

INDICE

Capitolo 1 – La risorsa energetica solare della Regione Abruzzo

1.1 – Introduzione	1.1
1.2 - La radiazione extraterrestre e l'atmosfera	1.2
1.3 - Il tempo standard e il tempo solare	1.7
1.4 - La radiazione diretta.....	1.10
1.5 - La radiazione diffusa e riflessa	1.16
1.6 - L'attenuazione atmosferica: la RTE (<i>Radiative Transfer Equation</i>).....	1.21
1.7 - La radiazione totale su superficie inclinata: l'energia captata	1.25
1.8 - Un approccio alternativo: il codice di mesoscala MM5	1.27
1.9 - La simulazione numerica "ABRUZZO_2008"	1.38
1.10 - Riferimenti Bibliografici.....	1.61

Capitolo 2 – Le caratteristiche territoriali della Regione Abruzzo

2.1 –Il territorio abruzzese	2.1
2.1.1 – Caratteristiche geomorfologiche	2.1
2.1.2 – Caratteristiche pedologiche	2.5
2.2 –Il sistema dei vincoli.....	2.10
2.2.1 – Il Piano Regionale Paesistico.....	2.10
2.2.2 – I vincoli paesaggistici.....	2.15
2.2.3 – I siti archeologici.....	2.18
2.2.4 – Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI)	2.22
2.2.4.1 – La Carta della Pericolosità.....	2.23
2.2.4.2 – La Carta delle Aree a rischio	2.24
2.2.5 – Il Piano stralcio di difesa delle alluvioni (PSDA).....	2.25
2.2.5.1 – Il rischio idraulico e la Pericolosità.....	2.26
2.3 –Il sistema delle aree protette	2.29
2.3.1 – I Parchi Regionali e Nazionali.....	2.29
2.3.1.1 – Il Parco Nazionale d'Abruzzo Lazio e Molise.....	2.30

2.3.1.2 – Il Parco Nazionale della Majella	2.33
2.3.1.3 – Il Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga.....	2.37
2.3.1.4 – Il Parco Regionale Sirente-Velino.....	2.37
2. 3.2 – Le aree naturali protette.....	2.40
2. 3.2.1 – Le Riserve Regionali e Nazionali.....	2.40
2. 3.2.2 – Le Zone umide di interesse internazionale.....	2.42
2. 3.2.3 – La Rete Natura 2000.....	2.43
2. 3.2.4 – Il programma IBA.....	2.46

Capitolo 3 – Il fotovoltaico in Abruzzo

3. 1 –Lo sviluppo del fotovoltaico nel mondo ed in Italia	3.1
3. 2 –Impianti fotovoltaici in Abruzzo.....	3.13

Capitolo 4 – Le normative regionali in materia di energia rinnovabile

4. 1 –Premessa.....	4.1
4. 2 –Il Procedimento Autorizzativo.....	4.1
4. 2.1 –L’Autorizzazione Unica	4.2
4. 3 –La Normativa della Regione Abruzzo	4.3
4.3.1 –La Verifica di Assoggettabilità alla VIA.....	4.5
4. 4–Le Normative Regionali.....	4.6

Capitolo 5 – Le linee guida della Regione Abruzzo

5. 1 –Richiami normativi.....	5.1
5.2 –Impianti fotovoltaici su suolo agricolo.....	5.2
5.2.1 –Criteri dimensionali.....	5.2
5.2.2 –Criteri territoriali.....	5.5
5.2.3 –Criteri di buona progettazione.....	5.6
5.3 –Impianti su insediamenti produttivi, industriali ed artigianali.....	5.7
5.4 –Impianti fotovoltaici su cave e discariche.....	5.7
5.5 –La dismissione dell’impianto.....	5.8

GRUPPO DI LAVORO

Prof. Renato RICCI – Dipartimento di Energetica – Università Politecnica delle Marche

Ing. Gianluca ARTIPOLI – Dipartimento di Energetica – Università Politecnica delle Marche

Arch. Gianluca FRANCAVILLA - società SINERGETICA srl

Arch. Martino MITIDIERI – Dipartimento PRICOS – Facoltà di Architettura - Pescara

Arch. Antonio SORGI – Direttore Direzione Affari Della Presidenza, Politiche Legislative e Comunitarie, Programmazione, Parchi, Territorio, Valutazioni Ambientali, Energia – Regione Abruzzo

Arch. Patrizia PISANO – Dirigente Servizio Tutela Valorizz. del Paesaggio e Valutazioni Ambientali – Regione Abruzzo

Dott. Adriano Di VENTURA – Tutela Valorizz. del Paesaggio e Valutazioni Ambientali – Regione Abruzzo

Dott.ssa Iris FLACCO – Dirigente Servizio Politica Energetica, Qualità dell'Aria e SINA – Regione Abruzzo

Dott. Renzo Nicolino IRIDE – Responsabile dell'Ufficio Servizio Politica Energetica, Qualità dell'Aria e SINA – Regione Abruzzo

Collaboratori Tecnici Servizio Politica Energetica, Qualità dell'Aria e SINA – Regione Abruzzo: Dott.ssa Assunta IOCCO; Ing. Angelo TARQUINI; Dott. Enrico FORCUCCI.

Gennaio 2010

1. 1 - Introduzione

La radiazione solare che colpisce la superficie terrestre non è costante nel tempo, né risulta uniformemente distribuita sul globo. E' infatti noto che il nostro pianeta ruota attorno al sole con periodo di 365 giorni e 6 ore circa (moto di rivoluzione) con un'orbita ellittica dando luogo ad una variazione della distanza terra/sole da circa 152'000'000 [km] (afelio) a circa 149'000'000 [km] (perielio).

La terra inoltre ruota, con periodo di 24 ore, attorno al proprio asse, che risulta inclinato di circa 23,45° rispetto alla perpendicolare al piano di rivoluzione (piano immaginario su cui giacciono il centro del sole, della terra e la traiettoria di rivoluzione). In questo modo la radiazione presente al suolo è funzione dell'ora del giorno, del giorno dell'anno e della posizione sul globo. Questi però non sono gli unici fattori che intervengono sulla radiazione.

La radiazione solare è composta da un insieme di radiazioni monocromatiche che danno origine ad uno "spettro di radiazione" che si trasmette attraverso l'atmosfera terrestre; durante tale attraversamento esso subisce una riduzione dell'intensità spettrale a carico delle particelle e dei gas che compongono l'atmosfera. Oltre all'assorbimento la radiazione subisce un processo di diffusione da parte degli aerosol e delle particelle in sospensione nell'aria e ciò darà luogo all'arrivo, sulla superficie terrestre, di due contributi radianti: la Radiazione Diretta e quella Diffusa. Il processo di assorbimento e diffusione della radiazione dipende anche dal percorso ottico dei raggi solari: tanto più sono inclinati i raggi solari rispetto alla superficie terrestre maggiore sarà la distanza che questi debbono ricoprire in atmosfera. Ovviamente oltre alla presenza dei fattori prima descritti bisogna evidenziare come l'eventuale copertura nuvolosa porta ad ulteriore riduzione della radiazione incidente con conseguente dipendenza della stessa dalle condizioni atmosferiche locali e globali.

