modello di crosta caratterizzata da gaps sismici di notevole durata, interrotti da notevoli rilasci di energia; per l'area iblea si individua una regressione lineare che porta alla relazione conclusiva:

$$\log N = 7.47 - 0.77 M$$

Inoltre, il valore del coefficiente "b" ricavato, sta a significare, se lo si confronta con i valori riportati da KARNIK (1969) per l'Europa e l'Area mediterranea, che l'area in oggetto è caratterizzata da una sismicità superficiale, localizzata mediamente a profondità non superiore a 15 Km.

Gli studi effettuati per il calcolo dei periodi di ritorno, tramite la teoria di GUMBEL (1958), hanno permesso di calcolare valori di 300 anni per un terremoto di cui la massima intensità è stata indicata pari a gradi 11 in quest'area (in quanto zona epicentrale), ovvero 9,5° in quest'area se lo si considera a 20 km di distanza.

Tale calcolo probabilistico scaturisce dall'applicazione della seguente relazione:

$$\ln (\ln G (y)) = \ln a - by$$

dove i parametri che vi rientrano sono dati da "G", probabilità che avvengano terremoti di una certa Magnitudo y, ed "a" e "b" , parametri che caratterizzano il numero medio dei terremoti per anno superiori ad una certa Magnitudo.

Per l'area iblea si ricava la retta di regressione lineare tipica, sotto riportata:

$$\ln(-\ln Gy) = 7.58 - 0.82y$$

che permette di ricavare la seguente tabella:

<i>Magnitudo</i>	<i>Periodo di ritorno in anni</i>
4.2	7.8
4.8	13.7
5.3	24.1
5.8	42.4
6.4	74.7

La massima accelerazione attesa in sito è quella del terremoto del 1693, utilizzato come riferimento, "terremoto di progetto" nel calcolo indicato.

Infatti le intensità attese nel sito, in caso di evento sismico simile a quello considerato "di progetto" sono di circa 9.5° M, a cui compete un'accelerazione tangenziale certamente superiore a 0,35 – 0,4 g.

5. INTERAZIONE SUOLO – STRUTTURA

La sismicità storica del margine orientale degli Iblei, tristemente confermata dai recenti eventi sismici, è la più marcata dell'Altipiano ed è caratterizzata da pochi episodi ad elevata Magnitudo, così come dalla relazione empirica di Gutenberg e Richter, (particolarmente valida per terremoti caratterizzati da sequenze del tipo: scossa principale e repliche), secondo la quale in una determinata area la magnitudo massima possibile decresce all'aumentare del numero di eventi che in essa si verificano:

$$\log N(M) = (a-b)*M$$

con “a” e “b” costanti.

Per dette caratteristiche sismo-tettoniche il territorio del Comune di Buccheri è stato inserito, con D.M. 23/09/1981, tra le zone sismiche di II Categoria, ossia con grado di sismicità S=9 e Coefficiente di Sismicità C=0.07.

In caso di propagazione di energia elastica generata da un movimento tellurico, le modalità di interazione suolo-struttura dipendono, oltre che da alcune caratteristiche proprie della struttura (periodo di oscillazione, collocazione del baricentro, rigidità, rapporto tra le dimensioni, ecc.), anche da alcune caratteristiche del terreno di fondazione.

L'energia elastica che si diparte da una sorgente sismica viene modificata nell'attraversare il mezzo di propagazione; ne segue che il mezzo roccioso, secondo le proprie caratteristiche fisiche, smorza le oscillazioni corrispondenti a determinate frequenze ed al contempo ne amplifica delle altre.

Un altro elemento che interviene a smorzare od amplificare il moto del suolo in caso di sisma è la geometria dei corpi rocciosi nel sottosuolo.

In definitiva, le frequenze caratteristiche di un dato sisma che dipendono esclusivamente dai meccanismi focali, ancor prima che esse investano un corpo posto in superficie, subiscono un effetto filtro durante l'attraversamento del mezzo roccioso.

La valutazione dell'effetto filtro assunto dal sottosuolo è di primaria importanza nell'analisi delle possibili sollecitazioni indotte nella struttura.

Per le zone classificate sismiche è stata messa a punto una normativa in cui il fattore rappresentativo del terreno assume grande rilievo per la valutazione del Coefficiente sismico di cui esso è un moltiplicatore (Cestelli Guidi Geotecnica II)

Le modalità di interazione dinamica suolo-struttura, nella propagazione dell'energia sismica, sono condizionate da una serie di fattori, alcuni dei quali legati alle caratteristiche proprie della struttura: periodo proprio di oscillazione, collocazione del baricentro rispetto alla geometria della fondazione, peso della struttura, altezza, rigidità etc..

Pertanto è stato definito un Coefficiente (K_s) detto di progetto, che è comprensivo di tutti quei parametri concorrenti ad una completa e corretta identificazione dell'interazione che si stabilisce tra suolo e struttura sotto l'effetto di un sisma, esso è così definito:

$$K_s = C_s * R * C_f$$

C_s = Coefficiente sismico dipendente dalla sismicità dell'area, nel nostro caso trattandosi di II cat. Con $S = 9$ (D.M. 23/09/1981) si assume $C_s = 0.07$

R = Coefficiente di risposta della struttura che assume i seguenti valori:

- per $T > 0.8$ sec. $R = (0.862/T)^{2/3}$
- $T < 0.8$ sec. $R = 1.0$

con T = periodo di oscillazione della struttura;

C_f = Coefficiente di fondazione

$C_f = 1.3$ (D.M. 16/01/96)

$\alpha_2 = 1.0$; coefficiente di distribuzione delle azioni sismiche funzione della capacità del terreno ad assorbire le onde di taglio.

La definizione di tale coefficiente, basata sulla velocità di propagazione delle onde di taglio è stata valutata secondo la seguente Tabella:

	m/sec	m/sec	m/sec
V_s	< 400	400 - 700	>700
α_2	1.2	1	0.8

Pertanto, sostituendo, il coefficiente sismico di progetto a meno del parametro R , la cui valutazione compete al progettista, per $C_s = 0.07$ ovvero con $S = 9$, risulta così espresso:

$$K_s = 0.07 * R * 1.3 = R * 0.091$$

Evidentemente se si considera cautelativamente la nostra area con un Coefficiente di intensità sismica pari a $C_s = 0.10$ ovvero con $S = 12$ (cat. I) si avrà:

$$K_s = 0.10 * R * 1.3 = R * 0.13$$

Inoltre per $T < 0.8$ sec. quindi con $R = 1$, K_s assume i seguenti valori in funzione del variare di " α_2 ":

$$\text{per } \alpha_2 = 1.2 \quad K_s = 0.156 \quad \delta = 8,9$$

$$\text{per } \alpha_2 = 1.0 \quad K_s = 0.130 \quad \delta = 7,4$$

$$\text{per } \alpha_2 = 0.8 \quad K_s = 0.104 \quad \delta = 5,9$$

dove " δ " è l'angolo di inclinazione della componente verticale dovuta all'evento sismico, calcolato come l'arcotangente di " K_s ", nel nostro caso pari a 7.4 (volendo considerare l'area con grado di sismicità $S = 12$).

