



PROPONENTE:

Siel Agrisolare S.r.l.

- Corso Giacomo Matteotti, 20121 Milano - sielagrisolaresrl@pec.it - p.iva 12000420963

REGIONE SICILIA CITTA' METROPOLITANA DI CATANIA COMUNE DI CALTAGIRONE

Oggetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO CON POTENZA DI PICCO PARI A 222,26 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE 195 MW, UBICATO NEL COMUNE DI CALTAGIRONE (CT) IN CONTRADA PIETRANERA E OPERE CONNESSE RICADENTI NEI COMUNI DI LICODIA EUBEA (CT) E CHIAROMONTE GULFI (RG)

ELABORATO: Relazione Invarianza Idraulica e Idrologica

PROGETTAZIONE: I-PROJECT S.R.L.

ELABORATO: AVCALT-T056	Elaborato da: Geol. Ranieri Santarosa 	COORDINATORE SIA: Ing. Salvatore Mele	IL PROGETTISTA: Arch. Antonio Manco 
SCALA:			
DATA: Giugno 2022			

Prot. int. n°: 0108	Rev.: 1	Mod.: 0
Pratica: Caltagirone	Archivio File:	



Consulenza, Progettazione e Sviluppo Impianti ad Energia Rinnovabile

Sede Legale: Via Del Vecchio Politecnico, 9 - 20121 Milano (MI) - P.IVA 11092870960-PEC: I-project@legalmail.it

Sede Operativa: Via Bisceglie n° 17 - 84044 Albanella (SA) -mail: a.manco@iprojectsrl.com- Cell: 3384117245

INDICE:

1.0 PREMESSA	pag. 2
2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	pag. 4
3.0 LINEAMENTI GEOLOGICI	pag. 7
4.0 CLIMATOLOGIA	pag.10
4.1 PRECIPITAZIONI	pag.10
4.2 PRECIPITAZIONI MENSILI	pag.11
4.3 PRECIPITAZIONI STAGIONALI	pag.12
4.4 PRECIPITAZIONI ANNUE	pag.12
4.5 TEMPERATURE MENSILI,STAGIONALI E ANNUALI	pag.12
4.6 RELAZIONI TEMPERATURA -PRECIPITAZIONI	pag.13
4.7 INQUADRAMENTO CLIMATICO	pag.14
5.0 IDROGRAFIA	pag.17
5.1 ASPETTI IDRAULICI	pag.25
5.2 RETICOLO IDROGRAFICO	pag.27
6.0 IDROGEOLOGIA	pag.29
6.1 CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'	pag.31
7.0 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	pag.34
8.0 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	pag.37
9.0 INVARIANZA IDRAULICA	pag.39
10.0 INTERVENTI DI MITIGAZIONE CONSIGLIATI	pag.41
10.1 RETE SUPERFICIALE DI SCOLO	pag.47
10.2 DEPOSITI LINEARI E PUNTUALI DI PIETRAMME DI ACCUMULI ANTROPICI	pag.50
11.0 CONCLUSIONI	pag.51
BIBLIOGRAFIA	pag.56



COMUNE DI CALTAGIRONE
PROVINCIA DI CATANIA

**Progetto per la realizzazione di un parco agrivoltaico con
potenza di picco pari a 222,26 mwp e potenza di immissione
195 mw, ubicato nel comune di Caltagirone (CT) in contrada
Pietranera e opere connesse ricadenti nei comuni di Licodia
Eubea (CT) e Chiaromonte Gulfi (RG)**

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA-E-IDROLOGICA

COMMITTENTE: Siel Agrisolare s.r.l.

Progetto per la realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza di picco pari a 222,26 mwp e potenza di immissione 195 mw, ubicato nel comune di Caltagirone (CT) in Contrada Pietranera e opere connesse ricadenti nei comuni di Licodia Eubea (CT) e Chiaromonte Gulfi (RG)

1.0 PREMESSA

Nel presente lavoro sono riportati i risultati dello studio geologico tecnico eseguito per incarico di Siel Agrisolare s.r.l. relativo al "Progetto per la realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza di picco pari a 222,26 mwp e potenza di immissione 195 mw, ubicato nel comune di Caltagirone (CT) in contrada Pietranera e opere connesse ricadenti nei comuni di Licodia Eubea (CT) e Chiaromonte Gulfi (RG) ",in un contesto zonale che da Nord a Sud comprende rispettivamente le aree di: C.da Piano Cugni, C.da Favarella, C.da Fontanella, C.da Masciana, Piana Monumenta, C.da Pietranera fino a C.da Favara, in tenere del territorio comunale di Caltagirone, con lo scopo di valutare e definire:

- Le caratteristiche geologico-strutturali, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche, dell'area oggetto di studio e di un suo intorno significativo;
- le caratteristiche litotecniche dei litotipi costituenti il substrato interessato dalle opere di progetto e di quelli affioranti nelle aree di intorno significativo;

Una prima fase iniziale ha riguardato la raccolta dei dati delle indagini da lavori esistenti nel territorio comunale di Caltagirone. Tali indagini riguardanti carotaggi, stese sismiche e pozzetti di ispezione, hanno permesso di caratterizzare i vari litotipi presenti e di ricostruire, con il rilievo geologico d dettaglio, le successioni stratigrafiche delle aree oggetto di studio. Oltre alla raccolta delle indagini esistenti si è proceduto per fasi diverse e nel modo seguente:

- da analisi, studi e rilievi geologici, geomorfologici, idrogeologici e litotecnici eseguiti nella zona;
- acquisizione della cartografia topografica della zona in scala 1:25.000 (IGM) e 1:10.000 (CTR);

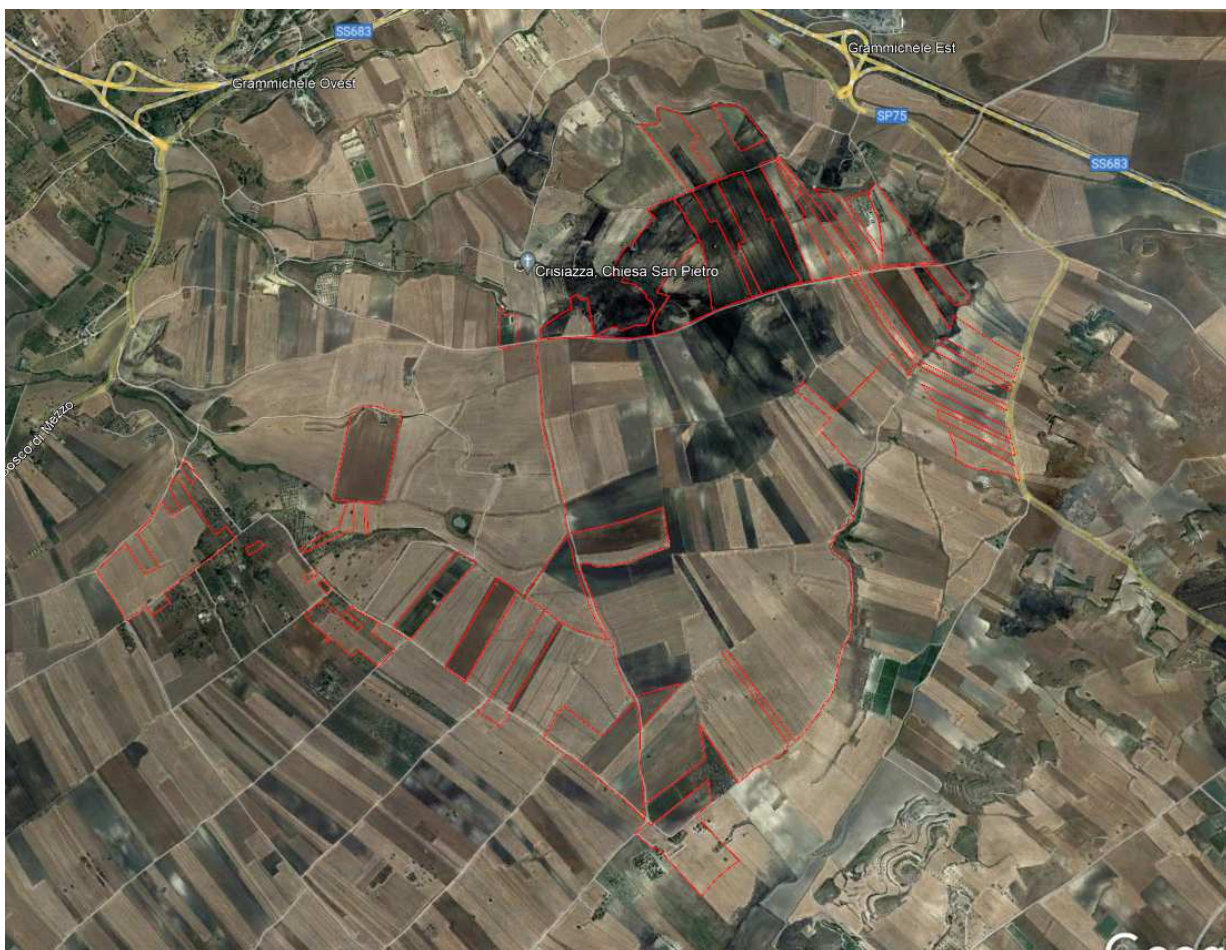
- da riferimenti di indagini di tipo diretto quali sondaggi meccanici a carotaggio continuo e indagini sismiche di superficie distribuite nell'area in studio;
- Studio geologico del PRG di Caltagirone;
- Studio geologico del PRG di Grammichele
- Studio di microzonazione sismica del Comune di Grammichele
- Dati di letteratura esistenti

I dati acquisiti sono stati sintetizzati nella redazione della carta geologica della zona e di un suo intorno significativo (in scala 1:10000) mediante rilievi di campagna; il rilievo geologico ha rappresentato la base per poter redigere i seguenti elaborati:

- Carta geologica scala 1:5.000 - AVCALT-T062.1
- Carta geologica scala 1:11.000 – AVCALT-T062.2
- Carta Geomorfologica 1:5.000 – AVCALT-T063
- Carta idrogeologica 1:5.000 - AVCALT-T064
- Carta del reticolo idrografico 1:5.000 – AVCALT-T065
- Sezioni geolitologiche schematiche - AVCALT-T062.3
- Carta interferenza rischio idraulico PAI – AVCALT-066.1
- Carta interferenza pericolosità idraulica PAI – AVCALT-066.2
- Carta interferenza pericolosità geomorfologica PAI – AVCALT-067
- Carta delle sistemazioni idrauliche – AVCALT-068

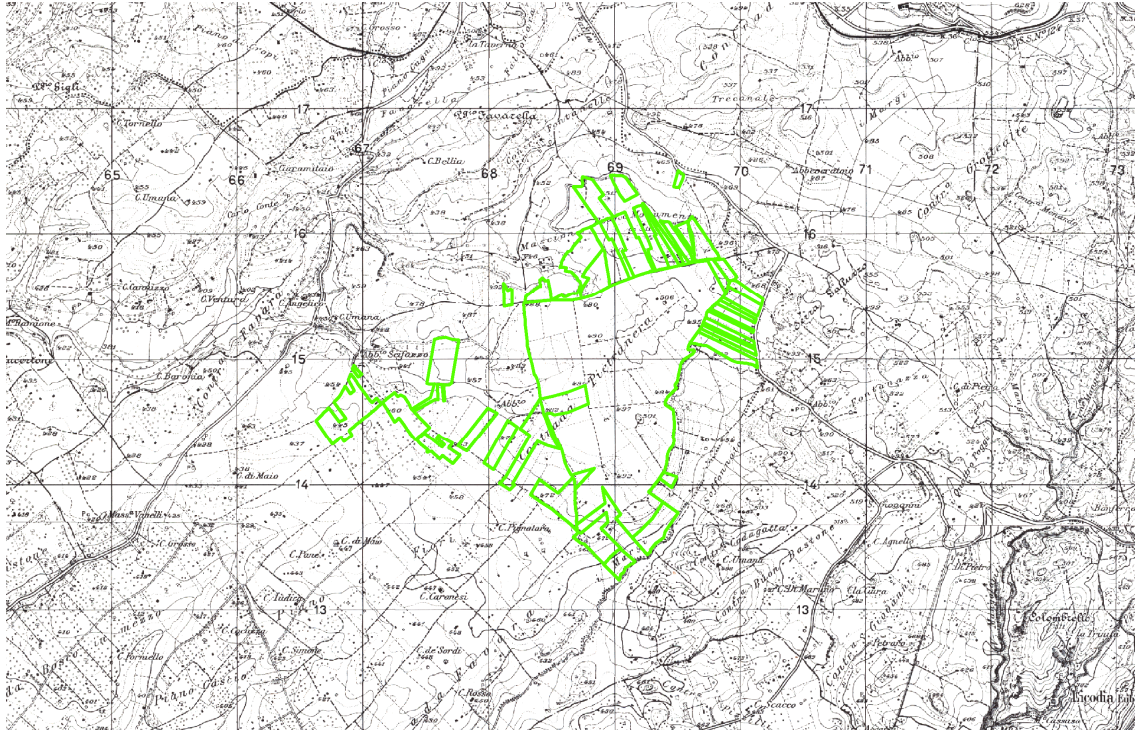
2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio di dettaglio che verrà in futuro interessata dalle opere di progetto è localizzata in C.da Pietranera a sud-est dell'abitato di Caltagirone

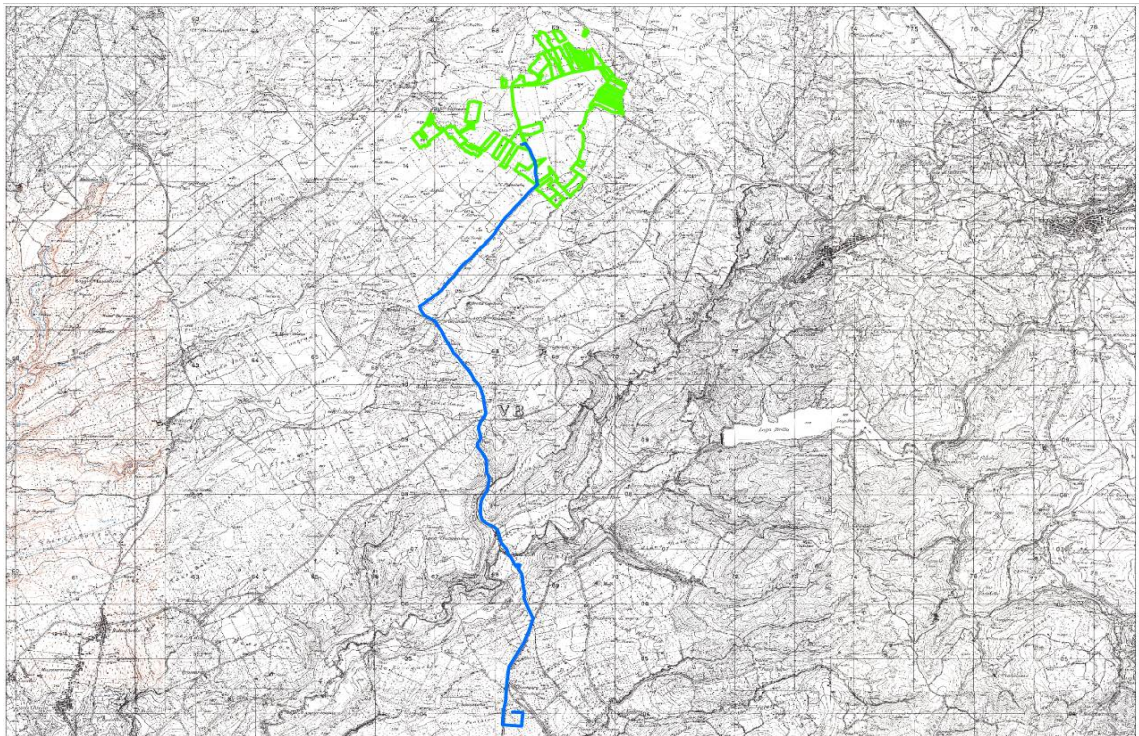


Localizzazione su immagine satellitare

Dal punto di vista urbanistico il sito risulta classificato, in base al Piano Regolatore Generale del comune di Caltagirone, come Zona Territoriale Omogenea "E - Aree Agricole". Le aree perimetrate di progetto ricadono interamente nelle Tavole "Grammichele" - Foglio. n° 273, IV SE, Licodia Eubea Foglio 273 III NE e Chiamonte Gulfi Foglio 273 III SE, della Carta d'Italia edita dall'I.G.M in scala 1:25.000 cui di seguito viene riportato uno stralcio.

