

Comuni di Volturino, Lucera, San Severo  
Provincia di Foggia, Regione Puglia

## GREEN ENERGY 5 S.R.L.

Sede legale: Corso Europa 13

MILANO (MI), 20122

PEC: green.energy5.srl@legalmail.it

### Impianto Agrivoltaico "VOLTURINO 63.3" VOLT63\_3\_25 – RELAZIONE IDROLOGICA

IL TECNICO	IL PROPONENTE
<b>INGEGNERE</b>	<b>GREEN ENERGY 5 S.R.L.</b> Sede legale: Corso Europa 13 MILANO (MI), 20122 P. IVA 12767930964 PEC: green.energy5.srl@legalmail.it
<b>Luca GIANANTONIO</b> Ordine Ingegneri della Provincia di Taranto - n. 2703 <a href="mailto:lucagiana74@gmail.com">lucagiana74@gmail.com</a>	
RESPONSABILE TECNICO BELL FIX PLUS SRL	
<b>Cosimo TOTARO</b> Ordine Ingegneri della Provincia di Brindisi - n. 1718 <a href="mailto:elettrico@bellfixplus.it">elettrico@bellfixplus.it</a>	



MAGGIO 2024

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	3
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	6
<b>3. INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO</b> .....	7
3.1 AREA DI INTERVENTO.....	13
<b>4. INQUADRAMENTO CLIMATICO</b> .....	17
<b>5. CURVA DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA</b> .....	22

## **1. PREMESSA**

La presente relazione descrive le caratteristiche idrologiche del territorio in cui si inserisce il Progetto di impianto denominato “*Impianto Agrivoltaico Volturino 63.3*”, della potenza di 74.360,16 kWp, in agro di Volturino nella Provincia di Foggia, realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, aventi una potenza di picco di 630Wp, mentre le opere di connessione attraversano anche i comuni di Lucera e San Severo.

La Società Proponente intende realizzare un impianto “agrivoltaico” nel Comune di Volturino (FG), ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario e adottare anche soluzioni volte a preservare la continuità delle attività agricola e pastorale sul sito di installazione.

La vendita dell’energia prodotta dall’impianto fotovoltaico sarà regolata da criteri di “market parity”, ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell’energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

Ai sensi dell’art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 l’opera, rientrando negli “impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili”, autorizzata tramite VIA ministeriale e Autorizzazione Unica regionale, è dichiarata di pubblica utilità, indifferibile ed urgente.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, inseguitori solari), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell’intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

**Gli impianti “agrivoltaici” sono sostanzialmente degli impianti fotovoltaici che consentono di preservare la continuità dell’attività agricola/zootecnica sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.**

Oltre a dare un contributo importante all’energia futura pulita, i parchi solari possono infatti fornire un rifugio per piante e animali. In contesti di abbandono e impoverimento delle terre i parchi solari possono avere un positivo impatto sulla diversità biologica. Sebbene i progetti di costruzione comportino un temporaneo disturbo della flora e della fauna esistenti, con gli impianti agrivoltaici c’è la possibilità di migliorare la qualità degli habitat per varie specie animali e vegetali e persino di crearne di nuovi.

In particolare, sono stati esaminati alcuni recenti studi americani che analizzano gli impatti dell’installazione di un impianto fotovoltaico sulle capacità di rigenerazione e di sviluppo dello strato di vegetazione presente al suolo.

L'obiettivo della società Proponente è quello di rendere fattibile e realistico il binomio tra energia rinnovabile e produzione agricola-zootecnica e quindi di valorizzazione del terreno individuato.

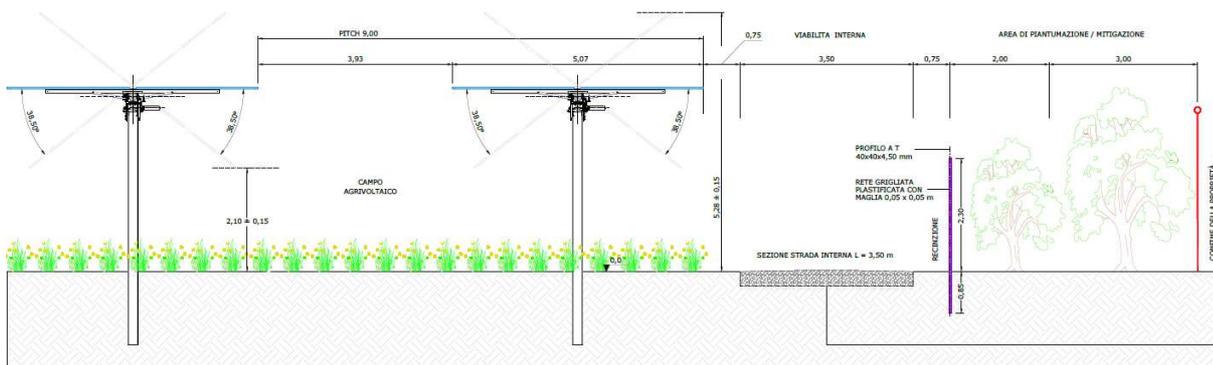
I punti focali del progetto "agrivoltaico" sono:

- 1) Mitigazione dell'impianto con una fascia perimetrale produttiva (oliveto)
- 2) Piantumazione di filari di piante officinali tra i trackers;
- 3) Apicoltura;

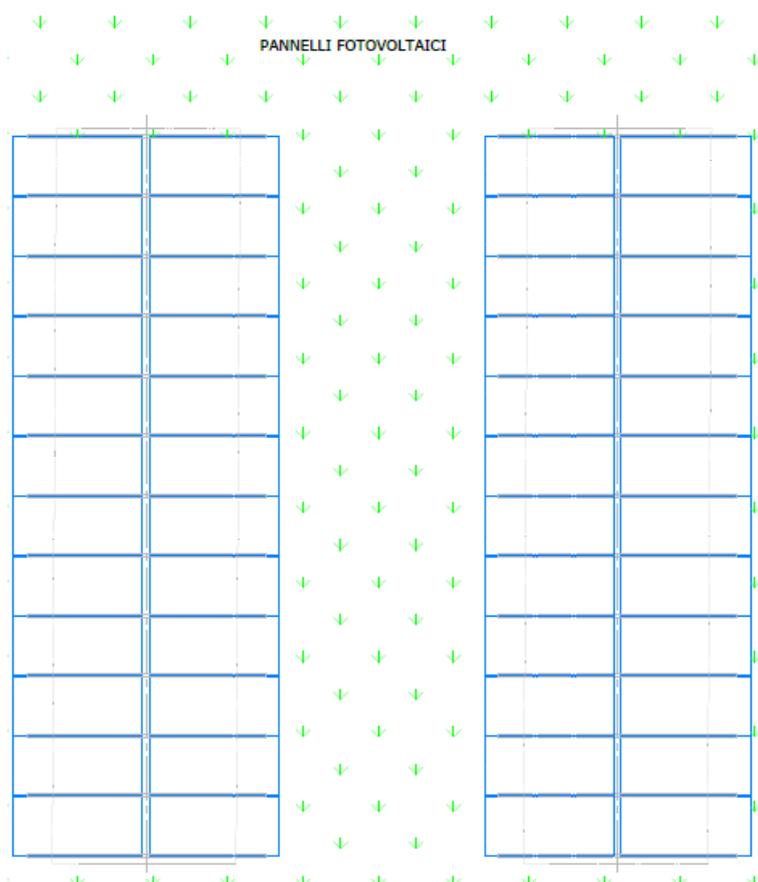
Di seguito vengono riportate le immagini esemplificative di tali proposte:



**Mitigazione dell'impianto con oliveto**



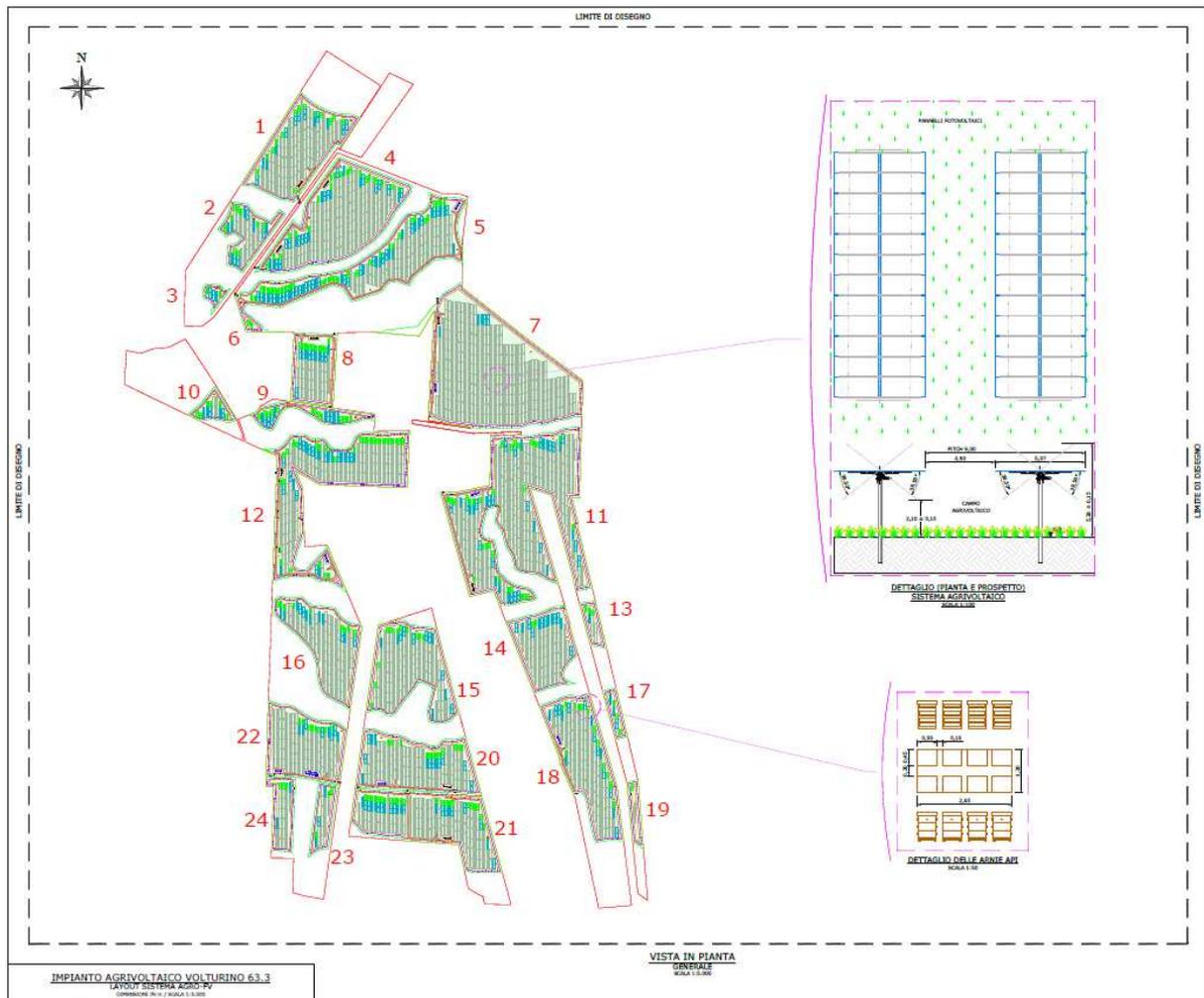
**Piantumazione tra le file di tracker (vista frontale)**



**Piantumazione tra le file di tracker (vista dall'alto)**



**Esempi di apicoltura**



**Layout di impianto**

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In ragione dello sviluppo planimetrico delle opere previste in progetto risultano alcune potenziali interferenze con le aree golenali e/o di pertinenza fluviale del reticolo idrografico insistente sul sito; tali opere ricadono, pertanto, nell'ambito dell'applicazione degli **artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia**; il PAI costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza della ex Autorità di Bacino della Puglia, oggi facente parte della Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale con sede ad Avezzano.

Nell'art. 6 delle N.T.A. si legge quanto segue: *Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali - Comma 1. Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto*

*il territorio di competenza, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.*

....

*Comma 7. Per tutti gli interventi consentiti nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai commi 2, 4 e 6. 8. Comma 8. Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m.*

L'art. 10 delle N.T.A. prevede quanto segue: *Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale –*

*Comma 1. Ai fini della tutela e dell'adeguamento dell'assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale.*

*Comma 2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.*

*Comma 3. Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno contermina all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.*

L'indagine descritta nel seguito risulta propedeutica alla redazione dello studio di compatibilità delle opere previste in progetto rispetto alle disposizioni del P.A.I.

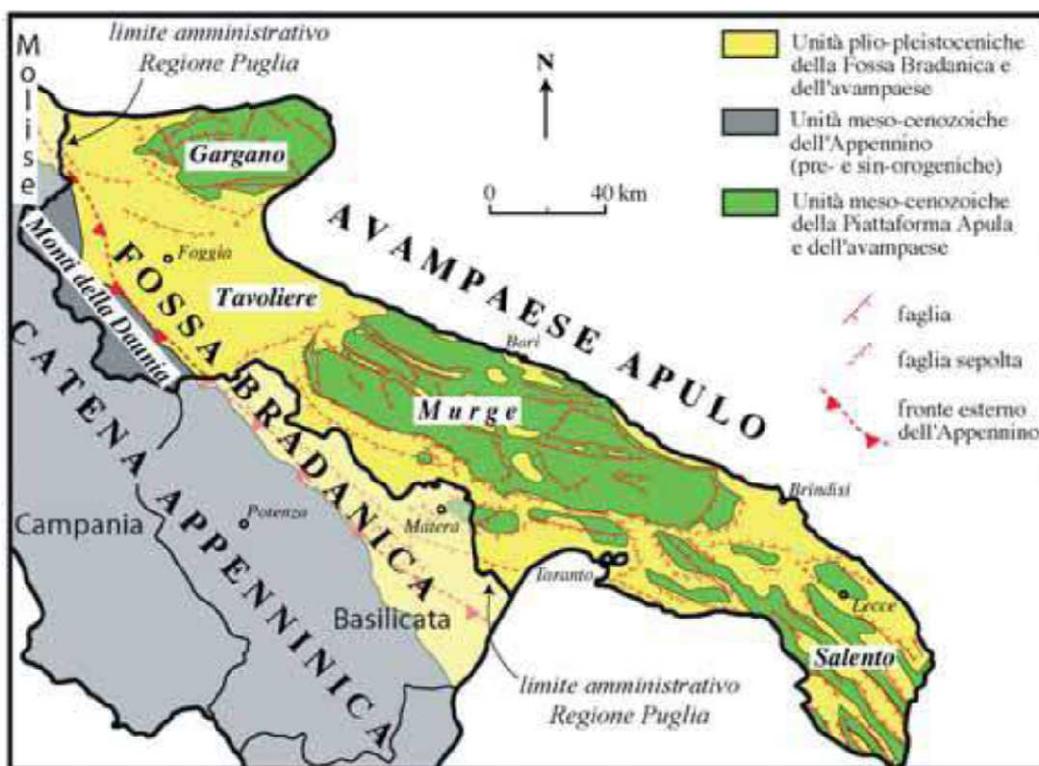
### **3. INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO**

Le principali tappe della storia geologica della Puglia possono esser inquadrare nel contesto dei complessi e differenziati processi geologici che, secondo la teoria della tettonica a zolle, hanno contraddistinto l'evoluzione dell'area mediterranea riguardo alla genesi della Penisola italiana. In tale contesto evolutivo, il settore crostale, sul cui tratto meridionale è geologicamente edificato il territorio pugliese, costituiva in origine una propaggine del margine settentrionale del Paleocontinente africano. Durante il Giurassico e il Cretacico, il margine settentrionale della Zolla africana si scompose probabilmente in più frammenti in conseguenza di una tettonica disgiuntiva, attivata da differenti tipi di faglie; uno di questi frammenti individuò il Promontorio africano. Sul Promontorio africano e sugli altri frammenti continentali si impiantarono estese piattaforme carbonatiche con interposti bacini pelagici, caratterizzati da attiva sedimentazione.

Nel territorio pugliese, le successioni carbonatiche sia di piattaforma (Piattaforma carbonatica apula) sia di bacino marginale (Bacino est - garganico) del Giura superiore e del Cretaceo sono ben esposte nel massiccio del Gargano; invece, le successioni affioranti nell'altopiano murgiano e nelle Serre salentine hanno età cretacea e presentano essenzialmente facies di piattaforma interna.

Successivamente, durante il Paleogene, la Zolla africana entrò in collisione con il Paleocontinente europeo. A questo intenso e arealmente esteso processo deformativo va collegata una fondamentale variazione del panorama paleogeografico dell'area afro - eurasiatica. Durante questa fase compressiva al seguito del sollevamento di estesi tratti del Promontorio africano, la Piattaforma carbonatica apula, evolse progressivamente in una vasta terra emersa, bordata da estese piattaforme continentali, interessate da ripetute trasgressioni del mare durante il Paleogene. In particolare, le fasi geodinamiche eoceniche furono caratterizzate da importanti manifestazioni vulcaniche.

In corrispondenza del "segmento pugliese" del Promontorio africano, i relativi effetti tettonici e sedimentari sono rispettivamente evidenziati dalle strutture plicative con ampio raggio di curvatura e da alcuni allineamenti di faglia, entrambi con direzione E-O, che interessano le successioni cretacee, nonché dai lembi di depositi paleocenoico - eocenici e oligocenici presenti lungo le fasce costiere del Gargano e della Penisola salentina. In seguito, durante il Neogene in aree poste più ad occidente della piattaforma apula, si produsse un progressivo sovrascorrimento di corpi sedimentari, sia preesistenti sia di neoformazione, che dette origine ad un sistema orogenico con formazione della Catena appenninica.



L'avampaese apulo si individua a partire dall'inizio del Miocene, durante l'orogenesi dei sistemi appenninico - maghrebide e dinarico - ellenico rappresentato in affioramento da un'estesa area autoctona mesozoica carbonatica (unità stratigrafico - strutturale Apulo-Garganica) e dalla sua prosecuzione in mare ("dorsale pugliese" o "dorsale apula sommersa"). La parte emersa dell'avampaese, corrispondente sostanzialmente all'intera area pugliese (Gargano, Murge e Salento). In base a numerosi dati di superficie e di profondità, nell'avampaese apulo sono stati

distinti dal basso verso l'alto i seguenti elementi stratigrafici: un basamento cristallino precambrico; una copertura permio - triassica di origine fluviodeltizia, spesso almeno 1000 m (Pozzo AGIP Puglia 1); una successione evaporitico - carbonatica mesozoico - paleogenica di piattaforma carbonatica, spesso fino a 5000 m; coperture, a dominante carbonatica, neogenico - pleistoceniche.