6. CARTOGRAFIA DI SINTESI

6.1 Generalità

In conformità alle specifiche tecniche di cui alla circolare 31 Gennaio 1995, n. 2222, sulla base delle linee guida metodologiche e delle indicazioni classificative ivi contenute, è stata redatta la seguente cartografia di sintesi a scala 1:2.000:

- carta geologica;
- carta litotecnica;
- carta geomorfologica;
- carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale;
- carta delle pericolosità geologiche.

Sulla base delle linee guida metodologiche e delle indicazioni contenute nella suddetta circolare si è provveduto a evidenziare tramite la rappresentazione grafica le varie problematiche inerente il territorio oggetto di studio.

Quindi tenendo conto dei risultati dello studio geologico, idrologico e idraulico geomorfologico e dopo una attenta analisi e interpretazione delle indagini eseguite (carta geologica, geomorfologia, ecc..) è stata redatta la “Carta delle pericolosità geologiche ” alla scala 1:2.000. Tale documento, che costituisce la sintesi dello studio geologico in prospettiva urbanistica, è stato elaborato attraverso la sovrapposizione delle singole tematiche considerate, che sono parse le più idonee per descrivere compiutamente le caratteristiche geologico-ambientali del territorio di Buccheri.

Alla luce di quanto detto nei precedenti capitoli viene evidenziata la tipologia dei maggiori problemi che investono il territorio comunale sotto l’aspetto geomorfologico e geoidrologico, che sono così riassumibili:

- a) notevole erosione delle scarpate naturali (vedi Tav. 4 Classe II B) e artificiali non vegetate (vedi Tav. 4 Classe II A, Via A. De Gasperi) intensamente dilavate durante gli eventi meteorici particolarmente violenti. Tali scarpate, se vegetate, risultano talora instabili laddove la vegetazione è costituita da alberi ad alto fusto il cui carico, in relazione all’acclività dei pendii e alla caratterizzazione litologica dei terreni sottostanti può indurre fenomeni di instabilità;
- b) nelle aree di scarpata, vi è possibilità di crolli dal ciglio delle stesse con

fenomeni di soil creep;

- c) esondazione del fosso di erosione concentrata che attraversa da sud-ovest a nord-est C.da Piana Sottana, che in corrispondenza di restringimenti e/o imbocchi in tubazione a causa della mancata manutenzione di pulizia dello stesso canale, potrebbe causare otturazione e quindi il malfunzionamento.

Per quanto concerne i dissesti di tipo gravitativo, i versanti collinari sono risultati privi di importanti movimenti, fatta eccezione per alcuni localizzati fenomeni di soliflusso.

È opportuno specificare che per “rischio” si intende il prodotto della “pericolosità” per il valore del bene. In pratica ugual rischio si ottiene per bassa pericolosità, ma elevato valore economico, oppure per beni di poco valore, ma in aree con elevata pericolosità.

La valutazione del rischio idrogeologico, (R) è dato dal prodotto di tre fattori quali la *pericolosità (H)*, la *vulnerabilità (V)* e il *valore economico dei beni (E)* ossia:

- Pericolosità (H), la probabilità di occorrenza di un evento potenzialmente pericoloso in un determinato intervallo di tempo;
- Vulnerabilità V, grado di perdita di funzionalità –espresso in una scala compresa tra 0 (nessun danno) e 1 (perdita totale)- per uno o più elementi a rischio, in una determinata area;
- Elemento a rischio (E), persona o attività o proprietà esposta a rischio in una determinata area.

La mitigazione del rischio può essere ottenuta, a seconda dei casi, intervenendo nei confronti della pericolosità, della vulnerabilità o del valore degli elementi a rischio. Sia la valutazione che la mitigazione del rischio richiedono quindi l’acquisizione di molte informazioni che vanno dai caratteri geologici-ambientali a quelli socio-economici dell’area in esame.

6.2 Carta litotecnica (Tav. 3)

Questa carta prende in considerazione le caratteristiche geotecniche del sottosuolo di fondazione delle varie litologie riscontrate in tutta l'area investigata.

Questo elaborato grafico accorpa sotto il profilo litotecnico tutte le unità litologiche secondo parametri relativi alla composizione, grado di cementazione, tipo di stratificazione, stato di fratturazione e degradazione.

Il fine della carta è quello di delimitare i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo; pertanto, le rocce ed i terreni affioranti nel territorio comunale sono stati suddivisi secondo un criterio prevalentemente litologico, privilegiando cioè gli aspetti composizionali su quelli cronologico-stratigrafici.

Le unità che presentano caratteristiche geotecniche comuni, sono state raggruppate in apposite "unità litotecniche" in base allo schema qui riprodotto:

Copertura:

1. Detriti di falda assimilabili alla classe litotecnica D1 frammenti lapidei spigolosi.
2. Accumuli di frana assimilabili alla classe litotecnica D2 frammenti lapidei spigolosi, con frazione fina interstiziale.

Substrato:

1. Vulcaniti di ambiente subaereo assimilabili alla classe litotecnica B3 poliedri giustapposti del volume inferiore al dmc..
2. Breccie a pillows assimilabili alla classe litotecnica B3. poliedri giustapposti del volume inferiore al dmc.

Per avere una conferma dei litotipi interessati e per una più precisa descrizione della carta litotecnica sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelevamento di campioni a disturbo limitato per ogni formazione incontrata, i campioni prelevati sono stati sottoposti ad analisi e prove geotecniche di laboratorio, inoltre per avere una più ampia visione dei rapporti stratigrafici tra le varie formazioni sono state eseguiti sia delle prospezioni geofisiche mediante la metodologia della sismica a rifrazione, sia dei pozzetti esplorativi, tutto ciò verrà meglio definito in seguito.

6.3 Carta geomorfologia (tav. 2)

La carta geomorfologica è stata redatta per tutto il territorio preso in esame, elaborandola dai rilievi, valutazioni ed osservazioni in sito e con l'ausilio di aerofotogrammetrie del territorio comunale di Buccheri, ponendo una particolare attenzione alla definizione dell'andamento delle scarpate morfologiche sia naturali che antropiche.

La sintesi effettuata è stata cartografata considerando le forme ed i processi morfogenetici in relazione allo stato di attività in:

- Attive
- Quiescente
- Inattive

Gli agenti morfodinamici considerati sono:

- 1) Acque di ruscellamento superficiali
- 2) Forza di gravità
- 3) Attività antropica

Acque di ruscellamento superficiali

Tra le varie forme pertinenti a questo tipo, è stato rilevato un fosso di erosione concentrata (già descritto in precedenza) che attraversa buona parte del territorio considerato. La sezione trapezoidale del canale ha la base minore di 1,55 metri, base maggiore di 3,30 metri circa e altezza minima di 1,10 metri. Esso è attraversato dalle acque esclusivamente in concomitanza delle precipitazioni e non presenta al momento particolare competenza.

Nel corso di rilievi sul campo ed in seguito alle perforazioni e ai pozzetti esplorativi si è rilevato che in alcuni punti a maggiore depressione dove vi era ristagno di acqua, si riscontrava che i termini vulcanici e ialoclastitici erano alterati per argillificazione degli stessi.