In ultimo, ma non meno importante risulta l'eventuale ombreggiamento locale del suolo, a carico di contributi orografici o dovuto alla presenza di coperture vegetali ed artificiali; lo studio della radiazione al suolo richiede così la conoscenza di tre classi di informazioni:

- Movimenti dei pianeti: combinando il moto di rivoluzione ed il moto della terra è possibile conoscere in ogni istante dell'anno, in ogni punto del globo, il valore *massimo* di radiazione solare disponibile. Tale conto può essere effettuato, a sua volta, scomponendo il contributo del moto di rivoluzione della terra attorno al sole rispetto a quello attorno al proprio asse: nel primo caso si può trovare un dato noto come *costante solare*, nel secondo caso, si può valutare il contributo dovuto alla posizione geografica sul globo terrestre
- Condizione atmosferica: i raggi solari diretti vengono assorbiti, diffusi o addirittura impediti dalle condizioni atmosferiche locali; l'assorbimento inoltre dipende principalmente dall'inclinazione della traiettoria dei raggi solari rispetto alla fascia atmosferica e tale azione viene sintetizzata nella letteratura tecnica attraverso il parametro di *Air Mass (AM)*

- Condizioni superficiali: la presenza di ostacoli al suolo o la particolare conformazione orografica può creare degli effetti d'ombra locali che diminuiscono, in modo diverso nelle differenti ore del giorno, l'intensità della radiazione al suolo.

La componente di radiazione solare al suolo può essere vista come la somma di tre contributi: la radiazione diretta (R_{dir}), la radiazione riflessa (R_{rif}) e quella diffusa (R_{dif}) tutte espresse in potenza specifica [W/m^2]:

$$R_{tot} = R_{dir} + R_{diff} + R_{rif} = R_{glob} + R_{rif} \quad [W / m^2] \quad Eq (.1)$$

mentre il flusso energetico nell'unità di tempo attraverso una superficie S viene identificato come:

$$R_{tot}^S = R_{dir}^S + R_{diff}^S + R_{rif}^S = R_{glob}^S + R_{rif}^S \quad [W] \quad Eq (.2)$$

La radiazione diretta rappresenta quella parte di energia solare che riesce a giungere direttamente al suolo, a meno di ostacoli o nubi; tale contributo è quello più importante, ma non l'unico, tant'è che in giornate con copertura nuvolosa elevata la radiazione riesce a giungere comunque al suolo, anche se per via *diffusa*; infine c'è la componente riflessa, ovvero quella proveniente dai corpi circostanti. Per calcolare la componente riflessa dal suolo spesso si utilizza un fattore di riflessione medio del suolo, noto come *albedo*.

1.2 - La radiazione extraterrestre e l'atmosfera

La radiazione diretta, a meno di ostacoli, è una frazione "p" della radiazione solare esterna all'atmosfera R^{ext} . Precedentemente si è accennato che tale percentuale dipende dalla capacità dell'atmosfera di assorbire e diffondere i raggi solari, proprietà che è funzione del cammino ottico e dalle specie chimiche presenti in atmosfera e che va sotto il nome di *coefficiente di estinzione dell'atmosfera*. E' stato calcolato che al livello della fotosfera (strato esterno alla zona convettiva solare) la temperatura apparente del sole è di circa 5800 [K] e che la potenza termica media risulta essere di 63000 [kW/m^2] [22]. Assimilando il fronte d'onda elettromagnetico ad una superficie sferica, per il principio di conservazione dell'energia, avremo che la Irradiazione Spettrale al di fuori dell'atmosfera (identificata in letteratura come $AM0$) non è costante nel corso dell'anno, bensì varia da un minimo di 1322 [W/m^2] (in afelio) ad un massimo di 1414 [W/m^2] (in perielio), con una media di 1367 [W/m^2], nota come "*costante solare*". L'oscillazione della radiazione esterna all'atmosfera è perciò contenuta nel $\pm 3.5\%$ del suo valor medio $\overline{R_{out}}$ ed il valore della radiazione esterna R_{out} durante l'anno è legata al moto di rivoluzione della terra attorno al sole secondo la legge:

$$R_{out} = \overline{R_{out}} \cdot e(t) \quad Eq (.3)$$

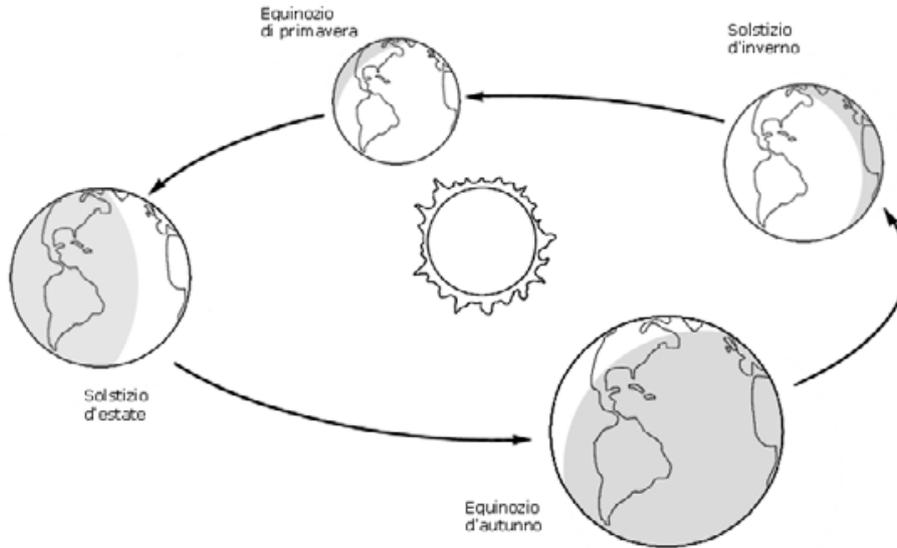


Figura 1.1: Moto di rivoluzione del pianeta terra attorno al sole

dove $e(t)$ rappresenta il contributo legato al moto di rivoluzione; esso assume la forma:

$$e(t) = 1 + 0.03344 \cdot \cos\left(\frac{n - 2.84}{365.25} 2\pi\right) \quad \text{Eq (.4)}$$