L'unità stratigrafico-strutturale Apulo-Garganica di avampaese, ribassata verso SW da sistemi di faglie dirette, costituisce anche il substrato della Fossa bradanica. Si tratta quindi dell'unità tettonica geometricamente più bassa della struttura dell'Appennino meridionale.

In base a recenti dati di sottosuolo risulta che, sotto la catena, la successione carbonatica dell'unità Apulo-Garganica è deformata; viene perciò distinto un settore dell'avampaese coinvolto nella compressione (Catena Apula) da un altro (avampaese apulo s.s.), dove è prevalente un regime distensivo.

La Fossa bradanica, definita per la prima volta da Migliorini (1937), è un bacino di sedimentazione terrigena, di età plio-pleistocenica, compreso fra la catena appenninica meridionale e l'avampaese apulo; si estende da NW a SE dal F. Fortore al Golfo di Taranto. In tempi più recenti (1975) viene introdotto il termine di "avanfossa appenninica" (o "adriatica") per indicare il bacino formatosi lungo il margine esterno della catena appenninica, esteso dalle Marche allo Ionio, e quindi comprensivo anche della Fossa bradanica.

In base a dati di profondità, derivanti da ricerche per idrocarburi, e ai lavori di aggiornamento della Carta Geologica d'Italia, a partire dagli anni '60 si definiscono i caratteri stratigrafici e strutturali della Fossa bradanica. La conoscenza dei depositi sepolti è strettamente legata alla ricerca petrolifera, che ha consentito significative scoperte di idrocarburi. I reservoirs sono rappresentati da alti strutturali del substrato carbonatico cretaceo e dagli spessi livelli sabbiosi (torbiditici) intercalati nei depositi argillosi plio-pleistocenici.

La storia sedimentaria della Fossa bradanica si conclude con un generale ma graduale sollevamento a partire da 500.000 anni fa, dovuto ad aggiustamenti isostatici e agli effetti smorzati dell'orogenesi appenninica; ciò porta alla sedimentazione della parte regressiva del ciclo bradanico e a quella dei depositi marini terrazzati; questi ultimi, dal più antico al più recente, si ritrovano a quote decrescenti verso l'attuale costa ionica lucana.

La catena appenninica è rappresentata da una struttura a falde costituita da unità tettoniche adriatico-vergenti; nel suo settore meridionale il fronte della catena è sovrapposto a successioni terrigene plio-pleistoceniche della Fossa bradanica, che a loro volta poggiano in trasgressione sulle unità meso - cenozoiche dell'avampaese apulo. Risulta, dagli studi effettuati da diversi autori negli anni settanta e ottanta dello scorso secolo, che il quadro paleogeografico preorogenico era composto da domini di piattaforma carbonatica alternati a bacini profondi. Pressoché contemporaneamente, nel Neogene, anche sul lato opposto (adriatico-ionico) prendeva analogamente corpo la Catena dinarico-ellenica e l'apertura del Mar Egeo. Pertanto, questo tratto crostale ha svolto, e in parte svolge tuttora, un ruolo di avampaese anche nei confronti della opposta Catena dinarico-ellenica, subendone i convergenti effetti cinematici. La convergente traslazione delle falde e/o accavallamenti sugli opposti margini appenninico e dinarico - ellenico nonché il carico esercitato dai relativi prismi di accrezione avrebbero prodotto sia una progressiva flessione della crosta continentale, con conseguente inarcamento nel settore interposto tra gli

opposti fronti delle falde, sia una serie di segmentazioni trasversali. Le conseguenze tettoniche di queste deformazioni crostali subite dal dominio di avampaese possono esser messe in evidenza dal peculiare assetto morfostrutturale assunto dalla spessa copertura carbonatica mesozoica corrispondente, nella sua conformazione generale, a un pilastro tettonico asimmetrico, scomposto trasversalmente in blocchi variamente dislocati ed estesi. I blocchi sollevati costituiscono il massiccio del Gargano, l'altopiano murgiano e le Serre salentine; quelli ribassati corrispondono ai territori del Tavoliere delle Puglie, della Fossa bradanica e del Tavoliere di Lecce. Al passaggio tra il Cenozoico e il Neozoico, in corrispondenza degli opposti fronti delle coltri in avanzamento (appenninica e dinarico-ellenica), si produssero estesi ed ampi bacini di avanfossa, in rapida subsidenza e forte sedimentazione. Le conseguenze paleogeografiche connesse con questi eventi tettonici furono localmente contrassegnate da ripetute variazioni del livello marino: dal Miocene al Pleistocene inferiore, infatti, aree progressivamente più estese del territorio in esame furono a mano a mano sommerse, ad eccezione delle parti più elevate del Gargano e delle Murge.

Le caratteristiche geologiche del settore settentrionale della regione pugliese si inquadra in un contesto geodinamico più ampio che comprende i Monti della Daunia, rappresentativi del settore di Catena appenninica, il Gargano, riguardante il settore di Avampaese apulo e il Tavoliere delle Puglie che costituisce il settore di Avanfossa bradanica. Il modello strutturale relativo (Balduzzi et al., 1982; Mostardini & Merlini, 1986, Sella et al., 1988) procedendo da ovest verso est vede una sequenza di domini costituita da Catena, Avanfossa e Avampaese. Le coltri alloctone del margine appenninico sovrascorse e intercalate all'interno dei termini inferiori della successione plio-pleistocenica della avanfossa appenninica.

A Ovest del promontorio garganico, il substrato pre-pliocenico risulta ribassato verso l'avanfossa appenninica da faglie appartenenti al sistema orientato NW-SE, a sua volta dislocato dai sistemi secondari a direzione ENE-WSW e E-W.

L'avanfossa appenninica costituisce un bacino sedimentario allungato in direzione NW-SE esteso dal Molise al Mar Ionio, attraverso tutta la regione pugliese e la parte nord-occidentale della Basilicata. Dal punto di vista strutturale, costituisce una depressione tettonica colmata da una successione clastica formante un completo ciclo sedimentario di età plio-pleistocenica (Ciaranfi & al., 1979). In particolare, nell'area del Tavoliere, il plio-pleistocene è costituito da una potente successione di argille, argille marnose e sabbie (Balduzzi & al., 1982). La chiusura di tale successione è a luoghi rappresentata da depositi alluvionali di età quaternaria, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, delimitati verso l'alto da superfici piate (terrazzi).

Il Tavoliere di Puglia costituisce la più estesa pianura dell'Italia meridionale; si sviluppa in direzione NW-SE ed è compreso tra il F. Fortore a nord, i Monti della Daunia ad ovest, il Gargano e il mare Adriatico ad est, e il F. Ofanto a sud. Il Tavoliere è l'unica area della Puglia ad essere dotata di una rete idrografica ben definita, costituita da corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio che incidono i depositi quaternari. Morfologicamente il Tavoliere è una pianura lievemente ondulata caratterizzata da vaste spianate che digradano debolmente verso mare a partire dalle quote più alte del margine appenninico.

L'idrografia superficiale dell'intero territorio, è collegata ai due fiumi principali, il Fortore e l'Ofanto, che scorrono alle due estremità del Tavoliere e nascono dall'Appennino, sfociando

entrambi nel Mare Adriatico; gli altri corsi d'acqua maggiori, il Candelaro, il Cervaro ed il Carapelle, scendono pure dall'Appennino e attraversano il Tavoliere, ma con regimi tipicamente torrentizi e deflussi stagionali; sono caratterizzati da alvei poco profondi e generalmente regolarizzati con opere di regimazione.

È possibile distinguere da ovest verso est ben cinque distretti morfologici (Bonzi, 1983): un'area collinare, una zona a ripiani, una vasta piana alluvionale antica, una piana costiera ed una zona litorale. La prima zona, che borda il margine orientale appenninico, è rappresentata da rilievi collinari, posti a 300-400 m di quota. I ripiani corrispondono a terrazzi marini, che digradano verso l'Adriatico e sono, a luoghi, delimitati verso est da scarpate poco elevate, corrispondenti a ripe di abrasione. La piana alluvionale si estende con continuità dalla zona dei terrazzi più antichi fino alla piana costiera che corrisponde, per gran parte, ad antiche aree lagunari (Lago di Salpi e Lago Salso) successivamente colmate per fatti naturali ed antropici.

L'insieme delle formazioni carbonatiche mesozoiche del Gargano e del substrato prepliocenico del Tavoliere costituiscono un vasto serbatoio idrico sotterraneo, caratterizzato da una permeabilità secondaria dovuta a fessurazione e carsismo.

La circolazione idrica all'interno del substrato prepliocenico dell'avanfossa appenninica è testimoniata dalla presenza di numerosi pozzi per acqua, che si attestano nei calcari mesozoici, situati nella zona del Tavoliere ai piedi del promontorio garganico. Dati derivanti dalla ricerca petrolifera, inoltre, indicano che calcari porosi e permeabili sono presenti anche più a ovest, a maggiori profondità, in tutto il substrato pre-pliocenico.