Forza di gravità

Sono stati individuati dei settori di versante con scarpate interessate da crolli e ribaltamenti ed una falda detritica a grossi blocchi lavici nella zona posta a nord-est della carta allegata. Nell'area posta a ovest della carta allegata sono stati individuati settori di versanti caratterizzati da *soil creep* superficiale dovuti soprattutto all'attività antropica riconducibili a fronti di scavo e sbancamenti che hanno instaurato l'innesco dei suddetti processi.

Attività antropiche

L'attività antropica riscontrata riguarda esclusivamente gli scavi e gli sbancamenti

eseguiti lungo il versante per la costruzione di nuovi edifici.

6.4 Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (Tav. 5)

L'elaborazione della "carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale" è stata effettuata prendendo in esame gli elementi di amplificazione per effetti morfologici e per effetti litologici, evidenziando le condizioni che possono innescare fenomeni di cedimenti assoluti o differenziali, le condizioni di possibile liquefazione spontanea tipica di depositi di sabbie fini o sabbie limose con struttura metastabile e generalmente sature, le condizioni di rischio di eventi franosi o in generale di instabilità di scarpate e versanti.

Pertanto lo studio è stato rivolto all'individuazione dell'entità di rischio dell'eventuale verificarsi di uno di questi fenomeni o di più fenomeni in uno stesso settore.

Il territorio preso in esame rientra interamente nei terreni tipo S1 caratterizzati da terreni coesivi compatti senza un substrato a forte contrasto di proprietà meccaniche, entro i primi 90 metri della superficie, caratterizzato comunque da velocità V_s di propagazione delle onde sismiche trasversali compresi tra 250 e 500 m/s..

Inoltre nell'allegata carta della pericolosità sismica locale sono stati messi in evidenza tre scenari di pericolosità sismica potenziale facendo riferimento all'allegato E2 (circ. 2222/95).

Il primo scenario riguarda il "I gruppo" ovvero zone caratterizzate da indizi di instabilità superficiale i cui effetti sono innescabili con il verificarsi di eventi sismici.

Il secondo scenario facente parte del "II gruppo" riguarda le zone di ciglio con altezza > di 10 metri, in questo caso i possibili effetti sono le amplificazioni diffuse del moto del suolo connesse con la focalizzazione delle onde sismiche.

Il terzo scenario riguarda il "III gruppo" zone con falda di detrito, dove si hanno effetti di amplificazione diffusa del moto del suolo dovute a differenza di risposta sismica tra substrato e copertura.

6.5 Carta delle pericolosità geologiche (Tav. 4)

La redazione della carta delle pericolosità geologiche è stata fatta in seguito ad una meticolosa interpretazione delle precedenti carte tematiche e dalle risultanze delle prove di laboratorio e dai sondaggi effettuati nel territorio.

Al fine di esplicitare le condizioni d'uso e di edificabilità del territorio indagato, sono state individuate le seguenti classi di pericolosità geologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica:

- **CLASSE I: Pericolosità geologica bassa.**

Presenza di remote condizioni di pericolosità e fattori di esposizione facilmente rilevabili.

In questa classe sono state inserite quelle aree ove le condizioni di pericolosità sono legate esclusivamente alla costituzione stratigrafico-geotecnica del sottosuolo, alla bassa acclività e assenza di manifestazioni che potrebbero indurre a considerare esistenti potenziali processi di evoluzione di versante, con caratteristiche simili a quelle del territorio di pianura, di per sé esente da processi geomorfologici.

Idoneità all'utilizzazione urbanistica e principali aspetti prescrittivi.

Si tratta di aree idonee all'utilizzazione urbanistica.

È comunque necessario, nel caso di un loro utilizzo edificatorio, affrontare in modo approfondito il problema fondazionale, con la realizzazione di indagini volte a definire in modo preciso, puntuale e dettagliato le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta e le soluzioni più idonee da adottarsi.

In particolare gli interventi edificatori dovranno inoltre prevedere lo smaltimento delle acque di gronda convogliandole nel canale esistente, al fine di evitare fenomeni di cedimento per dilavamento della matrice fine dei terreni ivi presenti.

I nuovi interventi edificatori dovranno mantenere una distanza minima di sicurezza di 10 metri a monte e a valle delle scarpate naturali di altezza superiore a 2 metri.

L'edificazione deve essere subordinata all'esecuzione di indagini specifiche e puntuali atte ad accertare, nel dettaglio del singolo lotto edificatorio, l'effettiva entità dei fenomeni di instabilità dei versanti, oltre alle caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni (D.M. 11/03/1988).

Negli atti progettuali, funzionali alle nuove edificazioni, dovranno essere chiaramente

indicate le metodologie di smaltimento delle acque di gronda e degli scarichi delle acque reflue, al fine di evitare fenomeni di cedimento per dilavamento della matrice fine dei terreni ivi presenti, nonché individuare il loro recettore;

- **CLASSE II: Pericolosità geologica alta.**

Presenza di evidenti condizioni di pericolosità con fattori di esposizione richiedenti interventi di protezione o correzione per la eliminazione o la mitigazione del rischio o, comunque, un controllo permanente e specifica regolamentazione.

In particolare sono state distinte due aree a pericolosità geologica alta, quelle in cui l'instabilità attiva o quiescente è conclamata, e quelle in cui la vicinanza al ciglio di scarpata potrebbero risultare particolarmente instabili.

SOTTOCLASSE II A

In questa sottoclasse è stata inclusa l'area posta ad nord-ovest della carta allegata.

Area in cui ci sono edifici ed infrastrutture interessate direttamente da fenomeni franosi, dove sono consentite solo trasformazioni che non alterino la morfologia del versante stesso e non aumentino il carico antropico.

SOTTOCLASSE II B

Questa sottoclasse comprende l'area di cigli di scarpata in cui non vi sono segni di instabilità ma in occasione di eventi sismici si hanno delle accentuazioni delle onde sismiche che potrebbero innescare fenomeni di crolli localizzati laddove esistono intense fatturazioni dei blocchi lavici. Qui è da considerarsi fascia di rispetto dell'entità di 10 metri in cui si dovrà evitare una possibile edificabilità, ampliamento degli edifici esistenti e comunque un aumento del carico antropico.

Idoneità all'utilizzazione urbanistica e principali aspetti prescrittivi.

Nella sottoclasse II A, l'utilizzazione urbanistica avverrà solo a seguito di studi geologici approfonditi e indagini geognostiche accurate atte ad accertare la stabilità del versante, nonché il tipo di consolidamento più appropriato. Particolare cura dovrà essere riservata alla regimentazione delle acque di ruscellamento ed all'effettivo carico antropico sul versante stesso. Le acque sia superficiali che di filtrazione andranno smaltite mediante vespai

e tubi drenanti.

Lo studio andrà eseguito non solo sul lotto edificatorio, ma a tutto l'intorno geologicamente significativo del lotto stesso, per poter meglio appurare movimenti in atto (e/o potenziali) e verificare l'incidenza dell'opera prima e dopo l'intervento.

Nella sottoclasse II B vi è la inidoneità all'edificabilità.