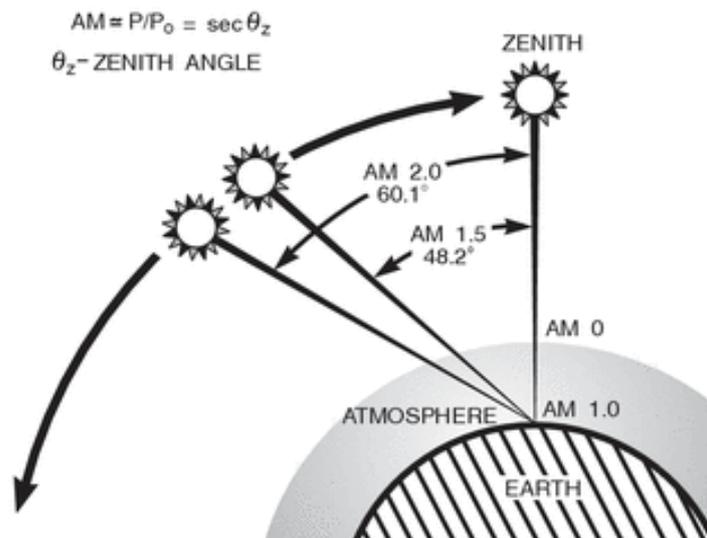


Figura 1.2: Cammino ottico solare AM (Air Mass): ad ogni Air Mass corrisponde un determinato livello di assorbimento della radiazione da parte dell'atmosfera

con n numero del giorno dell'anno a partire dal primo gennaio (giorno giuliano). La legge indica che il perielio non avviene esattamente il primo di gennaio, ma che ha uno sfasamento di quasi 3 giorni. Nei conti pratici spesso si trascura questo sfasamento e i giorni di riferimento (*giorni annuali*) vengono fatti coincidere con quelli del calendario (365).

Alla temperatura apparente del sole, la legge di Planck (.5) fornisce la potenza emissiva spettrale di un corpo nero per unità di superficie [W/($\mu\text{m}\cdot\text{m}^2$)]:

$$E_{\lambda} = c_1 \cdot \left[\lambda^5 \left(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right) \right]^{-1} \quad \text{Eq (.5)}$$

$$c_1 = 3.74 \cdot 10^8 \left[\text{W} / (\mu\text{m}^4 \cdot \text{m}^2) \right] \quad c_2 = 1.44 \cdot 10^4 \left[\mu\text{m} \cdot \text{K} \right] \quad \text{Eq (.6)}$$

che approssima il comportamento energetico di ogni singola componente d'onda della luce solare. Tale legge approssima in modo eccellente lo spettro solare extra-atmosferico

Differenti modelli cercano di descrivere la distribuzione spettrale della luce solare al di fuori dell'atmosfera (AM0) e tra questi si ricordano il *WMO/WRDC Wehrli Air Mass Zero* costruito nel 1985 ([53] e [36]) ed il *ASTM Standard Extraterrestrial Spectrum Reference E-490-00* del 2000; quest'ultimo studio è stato effettuato per ottenere informazioni maggiormente dettagliate per i progetti aerospaziali, dove è necessario conoscere con precisione la composizione dello spettro e l'energia associata. Tale progetto è stato realizzato dalla American Society for Testing and Materials, facendo riferimento a dati provenienti da differenti sonde e a lavori precedenti ([37], [54], [29] e [46]) ed emerge che la differenza fra i risultati è veramente minima. Lo spettro di radiazione al suolo non coincide con quello extra-atmosferico, in quanto tutta la radiazione che raggiunge il suolo passa attraverso l'atmosfera, che ne modifica lo spettro attraverso fenomeni di *assorbimento* e di *scattering*. In modo particolare l'ossigeno, sia in forma molecolare che atomica, assorbe radiazioni di onda corta (inferiori a 190 nm), così come l'azoto; tale fenomeno è molto importante in quanto permette il *ciclo di formazione dell'ozono*, che filtra onde più lunghe ma comunque al di sotto della fascia del visibile (200-300 nm, in pieno ultravioletto) e una piccolissima porzione di luce visibile. L'azione combinata dello scattering atmosferico assieme all'assorbimento dovuto ad azoto, ossigeno e ozono contribuisce perciò a rendere lo spettro molto ripido in prossimità della fascia del visibile e dell'ultravioletto.

Al di là del visibile, verso zone a più alta lunghezza d'onda, lo spettro viene modificato molto invece dalla presenza di vapor acqueo e anidride carbonica, che assorbono nella zona denominata NI (*Near Infrared*); sono invece i particolati e gli aerosol, assieme alle goccioline di vapore in sospensione, ad effettuare il fenomeno di scattering (che è molto influenzato dalla lunghezza d'onda): esso è, per esempio, la causa del tipico color blu del cielo.

Mentre il fenomeno di assorbimento preleva energia dai raggi solari, convertendola in altre forme (per esempio chimica nel ciclo dell'azoto), lo scattering devia i raggi solari, impedendo agli stessi di arrivare

direttamente al suolo e rispeditone alcuni direttamente nello spazio (*back-scattering*) creando il fenomeno di *luce diffusa*, che permette di illuminare nelle giornate nuvolose comunque la superficie terrestre.

Non è facile a priori poter quantificare quanta radiazione giunga al suolo sotto forma di luce diffusa, ma essa può comunque essere misurata attraverso opportuna strumentazione; tanto per avere un'idea della grandezze in gioco, in una giornata estiva con cielo completamente terso e con il sole posto esattamente allo Zenith, circa 1000-1050 [W] possono giungere al suolo sotto radiazione diretta, mentre la radiazione globale (diretta e diffusa assieme) può raggiungere un valore massimo di 1150 [W]: in tali condizioni si può stimare che circa il 75% della radiazione extraterrestre giunga come radiazione diretta, circa il 7% può arrivare come diffusa mentre la restante parte è stata o assorbita o riflessa verso lo spazio.