La situazione stratigrafica e strutturale del Tavoliere porta a riconoscere tre unità acquifere principali (Maggiore et al., 1996):

#### **ACQUIFERO FESSURATO CARSICO PROFONDO**

Situato in corrispondenza del substrato carbonatico prepliocenico del Tavoliere, esso costituisce l'unità acquifera più profonda. Le masse carbonatiche sepolte ospitano un esteso corpo idrico, localizzato a diverse profondità e collegato lateralmente alle falde idriche del Gargano e delle Murge. L'interesse per questo acquifero è, tuttavia, limitato alle zone dove il substrato si trova a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, vale a dire in prossimità della fascia pedegarganica del Tavoliere e lungo il bordo ofantino delle Murge. La circolazione idrica sotterranea è fortemente condizionata dai caratteri strutturali ed in particolare dalla presenza delle numerose faglie che determinano direttrici di flusso preferenziali, nonché dalle caratteristiche idrauliche dell'acquifero che variano da zona a zona in funzione dello stato di fratturazione e carsismo della roccia. Lungo la fascia pedegarganica, diversi Autori (Cotecchia & Magri, 1996; Mongelli & Ricchetti, 1970; Maggiore & Mongelli, 1991; Grassi & Tadolini, 1992) hanno riscontrato per le acque sotterranee valori piuttosto elevati delle temperature spiegabili attraverso un fenomeno di mixing tra acque connate profonde e acque di falda di origine meteorica.

#### **ACQUIFERO POROSO PROFONDO**

È costituito dai diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione pliopleistocenica delle "Argille grigio-azzurre". I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità variabili tra i 150 m e i 3000 m dal piano campagna, il cui spessore non supera le

poche decine di metri. Nelle lenti più profonde, si rinvencono acque connate, associate a idrocarburi, che si caratterizzano per i valori piuttosto elevati della temperatura (22-26°C) e per la ricorrente presenza di H<sub>2</sub>S (Cotecchia et al., 1995; Maggiore et al., 1996).

La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità. La produttività dei livelli idrici, pur essendo variabile da luogo a luogo, risulta sempre molto bassa con portate di pochi litri al secondo.

### **ACQUIFERO POROSO SUPERFICIALE**

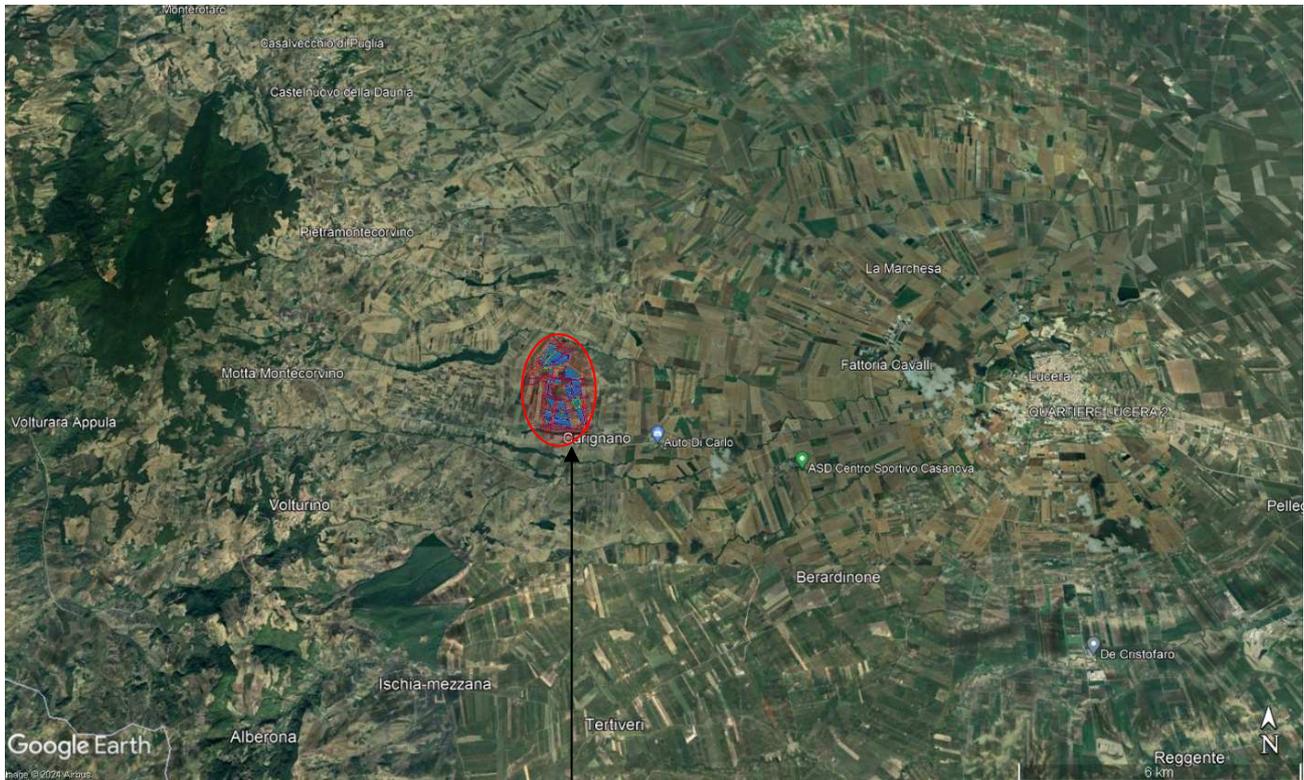
Corrisponde agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età Pleistocene superiore-Olocene che ricoprono con notevole continuità laterale le sottostanti argille. Più dettagliatamente, le stratigrafie dei numerosi pozzi per acqua realizzati in zona, evidenziano l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi a minore permeabilità. Questi, tuttavia, non costituiscono orizzonti separati ma idraulicamente interconnessi e danno luogo ad un unico sistema acquifero. In linea generale, si può affermare che i sedimenti più permeabili prevalgono nella zona di monte mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso-sabbiose che svolgono il ruolo di acquitardo.

Essendo le modalità di deflusso della falda fortemente influenzate da tali caratteristiche, risulta che l'acqua circola in condizioni freatiche nella fascia pedemontana ed in pressione nella zona medio-bassa, assumendo localmente il carattere di artesianità (Cotecchia, 1956).

Nell'alimentazione della falda superficiale, un contributo importante, oltre che dalle precipitazioni, proviene dai corsi d'acqua che solcano il Tavoliere (Colacicco, 1953; Cotecchia, 1956; Maggiore et al., 1996, De Girolamo et al., 2002). Per quanto riguarda la produttività dell'acquifero poroso superficiale, si è ormai ben lontani dalla condizione di acque freatiche segnalata da Colacicco (1951) con portate emungibili dell'ordine di 40-50 l/s. Attualmente, infatti, le portate di emungimento sono spesso così esigue (1-3 l/s) da rendere necessario l'utilizzo di vasche di accumulo. Lo stato attuale della falda risulta, pertanto, di gran lunga differente rispetto a cinquanta anni fa. L'introduzione in Capitanata di colture fortemente idroesigenti, intensificatasi agli inizi degli anni settanta del secolo scorso, ha portato alla perforazione di un gran numero di pozzi (circa 3000 nel solo territorio comunale di Cerignola) che attingono alla falda idrica sotterranea. I volumi di acqua erogati per mezzo di fonti superficiali (invasi di Occhito, Marana-Capaciotti ed Oseno) dal Consorzio per la bonifica della Capitanata, sono infatti insufficienti a soddisfare il fabbisogno irriguo (De Girolamo et al., 2002). Il massiccio attingimento ha comportato un progressivo esaurimento della falda ed innescato, contestualmente, un processo di degrado qualitativo per le acque sotterranee.

### 3.1 AREA DI INTERVENTO

Il sito di impianto previsto in Progetto comprende aree rurali poste lungo la direttrice che collega i centri abitati dei comuni di Volturino e di Lucera, in prossimità di località Carignano, ad una quota di piano campagna approssimativamente pari a 270/280 m s.l.m.