6.6 Aspetti prescrittivi

Si riportano nel seguito le prescrizioni relative a ciascuna classe di idoneità all'utilizzazione urbanistica, formulate sulla base delle specifiche problematiche geomorfologiche e geoidrologiche riscontrate, tenendo altresì conto dell'esigenza di conciliare le prioritarie istanze di salvaguardia territoriale, tutela della pubblica incolumità, contenimento del danno economico pubblico, con quelle di garanzia di continuità della vita sociale entro il tessuto urbano esistente.

Tutti gli interventi, dalla ristrutturazione alle nuove opere, dovranno essere conformi ai seguenti aspetti prescrittivi:

CLASSE I

- le acque meteoriche ricadenti nel lotto dovranno essere raccolte e adeguatamente smaltite nel canale esistente;
- accertarsi dell'eventuale presenza di vulcaniti argillificate o di sedimenti poco competenti.
- esecuzione di indagini specifiche e puntuali atte ad accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni ed accertare l'effettiva stabilità del versante (D.M.LL.PP. del 11/03/1988 e succ. mod. ed int.);
- negli atti progettuali, funzionali alle nuove edificazioni, dovranno essere chiaramente indicate le metodologie di smaltimento delle acque di gronda;
- nella zona C0 di C.da Piana Sottana, in fase di progettazione esecutiva bisognerà verificare l'interferenza della falda con il piano d'imposta delle fondazioni, soprattutto per i piani interrati;
- è fondamentale che il canale di erosione indicato nella Tav. 2 non sia ulteriormente incubato od impedito nella sua sezione;
- eventuali tagli di versante dovranno essere adeguatamente protetti da opere di sostegno.

CLASSE II

SOTTOCLASSE II A

Valgono tutti gli aspetti prescrittivi già elencati per la classe I ed inoltre:

- l'utilizzazione urbanistica avverrà solo a seguito di studi geologici approfonditi, ed indagini geognostiche accurate atte ad accertare la stabilità del

versante, nonché al tipo di consolidamento più appropriato;

- non si possono effettuare trasformazioni che aumentino il carico antropico sul versante stesso;
- lo studio andrà eseguito non solo al lotto edificatorio ma a tutto l'intorno geologicamente significativo, per poter meglio appurare movimenti in atto e/o potenziali e verificare l'incidenza dell'opera prima e dopo l'intervento;
- se opportuno andranno eseguite opere di sostegno;
- quest'area dovrà essere monitorata e controllata periodicamente.
- dovranno effettuarsi delle approfondite indagini geognostiche e le verifiche geotecniche di stabilità del terreno e della pendice coinvolta direttamente ed indirettamente nell'intervento;
- negli atti progettuali, si dovrà prevedere il sistema di drenaggio per le acque provenienti da monte mediante vespai e tubi drenanti collegati alla rete fognaria delle acque bianche;
- in questa classe non saranno ammessi aumenti del carico antropico, nonché interventi che alterino la morfologia del versante.

SOTTOCLASSE II B

- è vietata la realizzazione di nuovi edifici, e comunque rispettare una distanza di sicurezza di 10 metri dal ciglio di scarpata;
- verificare che le acque di gronda siano incanalate;

Gli aspetti prescrittivi generali comunque validi per tutte le classi e sottoclassi possono essere così elencati:

- 1) Raccolta ed adeguato smaltimento delle acque meteoriche ricadenti all'interno del lotto, nel rispetto del reticolato idrografico naturale o artificiale esistente.
- 2) Divieto di deviazione, sbarramento ed intubamento delle linee di impluvio esistenti, o restringimenti della sezione di deflusso, qualora si renda assolutamente inevitabile l'intubamento di brevi tratti, si dovrà preferire l'uso di griglie rimovibili che consentano una agevole ispezione e pulizia del canale.
- 3) Interventi periodici di ispezione ed eventuale rimozione dei materiali depositatisi nell'alveo dei corsi d'acqua, da effettuarsi ogni qualvolta se ne determini la necessità.
- 4) Divieto assoluto di deposito, anche temporaneo, di materiali in alveo (terreni di riporto, macerie, rifiuti, legname e ramaglie).

- 5) Rilievo di superficie da eseguirsi nelle zone a rischio geologico alto appartenete alla classe II specialmente a seguito di eventi sismici ingenti ed prolungate ed intense precipitazioni in particolar modo nei periodi post-estivi;

7. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA E GEOTECNICA DI DETTAGLIO

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista litologico e geotecnico il sottosuolo delle aree di nuova individuazione dello Strumento urbanistico in oggetto, ed accertarne l'edificabilità di massima, sono state effettuate ricerche preliminari sui dati pregressi e, per le aree sprovviste di adeguata documentazione geotecnica, sono state eseguite n° 3 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo, spinti fino alla profondità massima di circa 10 m. dal p.c., prelievo di campioni a disturbo limitato sottoposti a prove di laboratorio, indagini di tipo geofisico consistenti in n°5 stendimenti, e n°15 pozzetti esplorativi.

I dati raccolti sono stati sottoposti ad elaborazione mediante software specifico, al fine di giungere alla ricostruzione di un quadro sufficientemente dettagliato delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni costituenti il substrato.

Nei diagrammi e tabulati riportati nei paragrafi seguenti, oltre alla elaborazione dei valori di resistenza, sono state altresì fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni esplorati, nonché i principali parametri geotecnici necessari alla valutazione di massima della capacità portante e dei cedimenti del terreno.

Per la zona D1, posta nel settore sud-ovest dell'area presa in esame è stato possibile fare riferimento alle indagini geognostiche dirette, analisi di laboratorio e indagini geognostiche indirette, eseguiti per la fase di progettazione "area di attendamenti e containers-L.433/91" ubicata nelle immediate vicinanze della suddetta zona D1.

Per quanto riguarda il lotto di Via Alcide De Gasperi è stata presa in considerazione la relazione geologica-tecnica riferita alla costruzione delle palazzine della ditta Geometra Cavallo Giovanni (Concessione edilizia Registro costruzioni n° 53/1985 prot. N° 2055/5999). La relazione suddetta è stata visionata nell'archivio del genio civile di Siracusa.

Nel dettaglio vengono di seguito riassunte le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche delle aree oggetto della "Prescrizioni esecutive del P.R.G."; per l'individuazione delle aree oggetto di indagine di dettaglio, è stata realizzata una mappa in scala 1:2.000 (Tav. 6).

Zonizzazione D1

È un'area a destinazione produttiva ubicata nella parte sud-ovest.

Risulta impostata nell'ambito delle vulcaniti e dal punto di vista morfologico si presenta subpianeggiante.

Per la caratterizzazione litologica e geotecnica di massima del substrato, è stato possibile fare riferimento alle indagini geognostiche dirette, analisi di laboratorio e indagini geognostiche indirette, eseguiti per la fase di progettazione “area di attendamenti e containers-L.433/91” ubicata nelle immediate vicinanze della suddetta zona D1.