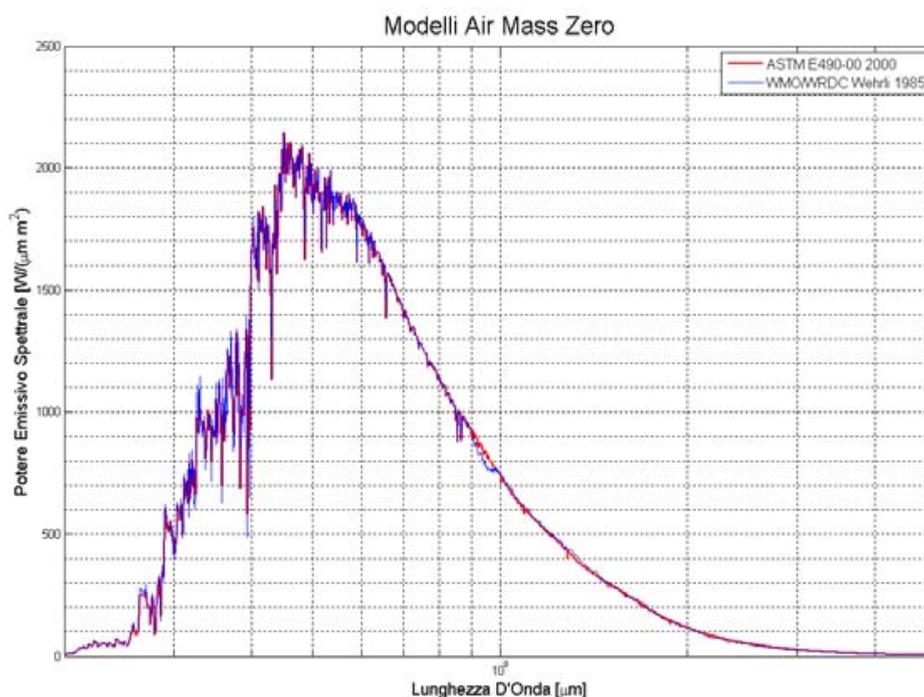


Figura 1.3: Modelli Air Mass Zero (AM0)

L'interazione tra i raggi solari e l'atmosfera dipende dalla *lunghezza del cammino ottico* che gli stessi raggi compiono, in quanto un cammino maggiore aumenta le probabilità di scattering dello stesso, diminuendo perciò la quantità di energia che il raggio trasporta in modo diretto; si definisce *Air Mass 1* la lunghezza del cammino ottico effettuato dai raggi solari posti allo zenit rispetto alla superficie di riferimento ed in tal caso questo coincide con lo spessore medio dell'atmosfera.

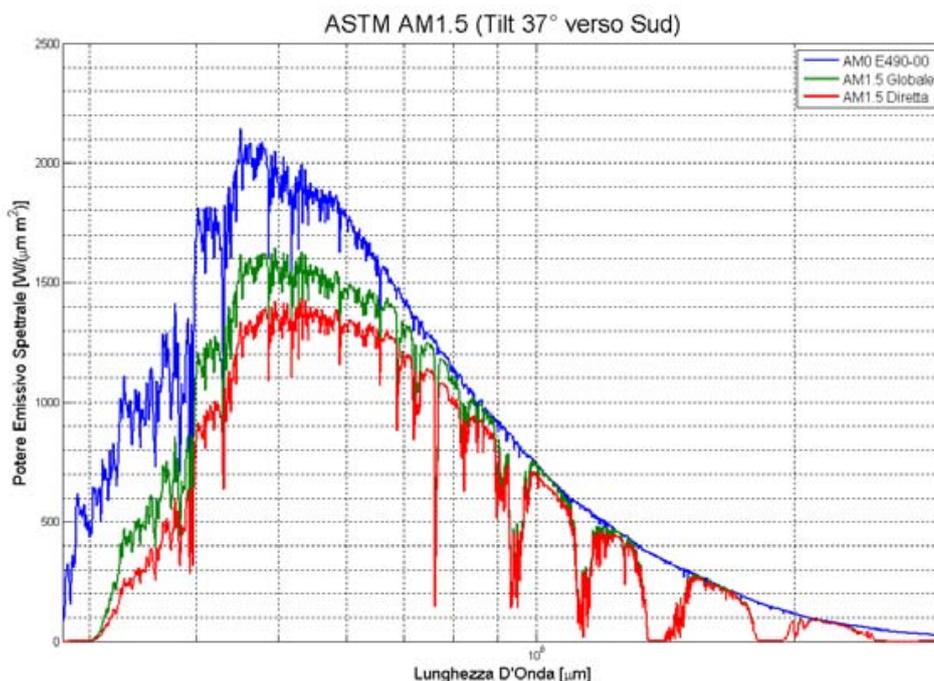


Figura 1.4: Modelli Air Mass (AM1.5)

Per tutte le altre situazioni l’Air Mass coincide con la (.7), essendo θ_z l’angolo tra i raggi solari e la direzione di zenith:

$$AM = \sec(\theta_z) = [\cos(\theta_z)]^{-1} \quad \text{Eq (.7)}$$

Lo standard AM1.5 fu sviluppato all’inizio come unione di due standard separati, il E-891-82 ed il E-892-82, che erano, rispettivamente, lo spettro della radiazione diretta normale e globale inclinate rispetto all’orizzonte. Nel 1992 lo standard internazionale ISO ha recepito le direttive ASTM E-891-82 e E-892-82 tramite la ISO 9845-1. Nel corso degli anni l’associazione americana ha unificato le due direttive fornendo lo spettro noto come ASTM G159-98 e successivamente lo ha modificato fino a giungere allo spettro ASTM G-173-03 nel 2003.

Tale spettro è fornito sia per la radiazione diretta (AM-D) che per quella globale (AM-G) per una superficie inclinata di 37° sull’orizzonte in quanto “rappresentativo delle condizioni medie in 48 stati contigui degli Stati Uniti D’America”. Lo spettro è stato calcolato utilizzando lo US Standard Atmosphere 1976, colonna equivalente di vapor acqueo atmosferico di 1.42 cm e ozono equivalente di 0.34 cm ed *turbidity index* di 0.084 a 500 nm.

Per evidenziare i differenti contributi di assorbimento e scattering atmosferici si può vedere il grafico del rapporto tra il potere emissivo spettrale (diretto e globale) rispetto a quello extraatmosferico.

Entrambi i contributi, quello diretto normale e quello globale, sono stati ottenuti assumendo che la superficie abbia angolo di visuale pari a 2π [steradiani], ovvero che la visuale sia emisferica.

La radiazione al suolo risulta dunque una frazione di quella extraatmosferica disponibile, ma il suo reale valore dipende, effettivamente, dalla disponibilità di luce in forma diretta e in forma diffusa;

naturalmente il contributo maggiore viene fornito spesso dalla forma diretta che riesce a convogliare in modo migliore il flusso energetico attraverso una superficie.

Tale regola non è però universale, in quanto esistono giornate particolarmente nuvolose in cui la sola componente diffusa permette la visibilità e il funzionamento dei pannelli fotovoltaici.

1.3 - Il tempo standard e il tempo solare

Nel paragrafo precedente alla radiazione solare è stata assegnata una variazione temporale che, nella vita quotidiana, è quantificata dall'ora locale ed al *meridiano di riferimento*. inoltre l'esperienza comune permette di osservare che il tempo indicato dall'ombra di un orologio solare (*tempo vero locale*) non coincide con il tempo scandito da un orologio meccanico (*tempo medio del fuso o tempo civile*), provocando uno scarto tra i due noto come *equazione del tempo*, che è la conseguenza dell'eccentricità dell'orbita terrestre e dell'inclinazione dell'asse di rivoluzione del globo.