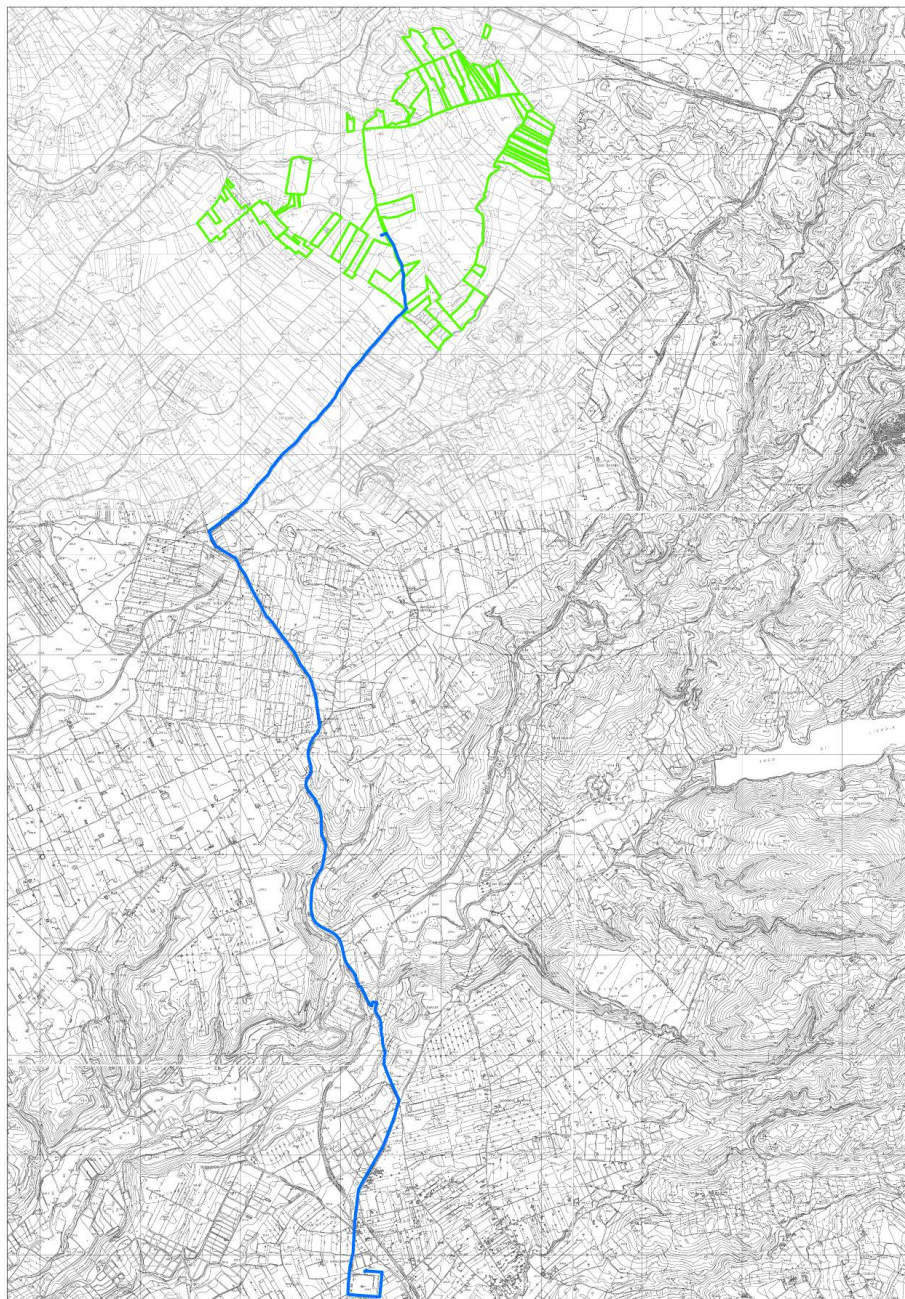


Inquadramento Area Impianto su Tavoletta IGM “Grammichele” - Foglio 273, IV SE e “Licodia Eubea” – Foglio 273 III NE 1:25.000



Inquadramento Area Impianto e traccia del Cavidotto su Tavoletta IGM “Grammichele” - Foglio 273, IV SE “Licodia Eubea” Foglio 273 III NE 1:25.000 e Chiaramonte Gulfi Foglio 273 III SE

Le aree sono state ubicate anche sulla Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Sicilia (Sezione 639160, 640130, 644040, 644080, 644120, 645010, 645050 e 645090– scala 1:10.000) il cui stralcio viene di seguito riportato. La carta CTR costituisce la base di lavoro per la redazione delle carte tematiche allegare al presente studio.



Inquadramento Impianto e tracciato cavidotto su CTR Sezione 639160, 640130, 644040, 644080, 644120, 645010, 645050 e 645090 scala 1:10.000

Nel circoscrivere un intorno significativo della zona in esame, si è ritenuto utile l'utilizzo di una cartografia topografica di base dal dettaglio del 5.000, in modo da configurare una porzione sufficientemente ampia e allo stesso modo tale da avere una carta facilmente consultabile; pertanto con il dettaglio della CTR, il territorio circoscritto nella tavola geologica redatta, ben evidenzia i rapporti stratigrafici tra i diversi litotipi rilevati, nonché le strutture tettoniche presenti anche se interessano un'area marginale all'area di impianto, a sud-est di C.da Pietranera in località Serra Galluzzo.

3.0 LINEAMENTI GEOLOGICI

La successione geologica dell'area in studio e di un suo intorno significativo, è stata desunta dal rilevamento geologico di superficie, da indagini di riferimento, da dati di letteratura e da riferimenti di precedenti lavori di progettazione civile effettuati in zona dallo scrivente e da altri autori. I terreni rilevati e riferiti al settore occidentale del territorio comunale di Caltagirone rappresentano parte della successione della Falda di Gela e dell'intera successione dell'Avanfossa Catania-Gela. Dalla successione della Falda di Gela i terreni affioranti sono rappresentati da formazioni di età tardomiocenica e pliocenica che comprendono la serie evaporitica messiniana (Calcare di base e Gessi), i Trubi e le Argille marnose grigio azzurre del Pliocene medio sup.

La successione del settore orientale del territorio comunale e dove insiste più specificatamente l'area interessata dal progetto, mostra una situazione litologica affiorante così come riportato nella carta geologica che dall'alto verso il basso è la seguente:

a-p: formano affioramenti di variabile estensione, continuità laterale e spessore, distribuiti a diverse quote. Sono costituiti da prevalenti ghiaie grossolane, da sabbie e limi sabbiosi di colore brunastro, cui si intercalano lenti di ghiaie eterometriche giallastre, talora brune. Sugli espandimenti vulcanici il deposito è rappresentato esclusivamente da ciottolame lavico con clasti arrotondati di diametro da 2 a 20 cm e da scarsa frazione di argille nerastre, derivanti dalla disgregazione e/o alterazione dei termini vulcanoclastici, che ha interessato solo la parte più superficiale delle colate

laviche. Aree relegate a depositi palustri, sono da collegare alle depressioni sui termini di substrato. Sui terreni carbonatici il deposito è caratterizzato da prevalenti clasti calcarenitici sub-sferici di diametro fino a 20 cm e da terre rosse. Lo spessore è variabile; in area di studio detti depositi con spessori dell'ordine di qualche metro poggiano direttamente sul substrato dato dalle vulcaniti basiche appresso descritte. Tale litotipo viene direttamente interessato dalle opere di progetto a sud-ovest di Abbeveratoio Schifazzo e a sud est di C.da Pietranera.

Qcs : Sabbie rossastre e calcareniti organogene massive o a stratificazione incrociate con livelli ghiaiosi e argille; detti terreni possono sfumare a delle calcareniti e sabbie giallastre Qc; tale formazione non viene interessata dalle opere di progetto. PLEISTOCENE INFERIORE.

Qsa: sono date da sabbie fini quarzose con livelli arenacei e talora si intercalano livelli siltoso-argillosi. La formazione interessa le opere di progetto di C.da Piano Monumenta e ad est e sud-est di Abbeveratoio Schifazzo. In affioramento la formazione è data da sabbie moderatamente classate a grana fine, molto ricche in quarzo; il colore è vario dal giallastro al taglio fresco, dal bruno chiaro al rossastro all'alterazione. All'interno delle sabbie si rinvengono intercalazioni lenticolari di limi e argille, mentre spesso si rinvengono intercalazioni di strati arenitici ben cementati costituiti da quarzosiltiti, biocalcareni e calcari detritici. Lo spessore non supera i 30 metri. PLEISTOCENE INFERIORE.

Pv: potente successione di vulcaniti basiche prevalentemente submarine in basso e subaeree verso l'alto. I prodotti sub marini sono dati da ialoclastiti, da brecce vulcano clastiche a grana minuta e da brecce a pillow immerse in una matrice vulcano clastica giallo-rossastra, ampiamente diffusi a NE dell'allineamento Grammichele-Vizzini-Monte Lauro, aumentando di spessore verso Nord da pochi metri a 700 metri. Quelli subaerei sono costituiti da prevalenti colate di lave bollose e scoriacee e da subordinati prodotti piroclastici, e affiorano estesamente anche tra Lentini e Augusta. Nel loro complesso costituiscono prodotti sia tholeitici che di serie basaltica alcalina, prevalentemente basalti olivini fino a nefeliniti, con scarse manifestazioni a tendenza hawaiana. Intercalazioni di materiale sedimentario, generalmente sabbie e limi carbonatici, sono presenti un po' ovunque, e sono associabili con le marne grigio-azzurre della media valle del Fiume Dirillo e di Licodia Eubea (Pa e Ps). Sul margine settentrionale, le vulcaniti sono interdigitate con sedimenti a Hyaline baltica. Detto

litotipo è quello più diffusamente interessato in Cda Pietranera dalle opere di progetto.

PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE

Pa: Marne grigio azzurre della media valle del Fiume Dirillo e di Licodia Eubea (Pa). Verso l'alto si passa a sabbie e calcareniti organogene a brachiopodi e molluschi in banchi di 1-2 m di spessore. Lo spessore è di circa 150 metri. Sul versante destro del fiume Catalfaro la formazione va a costituire solamente delle intercalazioni marnose o sabbioso-conglomeratico all'interno della potente successione lavica (Pv) di Vizzini-Militello. Detti depositi interessano solo un tratto delle opere di progetto e più precisamente in direzione nord-est sud-ovest di C.da Pietranera in direzione della SP 75. PLIOCENE MEDIO-INFERIORE.

Pm: marne e calcari marnosi a macroforaminiferi di colore bianco crema, a frattura concoide (Trubi). Nell'area di Licodia Eubea, Mineo e Grammichele si intercalano nella parte alta livelli di vulcanoclasti e lave submarine. A volte sono presenti piccoli livelli di conglomerato poligenico (Mineo). Spessore circa 100 metri. Gli affioramenti presenti lungo la parte orientale dell'area rilevata, con allineamento ssw-nne, interessano direttamente le aree di progetto. PLIOCENE INFERIORE.

Mg : Calcarea di Base è costituito da calcari biancastri o grigiastri in strati e banchi massicci dello spessore da 1 a 15 m; la geometria degli strati è grossolanamente lenticolare, a base irregolare, localmente erosiva. I banchi principali sono alternati a livelli, spessi da 30 a 150 cm costituiti da marne calcaree, calcari laminati, o, più raramente, da gessi. Talvolta il passaggio dai banchi calcarei alle intercalazioni marnose si realizza tramite l'interposizione di ritmiti calcaree laminate. In alcune situazioni i banchi calcarei presentano un aspetto brecciato; la natura di questa tessitura può essere imputata a collasso da dissoluzione di minerali o di interstrati evaporitici e/o a processi meccanici di tipo gravitativi. Lo spessore formazionale è pari a circa 70-80 m. Affiorano a sud est dell'area rilevata ed interessano un margine ridottissimo dell'area di progetto a sud est di C.da Pietranera. MESSINIANO.

Mm-Formazione Tellaro: marne grigio-azzurre, costituiscono la parte basale della Formazione Tellaro, si tratta di marne grigio azzurre a frattura subconcoide, rappresentano un episodio di sedimentazione più detritica nell'ambito della sedimentazione prevalentemente carbonatica dell'altipiano Ibleo. Sono date da marne grigio azzurre a frattura subsonocide. Nella parte alta compaiono sovente marne calcaree giallastre, caratterizzate da faune oligotipiche nella zona di Vizzini Monte Lauro. In questo intervallo apicale sono presenti grosse lenti vulcanoclastiche e di lave

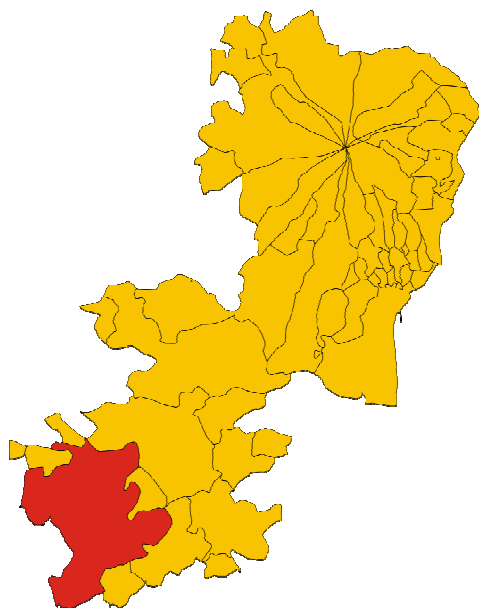
submarine basiche di spessore da 0 e 100 m (**Mv**) a volte interdigitate con le marne suddette. Tale formazione non affiora direttamente nei lotti di interesse ma intercetta un tratto del cavidotto in C.da Terre Sciri di Sotto. LANGHIANO INF.-MESSINIANO.

4.0 CLIMATOLOGIA

Elementi fondamentali del clima sono le precipitazioni i venti, le temperature, la quota topografica, la latitudine ed un insieme di fattori minori che concorrono ugualmente alla definizione generale di clima. Il clima, è uno dei fattori fondamentali nell'ambito di uno studio idrologico e geomorfologico di una data area, esso infatti influenza e determina, a parità di condizioni geologiche, la morfologia ed il bilancio generale dei bacini interessati. Nell'approccio dello studio climatologico del presente lavoro, sono presi in considerazione soltanto la temperatura e le precipitazioni; gli altri elementi climatici non sono stati adoperati per la mancanza di stazioni di misura e di notizie atti a fornire dati quantitativi e qualitativi da elaborare.

4.1 Precipitazioni

Allo scopo di valutare e studiare le condizioni pluviometriche della zona in esame, sono stati presi in considerazione, i dati relativi agli ultimi sessanta anni delle stazioni pluviometriche rappresentative per il topoiote in cui ricadono le aree in studio nel territorio comunale di Caltagirone.



Dai dati forniti dal Servizio Idrografico, sono state calcolate le medie aritmetiche in mm delle altezze di precipitazioni mensili ed annue. A tale scopo, sono stati sommati i valori in mm di pioggia relativi ad ogni mese degli ultimi sessant'anni, e diviso tale valore per gli anni di funzionamento delle stazioni stesse. I dati così ottenuti, sono stati utilizzati per la determinazione delle precipitazioni medie mensili ed annue della zona in esame.

4.2 Precipitazioni Mensili

Le precipitazioni medie mensili del periodo che copre gli ultimi sessant'anni, non presentano nel complesso differenze accentuate nelle stazioni considerate. I valori massimi di precipitazioni, si hanno nei mesi di dicembre e gennaio; i valori minimi si hanno nel mese di luglio. Il numero dei giorni piovosi varia tra 1 e 2 nei mesi di giugno, luglio, agosto, tra i 9 e 11 nei mesi di dicembre e gennaio. La densità delle precipitazioni, e cioè il rapporto tra la pioggia caduta e numero di giorni piovosi, presenta in generale, valori più alti nei mesi di gennaio, ottobre, novembre e dicembre; quelli più bassi in luglio ed agosto. A partire dai mesi di aprile-maggio, si verifica una diminuzione delle precipitazioni, fino a raggiungere valori molto bassi (valori minimi) nel mese di luglio, per poi assumere un andamento di generale ripresa

dal mese di agosto-settembre fino a dicembre-gennaio. Le precipitazioni medie mensili, hanno indicato comunque che il mese più piovoso risulta essere gennaio con 133 mm di pioggia, seguito da dicembre con 125 mm di pioggia e da ottobre con 117 mm di pioggia; il meno piovoso è risultato il mese di luglio con solo 10 mm di pioggia.

4.3 Precipitazioni Stagionali

Esaminando le distribuzioni stagionali delle precipitazioni, relative ai 60 anni considerati, si è osservato che il semestre più freddo è sempre più piovoso di quello più caldo, con una quantità media di pioggia di valore molto più alto rispetto a quest'ultimo. La stagione più piovosa coincide quindi sempre con l'inverno, mentre quella più arida si è rivelata l'estate, con valori molto bassi di precipitazioni. Concludendo si può affermare che le più alte precipitazioni si verificano nella stagione invernale; le minime in estate; e, nelle stagioni primavera ed autunno, valori intermedi tra le prime due.

4.4 Precipitazioni Annue

La somma delle precipitazioni medie mensili relative al periodo considerato, fornisce l'altezza di precipitazioni media annua. I dati ottenuti a tale proposito, mettono in evidenza che, le altezze di precipitazioni, non sono molto elevate, infatti, si ottengono circa 575 mm di pioggia in circa 69 giorni piovosi. Le quantità però ottenute, risultano essere di valore inferiore all'altezza media annua di precipitazione dell'intero territorio italiano, che è di circa 970 mm (TONINI '59).

4.5 Temperature Mensili, Stagionali E Annuali

Dall'analisi dei dati ottenuti è possibile notare che i valori minimi di temperature medie mensili, si registrano in gennaio, con valori medi oscillanti tra i 5°,7°; i valori massimi si hanno in luglio ed agosto con valori medi intorno ai 27,5°. A riguardo dei valori delle temperature medie stagionali, si può notare che essi presentano dei valori

minimi sempre nella stagione invernale, quelli massime nella stagione estiva. I valori primaverili ed autunnali sono intermedi tra questi fig 1.

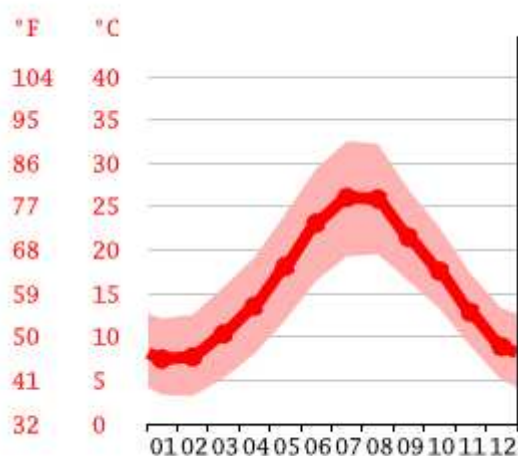


Fig 1

I valori delle temperature medie annue, si mantengono moderatamente alte. L'elaborazione dei dati ha fornito valori intorno a 16,1° (Caltagirone), quota 608 metri circa s.l.m.). Negli ultimi anni si stanno però verificando condizioni di temperatura estreme che nel periodo estivo comportano variazioni che appaiono con diversa tendenza rispetto all'andamento climatico storico.

4.6 Relazione Temperatura-Precipitazioni

Negli elementi del clima, risultano di fondamentale importanza, i rapporti che legano la temperatura e le precipitazioni, in quanto questi, assieme ad altre variabili, quale la litologia, tipo di suolo, la superficie coperta di vegetazione ed i tipi di colture (nella zona in esame rappresentate prevalentemente da prateria, pascolo), influenzano notevolmente il fenomeno dell'evapotraspirazione. Allo scopo di esaminare e visualizzare le relazioni tra temperature e precipitazioni, è stato analizzato il diagramma ombrotermico (BAGNOLUS e GAUSSEN '57), che mette in relazione le precipitazioni e i valori di temperatura medi mensili - Fig 2.