Di seguito vengono riportate le stratigrafie dei sondaggi eseguiti per il suddetto lavoro e le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi attraversati:

SONDAGGIO N°1		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0	0.40	Terreno vegetale
0.40	3.30	Vulcaniti argillificate bruno-rossastre
3.30	5.00	Vulcaniti argillificate bruno-tabacco
5.00	6.00	Vulcaniti argillificate bruno-rossastre
6.00	12.00	Vulcaniti argillificate bruno-tabacco
12.00	13.00	Vulcaniti argillificate con inclusioni competenti
13.00	13.40	Basalto compatto fratturato
13.40	15.00	Vulcaniti argillificate bruno-rossastre
SONDAGGIO N°2		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0.00	0.50	Terreno vegetale
0.50	0.70	Basalto grigio compatto e fratturato
0.70	1.00	Vulcaniti argillificate
1.00	1.10	Basalto grigio fratturato
1.10	2.05	Vulcaniti argillificate brune con frazione sabbiosa
2.05	2.50	Lave vacuolari mediamente fratturate
2.50	2.70	Vulcaniti argillificate
2.70	4.00	Basalto grigio fratturato
4.00	4.60	Lave vacuolari fratturate
4.60	4.70	Vulcaniti argillificate
4.70	5.40	Lave vacuolari fratturate
5.40	8.30	Vulcaniti argillificate brune
8.30	8.60	Basalto grigio mediamente fratturato
8.60	12.10	Vulcaniti argillificate brune
12.10	14.00	Lave vacuolari con intercalazioni di livelletti argillificate
14.00	15.00	Lave vacuolari fratturate

SONDAGGIO N°3		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0.00	0.50	Terreno vegetale
0.50	3.70	Vulcaniti alterate argillificate brune
3.70	3.90	Lave vacuolari fratturate
3.90	6.60	Vulcaniti argillificate brune
6.60	7.00	Basalto grigio intensamente fratturato
7.00	7.50	Basalto grigio compatto
7.50	9.20	Vulcaniti argillificate rossastre
9.20	10.80	Vulcaniti argillificate brune
10.80	12.50	Basalto grigio intensamente fratturato
12.50	13.60	Vulcaniti argillificate con inclusi lapidei
13.60	13.80	Lave vacuolari fratturate
13.80	15.00	Vulcaniti alterate argillificate bruno-rossastre
SONDAGGIO N°4		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0	1.00	Terreno vegetale
1.00	2.30	Vulcaniti alterate argillificate e sabbiose rossastre
2.30	5.00	Vulcaniti alterate argillificate brune
5.00	5.70	Basalto grigio fratturato
5.70	6.00	Vulcaniti argillificate brune
6.00	6.70	Basalto grigio compatto
6.70	7.40	Vulcaniti argillificate brune
7.40	7.60	Basalto grigio compatto
7.60	8.80	Vulcaniti argillificate brune
8.80	9.40	Lave vacuolari fratturate
9.40	10.50	Vulcaniti alterate argillificate con inclusi lapidei
10.50	11.90	Vulcaniti argillificate brune
11.90	12.10	Lave vacuolari fratturate
12.10	14.60	Vulcaniti argillificate brune
14.60	15.00	Basalto grigio fratturato

SONDAGGIO N°5		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0	1.30	Terreno vegetale
1.30	2.50	Vulcaniti argillificate rossastre
2.50	5.10	Vulcaniti alterate argillificate brune
5.10	7.00	Lave vacuolari fratturate
7.00	10.90	Basalto grigio compatto fratturato
10.90	12.60	Lave vacuolari fratturate
12.60	13.00	Basalto grigio compatto
13.00	15.00	Vulcaniti alterate argillificate brune con inclusi lapidei

Dalle suddette stratigrafie si evince la presenza di una coltre superficiale di terreno vegetale con spessore che varia da 0,50 a 1,30 metri, il substrato è dato da vulcaniti basiche e dai prodotti argillosi di alterazione delle vulcaniti, dovuti all'idrolisi dei silicati che come si evince dal sondaggio n° 1 hanno raggiunto uno spessore di 12 metri

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati n. 17 campioni in seguito sottoposti ad analisi di laboratorio (prova di rottura per compressione monoassiale; prova di taglio diretto tipo C.D.; prova di consolidazione edometrica), nella tabella seguente verranno riassunti i principali parametri ottenuti:

ALTERAZIONE ARGILLOSA DELLE VULCANITI															
	S1/1	S1/2	S1/3	S2/1	S2/2	S3/1	S3/2	S3/3	S4/1	S4/2	S4/3	S5/1	S5/4	VALORI MEDI	
	-m	-m	-m	-m	-m	-m	-m	-m	-m	-m	-m	-m	-m		
	2,2	5,50	12,5	1,20	6,60	4,70	8,50	14,5	1,00	9,50	13,3	2,00	13,4		
C'	0.08						0.06 0.08			0.06			0.08		0.072 Kg/cm^q
Φ'	26						25 27			25			27		26°
γ	1.91	1.9	1.91	1.9	1.89	1.89	1.90	1.92	1.91	1.89	1.89	1.92	1.92	1.904 g/cm^c	

BASALTI E LAVE VACUOLARI				
	S2/3	S5/2	S5/3	VALORI MEDI
	-m 14	-m 5,10	-m 8,50	
σ_r	314	247	328	293,3 Kg/cm^q
γ	2.39	2.22	2.41	2,34 g/cm^q

dove:

γ- peso di volume;

c'- coesione efficace;

ϕ' - angolo di attrito interno efficace;

σ_r - pressione di rottura per compressione monoassiale.

I valori medi di questi parametri verranno utilizzati nei calcoli della capacità portante.

Oltre alle indagini dirette sono state eseguite delle indagini indirette quali una prova sismica in foro (down-hole) e un sondaggio elettrico verticale.

La prova *down-hole* è stata eseguita all'interno del foro del sondaggio n°5, ottenendo parametri quali il modulo di Young (E), il modulo di rigidità (μ) e il modulo di Poisson (ν).

Dall'interpolazione dei dati ottenuti si sono individuate tre fasce omogenee a comportamento geodinamico simile che mostrano i seguenti valori medi:

Profondità (metri)	ν Coeff.	E Kg/cm ² *10 ⁴	μ Kg/cm ² *10 ⁴	γ T/mc	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)
0 - 4	0.20	0.79	0.33	1.85	701	422
4 - 10	0.27	2.85	1.12	1.90	1516	768
10 - 14	0.26	1.44	0.57	1.95	951	541

È stato eseguito anche un sondaggio elettrico verticale, con stendimenti secondo la geometria Schlumberger, al fine di individuare la profondità della eventuale falda acquifera presente. I risultati di tale sondaggio mostrano che la falda freatica è attestata a più di 100 metri dal piano campagna.

I valori della permeabilità delle vulcaniti argillificate ottenute nel corso delle prove edometriche, anche se puntuali e riferiti ai singoli provini, mostrano una ridottissima permeabilità ($K_{\text{medio}} = 4 \cdot 10^{-7}$ cm/s).

In quest'area sono stati scavati 3 pozzetti esplorativi per meglio vedere i rapporti tra coltre eluvio-detritica e substrato.