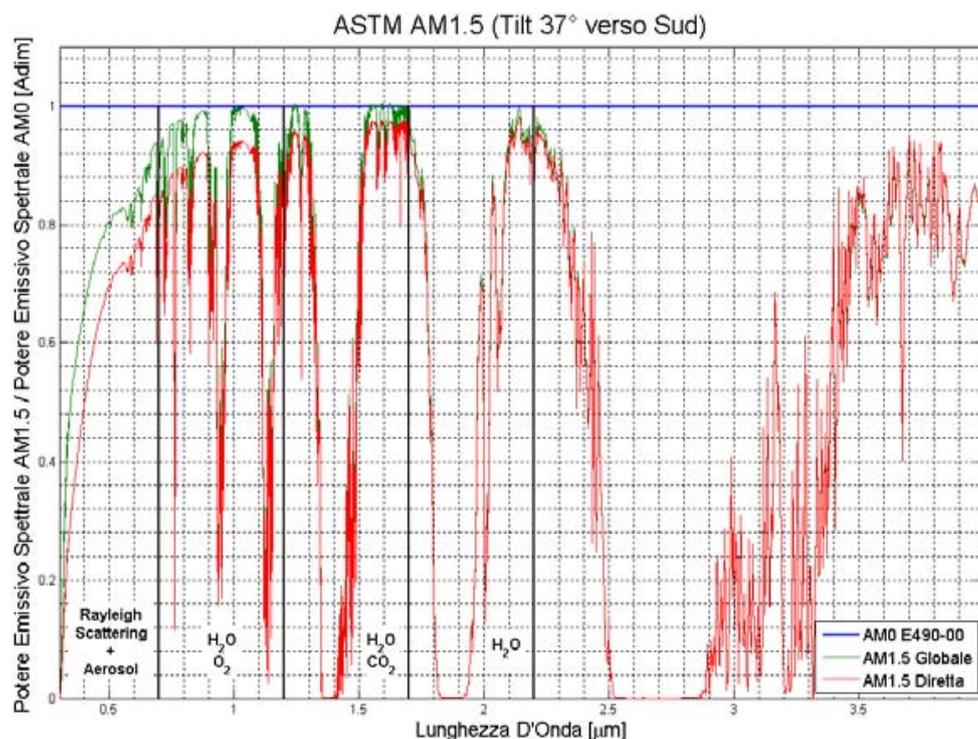


Figura 1.5 : Differenti contributi di assorbimento e scattering atmosferico

Il tempo assoluto che deve essere utilizzato per caratterizzare il cammino del sole deve possedere una correzione relativa alla posizione sulla terra (*correzione in longitudine*) che porti il tempo del fuso ad un tempo universale (UTC) ed una correzione relativa al moto del pianeta.

Si definisce dunque *tempo solare* t_s

$$t_s = t_f + \Delta t_\lambda + \Delta t_t \quad [\text{h}] \quad \text{Eq (.8)}$$

la somma del tempo del fuso (senza ora legale) t_f , della correzione di latitudine Δt_λ e dell'equazione del tempo Δt_t . La soluzione dell'equazione del tempo può essere trovata in forma tabellare [22] oppure direttamente in forma analitica:

$$\Delta t_t = 0.1645 \cdot \sin \left[2\pi \cdot 2 \left(\frac{n-81}{365} \right) \right] - 0.128 \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{n-1.17}{365} \right) \right] \quad \text{Eq (.9)}$$

dove n è il giorno giuliano; il primo rappresenta il contributo dovuto all'inclinazione dell'asse terrestre, mentre il secondo è relativo all'eccentricità dell'orbita.

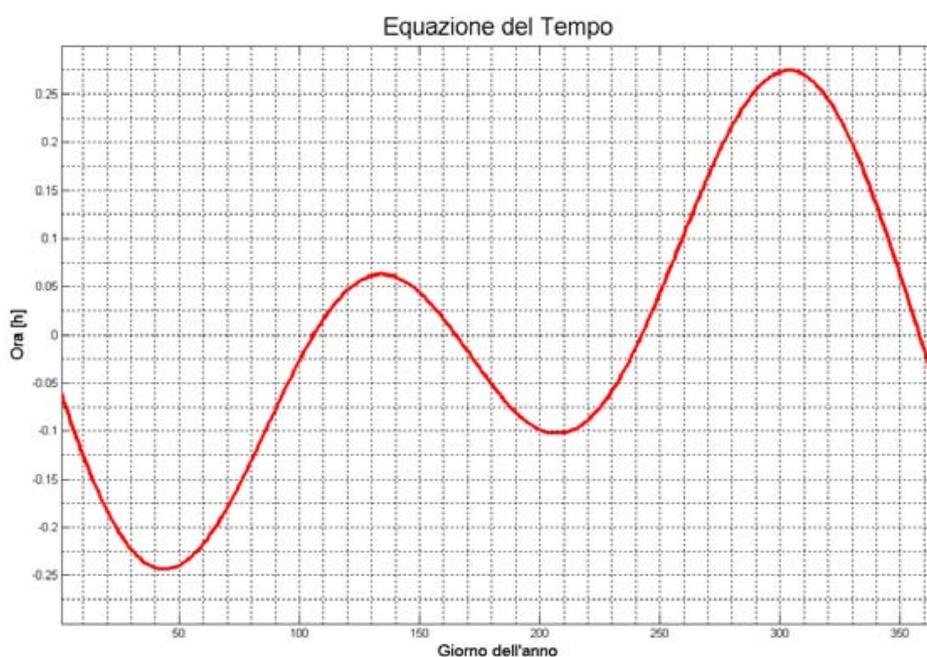


Figura 1.6 : Equazione del tempo

L'analisi dei singoli contributi permette di evidenziare l'alternarsi delle stagioni (primo termine dell'equazione del tempo) e il passaggio dall'afelio al perielio; in modo particolare si evidenzia che il perielio non avviene esattamente il primo gennaio. L'equazione del tempo in (.9) è valida per l'anno 2000 e si deve considerare che tale equazione si sposta nel tempo di 1 giorno ogni 24 anni e mezzo.

Noto il *tempo solare* è possibile calcolare l'*angolo orario* del sole, ovvero la longitudine terrestre alla quale si trova il sole si trova allo zenit (mezzogiorno solare) come:

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{(t_s - 12)}{24} \quad \text{Eq (.10)}$$

espresso in radianti. L'angolo orario permette di capire in termini angolari dove si trova il sole rispetto al meridiano di riferimento (quello di Greenwich), ma non l'inclinazione assunta dal sole rispetto al

piano equatoriale (*declinazione solare*). Questa è funzione del giorno giuliano e può essere assunta pari a:

$$\delta = 2\pi \frac{23.5}{360} \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{n-81}{365} \right) \right] \quad \text{Eq (.11)}$$

in radianti. Il grafico della declinazione collega direttamente la legge matematica all'esperienza pratica comune, ovvero che nei mesi che vanno da aprile a settembre il sole è mediamente più alto nell'orizzonte nell'emisfero boreale, al contrario nell'emisfero australe.