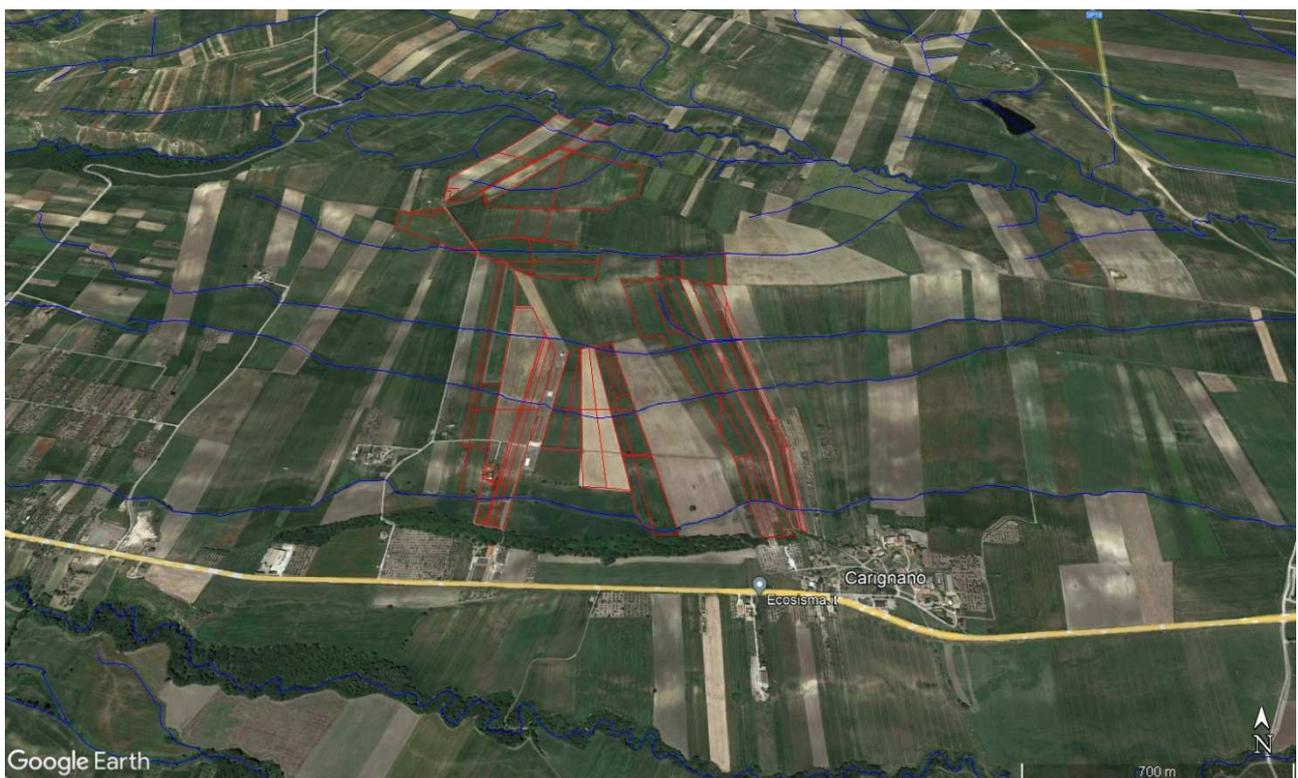


**Sito di impianto**

L'area risulta dedicata in maniera estesa ed intensiva alla attività di coltivazione (prettamente di specie erbacee), ed è contraddistinta da una fitta rete idrografica che affluisce al Torrente Salsola; il tragitto principale del Torrente scorre a N/O del centro abitato di Lucera e procede verso Est fino a defluire nel Torrente Candelaro poco prima della foce nel Mar Adriatico. Il torrente è interessato da deflusso pressochè perenne ma il reticolo idrografico individuato in prossimità delle aree di impianto ha carattere saltuario mostrando deflussi concentrati in alveo solo in occasione di eventi di pioggia sufficientemente intensi. Il reticolo idrografico che interessa il sito oggetto di impianto costituisce, infatti, una porzione di monte della fitta "ramificazione", che alimenta il Salsola più a valle.



**Torrente Salsola – ponticello su viabilità pubblica in prossimità del centro abitato di Lucera**



**Reticolo idrografico su vista aerea e lotti di impianto**

L'immagine appena riportata, "salvata" dal servizio di Google Earth, mostra il layer relativo ai lotti individuati in Progetto per accogliere le installazioni agrivoltaiche (fonte committenza) ed il layer

del reticolo idrografico così come riportato nella Carta Geomorfologica del territorio di competenza della "UoM (Unit of Management) Regionale Puglia e Interregionale Ofanto (ex AdB Puglia)".

Di seguito si riporta una vista su IGM, in scala minore, in cui è individuata l'area di impianto (circolo rosso) ed è possibile apprezzare la ramificazione del reticolo in questa porzione di territorio Pugliese:



I rami di reticolo idrografico prossimi ai lotti di Progetto si traducono in impluvi naturali privi di alveo ben definito e di solchi di erosione (se si fa eccezione per le canalizzazioni in terra di origine antropica).

Di seguito si riporta una immagine estratta ancora dal servizio di Google (Street View) che mostra l'alveo di un ramo di reticolo limitrofo ai lotti di Progetto, in prossimità di una intersezione con la viabilità pubblica:



**Alveo di ramo di reticolo idrografico limitrofo i siti di impianto**

Il borgo di Volturino si trova in uno dei settori più alti dei monti della Daunia e, quindi, in condizioni di ottima visibilità, presenta un ampio panorama che spazia sulla piana del Tavoliere dall'Adriatico alle isole Tremiti, al Gargano, al limite della Murgia barese fino al lontano monte Vulture in Basilicata. Caratteristici della zona sono i forti venti di favonio, scirocco e maestrale che presentano pochi ostacoli e s'incanalano facilmente tra le vicine montagne. Il borgo sorge a 735 m di quota s.l.m. mentre le aree di impianto occupano lotti agricoli lungo il margine della vallata che comprende il comune di Lucera. La morfologia del territorio in questi luoghi è diffusamente condizionata dalla opera livellatrice della attività agricola storicamente svolta in sito. Il piano campagna appare come una successione di falsopiani che, in sito, mostrano ancora pendenze longitudinali, nella direzione di deflusso delle correnti idriche superficiali, piuttosto evidenti anche ad "occhio nudo" (dell'ordine di qualche punto percentuale). Risulta pertanto facile ipotizzare la presenza di deflussi dal carattere diffuso sul piano campagna in occasione di eventi meteorici sufficientemente intensi da imbibire lo strato superficiale di sottosuolo fino alla saturazione; in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi i deflussi tendono a formare correnti idriche concentrate lungo le linee di impluvio naturale; la uniformità di pendenza del piano campagna unita alla conformazione dei terreni perfettamente levigati dalla aratura dei campi, suggeriscono una certa difficoltà nella formazione di acquitrini o comunque fenomeni di allagamento locale in occasione di eventi piovosi.

#### **4. INQUADRAMENTO CLIMATICO**

Il clima della regione pugliese varia in relazione alla posizione geografica ed alle quote sul livello medio marino delle sue zone. Nel complesso si tratta di un clima mediterraneo caratterizzato da estati abbastanza calde e poco piovose ed inverni non eccessivamente freddi e mediamente piovosi, con abbondanza di precipitazioni durante la stagione autunnale. Le temperature medie sono di circa 15°C-16°C, con valori medi più elevati nell'area ionico-salentina e più basse nel Sub-Appennino dauno e Gargano. Le estati sono abbastanza calde, con temperature medie estive comprese fra i 25°C ed i 30°C e punte di oltre 40°C nelle giornate più calde.

Sul versante ionico, durante il periodo estivo, si possono raggiungere temperature particolarmente elevate, anche superiori a 30°C-35°C per lungo tempo. Gli inverni sono relativamente temperati e la temperatura scende di rado sotto lo 0°C, tranne alle quote più alte del Sub-Appennino dauno e del Gargano. Nella maggior parte della regione la temperatura media invernale non è inferiore a 5°C. Anche la neve, ad eccezione delle aree di alta quota del Gargano e del Sub-Appennino, è rara.

Il valore medio annuo delle precipitazioni è estremamente variabile. Le aree più piovose sono il Gargano, il Sub-Appennino dauno e il Salento sud orientale, ove i valori medi di precipitazione sono superiori a 800 mm/anno. Valori di precipitazione annua in media inferiori a 500 mm/anno si registrano nell'area tarantina e nel Tavoliere. Nella restante porzione del territorio le precipitazioni medie annue sono generalmente comprese fra 500 e 700 mm anno.