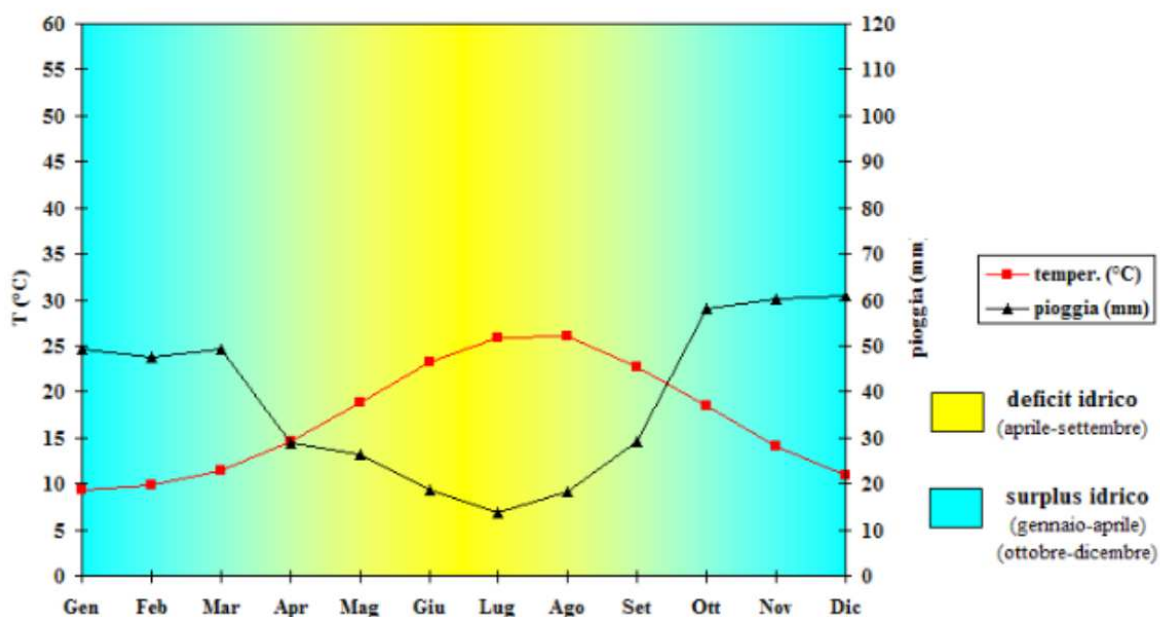


Fig 2

Dalla disamina del suddetto grafico, si è potuto osservare come la curva termica, che rappresenta all'incirca l'andamento dell'evaporazione e della traspirazione, si mantiene per i mesi autunnali ed invernali al di sotto della curva rappresentante le precipitazioni; questa situazione, sta ad indicare un periodo umido e quindi un bilancio d'acqua positivo.

Viceversa nei mesi di maggio, giugno, luglio ed agosto, la curva termica supera invece quella pluviometrica: ne viene così un bilancio d'acqua negativo con alti valori di evapotraspirazione, specie nei mesi di luglio e agosto.

4.7 Inquadramento Climatico

Dal punto di vista climatico la zona presenta caratteri tipicamente mediterranei contraddistinti da un semestre autunno-inverno con precipitazioni abbondanti e concentrate in brevi periodi e un semestre primavera-estate che presenta prolungate fasi di siccità.

Gli eventi meteorici più importanti dal punto di vista quantitativo si verificano generalmente nel periodo ottobre-dicembre mentre la maggiore frequenza di giorni piovosi si registra nei mesi di gennaio e febbraio.

Da studi eseguiti nei territori della regione Sicilia e in riferimento alle aree in studio, risulta un gradiente pluviometrico positivo procedendo dal livello del mare fino

ad una quota di circa 600 mt, al di sopra si ha un'inversione con conseguente diminuzione degli afflussi meteorici.

A tal proposito, dall'analisi della distribuzione areale delle precipitazioni medie annue nel comprensorio esaminato, risulta che il territorio in oggetto è interessato da una piovosità media compresa tra 500 e 600 mm di pioggia annua (fig 3).

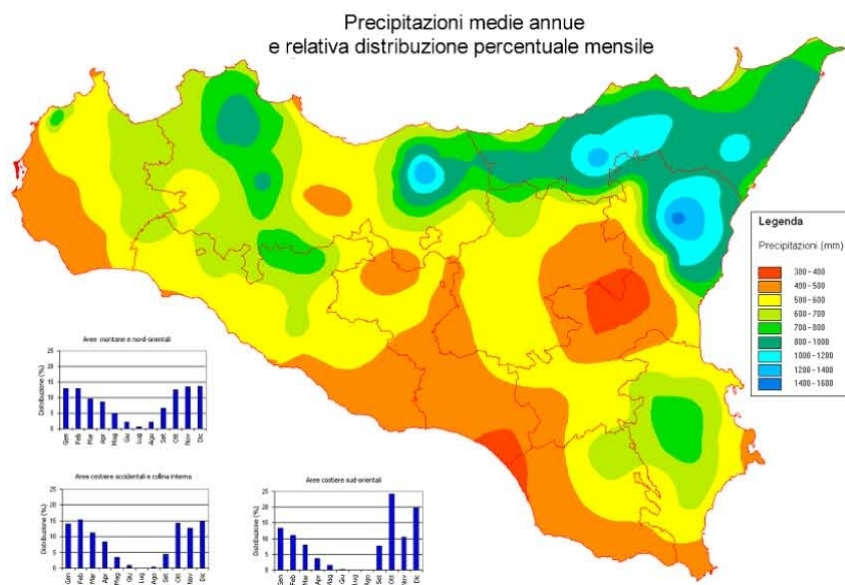


Fig. 3

Similmente a quanto riscontrato per le precipitazioni anche i valori termometrici risultano influenzati dall'altimetria (fig 4). Le temperature medie più basse si registrano nel mese di gennaio mentre quelle più alte nel periodo luglio-agosto.

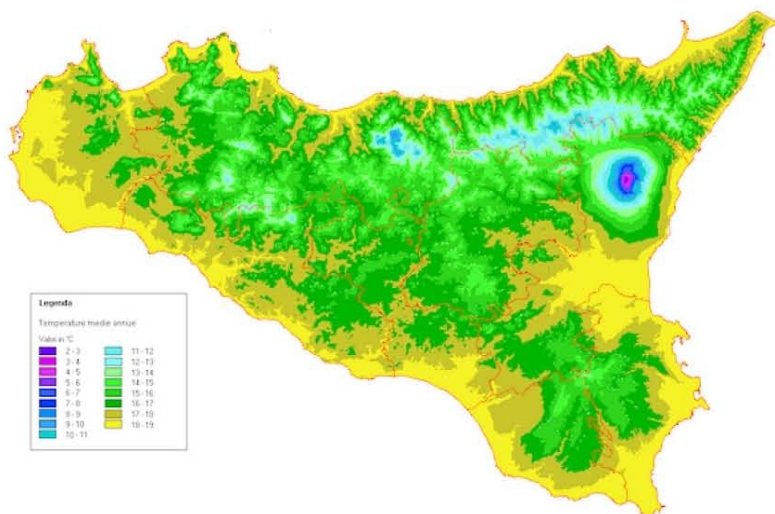


Fig. 4

Per quanto riguarda il regime eolico risulta una sensibile differenza tra le quote più elevate, ove predominano i venti provenienti dai settori occidentali, e quelle più basse dove sono più frequenti i venti con direzione E-W.

I dati pluviometrici e termometrici possono essere utilizzati per cercare di definire il tipo climatico in cui ricade la zona in esame.

A questo scopo è utile premettere che due sistemi di classificazione del clima che hanno riscosso notevole consenso da parte dei climatologici, sono quelli elaborati da THORNTHWAITE (1948) e da KOPPEN (1931-36). Nella classificazione proposta da quest'ultimo, i diversi tipi climatici (individuati attraverso un attento esame dei caratteri termici e pluviometrici), ci vengono indicati con le diverse lettere dell'alfabeto in carattere maiuscolo. Così ad esempio, nell'ambito del territorio italiano ricadono i tipi climatici delle classi C, D, E, cioè i climi temperati, quelli temperati freddi (boreale), e quelli freddi. All'interno di ogni singola classe il Koppen operò poi una ulteriore suddivisione, servendosi di lettere in carattere minuscolo, in base a particolari limiti che egli considerò espressivi del paesaggio tra certe condizioni climatiche ad altre.

Nel nostro caso ad esempio, l'area considerata ricadrebbe nel tipo climatico Csa; si ha infatti:

- temperatura del mese più freddo inferiore a $+18^{\circ}$ e superiore a -3° (classe C);
- il mese più arido cade nella stagione estiva e fornisce una quantità di precipitazioni inferiore ai 30 mm (tipo s);
- la temperatura del mese più caldo è superiore a 22° (carattere a).

Pertanto, il tipo climatico, può considerarsi intermedio tra il temperato sub-tropicale ed il temperato caldo.

5.0 IDROGRAFIA

Caratteri geologici e climatici sono i principali fattori che influenzano morfologia, sviluppo e grado di gerarchizzazione dei bacini idrografici. Particolarmente importanti a tale riguardo, nell'ambito dei fattori climatici, risultano le precipitazioni. Dall'interazione tra precipitazioni e natura litologica dove sono incassati gli alvei, dipende infatti la quantità e la distribuzione degli scorrimenti superficiali e di quelli profondi, e quindi il carattere e l'intensità dell'erosione, variabile a seconda che le acque superficiali defluiscono su rocce coerenti, lapidee o su rocce incoerenti. Gli alvei sono caratterizzati da un regime tipicamente torrentizio con totale assenza di deflusso superficiale per gran parte dell'anno. I deflussi più importanti avvengono principalmente nella stagione invernale durante la quale, in occasione di intense e prolungate precipitazioni meteoriche, si possono verificare improvvisi riversamenti di eccezionali masse d'acque dall'elevato potere erosivo. La costituzione geologica dei bacini, è particolarmente importante in quanto la permeabilità dei terreni determina lo scorrimento superficiale e l'esistenza stessa dei corsi d'acqua, determinandone anche il regime. I rapporti tettonici e giaciture tra i terreni a diverse permeabilità condizionano l'ampiezza dei bacini idrogeologici e l'andamento della circolazione idrica sia sotterranea che superficiale. Il territorio di Caltagirone è inserito in un sistema idrografico nel bacino del F. Acate, localizzato nella Sicilia sud – orientale (fig 5),

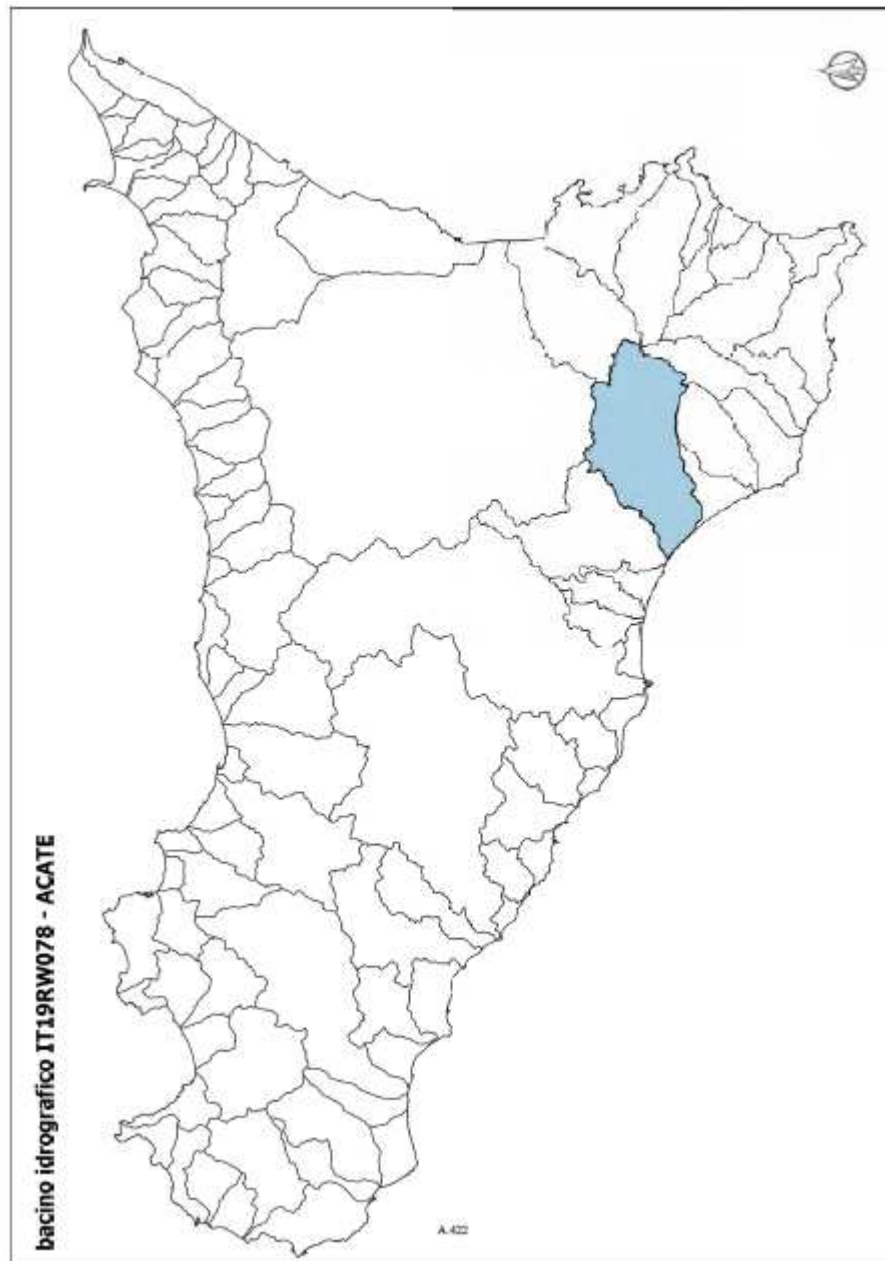
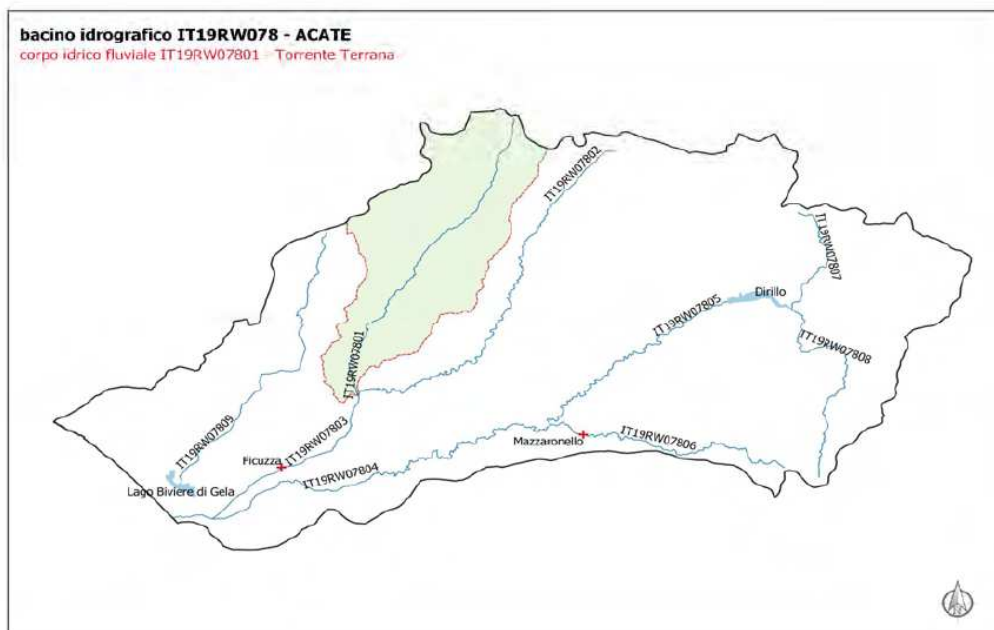


Fig 5

al limite della vasta pianura di Vittoria (RG) ed in prossimità del margine sud-occidentale dell'Altopiano Ibleo. Ha un'estensione areale di circa 740 Km² ed altimetria compresa fra 0 e 986 m s.l.m. Cartograficamente, ricade all'interno dei fogli IGM in scala 1:50.000 n: 639 – 640 - 643 – 644 – 645 – 647, comprendendo le sezioni della C.T.R. in scala 1:10.000 n°: 639140 –639150 – 639160 – 640130 – 643160 – 644010 – 644020 – 644030 – 644040 – 644050 –644060 – 644070 – 644080 – 644090 – 644100 – 644110 – 644120 – 644130 – 644140 –644150 – 644160 – 645010 – 645020 – 645030 – 645060 – 645070 – 645050 – 645090 – 645100 – 645130 – 645140 – 647010 – 647020. L'area circoscritta entro il bacino

comprende, complessivamente, quattro province dell'Isola includenti quindici territori comunali e precisamente: la provincia di Caltanissetta, con il territorio comunale di Niscemi e per una piccola striscia in prossimità della costa, il territorio comunale di Gela; la provincia di Catania con i comuni di Caltagirone, di Grammichele, di Mazzarrone, di Mineo, di Vizzini, di Licodia Eubea, fino allo spartiacque con il fiume di Caltagirone; la provincia di Ragusa, con i comuni di Acate, Chiaramonte Gulfi, Comiso, Giarratana, Monterosso Almo, Vittoria, Ragusa, fino agli spartiacque con i fiumi Ippari ed Irminio; la provincia di Siracusa per un breve tratto in prossimità dello spartiacque con il fiume Anapo, comprendente il comune di Buccheri; Il bacino imbrifero presenta la forma di un poligono irregolare allungato in senso NE – SW che si estende complessivamente su una superficie di circa 740 Km², interessando quattro province dell'isola e precisamente: la provincia di Ragusa fino agli spartiacque con i fiumi Ippari ed Irminio, la provincia di Siracusa in prossimità dello spartiacque con il fiume Anapo, la provincia di Catania fino allo spartiacque con il fiume Caltagirone e la provincia di Caltanissetta per una piccola striscia in prossimità della costa. Il fiume Acate-Dirillo trae origine dalla confluenza di alcuni torrenti che incidono le loro vallate nel territorio immediatamente a sud ed a est di Vizzini (CT) ed è proprio a partire dalla confluenza dei fiumi di Vizzini e Amerillo che il corso d'acqua prende il nome di Dirillo e lo conserva fino alla foce, con un'asta principale orientata all'incirca NE– SW. L'andamento della valle è caratterizzato da una incisione larga e profonda con fianchi di tipo simmetrico sul cui fondo si è depositata un'estesa piana alluvionale. I versanti vallivi sono molto ripidi nella zona sommitale, là dove affiorano termini litologici di maggiore consistenza geomeccanica, e più addolciti nella fascia basale caratterizzata da terreni argilloso– sabbiosi. In linea del tutto generale, sulla base di osservazioni dirette di campagna e considerato lo stadio evolutivo del corso d'acqua, è possibile affermare che la fase di deposizione prevale nel fondo alveo, mentre si assiste ad una tendenza erosiva nei fianchi vallivi. Lo sbocco a mare del fiume è caratterizzato da un ambiente deltizio con foce ad estuario, ove la deposizione di sedimenti limoso – sabbiosi è molto limitata; di conseguenza, si registra un arretramento della linea di costa per scarsa alimentazione di apporti terrigeni, ciò anche in concomitanza alla presenza dell'invaso della diga Ragoletto nel tratto a monte del bacino.