Combinando inoltre l'equazione del tempo e l'angolo di declinazione si ottiene un grafico noto come *analemma*, che rappresenta il "cammino" del sole durante l'anno.

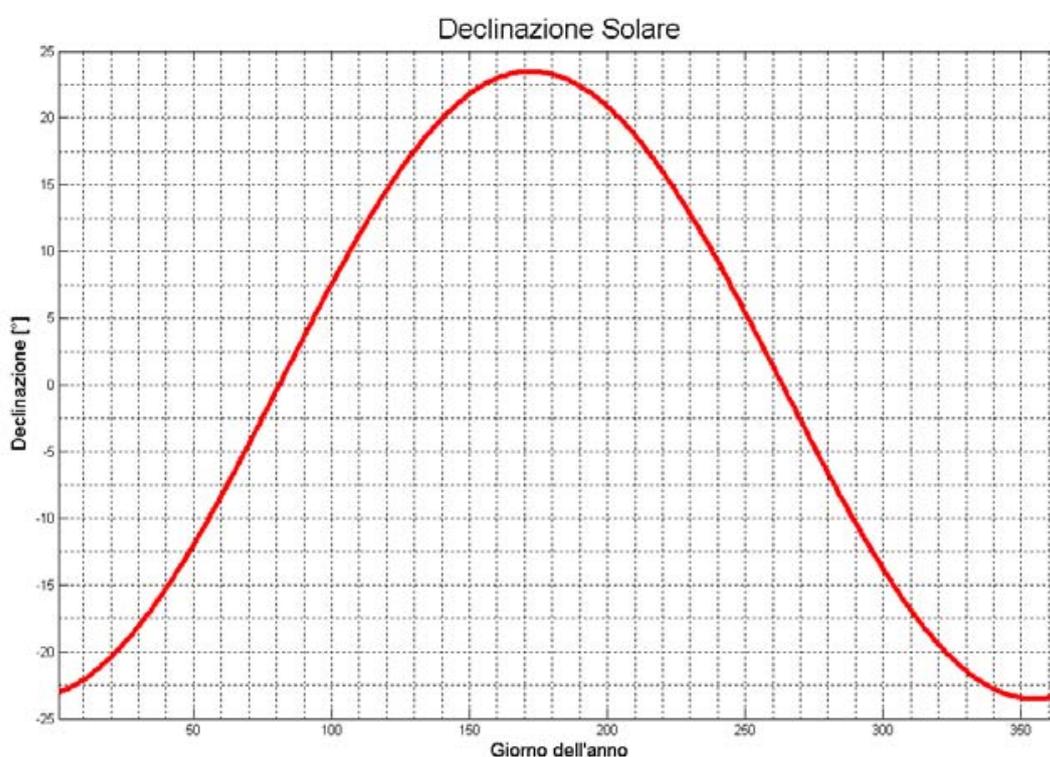


Figura 1.7: Declinazione Solare

Inoltre tramite l'espressione (.11) è possibile notare che vi sono due giorni particolari dell'anno (i giorni giuliani 81 e 263/264) in cui la declinazione è nulla: in tali giorni alle ore 12:00 i raggi solari sono perpendicolari alla superficie terrestre nel punto equatoriale, formando di volta in volta con esso un angolo di 90°. Tali giorni sono meglio noti come *equinozio di primavera* ed *equinozio autunnale*, da non confondere con il *solstizio estivo* (giorno giuliano numero 171/172) e con il *solstizio invernale* (giorno giuliano numero 354/355).

1.4 - La radiazione diretta

Le equazioni (.10) e (.11) permettono di individuare la posizione, in termini angolari, del sole relativa alla terra rispetto al meridiano e al parallelo fondamentali, ma non fanno lo stesso rispetto *ad un generico punto sulla superficie terrestre*.