È stata effettuata una prospezione sismica mediante il metodo della sismica a rifrazione e si sono ottenuti i seguenti risultati, (vedi analisi sulle indagini e tav. 3):

Traversa sismica TR5			
Strato	V _p (m/sec)	Profondità min. (m.)	Profondità max (m.)
1	295.65	0.90	1.00
2	2004.34	-	-

Zonizzazione C0 (Via Alcide De Gasperi)

Per quanto riguarda il lotto di Via Alcide De Gasperi è stata presa in considerazione la relazione geologica-tecnica riferita alla costruzione delle palazzine della ditta Geometra

Cavallo Giovanni (Concessione edilizia Registro costruzioni n° 53/1985 prot. N° 2055/5999). La relazione suddetta è stata visionata nell'archivio del genio civile di Siracusa e consiste nel prelievo di "alcuni campioni di substrato rimaneggiato prelevato a - 2,00 mt dal p.c. e si riferiscono alla matrice dei conglomerati costituita da tufiti alterati^a delle breccie vulcaniche (frazione ialoclastica) sottoposte a prove di laboratorio dove sono stati definiti i parametri fisici e di resistenza al taglio riportati nella seguente tabella:

Campione N° 1				
Caratteristiche fisiche				
Tenore in acqua	Wn	%	25,87	
Peso specifico dei granuli	γ	g/cc	2,315	
Caratteristiche granulometriche				
Ciottoli	>Ø60	mm	%	--
Ghiaia grossa	Ø 60-20	mm	%	--
Ghiaia media	Ø 20-6	mm	%	5,0
Ghiaia fine	Ø 6-2	mm	%	20,0
Sabbia grossa	Ø 2-0,6	mm	%	15,0
Sabbia media	Ø 0,6-0,2	mm	%	8,0
Sabbia fine	Ø 0,2-0,06	mm	%	11,0
Limo grosso	Ø 0,06-0,02	mm	%	13,0
Limo medio	Ø 0,02-0,006	mm	%	14,0
Limo fine	Ø 0,006-0,002	mm	%	6,0
argilla	< Ø 0,002	mm	%	8,0
Passante al setaccio 0,075			%	42,0
Denominazione granulometrica: sabbia con limo e ghiaia debolmente argillosa.				
Parametri geotecnici ottenuti dalla prova di taglio diretto CD				
Angolo di attrito interno	φ	=	33°	
Coesione	C	=	0 Kg/cmq	

Sono stati riportati solo i valori relativi alle prove eseguite sul campione n° 1 perché utilizzati dal tecnico per il calcolo della capacità portante.

Zonizzazione C1

Questa area risulta impostata nell'ambito delle vulcaniti e dal punto di vista topografico si presenta subpianeggiante. Per la caratterizzazione litologica e geotecnica di

^a Gli scriventi ritengono che il substrato di cui trattasi appartenga alla frazione ialoclastica alterata della Formazione delle *Breccie a Pillows*.

massima del substrato sono state eseguite delle indagini geognostiche dirette, analisi e prove geotecniche di laboratorio e pozzetti esplorativi.

È stata eseguita una perforazione "S1" a carotaggio continuo fino alla profondità di m.10 circa dal p.c. e la stratigrafia del sondaggio eseguito è risultata la seguente:

SONDAGGIO N°1		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0	0.30	Terreno vegetale
0.30	0.70	Basalto grigio mediamente fratturato
0.70	1.80	Ialoclastiti argillificate di colore bruno-rossastro
1.80	3.50	Brecce a pillows di colore bruno alterate con livelli argillosi di colore rossastro
3.50	5.70	Ialoclastiti argillificate di colore bruno-rossastro con livelli di brecce vulcaniche
5.70	10.00	Brecce a pillows di colore bruno alterate con livelli argillosi di colore rossastro

In questo sondaggio sono stati prelevati n°2 campioni denominati "C1" e "C2" rispettivamente uno di roccia lapidea di natura vulcanica a profondità di 0,60 m. dal p.c. e l'altro a circa 4 m. dal p.c. appartenente al livello delle "ialoclastiti argillificate di colore bruno-rossastro con livelli di brecce vulcaniche". I dati risultanti dalle analisi e prove geotecniche di laboratorio ottenuti sono di seguito indicati:

Sondaggio 1 Campione C1									
Prova di compressione semplice									
Dimensione provino				Caratteristiche fisico-volumetriche				Resistenza a compressione	
H Cm	Sez. Cmq	Volume Cmc	Peso Gr	γ T/mc	γ_s T/mc	Compat -/-	Porosità %	Carico Kg	σ_r Kg/cmq
16.0	51.50	824.06	1945.4	2.361	2.768	0.853	14.7	21150	410.7

Sondaggio n°1 Campione C2			
Caratteristiche fisiche			
Tenore in acqua	Wn	%	22.36
Peso specifico dei granuli	γ	g/cc	1.924
Peso specifico assoluto	γ_s	g/cc	2.718
Peso di volume secco	γ_d	g/cc	1.572
Peso di volume saturo	γ_w	g/cc	1.994
Indice dei pori	e	-/-	0.729
Porosità	n	%	42.15
Grado di saturazione	Sr	%	83.42

Caratteristiche granulometriche				
Ciottoli	>Ø60	mm	%	--
Ghiaia	Ø 60-20	mm	%	8.1
Sabbia	Ø 20-0,06	mm	%	41.0
Limo	Ø 0,06-0,002	mm	%	29.1
Argilla	< Ø 0,002	mm	%	21.8
Parametri geotecnici ottenuti dalla prova di taglio diretto CD				
Angolo di attrito interno	φ	=	25°	
Coesione	C'	=	0.18 Kg/cmq	

Inoltre sono stati scavati cinque pozzetti esplorativi mediante escavatore meccanico (P₁, P₂, P₃, P₄, P₅) spinti fino a 2 metri circa dal p.c., per meglio definire i rapporti fra coltre eluvio-detritica e substrato. Ciò può meglio vedersi nella relazione sulle indagini allegata e nella tav. 3.

Zonizzazione C0 (C/da Piana)

Quest'area risulta impostata nell'ambito delle vulcaniti e dal punto di vista topografico si presenta subpianeggiante. Per la caratterizzazione litologica e geotecnica di massima del substrato sono state eseguite delle indagini geognostiche dirette, analisi e prove geotecniche di laboratorio e pozzetti esplorativi.

Sono state eseguite due perforazioni a carotaggio continuo, "S2" fino alla profondità di m.9.30 circa dal p.c. e "S3" fino alla profondità di 10 m dal p.c.. La stratigrafia dei sondaggi eseguiti è risultata la seguente:

SONDAGGIO N°2		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0	0.40	Terreno vegetale
0.40	1.80	Brecce a pillows di colore bruno rossastro alterate per argillificazione
1.80	3.50	Ialoclastiti argillificate di colore bruno-rossastro con livelli di brecce vulcaniche
3.50	9.30	Ialoclastiti argillificate di colore rossastro con livelli di brecce vulcaniche costituite da clasti eterometrici in matrice ialoclastici ocrea per alterazione

A profondità 5.50 m. dal p.c. è stata rinvenuta una falda.