Nella zona in studio sono presenti thalwegs, appena accennati, che si sviluppano entrambi con direzione all'incirca NE-SW, articolandosi in brevi e blande incisioni torrentizie con deflusso a carattere stagionale. Orograficamente da NW in direzione SE, le incisioni vallive presenti in area e inserite nel sottobacino di "Caltagirone" sono le seguenti: Vallone Terrana (IT 19RW0781) - Fig 6.

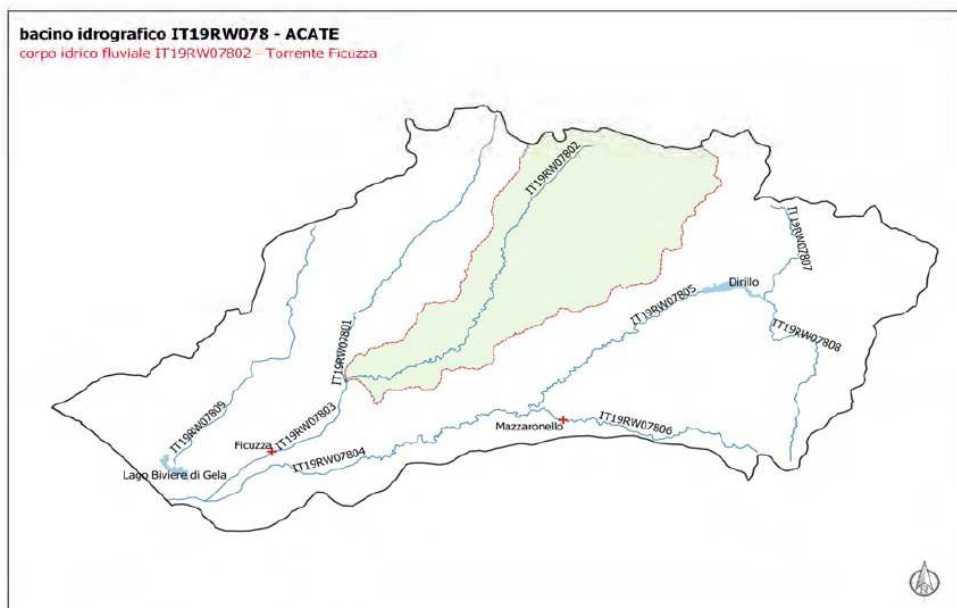


PORTATA NATURALE ALLA SEZIONE DI CHIUSURA DEL BACINO AFFERENTE

cod_CIF	nome_CIF	QN [mc/s]
IT19RW07801	Torrente Terrana	0,333
	QN,aff [mc/s]	0,333

Fig 6

e Torrente Ficuzza (IT 19RW078) - Fig 7-8,

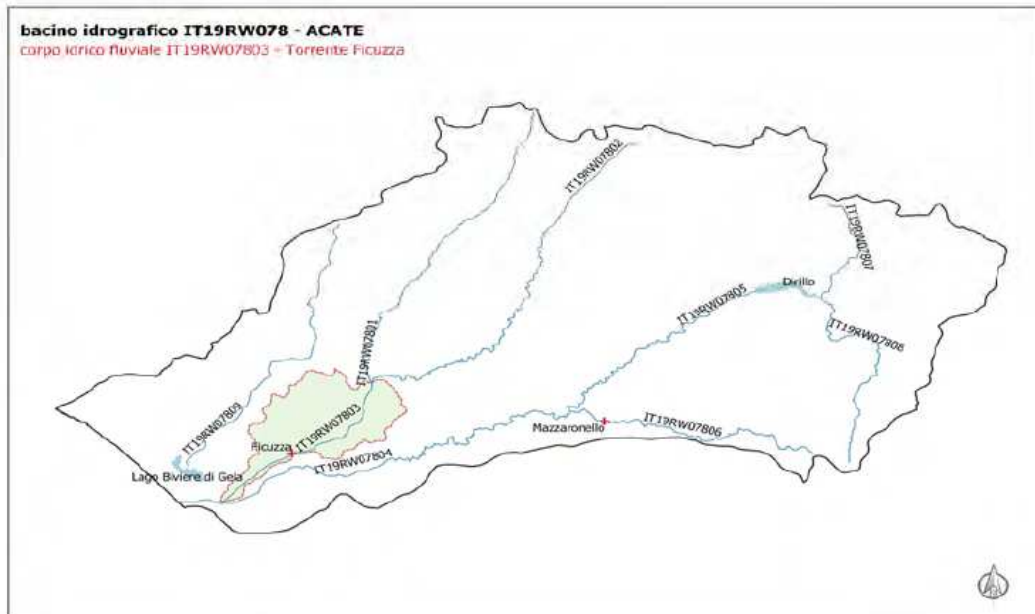


PORTATA NATURALE ALLA SEZIONE DI CHIUSURA DEL BACINO AFFERENTE

cod_CIF	nome_CIF	QN [mc/s]
IT19RW07802	Torrente Ficuzza	0,538
	QN,aff [mc/s]	0,538

Fig 7

Dette incisioni scorrono in direzione NE-SW (ordine gerarchico 1), confluiscono in un'asta che risulta dapprima il prolungamento stesso (ordine gerarchico 2) del Torrente Ficuzza fino all'innesto al corso fluviale del Dirillo (ordine gerarchico 3).



PORTATA NATURALE ALLA SEZIONE DI CHIUSURA DEL BACINO AFFERENTE

cod_CIF	nome_CIF	QN [mc/s]
IT19RW07803	Torrente Ficuzza	0,044
QN,aff [mc/s]		0,044

Fig 8

Queste incisioni si presentano mediamente poco profonde perché sono impostate in parte sulle vulcaniti plioceniche ed in parte nei depositi sinsedimentari plio-pleistocenici, costituiti in prevalenza da biocalcareni e sabbie, passanti a breccie calcaree e marne argillose. I caratteri morfologici dei corsi d'acqua presenti in area, sono contraddistinti da un aspetto tabulare solcato da pendii mediamente scoscesi nei tratti dove affiorano le vulcaniti competenti di età pliocenica, passando ad una morfologia più blanda dove gli alvei risultano poco incisi e privi di depositi alluvionali, in quanto il deflusso delle acque avviene a bassa energia. Le aste torrentizie nelle aree oggetto di studio, rappresentano le propagini iniziali delle incisioni fluviali assimilabili a forme incipienti di assi di drenaggio, che rappresentano una posizione morfologica "embrionale" di torrenti, senza un vero e proprio apporto significativo, in termini di aree di sottobacini, inseriti in un contesto più ampio del bacino del Fiume Acate. Le acque che convogliano entro dette incisioni rappresentano le aliquote di ruscellamento, fortemente influenzate dalle infiltrazioni efficaci ad opera delle permeabilità dei litotipi interessati e dalle acque di ritenzione. Lo studio del progetto,

nella sua interezza, ha evidenziato che in nessun caso le opere di progetto verranno collocate lungo le principali linee di impluvio, in quanto tali zone favoriscono uno smaltimento delle acque, consentendo il successivo recapito all'alveo ricettore. Gli ingombri areali delle opere di progetto, rimangono limitati alla sola geometria di fondazione che si tradurrebbe ad un valore di ruscellamento con incremento di portata (a scapito dell'infiltrazione efficace) poco significativo sia a livello "quantitativo" e di "impatto" in relazione alla superficie dei sottobacini di riferimento. Ciò comporta che le opere di progetto non inducono un impatto tale da modificare significativamente l'equilibrio naturale e idrologico dell'ambiente. Nel contesto areale più ampio il Bacino idrografico del Fiume Acate, che include le aree oggetto di studio, ricade nel versante orientale della Sicilia (Fig 9). A sud est dell'area in esame, oltre ai Torrenti significativi e prima descritti, compaiono le incisioni del Torrente Margi, a tratti denominato Granieri che in pratica si innesta sempre sul Torrente Ficuzza prima che egli arrivi all'asta principale del Fiume Acate. Nello specifico si può intendere che le aree oggetto di studio e che saranno in futuro interessate dal progetto di cui al titolo, rientrano tra i segmenti delle incisioni del Torrente Ficuzza a nord ovest e Torrente Margi a sud est.

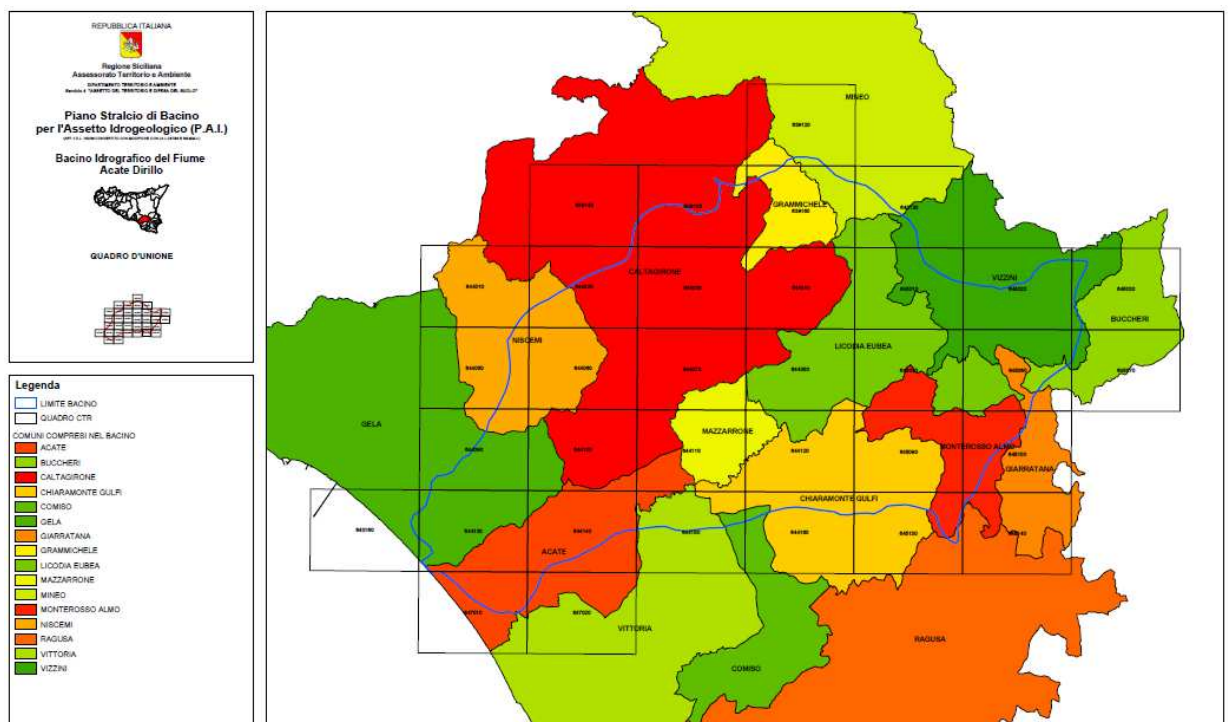


Fig 9

All'interno del bacino idraulico ricadono i centri abitati elencati nella sottostante tab 3

PROVINCIA	COMUNE	Residenti	SUPERFICIE (Kmq)			Centro abitato ricadente nel bacino
			Totale	Interna al bacino	Percentuale %	
CALTANISSETTA	Gela	72.774	277,2	59,69	21,54	NO
	Niscemi	27.641	96,6	51,27	53,07	NO
CATANIA	Caltagirone	37.373	380,8	208,74	54,82	SI
	Grammichele	13.395	31,2	11,82	37,94	SI
	Licodia Eubea	3.161	111,7	109,75	98,23	SI
	Mazzarrone	3.685	34,8	34,8	100	SI
	Mineo	5.586	244,4	0,35	0,14	NO
	Vizzini	7.105	125,6	49,0	39,0	SI
RAGUSA	Acate	8.000	101,8	61,49	60,39	SI
	Chiaromonte G.	8.099	126,7	80,51	63,55	SI
	Comiso	29.076	64,7	0,75	1,16	NO
	Giarratana	3.343	43,0	4,5	10,46	NO
	Monterosso A.	3.346	56,1	49,98	89,02	SI
	Ragusa	68.956	442,5	0,12	0,03	NO
SIRACUSA	Vittoria	55.317	181,0	13,30	7,35	NO
	Buccheri	2.320	57,7	3,88	6,73	NO
TOTALI	16 Comuni	349.177	2.375,8	739,93	31,14	8

Tab 3 - Superficie dei territori comunali e centri abitati presenti nel bacino idraulico del fiume Acate

La porzione di area in studio che rientra nel bacino di interesse è costituita in buona parte da formazioni vulcaniche (tufi, piroclastici e lave) e da formazioni calcaree (calcarei, sabbie e marne calcaree) a permeabilità da media ad elevata per porosità e/o fratturazione e fessurazione

5.1 ASPETTI IDRAULICI

Nel territorio oggetto di studio, al fine di mitigare gli effetti degli interventi che producono impermeabilizzazione dei suoli, limitatamente agli “ingombri fondazionali”, nonché migliorare il sistema di smaltimento delle acque superficiali e favorire anche il riutilizzo delle stesse, si definiscono gli indirizzi vincolanti, cui si dovrà tener conto in fase di progettazione. La realizzazione di interventi che comportino una modifica alla permeabilità del suolo deve tendere a minimizzare l'impermeabilizzazione attraverso l'uso più esteso possibile, di materiali che permettano l'infiltrazione, la ritenzione e la detenzione temporanea delle acque nel terreno. Gli interventi di progetto devono garantire il mantenimento dell'efficienza idraulica estesa a tutte le aree interessate, con misure di mitigazione, tali da non procurare aumento delle acque di deflusso superficiale, rispetto alle condizioni precedenti all'intervento stesso. Gli interventi vengono subordinati all'esecuzione di specifici accorgimenti tecnici e modalità costruttive che favoriscono l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno, prevedendo per le acque di deflusso, l'immagazzinamento temporaneo delle acque e il lento rilascio nei corpi recettori. Le aree di progetto, in dipendenza della natura dei litotipi affioranti e di substrato, in funzione delle loro caratteristiche di permeabilità, è stata attenzionata dal punto di vista del deflusso idrometeorico, la valutazione del coefficiente di deflusso C che rappresenta il rapporto tra il volume (che coincide con la pioggia efficace) defluito dal bacino in un dato intervallo di tempo ed il relativo afflusso costituito dalla precipitazione totale.

Il coefficiente di deflusso varia tra 0 e 1. Coefficiente uguale a zero corrispondono superfici per le quali è nulla la quantità di acqua rilasciata nei corsi d'acqua; coefficiente uguale a 1 corrispondono invece superfici che rilasciano verso il corso d'acqua il 100 % dell'acqua captata. Nello specifico, in riferimento alle aree di progetto, ad esclusione e limitatamente dei tratti viari asfaltati (valore del coefficiente di deflusso potrà essere uguale a 1) si possono considerare le zone in studio costituite essenzialmente da aree agricole con assenza, anche nell'intorno significativo, di aree pavimentate e/o impermeabili. Il valore del coefficiente di deflusso adottato per le aree in studio, in relazione alle valutazioni che ci troviamo su aree agricole, con litologia di substrato costituita da vulcaniti, depositi alluvionali, con limitati lembi di aree in zona a permeabilità bassa per la natura marnosa del substrato di riferimento, e con assenza di superfici impermeabili può essere considerato pari a 0,3. Tab1 e Tab 2

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Suoli poco permeabili Suoli fortemente argillosi o simili. con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile.	0,50	0,45	0,40

Tabella 1 - Coefficienti di Deflusso

Caratteristiche del bacino			Coefficienti di deflusso C		
Manto vegetale	Morfologia del suolo	Pendenza dell'asta principale della rete idrografica [%]	Terreno con sabbia grossa	Terreno con argilla e limo	Terreno con argilla compatta
Bosco	pianeggiante	0 ÷ 5	0.10	0.30	0.40
	ondulato	5 ÷ 10	0.25	0.35	0.50
	montuoso	10 ÷ 30	0.30	0.50	0.60
Pascolo	pianeggiante	0 ÷ 5	0.10	0.30	0.40
	ondulato	5 ÷ 10	0.16	0.36	0.55
	montuoso	10 ÷ 30	0.22	0.42	0.60
Coltivato	pianeggiante	0 ÷ 5	0.30	0.50	0.60
	ondulato	5 ÷ 10	0.40	0.60	0.70
	montuoso	10 ÷ 30	0.52	0.72	0.82

Tabella 2 - Coefficiente di deflusso - Tabella di Frevert

Nel caso delle aree in studio, in funzione degli interventi da realizzare, con una minima aliquota di occupazione del suolo relegata soltanto alle impronte fondazionali, la sostanziale invarianza della superficie di riferimento mantiene un Rapporto di Permeabilità (Rp) immutato rispetto al valore iniziale in quanto la estesa territorialità e la permeabilità dei litotipi interessati, sono in grado di assorbire le trascurabili quantità

di incrementi di portata per ruscellamento, derivanti dalla mancanza di infiltrazione per l'ingombro delle opere da realizzare. Il bilancio del R_p , in ambito di progettazione, è stato inoltre migliorato a favore della sicurezza, mediante l'utilizzo di sistemi di ritenzione temporanea delle acque meteoriche, alle quali possono essere recapitati i deflussi delle superfici parzialmente permeabili previsti in progetto. Si procederà con la realizzazione di bacini per la raccolta di acque, impostati lungo le direttrici di deflusso; questa scelta progettuale, oltre a garantire un R_p positivo, garantisce una mitigazione dell'impatto ambientale garantendo inoltre una riserva d'acqua che sarà riutilizzata per i diversi usi. I sistemi di compensazione dei deflussi sono in grado di funzionare da ammortizzatore idraulico durante le piogge per intensità e durata, trattenendo temporaneamente la portata intercettata dalle superfici impermeabili e semipermeabili ed evitando sovraccarichi nei riguardi dei corpi ricettori finali e fornisce altresì un equilibrio idraulico della rete superficiale, con la "regimazione" del ruscellamento diffuso al momento caotico e non regolarizzato nei terreni delle aree di progetto. I contributi di deflusso idrico delle aree oggetto d'intervento rientrano comunque all'interno del bacino idrografico di naturale competenza. Nell'area di progetto gli assi di drenaggio esistenti fossati (anche se indispensabili i necessari miglioramenti sulla loro distribuzione e direzionalità) e torrenti, tendono ad escludere la possibilità di esondazione degli stessi corsi d'acqua anche in considerazione della realizzazione delle opere previste in progetto.