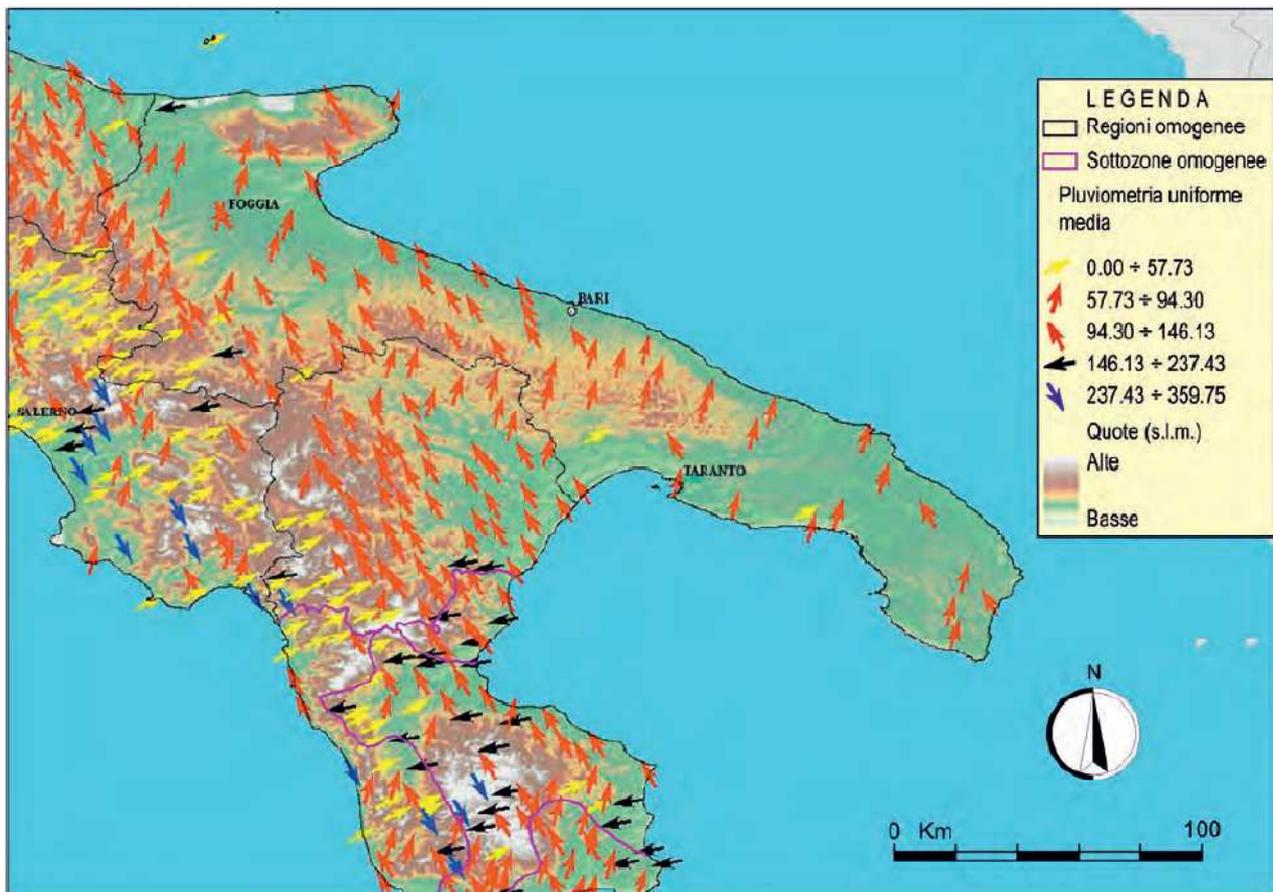
Ad una forte variabilità spaziale delle precipitazioni legata alle diverse aree della regione, si associa, in ogni singola area, una forte variabilità del totale annuo registrato per le singole stazioni, come spesso accade nei climi mediterranei. Le variazioni del totale annuo delle precipitazioni da un anno all'altro possono così superare anche il 100% del valore medio. Le precipitazioni sono in gran parte concentrate nel periodo autunnale (novembre-dicembre) e invernale, mentre le estati sono relativamente secche, con precipitazioni nulle anche per lunghi intervalli di tempo o venti di pioggia intensa molto concentrati, ma di breve durata, specialmente nell'area salentina. Questo clima fa sì che alla ricarica degli acquiferi contribuiscano significativamente solo le precipitazioni del tardo periodo autunnale e quelle invernali. Le precipitazioni del primo autunno e quelle estive, infatti, contribuiscono a ricostituire il contenuto d'acqua negli strati più superficiali. Le piogge estive, inoltre, vanno perse in modo significativo anche per evapotraspirazione.

Le precipitazioni che interessano la regione sono legate in prevalenza a perturbazioni di origine adriatica, provenienti da nord e dall'area balcanica, che interessano soprattutto il territorio centro settentrionale. Il versante ionico e salentino risente fortemente delle perturbazioni meridionali, che danno luogo ad eventi di pioggia abbondanti, ma concentrati, con precipitazione di breve durata e notevolissima intensità. Le caratteristiche delle precipitazioni possono influire in maniera rilevante sui meccanismi di infiltrazione e sulla disponibilità di risorse idriche sotterranee.

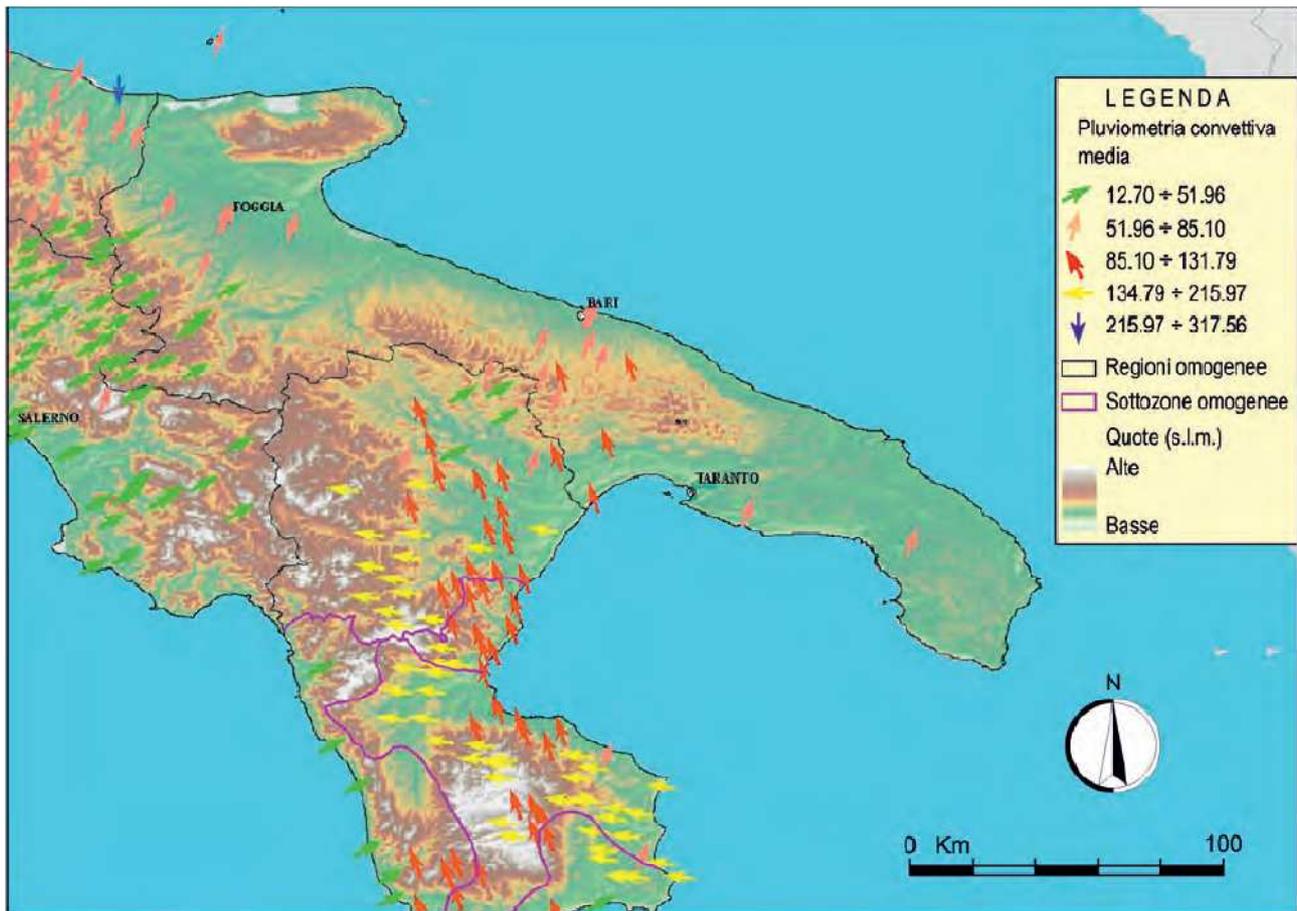
In generale è possibile dividere le precipitazioni in due macroclassi: precipitazioni stratiformi e precipitazioni convettive.

Le piogge stratiformi, dette anche dinamiche, sono prodotte dagli stratocumuli (SAVIC-JOVČIĆ & STEVENŠ, 2008; KOGAN et alii, 1995) e sono il risultato di moti ascensionali lenti (~1 m/s) e piuttosto estesi aerealmente, come quelli associati ai fronti. Le intensità di precipitazione non sono in genere elevate, ma la scala temporale di durata della perturbazione è dell'ordine di qualche giorno, di modo che la pioggia cumulata può anche essere significativa.

Le piogge convettive, invece, sono prodotte da nubi a forte sviluppo verticale come i cumulonembi, caratterizzati al loro interno da alte velocità ascensionali (~1-10 m/s), che occupano scale spaziali di dimensioni minori; da qualche km a qualche centinaio di km per i Sistemi e i Complessi Convettivi a mesoscala (mCS e mCC). I cumulonembi ben sviluppati si estendono, torreggiando, sino alla stratosfera, dove il moto ascensionale si blocca a causa dell'inversione termica e la sommità della nube è spazzata dai forti venti, formando una caratteristica struttura a pennacchio detta anvil. Le precipitazioni convettive, generalmente più intense di quelle stratiformi (LEARY & HOUZE, 1979), sono caratterizzate da una forte variabilità spaziale e temporale, oltre che da una minore durata, essendo la scala temporale dell'ordine dell'ora.



**direzioni prevalenti delle perturbazioni a carattere stratiforme.**



**direzioni prevalenti delle perturbazioni a carattere convettivo**

Precipitazioni a carattere stratiforme e convettivo possono coesistere (HOUZE, 1997; HOUGHTON, 1968; HALVERSON et alii, 1999): ad esempio, ha caratteristiche stratiformi la precipitazione che può svilupparsi dall'anvil di un cumulonembo, così come un cluster di cumulonembi può svilupparsi lungo la linea di un fronte.