In questo sondaggio è stato prelevato un campione denominato "C1" alla profondità di m. 2 circa dal p.c. appartenente al livello delle "ialoclastiti argillificate di colore bruno-

rossastro con livelli di breccie vulcaniche”. I dati risultanti dalle analisi e prove geotecniche di laboratorio ottenuti sono di seguito indicati:

Sondaggio n°2 Campione C1				
Profondità di prelievo: 1.80-2.00 m.				
Caratteristiche fisiche				
Tenore in acqua	W _n	%	25.18	
Peso specifico dei granuli	γ	g/cc	1.884	
Peso specifico assoluto	γ_s	g/cc	2.691	
Peso di volume secco	γ_d	g/cc	1.505	
Peso di volume saturo	γ_w	g/cc	1.946	
Indice dei pori	e	-/-	0.788	
Porosità	n	%	44.07	
Grado di saturazione	S _r	%	85.99	
Caratteristiche granulometriche				
Ciottoli	>Ø60	mm	%	--
Ghiaia	Ø 60-20	mm	%	18.9
Sabbia	Ø 20-0,06	mm	%	34.3
Limo	Ø 0,06-0,002	mm	%	24.9
Argilla	< Ø 0,002	mm	%	21.9
Parametri geotecnici ottenuti dalla prova di taglio diretto CD				
Angolo di attrito interno	ϕ	=	22°	
Coesione	C'	=	0.15 Kg/cm ²	

SONDAGGIO N°3		
DA METRI:	A METRI:	DESCRIZIONE
0.00	0.30	Terreno vegetale
0.30	3.20	Ialoclastiti argillificate di colore bruno con clasti centimetrici di natura lavica
3.20	6.80	Ialoclastiti argillificate di colore grigio verdastro
6.80	9.60	Ialoclastiti alterate per argillificazione di colore bruno con clasti centimetrici di natura lavica
9.60	10.00	Ialoclastiti argillificate di colore grigio-verdastro

Nel sondaggio “S3” è stato prelevato un campione denominato “C1” alla profondità di m. 3.80 circa dal p.c. appartenente al livello delle “ialoclastiti argillificate di colore grigio-verdastro”. I dati risultanti dalle analisi e prove geotecniche di laboratorio ottenuti sono di seguito indicati:

Sondaggio n°3 Campione C1				
Profondità di prelievo: 3.50-3.80 m.				
Caratteristiche fisiche				
Tenore in acqua	Wn	%	21.63	
Peso specifico dei granuli	γ	g/cc	1.942	
Peso specifico assoluto	γ_s	g/cc	2.736	
Peso di volume secco	γ_d	g/cc	1.579	
Peso di volume saturo	γ_w	g/cc	2.013	
Indice dei pori	e	-/-	0.714	
Porosità	n	%	41.64	
Grado di saturazione	Sr	%	82.93	
Caratteristiche granulometriche				
Ciottoli	>Ø60	mm	%	--
Ghiaia	Ø 60-20	mm	%	5.3
Sabbia	Ø 20-0,06	mm	%	22.4
Limo	Ø 0,06-0,002	mm	%	35.6
Argilla	< Ø 0,002	mm	%	36.7
Parametri geotecnici ottenuti dalla prova di taglio diretto CD				
Angolo di attrito interno	φ	=	23°	
Coesione	C'	=	0.22 Kg/cmq	

Inoltre sono stati scavati cinque pozzetti esplorativi mediante escavatore meccanico (P₁₁, P₁₂, P₁₃, P₁₄, P₁₅) spinti fino a 2 metri circa dal p.c., per meglio definire i rapporti fra coltre eluvio-detritica e substrato. Ciò può meglio vedersi nella relazione sulle indagini allegata e nella tav. 3.

Sono state eseguite 4 traverse sismiche mediante l'applicazione del metodo della sismica a rifrazione al fine di ottenere:

- Determinazione delle velocità sismiche longitudinali e trasversali;
- Individuazione di un eventuale *bed-rock* ovvero della presenza di eventuali superfici di discontinuità che distinguono strati a diverse caratteristiche elastiche;
- Calcolo dei parametri elastici dei mezzi investigati.

Per l'indagine eseguita è stata utilizzata la metodologia di calcolo nota come "delay time" o tempo di ritardo.

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo PASI mod. 16SG12, 12 geofoni da 10 Hz e una massa battente di Kg 8-9. I risultati ottenuti per i vari stendimenti sono di

seguito riportati:

Traversa sismica TR1			
Strato	V_p (m/sec)	Profondità min. (m.)	Profondità max (m.)
1	303.30	0.70	1.10
2	1057.63	-	-

Traversa sismica TR2			
Strato	V_p (m/sec)	Profondità min. (m.)	Profondità max (m.)
1	313.44	1.00	1.10
2	1126.89	-	-

Traversa sismica TR3			
Strato	V_p (m/sec)	Profondità min. (m.)	Profondità max (m.)
1	310.12	0.60	1.50
2	956.04	-	-

Traversa sismica TR4			
Strato	V_p (m/sec)	Profondità min. (m.)	Profondità max (m.)
1	359.56	0.80	1.10
2	1057.63	-	-

Traversa sismica TR5			
Strato	V_p (m/sec)	Profondità min. (m.)	Profondità max (m.)
1	295.65	0.90	1.00
2	2004.34	-	-

Conoscendo le velocità di propagazione delle onde sismiche, essendo esse funzione dei parametri elastici del mezzo in cui si propagano, si può risalire ai moduli elastici dinamici che caratterizzano il mezzo stesso e quindi ottenere utili informazioni circa la sua natura ed il tipo di risposta alle sollecitazioni dinamiche.

Le caratteristiche elastiche di un corpo, sottoposto ad uno sforzo, vengono definite dai parametri E (modulo di Young o di elasticità), σ (coefficiente di Poisson), μ (modulo di rigidità) e K (modulo di incompressibilità). I valori corrispondenti possono si possono vedere nell'allegata relazione sulle indagini così come la ubicazione delle stesse.

8. VALUTAZIONE CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO

Per quanto riguarda in modo specifico gli aspetti geotecnici e la capacità portante del terreno su cui verranno impostate le future fondazioni, pur rimandando alla fase di progettazione esecutiva il dimensionamento preciso delle stesse e lo studio dell'interazione con il terreno di appoggio, così come prescritto dal D.M. 11.03.88, in questa fase è stata operata una valutazione di massima del carico ammissibile (q.amm.) del terreno facendo riferimento a fondazioni standard superficiali.

Essa è stata valutata in corrispondenza di ciascuna prova di laboratorio, per fondazioni di larghezza $L = 1,00$ m, di lato $B=1,00$ m. posate alla profondità di $-1,50$ m. dal piano campagna attuale, utilizzando la seguente formula generale di Brinch-Hansen (1970)

$$q_{ult} = 0,5 y' B N_y s_y d_y + C' N_c s_c d_c + q' N_q s_q d_q$$

nella quale:

y' = peso di volume del terreno

C' = coesione drenata

q' = sovraccarico del terreno al di sopra del piano di fondazione

N_y, N_c, N_q = fattori di capacità portante

s_y, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione

d_y, d_c, d_q = fattori di profondità della fondazione

Circa i parametri geotecnici necessari alla valutazione della capacità portante, non è stato considerato il valore della coesione a tutto vantaggio della sicurezza.