5.2 Reticolo Idrografico

L'area in esame è interessata da un reticolo idrografico da angolato a sub-dentritico composto da un insieme di linee di impluvio confluenti in diverso modo fra loro e che danno origine a corsi d'acqua progressivamente via via più importanti. Questa disposizione è funzione della diversa composizione litologica delle rocce attraversate, il reticolo delle fratture, la diversa erodibilità e permeabilità dei litotipi, forme e paleoforme del rilievo. La direzione preferenziale ad andamento più o meno parallelo di alcuni rami indica un certo controllo tettonico di un sistema di fratture più o meno parallele. Costituiscono quindi dei piccoli bacini idrografici, la cui maggiore area di alimentazione è rappresentata nelle aree montane. I deflussi e le portate sono strettamente legate alle precipitazioni in quanto risultano scarse manifestazioni sorgentizie e/o assenti gli apporti di subalveo. La capacità erosiva a lungo termine dei

segmenti di vario ordine, in tutti i bacini, è attenuata dalla elevata compattezza e competenza dei terreni affioranti nelle zone medio-alte resistenti all'erosione. La prova di quanto detto è la scarsa gerarchizzazione del reticolo idrografico e la geometria delle sezioni d'alveo dove le sponde, hanno pareti sub verticali nel complesso ben conservate. L'idrografia è rappresentata da una serie di corsi d'acqua che presentano un regime tipicamente torrentizio, con deflussi superficiali solamente nella stagione invernale, in occasione di precipitazioni intense e di una certa durata, che invece si presentano completamente asciutti nel periodo estivo, per la scarsa piovosità e l'alta temperatura che favorisce l'evaporazione. Il deflusso superficiale è limitato oltre che dalle cause climatiche, dalla buona permeabilità delle formazioni affioranti, dovuta anche ad una serie di fratturazioni che facilitano l'infiltrazione nel sottosuolo della acque piovane. La parte più a monte delle varie incisioni è costituita prevalentemente da alvei a fondo fisso, dove il letto si è impostato in rocce competenti ed è quasi privo di sedimenti, escluso in brevi tratti ove in passato si sono avute grandi piene. Generalmente sono alvei con pendenze elevate, di non grandi dimensioni, in erosione più o meno accentuata.

Andando da monte verso valle, per la diminuzione di pendenza e la conseguente diminuzione di velocità, l'alveo dei vari torrenti si trasforma a fondo mobile, con conseguente deposizione di sedimenti, costituiti principalmente da elementi vulcanici e calcarenitici.

L'asta dei corsi d'acqua principali ha sviluppato un alveo di tipo meandriforme.

L'azione erosiva delle acque correnti superficiali si esplica in due modi principali: uno con l'azione areale, l'altro come ruscellamento concentrato nelle linee di scorrimento preferenziale.

Il primo che si manifesta come ruscellamento diffuso, interessa tutti i versanti, sia a piccola che ad elevata acclività, dove mancano linee di scorrimento preferenziale. Tale processo provoca sulla superficie interessata l'asportazione di particelle solide e, in definitiva, del suolo, provocando fenomeni di erosione accelerata e soliflusso.

Tale fenomenologia si manifesta maggiormente in quei versanti dove manca o è quasi assente la vegetazione.

Il secondo, dovuto all'erosione lineare, determina la formazione di caratteristici fossi di ruscellamento presenti nelle brecciole vulcanoclastiche e nei termini pelitici e

si esplica con maggiore incisività in corrispondenza delle aste torrentizie che si presentano profondamente incise e tortuose. L'azione morfodinamica dei torrenti determina la formazione di scarpate per erosione di sponda. Il protrarsi di tale azione causa spesso l'arretramento delle stesse scarpate.

6.0 IDROGEOLOGIA

La possibilità di avere, in una determinata zona la presenza di una circolazione idrica sotterranea, di cui le sorgenti in area rappresentano le manifestazioni superficiali, è collegata a due principali fattori: climatici e geologici. I fattori geologici agiscono nel senso di permettere l'accumulo delle acque e il loro scorrimento profondo in funzione delle caratteristiche litologiche e strutturali. Fig. 10

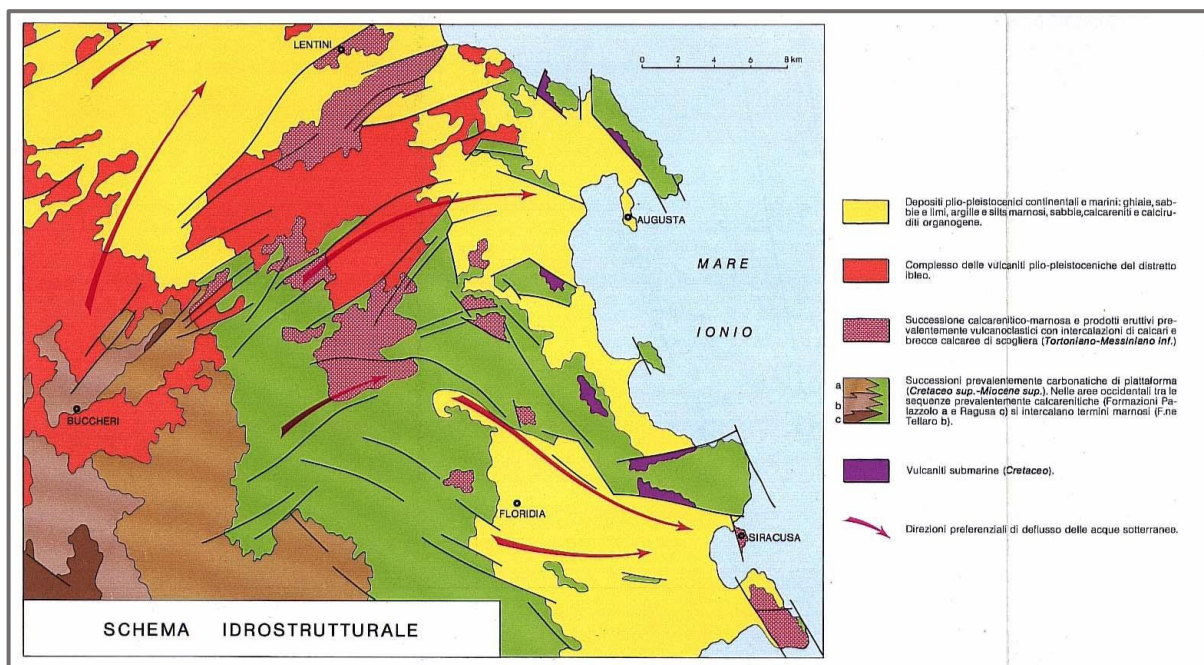


Fig 10 Schema idrostrutturale del settore nord-orientale ibleo (LENTINI F., 1984).

Fra le caratteristiche idrologiche che condizionano la presenza di falde idriche nell'area esaminata, quella più importante è la permeabilità.

Si definiscono permeabili le rocce in cui l'acqua può passare o attraverso gli spazi esistenti fra i granuli che le compongono, o attraverso le fessure che ne interrompono la compagine.

La permeabilità di una roccia dipende da due principali condizioni: dalle dimensioni dei meati o delle fessure (che non debbono essere tali da dar luogo a fenomeno della ritenzione per capillarità) e della loro continuità.

Le fessure o i meati esistenti nella roccia è necessario che comunichino tra di loro, per permettere la migrazione dell'acqua verso la roccia serbatoio.

Dal punto di vista idrogeologico le rocce presenti nell'area in studio possono essere suddivise in tre grandi classi:

- rocce permeabili per porosità;
- rocce permeabili per fessurazione e/o fratturazione;
- rocce a permeabilità mista.

La permeabilità per porosità è una proprietà intrinseca e congenita della roccia, ossia una proprietà che si è sviluppata quando si è formata la roccia stessa; la permeabilità per fessurazione e/o fratturazione è comunemente una qualità acquisita. Naturalmente un tipo di permeabilità non esclude l'altro. Il primo tipo è dovuto alla presenza nella roccia di spazi vuoti di una certa dimensione, che formano una rete continua, per cui, l'acqua può passare filtrando da uno spazio all'altro.

La permeabilità per fessurazione e/o fratturazione (detta anche permeabilità in grande) è dovuta alla presenza in masse rocciose per lo più impermeabili, di fratture e fessure (queste ultime riferite alle rocce vulcaniche estesamente diffuse nell'area in studio) che formano un sistema continuo.

Fra i due tipi di permeabilità non vi è un limite netto: quando, per esempio, le fessure sono estremamente fitte, come nel caso di certe rocce brecciate, non esistono più differenze sostanziali.

Per quanto qualsiasi tipo di roccia soggetta a fratturazioni possa divenire permeabile, sono le rocce più fragili e nel contempo più solubili in acqua, quelle nelle quali si manifesta maggiormente la permeabilità per fratturazione, come ad esempio per gli affioramenti delle calcareniti, rilevati nella porzione settentrionale dell'area.

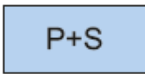
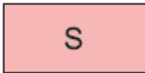
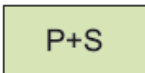
Il carattere della solubilità (carsismo) favorisce infatti, lo sviluppo della permeabilità, in quanto, le acque che circolano attraverso le fratture, tendono ad ampliare e ad

aumentare a poco a poco le comunicazioni fra fessura e fessura. Questo tipo di permeabilità può essere distinto come permeabilità per soluzioni.

Le rocce che godono di caratteristiche idrologiche tali da permettere l'immagazzinamento dell'acqua e la sua circolazione sotterranea, prendono il nome di rocce serbatoio, e se l'acqua è in esse presente, costituiscono degli acquiferi. Affinchè si formi quindi un acquifero è necessario che esista una certa quantità d'acqua che si infiltri nel sottosuolo, per le caratteristiche di permeabilità dei terreni interessati e che esista, in genere, un sub-strato a comportamento impermeabile (BADROCKS) che arresti l'acqua ad un certo punto della sua discesa, permettendo così la saturazione dei materiali permeabili sovrastanti. Da quanto detto si comprende l'importanza di condurre, nell'ambito del presente lavoro, delle considerazioni aventi lo scopo di definire, le caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi litologici, affioranti nell'area in studio.

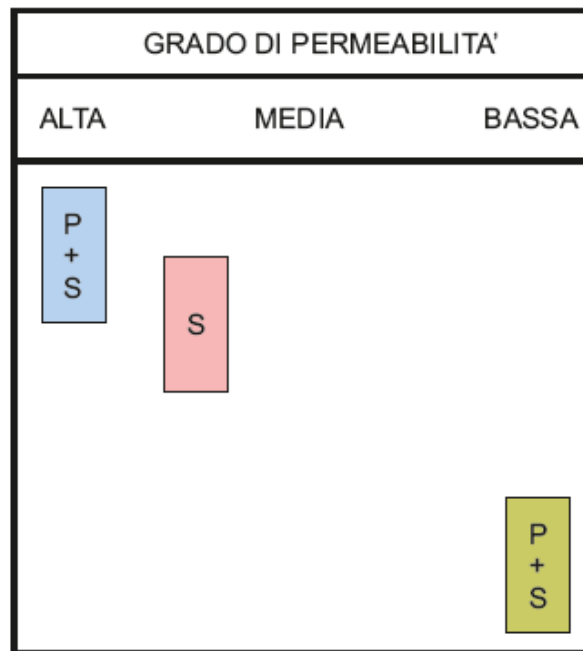
6.1 Caratteristiche Di Permeabilita'

Alla luce di quanto acquisito e dalle osservazioni fatte, si è cercato di definire le caratteristiche di permeabilità dei diversi tipi litologici presenti nell'area interessata dallo studio (vedasi carta idrogeologica). La quasi totalità delle rocce affioranti nell'area di stretto interesse ed intorno significativo, è costituita da rocce di natura vulcanica, rocce in facies marnosa e marnoso calcarea, sabbie e rocce calcaree. Tali litotipi possono essere distinti, in base alle loro caratteristiche litologiche stratigrafiche, in 3 complessi differenti:

	-Alluvioni recenti/Alluvioni terrazzate, -Sabbie rossastre e sabbie quarzose
	-Vulcaniti basiche, -Calcare di base
	-Marne calcaree e calcari mamosi (Trubi) -Marne grigio azzurre

Dal punto di vista idrogeologico, il primo complesso, dato dalle alluvioni e sabbie, presenta una permeabilità alta; il secondo complesso medio-alta (vulcaniti basaltiche

per fratturazione e fessurazione e calcari per fratturazione e carsismo per dissoluzione dei gessi) pertanto, le acque di precipitazione meteorica, si infiltrano rapidamente nel sottosuolo grazie alla presenza di discontinuità primarie e secondarie. Il terzo complesso presenta una permeabilità bassa ed è rappresentato dalle marne calcaree e marne grigio azzurre che localmente però, in dipendenza della fratturazione possono attestare una permeabilità acquisita fino a media.



I tre complessi prima descritti rappresentano le formazioni geologiche che in area hanno maggiore potenzialità di acquiferi e/o manifestazioni sorgentizie. Più specificatamente, il tipo di circolazione idrica sotterranea tende a costituire fondamentalmente nell'area in studio tre tipologie di acquiferi.

A) Il primo complesso idrogeologico da considerare è di tipo multi falde; è possibile infatti trovare le prime falde sospese all'interno delle Vulcaniti ad una profondità di 10 metri circa, dove la presenza o di livelli marnosi-argillosi o di strati di vulcanite compatte dello spessore minimo di qualche metro danno origine a queste piccole falde. Altre falde confinate di portata maggiore è possibile intercettarle a profondità maggiori sempre all'interno delle vulcaniti. Le vulcaniti presenti nell'area di progetto, rappresentano dal punto idrogeologico la parte terminale di un grande bacino che ha il suo centro nella C.da Granvilla nel territorio di Vizzini; infatti le grosse portate di acqua rinvenute negli anni passati in questa formazione non hanno avuto vita lunga poiché emungevano da bacini limitati e non comunicanti tra loro (cosa che non avviene nel centro del bacino dove tutt'oggi sono presenti pozzi di notevoli portate). La permeabilità delle vulcaniti è legata quasi esclusivamente alla fessurazione e

fratturazione in essa presente o alla matrice ialoclastica, risultando un buon serbatoio di accumulo per le acque.

B) Il secondo complesso idrogeologico è quello generato dalla presenza dei litotipi permeabili quali sabbie e calcareniti, poggianti su un substrato impermeabile, le argille; sia le sabbie che le calcareniti risultano essere delle buone rocce serbatoio poggianti su un substrato impermeabile che in alcune zone, esterne all'area di progetto, ha dato origine a sorgenti naturali, il contatto sabbie – argille va via via approfondendosi fino ad arrivare a profondità di circa 80-90 metri dal piano campagna con portate che non superano quasi mai il l/sec.

C) Il terzo complesso idrogeologico è quello presente all'interno delle argille; nelle parte apicale delle argille sono presenti dei livelli sabbiosi alimentati che danno origine a diverse falde confinate; questi livelli si rinvencono in alcuni casi anche a profondità di 40-50 metri e danno origine a portate in alcuni casi cospicue (diversi l/sec); in corrispondenza delle alluvioni del Fiume Margi, il contatto tra alluvione ed argille genera una falda freatica a pochi metri di profondità; in questo caso le portate sono molto variabili e dipendono principalmente dalle piogge invernali. Talora, in alcune zone, laddove il contatto tra i termini sabbiosi ed argillosi è affiorante, si riscontra la presenza di modeste venute sorgentizie ad andamento stagionale essendo direttamente influenzate dai fattori climatici.

La maggior parte dei pozzi presenti nella zona di stretto interesse, utilizzati prevalentemente ad uso domestico, si alimentano da queste falde e presentano nel complesso modeste portate. Nell'area in studio nel settore sud-est è ubicato il pozzo trivellato che rappresenta una importante opera idraulica in quanto viene captata la falda per uso idropotabile per l'abitato di Caltagirone. Il censimento dei pozzi di un'ampia estensione areale, ha permesso di acquisire notizie e dati, relativi ai corpi idrici e il loro livello statico in area.

7.0 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Lo studio geomorfologico, inteso come interpretazione del rilievo terrestre, contempla la combinazione di vari processi propri della dinamica dell'atmosfera, dell'idrosfera e della litosfera. Infatti, l'interazione tra i vari agenti morfodinamici quali le acque correnti superficiali ed incanalate, la gravità, la tettonica, le azioni carsiche, quelle antropiche etc, nonché le caratteristiche litologiche determinano le forme presenti in una determinata area.