Le proprietà delle precipitazioni, in termini d'intensità e pioggia cumulata al suolo, dipendono, oltre che dalle modalità di salita della massa d'aria e dalla termodinamica e microfisica associata, anche dalla disponibilità di umidità che alimenta il processo di formazione dell'idrometeora. Essendo l'ammontare di vapor d'acqua in una colonna d'aria (acqua precipitabile) intorno a 25 mm alle medie latitudini (TRENBERTH & GUILLÉMOT 1994, 1998), ed essendo l'efficienza dei meccanismi di produzione della pioggia non molto alta, intorno al 30% (FANKHAUSER, 1988; FERRIER et alii, 1996), è evidente che, in caso di piogge consistenti, deve esserci un meccanismo dinamico di trasporto dell'umidità.

La direzione di provenienza delle perturbazioni che danno origine a piogge massime annuali di tipo stratiforme è prevalentemente il Sud, con rotazioni che vanno da Sud-Est a Sud-Ovest. In particolare, nella Penisola Salentina, sino alle Murge a nord di Taranto, ove il rilievo è trascurabile e l'esposizione al mare Ionio diretta, la direzione prevalente è Sud-Ovest. Pertanto l'origine delle

perturbazioni che interessano il Salento è sicuramente da attribuire ad eventi meteo di natura atlantica che, in presenza di basse pressioni sul Tirreno, si invorticano con rotazione antioraria e attraversano tutta la penisola senza incontrare alcun ostacolo orografico. La presenza delle murge sembra ostacolare parzialmente i flussi da Sud-Ovest, con le aree sottovento interessate da flussi provenienti da nord-Est. La stessa direzione dei flussi si riscontra nella parte meridionale del promontorio del Gargano.

Per quanto riguarda invece il Tavoliere e il Sub-Appennino dauno, anche se la direzione di provenienza delle perturbazioni è da Sud, la presenza di un'orografia articolata rende disomogenee le direzioni di provenienza.

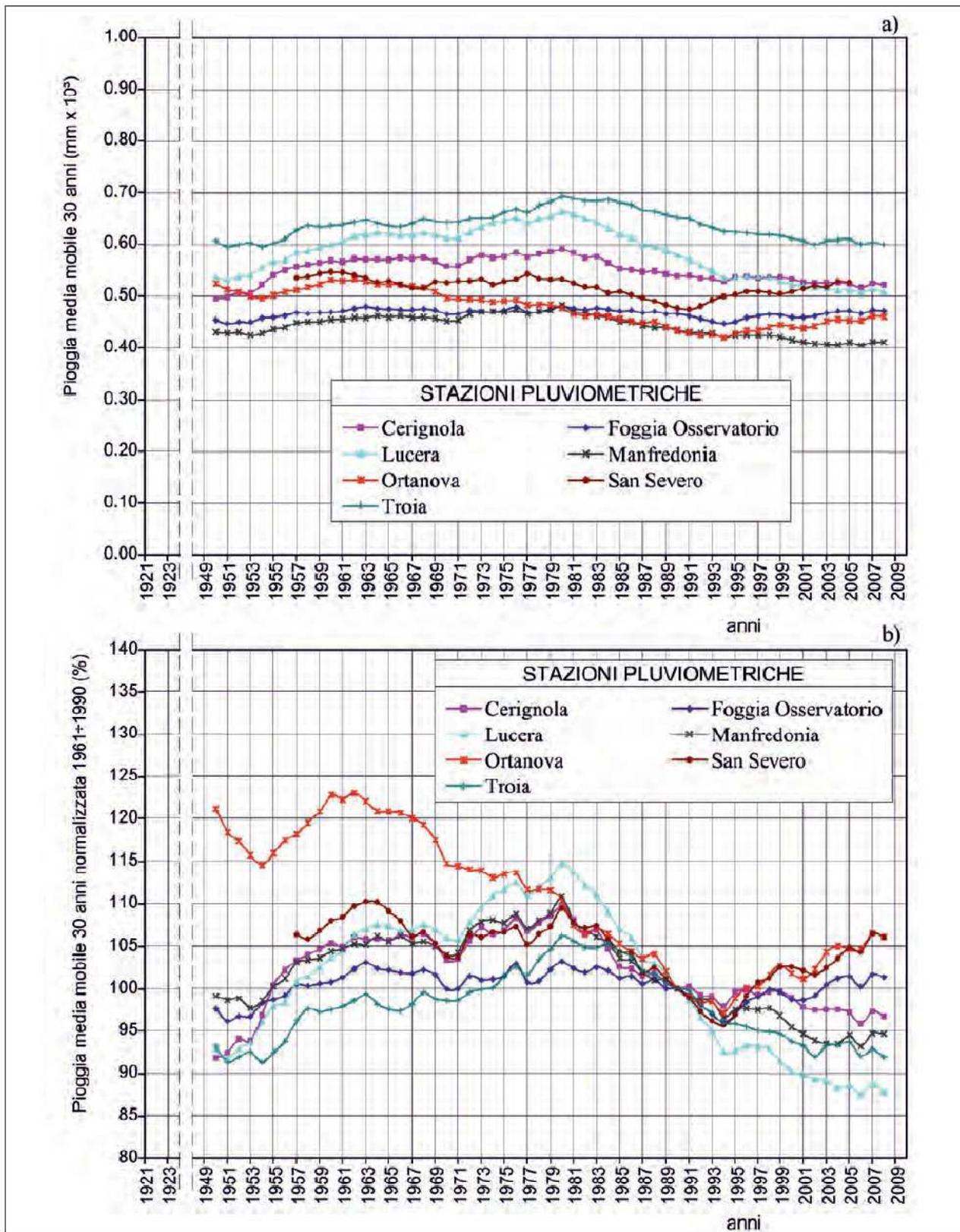
In definitiva, nella zona nord-Ovest, in corrispondenza di Daunia, Tavoliere e Gargano e della parte settentrionale della murgia, prevalgono precipitazioni di tipo stratiforme, mentre nella zona Sud-Est, in corrispondenza della murgia meridionale e della Penisola Salentina, prevalgono le precipitazioni convettive.

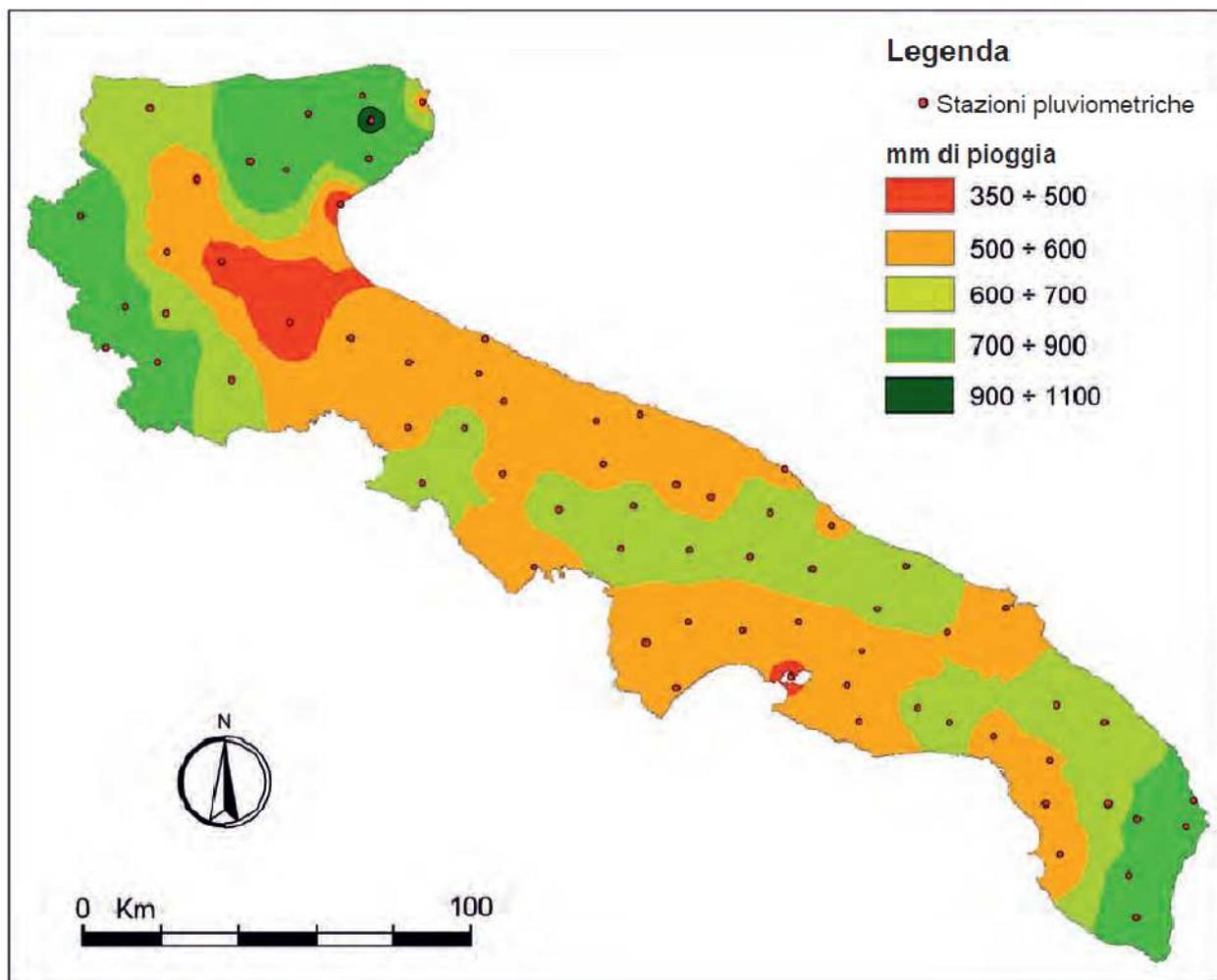
Da diversi anni è in corso un ampio dibattito a proposito delle variazioni climatiche che interessano la Puglia e più in generale l'Italia meridionale (SImEOnE, 2001; COTECCHIA *et alii*, 2003; RACIOPPI& SImEOnE, 2003; POLEMIO& CASARAnO, 2008; CHERUBInI *et alii*, 2008; CALOIERO *et alii*, 2011; dOGLIOInI, 2011). In particolare, gli studi condotti hanno evidenziato, in tutta l'Italia meridionale, una diminuzione delle precipitazioni concentrata soprattutto durante il periodo invernale, con modesti incrementi nel periodo estivo.