I valori della capacità portante ottenuti in riferimento alle aree oggetto di indagine, utilizzando un coefficiente di sicurezza $F_s=3$, sono riassunti nella tabella seguente.

Zona	Campione	Prof. Fondazione (m)	ϕ' (°)	γ (g/cc)	c' (Kg/cmq)	q ult. (Kg/cmq)	F_s	q amm (Kg/cmq)
C1	S ₁ C ₂	1,50	25	1,924	0	5,00	3	1,6
C0	S ₂ C ₁	1,50	22	1,884	0	3,40	3	1,13
C0	S ₃ C ₁	1,5	23	1,942	0	3,96	3	1,3

I valori calcolati variano mediamente nell'intervallo $1,13 \div 1,6$ Kg/cm², tuttavia, in relazione al fatto che la determinazione del carico ammissibile del terreno deve svilupparsi

congiuntamente alla valutazione dei cedimenti, si ritiene più appropriato, anche sulla base delle esperienze personali condotte in zona, fare riferimento a valori della q_{amm} più conservativi, in media variabili nell'intervallo $1 \div 1,5 \text{ Kg/cm}^2$; tali valori, certamente non elevati, anche in relazione alla destinazione produttiva dei fabbricati futuri, consentono comunque una normale edificazione delle aree in oggetto.

Va comunque al proposito rilevato che le considerazioni sopra riportate, fanno riferimento a indagini eseguite su larga maglia, per cui, considerata la variabilità, sia litologica che resistenziale, caratteristica dei terreni sottoposti ad alterazione in genere e delle aree considerate in particolare, è possibile che le estrapolazioni operate non risultino esattamente corrispondenti alla situazione riscontrabile in situ per ogni singolo intervento edilizio futuro.

In fase esecutiva pertanto appare opportuno completare gli accertamenti di fattibilità con l'effettuazione di accurate indagini idrologiche e geotecniche di dettaglio, preliminari alle costruzioni programmate, così come prescritto dal D.M. 11/03/88, relativo a *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*; sulla base delle risultanze di tali indagini di fattibilità potrà essere verificata l'adeguatezza delle particolari tecniche costruttive proposte, che potranno, eventualmente, essere adattate alla effettiva situazione riscontrata.

Deve essere ulteriormente sottolineato che le indagini espletate non devono in alcun modo essere considerate sostitutive delle indagini geotecniche di dettaglio prescritte dal D.M. 11/03/88, per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva.

Le informazioni desunte dalle prove geotecniche eseguite e dalle elaborazioni precedentemente illustrate sono state raccolte nella allegata "relazione sulle indagini eseguite".

Le prove geognostiche disponibili, come già sottolineato, in generale hanno evidenziato un substrato caratterizzato da una certa variabilità latero-verticale, dovuta alle alterazioni delle vulcaniti e delle ialoclastiti.

Relativamente ai punti di indagine geognostica disponibili sono state fornite indicazioni geotecniche puntuali dei parametri di seguito elencati :

- Parametri geotecnici (ϕ , γ , c ecc.);
- Caratteristiche elastiche (V_p , V_s , E , μ , ecc.);
- soggiacenza della falda in m. dal p.c;

- litologia prevalente;
- carico ammissibile consigliato (q_{amm}) alla profondità di 1,50 m dal p.c. per le tipologie fondazionali standard.

9. VINCOLI URBANISTICI-TERRITORIALI

Per quanto riguarda la presenza di vincoli normativi di natura fisico-ambientale nell'ambito del territorio di stretto interesse delle prescrizioni esecutive del comunale di Buccheri, essi sono connessi alla presenza del vincolo idrogeologico forestale e del vincolo paesaggistico (alta valle dell'Anapo). Quindi le opere e gli interventi ricadenti in dette zone sono soggette a preventive autorizzazioni degli uffici competenti, che dovranno esprimersi sul progetto preliminare, al fine di concordare quali siano le condizioni per ottenere, in sede di presentazione del progetto definitivo, i pareri, le concessioni, le autorizzazioni, le licenze ed i nulla osta previsti dalla normativa vigente.

10. CONCLUSIONI

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Buccheri, è stato redatto lo studio geologico a supporto del Piano Regolatore Generale relativo alle prescrizioni esecutive.

L'analisi è stata condotta sull'intera superficie presa in esame mediante rilievi, raccolta di dati, misurazioni e verifiche tecniche specifiche, e sono state affrontate le tematiche territoriali attinenti l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico ed idrografico-idraulico sia nell'ottica di costituire una prima e complessiva caratterizzazione di riferimento e di base per eventuali sviluppi di approfondimenti specifici che dovessero essere intrapresi nell'ambito comunale, sia sotto il profilo di costituire il presupposto di indirizzo nello sviluppo dell'azione urbanistica e di gestione della risorsa territoriale. Quanto effettuato ha seguito i riferimenti normativi nazionali e regionali attualmente vigenti nel settore della pianificazione urbanistica con riferimento agli aspetti territoriali esaminati.

Il quadro di sintesi delle problematiche territoriali è stato effettuato redigendo le Carte della Pericolosità (geologica, geomorfologica e sismica) per l'intera area in oggetto.

Gli aspetti prescrittivi validi per tutti gli azionamenti sono:

- Nella fase di progettazione esecutiva, in ottemperanza ai disposti del D.M. LL.PP. 11/03/88, dovranno essere determinate, sulla base di analisi e prove geotecniche di laboratorio, le caratteristiche geotecniche del sedime di fondazione per ogni singolo manufatto, per l'adeguata definizione del piano di posa delle fondazioni e il corretto dimensionamento delle stesse;
- Negli atti progettuali dovranno essere chiaramente indicate le metodologie di smaltimento delle acque di gronda che andranno convogliate nel canale esistente in C.da Piana Sottana e nella rete fognaria delle acque bianche in via A. De Gasperi;
- E' necessario che siano sempre garantiti gli interventi di manutenzione del reticolato idrografico minore e di quello artificiale;
- Dovrà essere mantenuta una distanza di sicurezza che inibisca la realizzazione di manufatti in una fascia estesa ad almeno 10 metri dall'orlo delle scarpate;

Per l'elaborazione delle carte di sintesi, oltre ai rilievi dettagliati effettuati nel corso del nostro lavoro, sono stati anche visionati gli studi di carattere geologico eseguiti nell'area in esame e già in possesso dell'Amministrazione Comunale e degli Uffici del Genio Civile di Siracusa.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici dei terreni esaminati, essi sono stati ottenuti

dalle indagini e prove di laboratorio eseguite su campioni a disturbo limitato prelevati durante le perforazioni. Mediante tali parametri è stato possibile calcolare in via preliminare la capacità portante dei terreni interessati. Per il calcolo è stata utilizzata la relazione di Brinch – Hansen che tiene conto dei fattori di profondità, di forma e di inclinazione dei carichi. Dai calcoli risulta una portanza compresa tra 1,13 e 1,60 Kg/cm². Come già detto in precedenza, il valore di capacità portante è comunque da accertarsi in maniera puntuale per ogni singola opera che verrà costruita nell'area in studio.

Buccheri 18/04/2005

I Geologi

Dott. Antonio Ariano



Dott. Salvatore Passamonte