L'area del territorio comunale di Caltagirone ha una estensione di 383 km², fa parte dell'altopiano ibleo e ne occupa la parte nord-occidentale. Relativamente alla zona in esame, la quota media si attesta sui 608 m.s.l.m. L'area in studio, morfologicamente, è il risultato dei processi successivi di erosione e deposito avvenuti ai danni dei termini carbonatici e vulcanici e si presenta a tratti con estesi pianori delimitati da variazioni di pendenza in adiacenza ad essi, date da versanti più o meno ripidi, solcati da tributari che alimentano gli assi di drenaggio superficiali, attivi durante le precipitazioni meteoriche. I corsi fluviali mostrano dei caratteri che sembrano avvicinarli ai corsi d'acqua a regime torrentizio, si registrano infatti, nel periodo invernale ed autunnale, abbondanti precipitazioni (ciò contribuisce a sviluppare una intensa attività d'erosione da parte delle acque), mentre risultano scarse o quasi nulle nei periodi primaverili ed estivi. Questa condizione provoca quindi un essiccamento nei periodi di scarse precipitazioni (estate), di quegli affluenti che non sono alimentati da sorgenti perenni. A riguardo dei caratteri litologici dell'area in studio, si può dire che è caratterizzata nella sua totalità di sedimenti di natura calcarea, Vulcaniti, marne e litotipi del pleistocene in cui si inquadrano le calcareniti e sabbie giallastre e i depositi fluviali e palustri. In relazione all'assetto morfologico dell'area esaminata, è possibile individuare in rapporto ai tipi litologici affioranti due settori ben distinti; uno centro meridionale che copre quasi tutta l'area in studio in cui significativamente affiorano le vulcaniti e il settore centro settentrionale che rappresenta la porzione in cui affiorano terreni più recenti dati dalle sabbie e dalle calcareniti. La morfologia si presenta articolata a tratti con estesi pianori (che rappresentano le tipologie morfologiche più diffusamente interessate dalle aree di progetto); dalle porzioni sub-pianeggianti dei pianori man mano che ci si sposta verso le incisioni vallive si osservano forme del paesaggio repentinamente aspre, con acclività, ed una conformazione per lo più a gradini, corrispondenti ai piani di strato più resistenti, rafforzati molto spesso dall'uomo

per ricavarne limitati terrazzamenti adibiti a modeste colture stagionali. Si notano infatti veri e propri rilievi di forma allungata con altezze mediamente accentuate, solcate da profonde incisioni, denominate "cave", che mostrano di essere allineate in direzione NE-SW, determinando così un reticolo idrografico di tipo tettonico, cioè che ha risentito e si è modificato, in base agli effetti delle componenti tettoniche (tettonica di tipo distensivo), che hanno agito nell'ambito dell'altopiano ibleo durante il suo sollevamento. Nelle porzioni dove sono presenti i terreni marnosi, i caratteri morfologici a prevalere sono di tipo mammellonare. Tale settore rispetto al precedente, risulta morfologicamente molto addolcito presentandosi topograficamente con rilievi meno marcati. Le forme di erosione più diffuse, sono costituite dai ruscellamenti diffusi e dai solchi nei litotipi marnosi che ne scaturiscono. Ridotti i depositi, relegati come sono ai modesti accumuli gelosamente custoditi con i terrazzamenti artificiali, nell'area in generale a prevalere sono i fenomeni erosivi. Essi si espletano essenzialmente attraverso l'incisione valliva operata dalle acque correnti, incisione che innesca a sua volta fenomeni di scalzamento al piede e di crollo lungo i versanti scoscesi adiacenti. Il risultato di questo processo è la formazione di queste forre profonde denominate localmente "cave", scavate nelle rocce e che convogliano tutte le acque meteoriche della zona altipiana che fa parte dei bacini idrici di questi torrenti. L'area esaminata non è, comunque, interessata da processi morfogenetici di rilievo, ed è caratterizzata da una buona stabilità d'insieme. L'erosione operata dagli esogeni è lenta per la resistenza opposta dai terreni affioranti che sono da duri a più facilmente erodibili vulcaniti, sedimenti calcarenitico marnosi e marne, o con attrito interno elevato alluvioni, sabbie o calcarenite, la cui caratteristica è un elevato addensamento, la prevalenza delle frazioni granulometriche più grossolane e grado di cementazione dovuto al deposito di carbonati trasportati in soluzione dalle acque di ruscellamento e di subalveo. Ad avvalorare questa considerazione, sono gli alvei dei fiumi che risultano profondamenti incisi e con le sponde generalmente subverticali. Caratteristica questa, che si riscontra sia nella zona collinare, dove si trovano le cave, molto meno verso valle, dove affiorano le alluvioni e le marne. La rete idrografica dell'area risulta data proprio dalle suddette incisioni.

Tra le morfologie rilevate prevalgono principalmente quelle legate a processi gravitativi o dilavamento di versante ad opera degli agenti esogeni. Tra le principali morfologie riscontrate si hanno:

- scarpate morfologiche: delimitate da orli di terrazzo e di versante, sono localizzate prevalentemente lungo le incisioni che ospitano gli alvei torrentizi. Tali scarpate, tendenzialmente rocciose, sono soggette all'erosione degli agenti esogeni che, unitamente alla fratturazione che presentano i litotipi, spesso ne isola dei blocchi potenzialmente instabili per effetto della gravità; Queste scarpate morfologiche alte in alcuni casi pochi metri sono costituite prevalentemente da termini competenti di vulcaniti basiche fratturate e marne calcaree.
- solchi di ruscellamento concentrato: sono presenti lungo gli impluvi incassati presenti nella zona. Si tratta di impluvi che presentano un modesto bacino di alimentazione ma che in caso di eventi meteorici eccezionali possono essere interessati da piccole onde di piena con conseguente approfondimento dell'alveo stesso.
- erosione per ruscellamento diffuso: sono tutte quelle zone poco urbanizzate caratterizzate da vegetazione scarsa o addirittura assente e dove spesso affiorano i litotipi senza alcuna o scarsa copertura di suolo vegetale. In questi casi le acque meteoriche anche di media intensità scorrono in superficie originando piccoli rivoli ed un'erosione di tipo laminare.

Le morfologie legate ai processi di versante sono causate prevalentemente dalla gravità anche se, in realtà, all'evoluzione morfodinamica dei versanti si associano le azioni climatiche, sismiche e le caratteristiche composizionali, strutturali e tessiturali del litotipo su cui insistono i processi.

Altre volte, sempre nei versanti delle scarpate morfologiche l'erosione selettiva può avvenire all'interno degli stessi litotipi competenti prevalentemente di natura vulcanoclastica, calcareo marnosa e in misura ridotta sabbiosa e calcarenitica, per differenze nella cementazione e nel grado di fratturazione. In definitiva i fenomeni appena esposti avvengono per effetto combinato della gravità, della pioggia battente e dell'infiltrazione delle acque, del termoclastismo, delle azioni sismiche, della presenza o meno di tipi di vegetazione e per azioni antropiche. Riguardo alle aree di progetto, esse non presentano elementi geomorfologici rilevanti che possono influire sia sull'attuale che il futuro equilibrio morfologico. Al fine di far persistere o addirittura migliorare l'attuale equilibrio morfologico anche dopo l'attuazione dell'intervento progettuale, in dipendenza della coltre superficiale, è opportuno prevedere una

regimentazione delle acque superficiali, tramite una rete di canali superficiali di scolo, per poter raccogliere e far defluire le acque anche in caso di intense e prolungate precipitazioni meteoriche, evitando possibilmente flussi concentrati ad elevato potere erosivo, oppure bruschi rallentamenti del normale deflusso idrico superficiale, che possano causare processi di deposizione dei sedimenti trasportati, predisponendo le opportune sistemazioni idraulico-forestali sia a difesa dell'erosione dei suoli che al repentino allontanamento delle acque piovane. Inoltre occorre che ci si distanzi opportunamente dalle scarpate in prossimità degli alvei fluviali e si tuteli il deflusso stesso degli alvei naturali con linee di drenaggio che favoriranno la corrivazione delle acque di ruscellamento nella direzione dei corpi ricettori naturali.

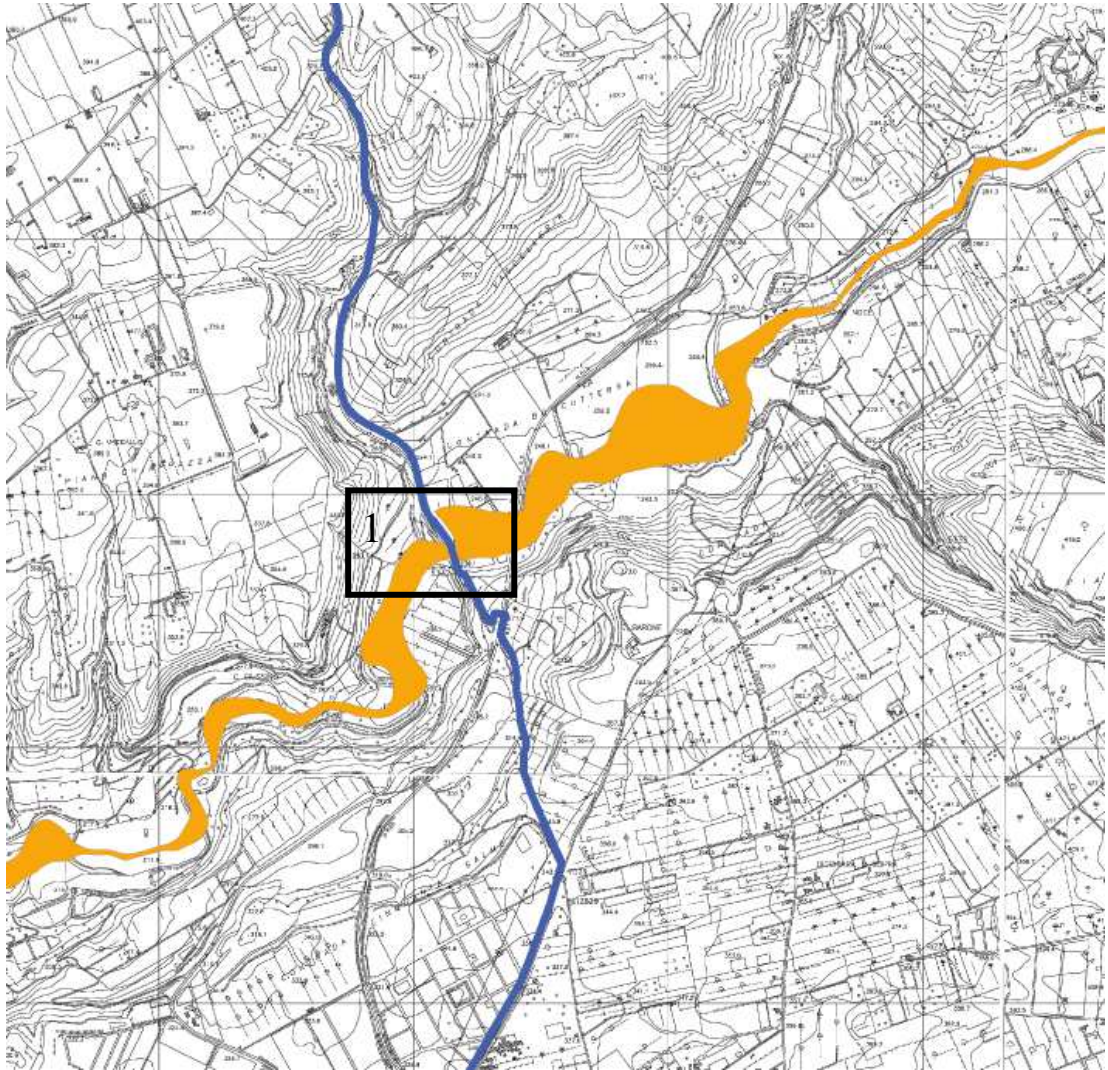
8.0 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Nella cartografia ufficiale del PAI SICILIA (2005), le aree di progetto sono inserite nel BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME ACATE-DIRILLO nei CTR **Sezione 639160, 640130, 644040, 644080, 644120, 645010, 645050 e 645090**

1. Carta dei dissesti;
2. Carta della Pericolosità e del Rischio geomorfologico
3. Carta della Pericolosità e del Rischio idraulico

Dalla consultazione degli elaborati cartografici, emerge che In riferimento alle aree in studio non risultano fenomeni di dissesti geomorfologici e/o pericolosità idrauliche per come si evince dalle cartografie del PAI allegate al presente studio. L'area si può ritenere geomorfologicamente stabile, confermando la sua compatibilità alla realizzazione delle opere di progetto. In particolare solo tratti del cavidotto interessano zone di pericolosità da dissesto PAI, ma la traccia del cavidotto, in riferimento a tale aree, è posizionata ricalcando esattamente la geometria dell'asse viario di riferimento, dove l'attraversamento delle aste fluviali, avviene in aderenza alla

struttura dei ponti all'uopo dedicati, senza eseguire nessuna movimentazione di scavo.



In particolare il punto areale di attraversamento che rientra nel riquadro 1 è identificabile come sito di attenzione e rischio R3

9.0 INVARIANZA IDRAULICA

Nelle aree oggetto di intervento sarà necessario verificare il rispetto del:

1)“principio d’invarianza idraulica”: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree antropizzate nei ricettori naturali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti alle opere antropiche;

2)“principio di invarianza idrologica”: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree antropizzate nei ricettori naturali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti alle opere antropiche.

I concetti di invarianza idraulica ed idrologica vengono considerati nelle situazioni dove le trasformazioni del territorio possono comportare modifiche delle condizioni naturali del regime idrologico, per un aumento delle portate recapitate ai corpi idrici naturali. Le misure di invarianza idraulica e idrologica fondamentali per compensare interventi che possono comportare una riduzione della permeabilità del suolo (per effetto della riduzione della infiltrazione efficace delle acque a causa della riduzione di permeabilità del terreno), vanno definite in rapporto alle condizioni preesistente al progetto di intervento antropico che si vuole realizzare, in funzione della permeabilità del sito di riferimento e in rapporto alla superficie interessata dall’intervento, mediante l’utilizzo prioritario di “tecniche di drenaggio antropico sostenibile”, con l’obbiettivo di limitare la produzione di deflusso superficiale in sede locale (dove esso si forma), facilitando il ripristino dei processi naturali del ciclo idrologico (infiltrazione ed evapotraspirazione). Per tutte le potenziali trasformazioni dell’uso del suolo, che siano causa di una variazione di permeabilità superficiale, si dovranno dunque prevedere “interventi in situ” di temporanea ritenzione e accumulo (laminazione) delle acque, volti a mantenere costante il coefficiente udometrico dell’area oggetto d’intervento, nonché delle aree limitrofe, preservandone la capacità di scolo e di deflusso ante operam.

A maggiore tutela delle aree limitrofe, è necessario mantenere pressoché invariata la quota del piano di campagna eventualmente oggetto di trasformazione, con eventuali innalzamenti non superiori ai 30 cm rispetto ai terreni ed alle strade adiacenti. Eventuali interventi di gestione dei nuovi deflussi generati dal progetto (accumuli superficiali naturali, vasche interrato di laminazione, condotte con ampie capacità d’invaso, trincee d’infiltrazione, pozzi drenanti, pavimentazioni filtranti, ecc.)

dovranno risultare compatibili con le caratteristiche idrogeologiche, geomorfologiche e ambientali degli strati superficiali del suolo e del sottosuolo.

Gli eventuali scarichi nei corpi idrici dovranno avvenire nei punti di recapito naturali ante operam e senza generare un aumento della portata al colmo di piena di questi ultimi. A tal fine dovrà essere studiata la capacità idraulica di trasporto del ricettore in termini di portate e tiranti idrici conseguenti allo scarico. In riferimento al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) si dovranno rispettare le norme di attuazione (Protocollo 6834 del 11-10-2019 Regione Siciliana Presidenza Autorità di Bacino Distretto Idrografico della Sicilia) che prevedono indirizzi generali per l'impostazione progettuale al fine di incrementare la capacità di drenaggio e a promuovere una buona gestione delle acque di precipitazioni meteoriche nelle aree, attraverso gli interventi sulle eventuali opere da realizzare e gli spazi aperti, e ridurre o rallentare la quantità di acqua che arriva al ricettore finale o nei corsi d'acqua. Alla luce delle suddette considerazioni è opportuno:

- Favorire e incrementare ove possibile l'infiltrazione locale delle acque meteoriche, promuovendo tutte le soluzioni che incrementano il drenaggio sostenibile, migliorando la condizione di permeabilità superficiale;

- Garantire all'interno dei diversi ambiti, compatibile con le caratteristiche geopedologiche, opportuni livelli di permeabilità superficiale in rapporto agli usi e alle tipologie degli insediamenti ammessi, introducendo parametri urbanistici ed edilizi coerenti con la finalità (superficie minima a verde pertinenziale, superfici minime permeabili, ecc.);

- Utilizzare materiali di pavimentazione e sistemazioni superficiali differenti per capacità di drenaggio;

- All'interno dell'area oggetto di interesse, sostenere la realizzazione di pavimentazioni permeabili caratterizzate da superfici con fossi drenanti di deflusso delle acque meteoriche, favorendo ove possibile l'infiltrazione delle stesse (es: cunette, fossi drenanti vegetati).

- Nelle aree di pertinenza delle eventuali opere da considerare, andrà perseguita e incentivata la possibilità di sostenere l'intercettazione e il riutilizzo delle acque meteoriche mediante adeguate superfici drenanti e l'utilizzo per l'irrigazione, la pulizia delle superfici pavimentate e l'alimentazione di eventuali impianti antincendio.

10.0 INTERVENTI DI MITIGAZIONE CONSIGLIATI

Il contributo idrico fornito dalle precipitazioni viene tradizionalmente suddiviso in due componenti: l'una che contribuisce al deflusso superficiale e l'altra che evapora oppure si infiltra alimentando quindi l'infiltrazione efficace nel sottosuolo in dipendenza della permeabilità del corpo ricettore. L'entità di dette componenti dipende dalle caratteristiche climatiche, del suolo, dalla morfologia superficiale e da altre componenti. Dove le condizioni rendono necessarie le scelte ritenute meno invasive per l'ambiente con lo scopo di produrre benefici significative, nelle aree interessate saranno intercettate le linee di deflusso superficiale secondo un ordine di per una efficiente regimentazione delle acque di ruscellamento, secondo un ordine di percorso funzionale, mitigando l'attuale ruscellamento diffuso che allo stato attuale si presenta molto irregolare. Da ricognizione sui luoghi dopo abbondanti piogge, sono stati rilevati una serie di solchi nei terreni delle aree in studio, realizzati da deflusso superficiale, che attestano un irregolare andamento delle acque di ruscellamento da precipitazione meteorica sui suoli, in dipendenza anche delle conformazioni antropiche e/o presenza di depositi costituiti da accumuli di pietrame, talora disposti in direzione ortogonale alle linee di massima pendenza. Un ragionevole intervento di mitigazione di tipo idraulico preserva sicuramente le aree da forme di erosione dovute principalmente all'azione meccanica del passaggio delle acque, che nel tempo procurano anche trasporto solido e forme incipienti di instabilità nelle porzioni interessate, per effetto della scarsa compattezza dei depositi residuali trasportati. Intercettati gli assi di drenaggio che prevalentemente interesseranno le "bordature" dei lotti, a contorno dei lati che morfologicamente rappresentano i lati perimetrali a maggiore pendenza, si realizzerà una corretta rete idraulica di smaltimento delle acque. Nell'ambito di progetto, si intende ottimizzare la condizione idraulica superficiale, mediante l'adozione di sistemi di ritenzione temporanea delle acque meteoriche come le vasche di compensazione, alle quali possono essere recapitati i deflussi delle superfici parzialmente permeabili. Nel caso delle aree in studio, a valle delle vasche di compensazione è prevista anche la realizzazione di bacini per la raccolta di acque, impostati lungo le direttrici di deflusso. Questa scelta progettuale, oltre a garantire un rapporto di permeabilità positivo, assicurerà una mitigazione dell'impatto ambientale generale e costituirà una riserva d' acqua per la cura del verde o diversi usi.