Le stazioni pluviometriche ubicate nel Tavoliere di Foggia hanno registrato un andamento pressoché omogeneo delle precipitazioni. Si registrano piccole oscillazioni, con alternanza di periodi di crescita e decrescita della media mobile, tale che il valore delle precipitazioni misurato nel 2008 è, in media, dello stesso ordine di quello determinato per il primo anno di calcolo (1921÷1950). In particolare, si rileva un lieve incremento delle precipitazioni che si protrae sino all'inizio degli anni Ottanta, seguito da un periodo di decrescita sino all'inizio degli anni Novanta, quindi una stabilizzazione che dura sino ad oggi.

Dall'analisi delle medie mobili trentennali normalizzate rispetto al periodo di riferimento 1961÷1990 si rileva che la riduzione delle precipitazioni avutasì sino all'inizio degli anni '80 è dell'ordine del 10% rispetto all'anno idrologico internazionale, con punte del 25%. Solo per la stazione di Ortanova si ha una decrescita pressoché continua del 25%.

Di seguito si riportano alcuni grafici esplicativi delle quantità medie di pioggia registrate negli annali rispettivamente nel territorio del Tavoliere e del SubAppennino Dauno e, a seguire, sull'intero territorio pugliese:





## 5. CURVA DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

Lo studio idrologico dell'area in esame è stato condotto determinando le curve di probabilità pluviometrica, applicando il metodo di regionalizzazione delle piogge denominato "VAPI Puglia".

Il metodo VAPI deriva da un modello di regionalizzazione, ovvero che prevede la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico e che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson,1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace,1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese Two Component Extreme Value, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi

estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i parametri ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione.

Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea. Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione.

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata "Xd,TR" viene espressa in funzione di una quantità KTR, detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno TR e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno TR ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

essendo  $X_{d,TR}$  il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno.

La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della  $X_{d,TR}$ . Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno  $T_R$  ed il fattore di crescita  $K_{TR}$ , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata.

L'indipendenza dalla durata di  $K_{TR}$  autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione. Sulla scorta dei valori regionali dei parametri  $\theta^*$ ,  $\Lambda^*$  e  $\Lambda_1$ , è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia, anche se tale fattore può essere calcolata in funzione di  $T_R$  attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R$$

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R$$

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = ad^n$$

essendo "a" ed "n" due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

Per l'intera regione pugliese si hanno 6 zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori  $\mu(Xg)$  e le quote sul mare  $h$ :

<b>ZONA 1-3</b>	$\mu(h,t) = at^{(ch+D+\ln a-\ln a)/\ln 24}$
<b>ZONA 2-4</b>	$\mu(h,t) = at^n$

**Correlazione tra  $\mu(Xg)$  e la durata di precipitazione**

in cui C e D sono parametri che dipendono dall'area omogenea;

Nell'area centro-meridionale della Puglia, il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese – Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(Ch+D+\ln \alpha - \ln a)/\ln 24}$$

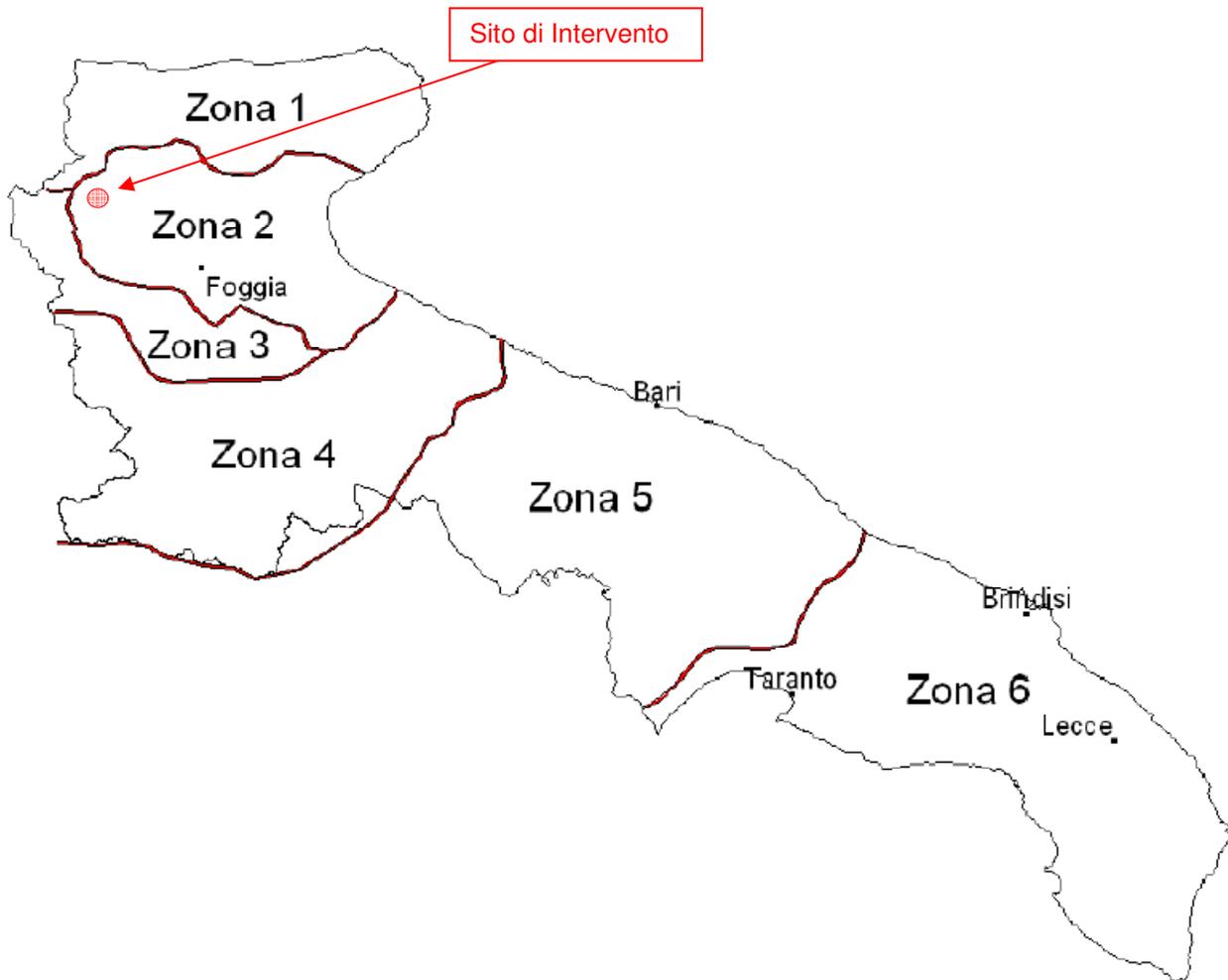
in cui "a" è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di  $\mu(Xd)$  relativi alle serie con  $N > 10$  anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e  $\alpha = xg/x24$  è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità.

Per la Puglia il valore del coefficiente  $\alpha$  è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati di seguito:

Zona	$\alpha$	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,00503	3,959	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	3,811	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	4,0837	-
6	0,89	33,7	0,0022	4,1223	-

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita ( $K_T$ ) per la precipitazione media:

$$h = K_T \cdot \mu(X_d)$$



#### Zone omogenee del terzo livello di regionalizzazione

L'area in cui è prevista la installazione degli impianti in progetto si inquadra, nell'ambito delle aree pluviometriche omogenee individuate nel territorio regionale, in "zona 2"; pertanto, l'equazione da applicare è la seguente:

$$x(t) = 22.23 t^{0.247}$$

Tale equazione consente di valutare le altezze critiche per i differenti intervalli temporali di precipitazione. Ai valori così ottenuti vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di crescita  $K_T$  (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al

fattore di riduzione areale  $K_A$  (funzione della superficie del bacino espressa in  $\text{Km}^2$ , e della durata dell'evento di progetto, espressa in ore).

Si giunge, pertanto, alla individuazione delle seguenti espressioni matematiche riferite ai tre tempi di ritorno critici considerati in questa sede (30, 200 e 500 anni) per le relative curve di probabilità pluviometrica:

$$T_{30} \rightarrow h_{30}(T,x) = 42.68 t^{0.247} \text{ mm}$$

$$T_{200} \rightarrow h_{200}(T,x) = 61.35 t^{0.247} \text{ mm}$$

$$T_{500} \rightarrow h_{500}(T,x) = 69.8 t^{0.247} \text{ mm}$$

Taranto, li 05/05/2024

Il Tecnico  
Ing. Luca GIANANTONIO