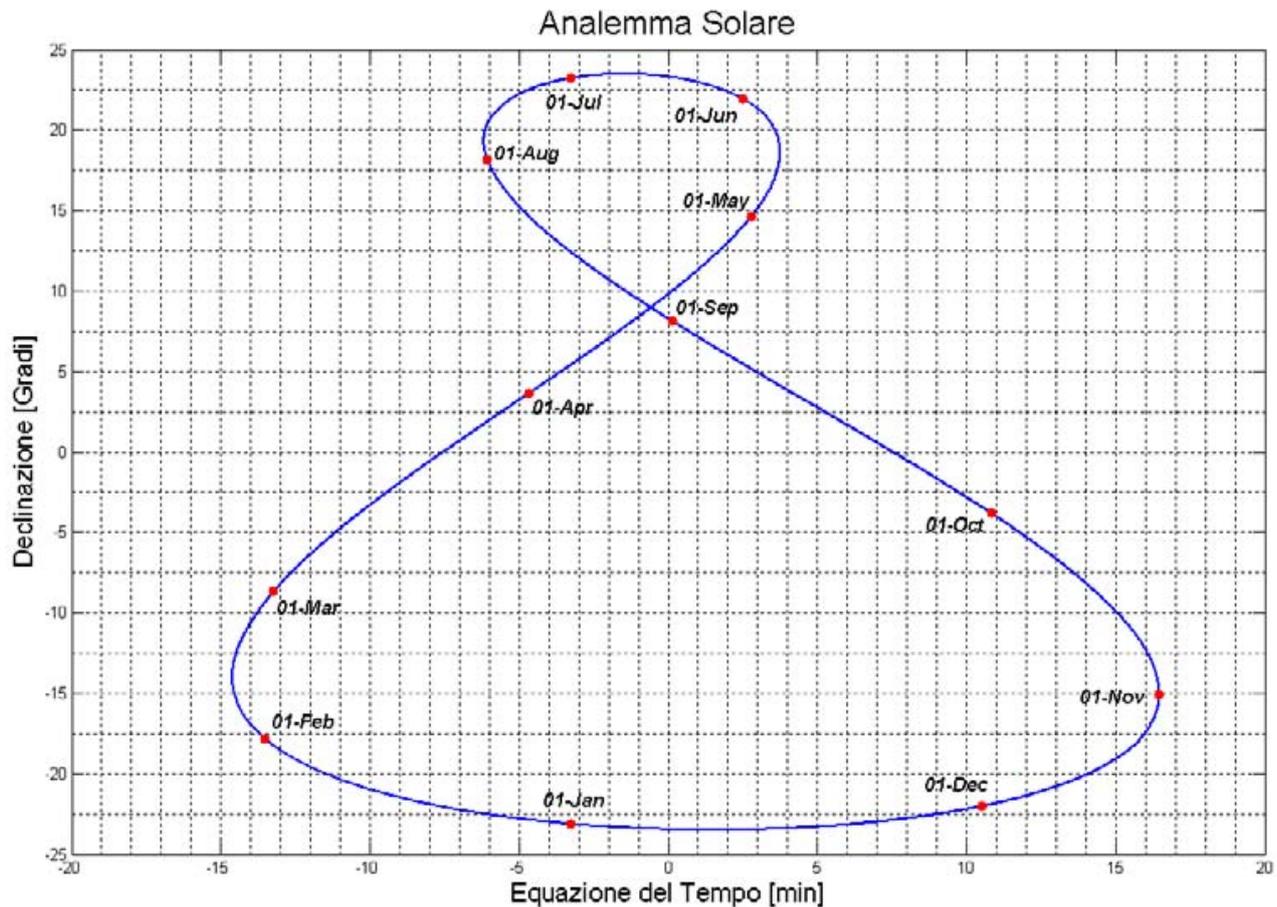


Figura 1.8: Analemma Solare

Per fare ciò bisogna identificare come *piano dell'orizzonte* il piano tangente alla superficie terrestre nel punto di interesse. Questo piano è attraversato da due linee di riferimento, una che va da nord a sud ed una che va da est ad ovest; rispetto a tale piano la posizione del sole verrà identificata attraverso due angoli, *l'altezza solare β* e *l'azimuth solare ψ* . (positivo verso ovest e negativo verso est). Questi sono legati all'angolo orario ω , alla declinazione δ e alla latitudine λ attraverso le relazioni trigonometriche:

$$\sin(\beta) = \sin(\lambda) \cdot \sin(\delta) + \cos(\lambda) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega)$$

$$\cos(\psi) = \frac{\sin(\beta) \cdot \sin(\lambda) - \sin(\delta)}{\cos(\beta) \cdot \cos(\lambda)} \quad \text{Eq (.12)}$$

Per l'altezza solare vengono presi solo i valori positivi, mentre vengono poste nulle le altezze negative dall'orizzonte; l'azimuth invece è nullo a sud e positivo verso ovest.

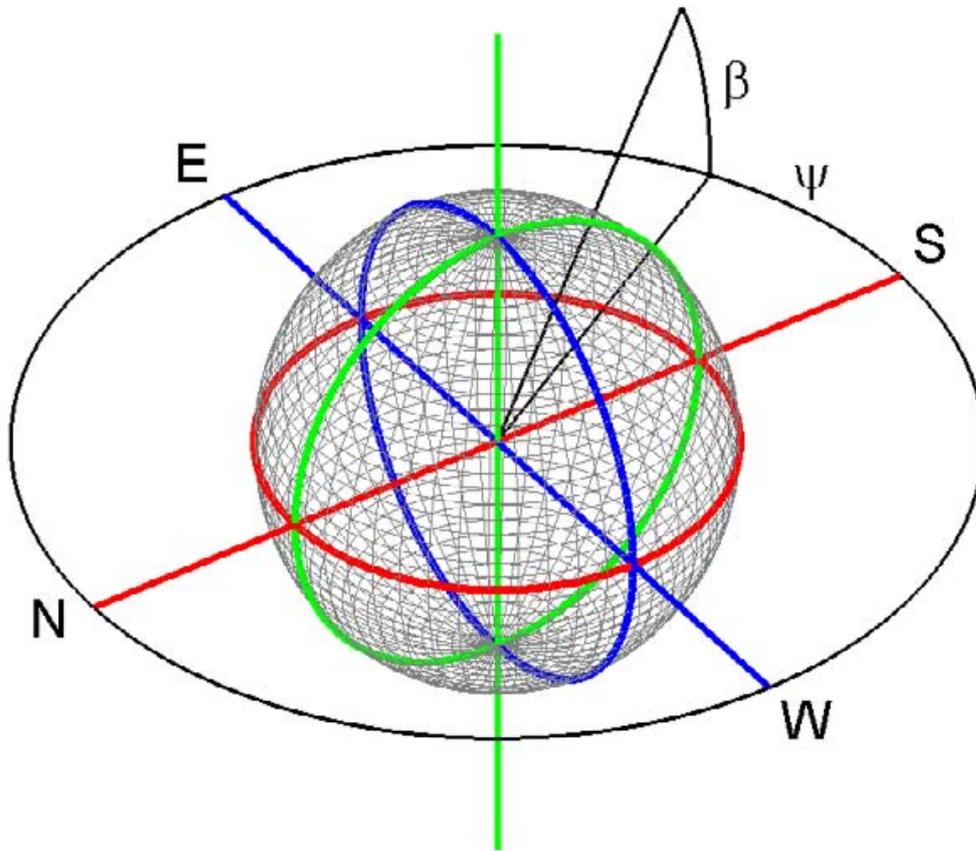


Figura 1.9: Angolo di Altezza solare e Angolo Azimutale per un ipotetico osservatore sulla superficie terrestre

Le relazioni in (.12) sono importanti anche per capire la durata del periodo di illuminazione giornaliero. Infatti se si pone nulla l'altezza solare si ottiene l'angolo orario al tramonto:

$$\omega_r = \arccos[-\operatorname{tg}(\delta) \cdot \operatorname{tg}(\lambda)] \quad \text{Eq (.13)}$$

che eguagliata alla (.10) ed insieme alla (.11) permette di ricavare la semidurata del periodo di illuminazione teorico:

$$\frac{T_{\text{sun}}}{2} = \frac{12}{\pi} \arccos \left[-\operatorname{tg} \left(2\pi \frac{23.5}{360} \cdot \sin \left[2\pi \left(\frac{n-81}{365} \right) \right] \right) \cdot \operatorname{tg}(\lambda) \right] \quad \text{Eq (.14)}$$

L'equazione (.14) è valida fino a latitudini pari a $\pm 66.5^\circ$, oltre le quali si verifica la presenza di periodi di illuminazione (e di buio) superiori alle 24 ore: ai poli si verificano 6 mesi di oscurità e 6 mesi di illuminazione diretta.

Se si dispone un piano inclinato rispetto al suolo con un angolo α , orientato verso sud con angolo azimutale ψ_p , allora si può dimostrare attraverso opportune relazioni geometriche che l'angolo θ tra la normale alla superficie ed i raggi solari diretti assume il valore (.15):

$$\cos(\theta) = \cos(\beta) \cdot \cos(\psi - \psi_p) \cdot \sin(\alpha) + \sin(\beta) \cdot \cos(\alpha) \quad \text{Eq (.15)}$$

Il *fattore angolare di flusso* ($\cos(\theta)$) deve assumere valori nulli allorquando si verifica dalla (.15) $\cos(\theta) < 0$ (che significa luce proveniente da dietro il pannello) o $\sin(\beta) < 0$ dalla (.12) (sole al di sotto della linea dell'orizzonte).