I sistemi di compensazione dei deflussi sono in grado di funzionare da ammortizzatore idraulico durante eventi meteorici di particolare intensità e durata, trattenendo

temporaneamente la portata intercettata dalle superfici impermeabili e semipermeabili ed evitando pertanto pericolosi sovraccarichi a scapito dei corpi ricettori finali. I contributi di deflusso idrico delle aree oggetto d'intervento rimarranno a carico del bacino idrografico di naturale competenza; nel caso specifico dell'area oggetto di studio, è dimostrato che le linee idrologiche esistenti in gran numero fossati (da migliorare nello stato di manutenzione e funzionalità) e torrenti, sono marcatamente incisi tanto da portare ad escludere la possibilità di esondazione degli stessi corsi d'acqua anche in condizioni post operam alla realizzazione del progetto. La finalità progettuale si propone di realizzare una gestione sostenibile per contenere il deflusso superficiale delle acque meteoriche nell'ambito delle aree interessate, minimizzando l'impatto della realizzazione delle opere sui processi di evaporazione ed infiltrazione delle acque stesse. In tal modo si vogliono mitigare gli impatti negativi che insistono sul ciclo dell'acqua:

- impatti sul regime idrico dei corsi d'acqua superficiali causati da immissioni di volumi idrici eccessivi in tempi brevi;
- abbassamento falda freatica dovuto all'impermeabilizzazione del suolo;

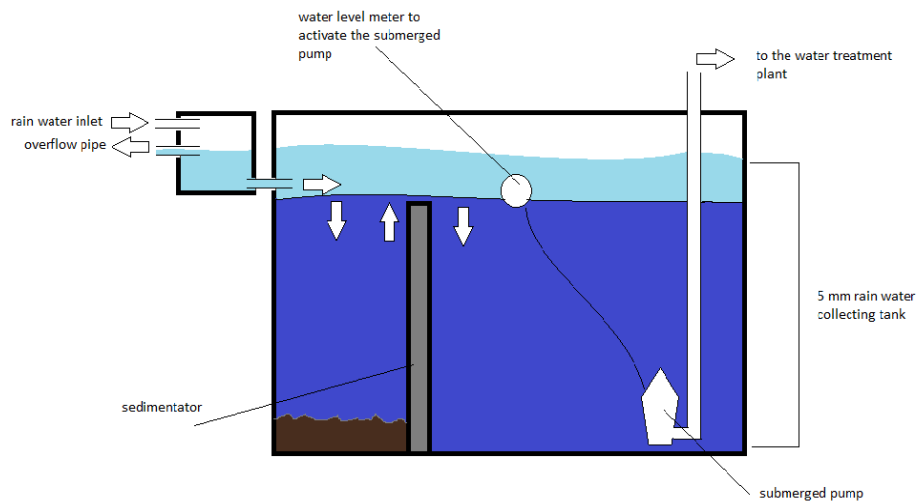
Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione programmata dell'uso del suolo in quell'area stessa con l'obiettivo di:

- contenere i deflussi superficiali;
- favorire l'infiltrazione delle acque nel terreno;
- favorire il recupero delle acque meteoriche;
- migliorare la qualità delle acque;
- assicurare un adeguato livello di sicurezza idrogeologica;
- assicurare l'integrazione degli interventi nel contesto di riferimento.

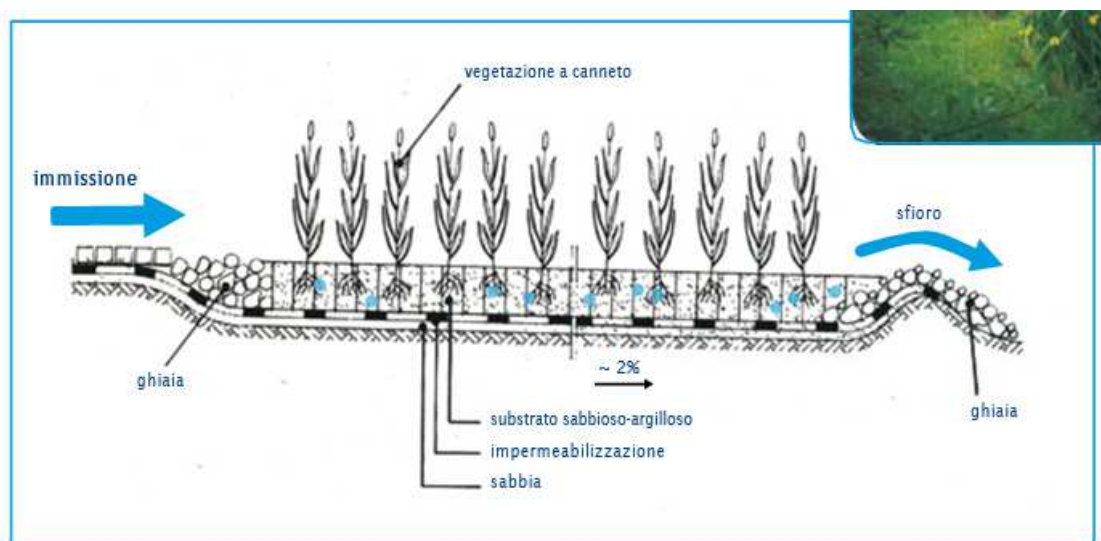
Tra gli aspetti più realizzabili saranno considerati:

-Vasche di prima pioggia: le vasche di prima pioggia hanno la finalità di trattenere le acque meteoriche, soprattutto quelle relative all'inizio dell'evento, permettendone il successivo invio al corpo ricettore naturale. In dipendenza della logistica dei luoghi possono essere realizzate in linea o fuori linea. Nelle vasche fuori linea l'invaso è ricavato in derivazione rispetto al collettore (canali drenanti) e viene interessato dal deflusso solo quando la portata idrica supera un valore limite. Gli invasi fuori linea sono di solito caratterizzati da maggiore efficacia. Le vasche di prima pioggia

accumulano quindi volumi idrici in occasione dell'inizio di eventi intensi, volumi spesso caratterizzati da qualità delle acque scadente.

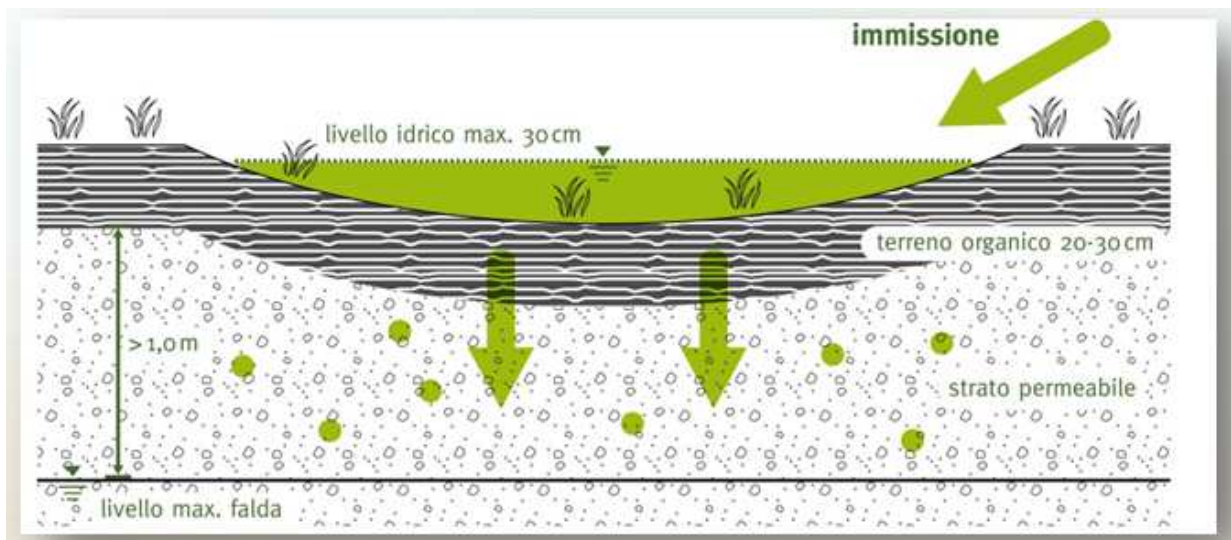


-Sistema di fitodepurazione: un sistema alternativo alla posa di vasche di prima pioggia, che può legarsi alle condizioni morfologiche e geologiche delle aree in studio per la raccolta delle acque, è l'utilizzo di sistemi di fitodepurazione. La soluzione più praticata consiste nella realizzazione di una zona di accumulo idrico all'aria aperta con il fondo impermeabilizzato, ove sono impiantate specie vegetali idonee al trattamento delle acque piovane. L'acqua defluisce da detti laghetti impermeabili per tracimazione, trascorso un tempo di permanenza idoneo ad assicurare che la qualità delle acque tracimate sia compatibile con quella del corpo idrico recettore.



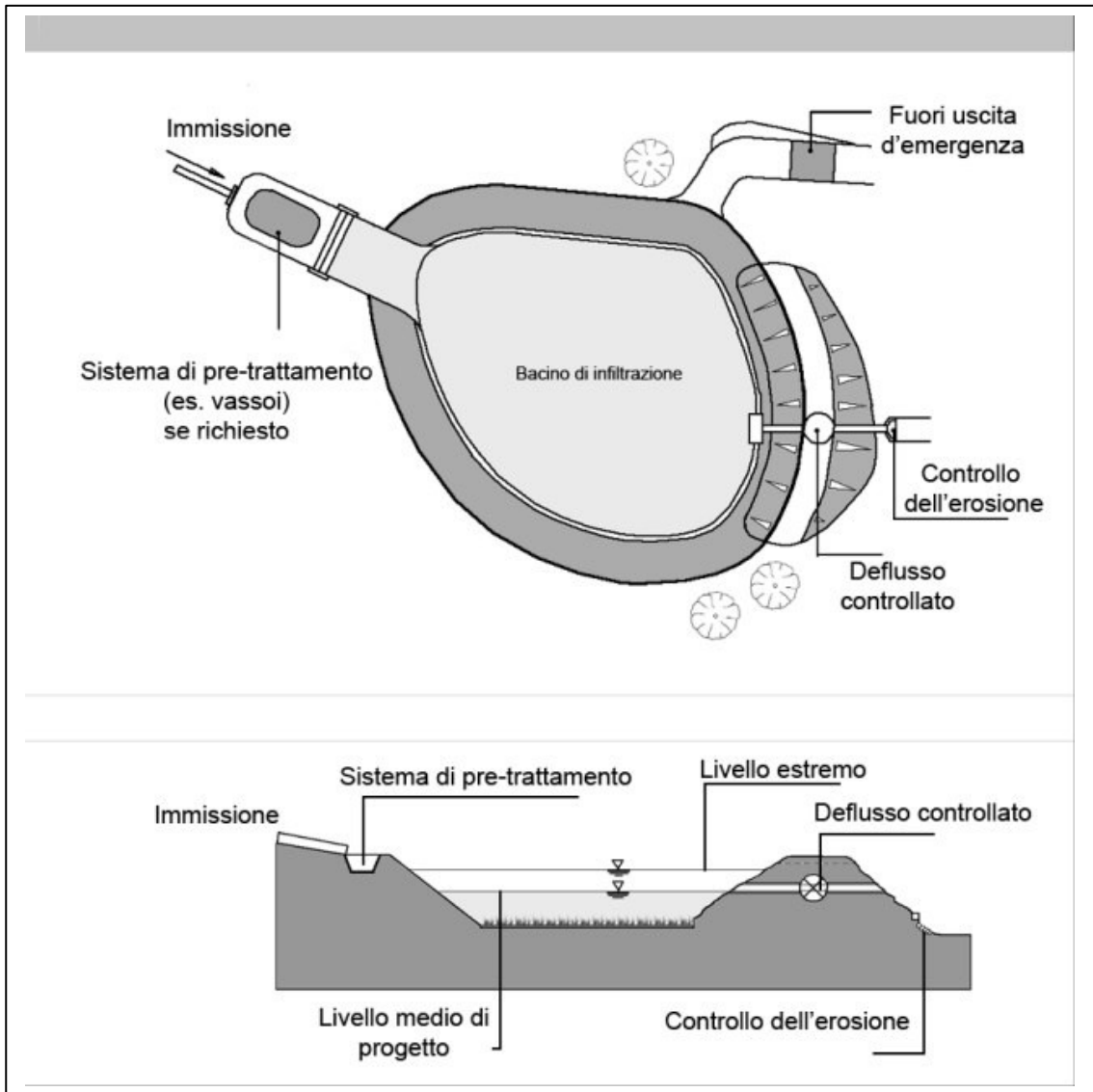
Tali impianti saranno adeguatamente inseriti nel paesaggio divenendone parte integrante. L'acqua può essere riutilizzata per l'irrigazione ma anche per usi non pregiati. Il troppo pieno sfiora sempre lungo le incisioni naturali, verso un sistema d'infiltrazione e la condotta protetta dall'ingresso di eventuali animali o insetti.

-Bacini di infiltrazione: La dispersione in bacini di infiltrazione è particolarmente indicata per l'infiltrazione di acque meteoriche raccolte da superfici estese (oltre 1 ha). Il bacino funziona come un fosso ma è più esteso e più profondo. Il bacino viene realizzato su un fondo permeabile con uno strato superficiale di terreno organico di spessore compreso fra 20 e 30 cm. Il bacino è generalmente asciutto; dopo la pioggia si svuota generalmente entro poche ore o al massimo entro due giorni



-Bacini di ritenzione ed infiltrazione: nelle aree in cui le condizioni morfologiche lo prevedono si possono realizzare bacini di infiltrazione dove il volume di invaso dovrà essere ricavato mediante depressioni delle aree, opportunamente sagomate e adeguatamente individuate, prevedendo prima del recapito nel recettore finale un pozzetto con bocca tarata. Il volume di invaso può essere creato superficialmente, prevedendo la formazione di "laghetti". Si tratta di bacini in terra, con il fondo impermeabilizzato e provvisti di sfioro con successiva infiltrazione delle acque meteoriche in surplus in fossi o depressioni del terreno, realizzati all'esterno. Questi bacini sono più grandi, assomigliano a laghetti e comportano un'elevata ritenzione delle acque meteoriche. Ovviamente essi dovranno essere collocati nelle zone più

deprese delle aree di intervento, in prossimità del ricettore, all'interno di aree da adibire a tale scopo. Nel valutare il volume di invaso realizzato, si dovrà tener conto di un franco arginale di almeno 20 cm dal piano campagna e la quota di fondo dovrà essere pari al tirante medio del ricettore in periodo di magra, rendendosi altrimenti impossibile lo svuotamento. Sta al progettista, infine, scegliere se realizzare laghetti permanenti, che esistono anche in periodo di magra e invasano il volume richiesto variando il proprio tirante, oppure optare per zone depresse ad altimetrie differenziate. Secondo quest'ultimo schema, si inonderanno più spesso le zone più depresse e più raramente le altre, permettendo un utilizzo multiplo di tali aree. Tale scelta, ovviamente, va valutata anche dal punto di vista della sicurezza dell'utenza, con eventuale adozione di recinti. L'acqua può essere riutilizzata per l'irrigazione ma anche per usi non pregiati (quali ad esempio riserve antincendio nei periodi siccitosi), prevedendo eventualmente impianti di distribuzione separati.



Depressione d'infiltrazione accanto al bacino di ritenzione

Al fine di rendere l'area anche fruibile dal punto di vista paesaggistico, si prevede di piantumare una serie di essenze arboree e arbustive con un sesto d'impianto irregolare. Qualora necessario potranno essere impiegati dei massi di protezione a lato bacino per evitare erosioni e inerbimento presso inizio e fine tubo (per mantenere pulito lo scarico). All'uscita lo scarico che avverrà in un fosso di drenaggio dovrà essere adeguato con la posa in opera di massi di opportuna pezzatura per evitare erosioni. E' necessario provvedere ad una periodica pulizia e manutenzione.

10.1 Rete superficiale di scolo

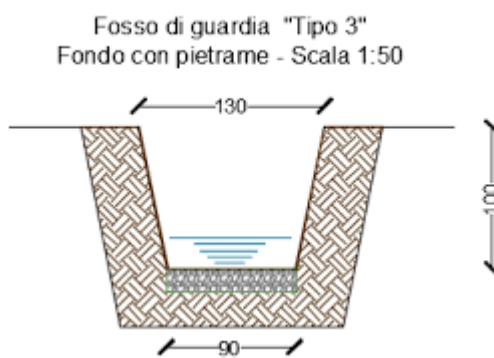
La superficie complessiva delle aree in studio verrà eventualmente suddivisa in sotto-aree in dipendenza dell'andamento morfologico dei luoghi. La raccolta delle acque avverrà fondamentalmente con la realizzazione di opere idrauliche drenanti (materassi in pietrame, canalette drenanti, fossi di guardia, ecc..), per la canalizzazione delle acque dilavanti lungo le linee di impluvio a conformazione naturali e/o antropica, e nelle eventuali particolari condizioni morfologiche rilevate all'interno delle aree.



Materassi in pietrame



Canalette drenanti



Fossi di guardia sezione tipo

Per una migliore mitigazione ambientale e nel rispetto della morfologia dei luoghi, lungo le linee di massima pendenza possono essere realizzati canali inerbiti;



sono canali rivestiti da erba o piante resistenti all'erosione, costruiti per far defluire le acque di pioggia provenienti dalle superfici impermeabili e/o parzialmente permeabili in maniera regolare, sfruttando la capacità della vegetazione di ridurre le velocità di flusso. Nel caso di pendenze eccessive i canali inerbiti possono presentare sul fondo del letto delle depressioni o delle piccole paratoie in grado di rallentare ulteriormente i flussi e aumentare la capacità di ritenzione idraulica. È opportuno assicurare, per la portata di progetto, un tempo di permanenza dell'acqua di almeno 5 minuti, una velocità di scorrimento non superiore a 0,3 m/s e prevedere che il battente idrico sia comparabile all'altezza del manto erboso. Le sezioni maggiormente utilizzate sono larghe e di diversa forma. La manutenzione della vegetazione richiede periodiche ispezioni, rasature dell'erba, e ripristino delle aree dilavate e delle macchie scoperte. In particolare i sedimenti depositati possono distruggere il manto erboso e alterare l'altezza degli argini rischiando di compromettere l'uniformità del flusso lungo il canale. Pertanto possono essere necessari periodici livellamenti e semine. Qualora sia prevista una componente vegetazionale, deve essere progettata garantendo bassi oneri di manutenzione. L'intervento ha il grande vantaggio di poter essere inserito in maniera ottimale nel paesaggio, la presenza di vegetazione e la presenza di acqua

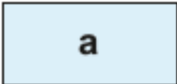
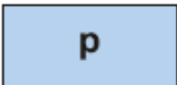
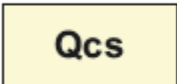
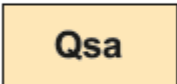
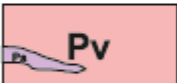
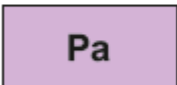
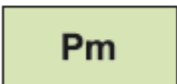
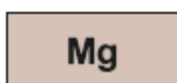
può inoltre generare un incremento positivo della biodiversità. All'interno delle aree interessate dal progetto, dopo una attenta valutazione dei rilievi quotati, al fine di evitare fenomeni di ristagno e/o zone di "impaludamento" in caso di abbondanti precipitazioni meteoriche, sarà prevista la realizzazione di una rete di drenaggi con la posa in opera di canali filtranti che permettono una via di scorrimento preferenziale nel sottosuolo realizzata con posa in opera di ghiaia di idonea pezzatura, che viene generalmente ricoperta di vegetazione ma che può essere anche mantenuto a cielo aperto. Il canale, essendo formato da materiale poroso, è in grado di contenere temporaneamente le acque di pioggia. Queste possono infiltrare dal fondo nel sottosuolo, mentre i volumi eccedenti la capacità di infiltrazione possono essere convogliati attraverso il canale stesso verso un sistema successivo di ritenzione o infiltrazione.

10.2 Depositi lineari e puntuali di pietrame di accumuli antropici

Gli ammassi di pietrame presenti sui terreni dove sarà realizzato l'impianto saranno in parte rimossi e riutilizzati per costituire il sottofondo di stabilizzazione delle stradelle di servizio ed anche trasferiti, nelle aree a verde oggetto di riqualificazione o nella fascia di rispetto. Porzioni di blocchi competenti, accantonati dai proprietari nei diversi lotti in area, per rendere il terreno più agevolmente coltivabile e sfruttabile, saranno riutilizzati, qual'ora occorre, per il ripristino di muretti a secco o la realizzazione di sostegni di sottoscarpa nei tratti di sezioni morfologiche in cui tale intervento, mitigato con la realtà dei luoghi, anche grazie alla cromaticità del materiale autoctono, garantisce un più idoneo equilibrio. I limitati e ove presenti segmenti di depositi posizionati lungo la linea di pendenza dei terreni, saranno risistemati parallelamente alle linee di flusso meteorico superficiale e riutilizzati anche (ricreando gli accumuli degli stessi così come realizzato dai proprietari nel corso dei decenni) per la conservazione dell'habitat faunistico dell'area e favorire quindi l'integrità dell'ecosistema instauratosi nel tempo.

11.0 CONCLUSIONI

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare le problematiche geologiche, geomorfologiche, idrauliche e idrogeologiche del territorio esaminato. A tal proposito sono state condotte una serie di indagini sia di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica consentendo la redazione delle carte tematiche precedentemente esposte. I dati così acquisiti sono stati utilizzati per ottenere un quadro il più possibile completo delle caratteristiche peculiari inerenti l'intera area in studio. L'indagine di campagna, con relativo rilevamento geologico in scala 1:5.000, ha permesso di riconoscere nell'ambito delle zone studiate, la presenza di 8 complessi, litologicamente correlabili dall'alto verso il basso in:

	Alluvioni recenti
	Alluvioni terrazzate
	Sabbie rossastre con lenti ghiaiose (Pleistocene inferiore)
	Sabbie quarzose con intercalazioni calcarenitiche (Pleistocene inferiore.)
	Vulcaniti basiche (Pliocene medio superiore)
	Marne grigio azzurre (Pliocene medio superiore)
	Marne calcaree e calcari mamosi (Trubi) (Pliocene inferiore)
	Calcarea di base (Messiniano)

Tali litotipi possono essere distinti in classe di permeabilità, in base alle loro caratteristiche litologiche stratigrafiche, in 3 complessi differenti:

P+S	-Alluvioni recenti/Alluvioni terrazzate, -Sabbie rossastre e sabbie quarzose
S	-Vulcaniti basiche, -Calcare di base
P+S	-Marne calcaree e calcari mamosi (Trubi) -Marne grigio azzurre

Dal punto di vista idrogeologico, il primo complesso, dato dalle alluvioni e sabbie, presenta una permeabilità alta; il secondo complesso medio-alta (vulcaniti basaltiche per fratturazione e fessurazione e calcari per fratturazione e carsismo per dissoluzione dei gessi) pertanto, le acque di precipitazione meteorica, si infiltrano rapidamente nel sottosuolo grazie alla presenza di discontinuità primarie e secondarie. Il terzo complesso presenta una permeabilità bassa ed è rappresentato dalle marne calcaree e marne grigio azzurre che localmente però, in dipendenza della fratturazione possono attestare una permeabilità acquisita fino a media. I complessi prima descritti rappresentano le formazioni geologiche che in area hanno maggiore potenzialità di acquiferi e/o manifestazioni sorgentizie. Più specificatamente, il tipo di circolazione idrica sotterranea tende a costituire fundamentalmente nell'area in studio le seguenti tipologie di acquiferi:

A) Il primo complesso idrogeologico da considerare è di tipo multi falde; è possibile infatti trovare le prime falde sospese all'interno delle Vulcaniti ad una profondità di 10 metri circa, dove la presenza o di livelli marnosi-argillosi o di strati di vulcanite compatte dello spessore minimo di qualche metro danno origine a queste piccole falde. Altre falde confinate di portata maggiore è possibile intercettarle a profondità maggiori sempre all'interno delle vulcaniti. Le vulcaniti presenti nell'area di progetto, rappresentano dal punto idrogeologico la parte terminale di un grande bacino che ha il suo centro nella C.da Granvilla nel territorio di Vizzini; infatti le grosse portate di acqua rinvenute negli anni passati in questa formazione non hanno avuto vita lunga poiché emungevano da bacini limitati e non comunicanti tra loro (cosa che non avviene nel centro del bacino dove tutt'oggi sono presenti pozzi di notevoli portate). La permeabilità delle vulcaniti è legata quasi esclusivamente alla fessurazione e fratturazione in essa presente o alla matrice ialoclastica, risultando un buon serbatoio di accumulo per le acque.

B) Il secondo complesso idrogeologico è quello generato dalla presenza dei litotipi permeabili quali sabbie e calcareniti, poggianti su un substrato impermeabile, le argille; sia le sabbie che le calcareniti risultano essere delle buone rocce serbatoio poggianti su un substrato impermeabile che in alcune zone, esterne all'area di progetto, ha dato origine a sorgenti naturali, il contatto sabbie – argille va via via approfondendosi fino ad arrivare a profondità di circa 80-90 metri dal piano campagna con portate che non superano quasi mai il l/sec.

C) Il terzo complesso idrogeologico è quello presente all'interno delle argille; nelle parte apicale delle argille sono presenti dei livelli sabbiosi alimentati che danno origine a diverse falde confinate; questi livelli si rinvencono in alcuni casi anche a profondità di 40-50 metri e danno origine a portate in alcuni casi cospicue (diversi l/sec); in corrispondenza delle alluvioni del Fiume Margi, il contatto tra alluvione ed argille genera una falda freatica a pochi metri di profondità; in questo caso le portate sono molto variabili e dipendono principalmente dalle piogge invernali. Talora, in alcune zone, laddove il contatto tra i termini sabbiosi ed argillosi è affiorante, si riscontra la presenza di modeste venute sorgentizie ad andamento stagionale essendo direttamente influenzate dai fattori climatici.

La maggior parte dei pozzi presenti nella zona di stretto interesse, utilizzati prevalentemente ad uso domestico, si alimentano da queste falde e presentano nel complesso modeste portate. Nell'area in studio nel settore sud-est è ubicato il pozzo trivellato che rappresenta una importante opera idraulica in quanto viene captata la falda per uso idropotabile per l'abitato di Caltagirone. Il censimento dei pozzi di un'ampia estensione areale, ha permesso di acquisire notizie e dati, relativi ai corpi idrici e il loro livello statico in area.

Dalla cartografia ufficiale del PAI SICILIA, le aree di progetto sono inserite nel BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME ACATE-DIRILLO nei CTR Sezione 639160, 640130, 644040, 644080, 644120, 645010, 645050 e 645090.

Dalla consultazione degli elaborati cartografici, emerge che in riferimento alle aree interessate dal progetto, non risultano fenomeni di dissesti geomorfologici e/o pericolosità idrauliche per come si evince dalle cartografie del PAI allegate al presente studio. L'area di impianto pertanto si può ritenere geomorfologicamente stabile, attestando la sua compatibilità alla realizzazione delle opere di progetto. In particolare,

solo un tratto attraversato per la posa in opera del cavidotto, interessa zone di pericolosità PAI, ma in riferimento a tale area, dove insiste il rischio idraulico la traccia del cavidotto ricalca esattamente la geometria dell'asse viario di riferimento, dove l'attraversamento delle aste fluviali, avviene con collocazione esterna in aderenza alla struttura dei ponti esistenti, senza eseguire nessuna movimentazione di scavo.

Il territorio comunale di Caltagirone, nel suo insieme, può essere inserito nella fascia climatica, intermedia tra il temperato sub-tropicale ed il temperato caldo.

Nella zona in studio sono presenti thalwegs, appena accennati, articolandosi in brevi e blande incisioni torrentizie con deflusso a carattere stagionale, che si sviluppano entrambi con direzione all'incirca NE-SW, articolandosi in brevi e blande incisioni torrentizie con deflusso a carattere stagionale. Orograficamente da NW in direzione SE, le incisioni vallive presenti in area e inserite nel sottobacino di "Caltagirone" sono le seguenti: Vallone Terrana (IT 19RW0781) e Torrente Ficuzza (IT 19RW078).

Le misure di invarianza idraulica e idrologica fondamentali per compensare interventi che possono comportare una riduzione della permeabilità del suolo (per effetto della riduzione della infiltrazione efficace delle acque a causa della riduzione di permeabilità del terreno), vanno definite in rapporto alle condizioni preesistente al progetto di intervento antropico che si vuole realizzare, in funzione della permeabilità del sito di riferimento e in rapporto alla superficie interessata dall'intervento, mediante l'utilizzo prioritario di "tecniche di drenaggio antropico sostenibile", con l'obbiettivo di limitare la produzione di deflusso superficiale in sede locale (dove esso si forma), facilitando il ripristino dei processi naturali del ciclo idrologico (infiltrazione ed evapotraspirazione). Per tutte le potenziali trasformazioni dell'uso del suolo, che siano causa di una variazione di permeabilità superficiale, sono previsti "interventi in situ" di temporanea ritenzione e accumulo (laminazione) delle acque, volti a mantenere costante il coefficiente udometrico dell'area oggetto d'intervento, nonché delle aree limitrofe, preservandone la capacità di scolo e di deflusso ante operam.

A maggiore tutela delle aree limitrofe, è necessario mantenere pressoché invariata la quota del piano di campagna eventualmente oggetto di trasformazione, con eventuali innalzamenti non superiori ai 30 cm rispetto ai terreni ed alle strade adiacenti. Eventuali interventi di gestione dei nuovi deflussi generati dal progetto

(accumuli superficiali naturali, vasche interrato di laminazione, condotte con ampie capacità d'invaso, trincee d'infiltrazione, pozzi drenanti, pavimentazioni filtranti, ecc.) dovranno risultare compatibili con le caratteristiche idrogeologiche, geomorfologiche e ambientali degli strati superficiali del suolo e del sottosuolo.

Gli eventuali scarichi nei corpi idrici dovranno avvenire nei punti di recapito naturali ante operam e senza generare un aumento della portata al colmo di piena di questi ultimi. Alla luce delle suddette considerazioni è opportuno:

- Favorire e incrementare ove possibile l'infiltrazione locale delle acque meteoriche, promuovendo tutte le soluzioni che incrementano il drenaggio sostenibile, migliorando la condizione di permeabilità superficiale;

- Garantire all'interno dei diversi ambiti, compatibile con le caratteristiche geopedologiche, opportuni livelli di permeabilità superficiale in rapporto agli usi e alle tipologie degli insediamenti ammessi, introducendo parametri urbanistici ed edilizi coerenti con la finalità (superficie minima a verde pertinenziale, superfici minime permeabili, ecc.);

- Utilizzare materiali di pavimentazione e sistemazioni superficiali differenti per capacità di drenaggio;

- All'interno dell'area oggetto di interesse, sostenere la realizzazione di pavimentazioni permeabili caratterizzate da superfici con fossi drenanti di deflusso delle acque meteoriche, favorendo ove possibile l'infiltrazione delle stesse (es: cunette, fossi drenanti vegetati).

- Nelle aree di pertinenza delle eventuali opere da considerare, andrà perseguita e incentivata la possibilità di sostenere l'intercettazione e il riutilizzo delle acque meteoriche mediante adeguate superfici drenanti e l'utilizzo per l'irrigazione, la pulizia delle superfici pavimentate e l'alimentazione di eventuali impianti antincendio.

Il tecnico

BIBLIOGRAFIA

- F. LENTINI ET AL. - Carta geologica della Sicilia Sud orientale alla scala 1:100.000 S.E.L.C.A. Firenze, 1984
- F. LENTINI ET AL. - Carta geologica del settore nord orientale ibleo alla scala 1:50.000 S.E.L.C.A. Firenze, 1986
- M. GRASSO, Carta geologica del settore centro-meridionale dell'altopiano ibleo – Provincia di Ragusa scala 1:50000 – S.E.L.C.A. Firenze, 1999
- AURELI A., “Carta della vulnerabilità delle falde idriche – settore sud-occidentale ibleo (Sicilia S.E.)”, scala 1:50000, S.E.L.C.A. Firenze, 1993
- M. GRASSO e Altri, Carta Geologica del settore nord-occidentale dell' avampaese ibleo e del fronte della falda di Gela, scala 1:25.000 – S.E.L.C.A. Firenze, 2004
- MONTANARI L. (1985) – Approccio alla Geologia Stratigrafica. Dario Flaccovio Ed.
- AZZARO R., BARBANO M.S., R. RIGANO', B. ANTICHI (2000) – Contributo alla revisione delle zone sismogenetiche della Sicilia. In: CNR- GNDT c/o Istituto Internazionale di Vulcanologia, Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche, Università di Catania.
- CARBONE S., GRASSO M. & LENTINI F. (1982) – Elementi per una valutazione degli eventi tettonico-sedimentari dal Cretaceo al quaternario nella Sicilia sud-orientale. In: Catalano R. & D'Argenio B. (eds.), Guida alla Geologia della Sicilia occidentale - Bollettino Guide geologiche regionali - Mem. Soc. Geol. It., Suppl. A. v. XXIV, 103-109, Palermo;
- ARBONE S., GRASSO M. & LENTINI F. (1987) – Lineamenti geologici del Plateau Ibleo (Sicilia SE), presentazione delle Carte geologiche della Sicilia sud orientale. Mem. Soc. Geol. It., 38, 127-135, Palermo;
- FERRARA V. (1988) – Groundwater vulnerability in some karst areas of Hyblean Foreland (SE Sicily). Proc. 21st Congr. IAH: Karst Hydrogeology and karst environment protection, Guilin City – China 10 – 15 ottobre 1988. XXI, (2) 1053 - 1058
- GRASSO M. (2001) – The Appenninic - Maghrebien orogen in southern Italy, Sicily and adjacent areas. In: Vai G. B. & Martini I. P. (eds.), “Anatomy of an orogen: the Appennines and adjacent Mediterranean basins” - Kluwer Acad. Publ., UK, 255-286;
- LENTINI F. (1987): “Carta Geologica della Sicilia sud – orientale, in scala 1:100.000” – Università degli Studi di Catania – Istituto Scienze della Terra
- AURELI A. (1997): “Carta della Vulnerabilità delle falde idriche – Settore nord occidentale ibleo (Sicilia SE), in scala 1:50.000” – Università degli Studi di Catania – Istituto di Geologia e Geofisica
- AZZARO R., BARBANO M.S. (2000) – Contributo alla compilazione della carta delle faglie attive della Sicilia. In: Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-99), CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma (pp. 227–235).
- BASILONE L. (2012) - Litostratigrafia della Sicilia. Arti Grafiche Palermitane Ed., 159 pp.
- LOCATI M., CAMASSI R., ROVIDA A., ERCOLANI E., BERNARDINI F., CASTELLI V., CARACCILOLO C.H., TERTULLIANI A., ROSSI A., AZZARO R., D'AMICO S., CONTE S., ROCCHETTI E. (2016) – Database Macrosismico Italiano (DBMI15). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.2>.
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E., Antonucci A. (2019).

Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.2>.

ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLI B., GASPERINI P. (2016) – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), <https://doi.org/10.6092/INGV.IT - CPTI15>.

ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITaly HAZard from Capable faulting), database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019.

ISPRA Geological Survey of Italy.

Web Portal <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>.

per le mappe di pericolosità sismica si è fatto riferimento a Montaldo V., Meletti C., 2007 - Valutazione del valore della ordinata spettrale a 1sec e ad altri periodi di interesse ingegneristico. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D3,

- PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)-

REGIONE SICILIA – ASSESSORATO TERRITORIO E AMBIENTE – Unità fisiografica 8 Punta Braccetto-Porto di Licata

-ENEA Elementi di gestione costiera – parte I

-Per le cronologia degli eventi sismici che hanno interessato il territorio in oggetto di studio dal 1990 al 2005, ed i Comuni immediatamente limitrofi, lo scrivente ha fatto riferimento a Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2021). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.3>

-Weatherspark.com – Cedar Lake Ventures