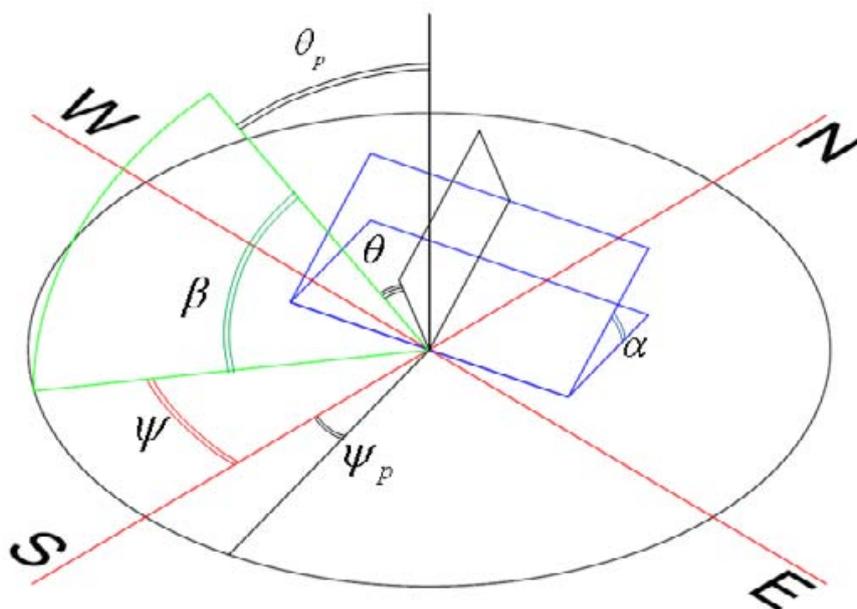


Figura 1.10 : Angolo di riferimento per una superficie con generica orientazione ed inclinazione rispetto al piano dell'osservatore

Inserendo nell'equazione precedente le espressioni presenti in (.10), (.11) e (.12) è possibile, infine, ottenere una relazione per l'angolo θ che sia funzione della sola coordinata temporale (giorno giuliano ed ora UTC del giorno). Tale angolo è molto importante, in quanto il flusso della radiazione solare diretta attraverso una superficie inclinata (o meglio la quantità di energia solare captata nell'unità di tempo da una generica superficie di estensione A [m^2]) è pari esattamente a:

$$R_{dir}^s = R_{dir} \cdot A_s \cdot \cos(\theta) = k_b \cdot R_{out} \cdot A_s \cdot \cos(\theta) \quad \text{Eq (.16)}$$

essendo R_{dir} l'irraggiamento solare diretto al suolo [W/m^2] presente in prossimità della superficie S. Sul significato del coefficiente k_b si rimanda al prossimo paragrafo. Si può evincere subito che, a parità

di area esposta e di radiazione solare diretta, diventa molto importante sia l'inclinazione della superficie che il suo orientamento rispetto al riferimento azimutale.

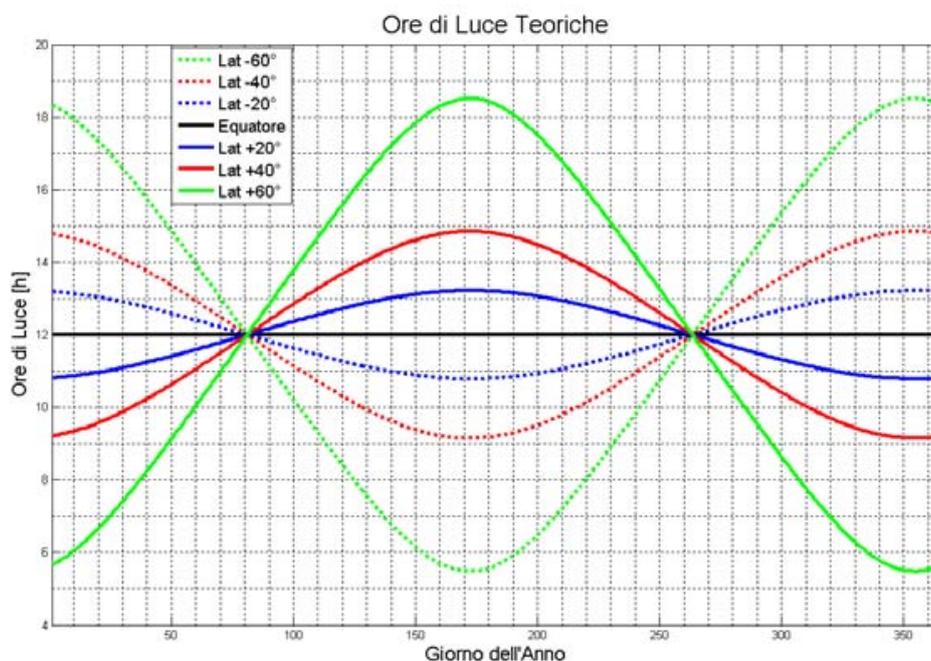


Figura 1.11 : Ore di luce diretta teoriche a differenti latitudini

Si prenda infatti una superficie alla latitudine di 42.5° Nord con azimuth nullo e differenti inclinazioni dal suolo; è possibile apprezzare l'andamento del fattore $\cos(\theta)$ alle ore 12:00 UTC nel corso dell'anno solare.

Si evidenzia un buon comportamento dell'inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale alla latitudine scelta per tutto l'anno solare; mentre nel primo ed ultimo periodo dell'anno risulta migliore il flusso con un'inclinazione di 60° rispetto all'orizzontale.

Marcato risulta il cambiamento del fattore angolare di flusso anche in funzione dell'azimuth; a parità di azimuth, invece, incide poco il fatto che la superficie sia rivolta verso est oppure ovest, in quanto il flusso è solo sfasato nel tempo (e dunque alle ore 12:00 UTC presentano valori differenti).

Attraverso le equazioni della (.12) è possibile ricostruire il *diagramma delle ombre* ovvero il diagramma che presenta in ascissa l'azimuth e in ordinata l'elevazione, in funzione della latitudine e del giorno dell'anno e dell'ora del giorno, Fig.1.15.

Tale diagramma presenta un indubbio vantaggio, ovvero quello di segnare il cammino ottico del sole per il luogo prescelto per vari periodi dell'anno; se, inoltre, si tracciano i percorsi solari al 21 dicembre e al 21 giugno si ottengono le *curve limite* all'esterno delle quali il sole non comparirà mai nel corso dell'anno. Se si riporta il profilo clinometrico del paesaggio (ovvero l'angolo visivo occupato da ogni oggetto in funzione dell'azimuth, ottenibile con un clinometro e una bussola) questo può essere sovrapposto al diagramma e valutare così la presenza o meno di ombreggiamenti, Fig.1.16.

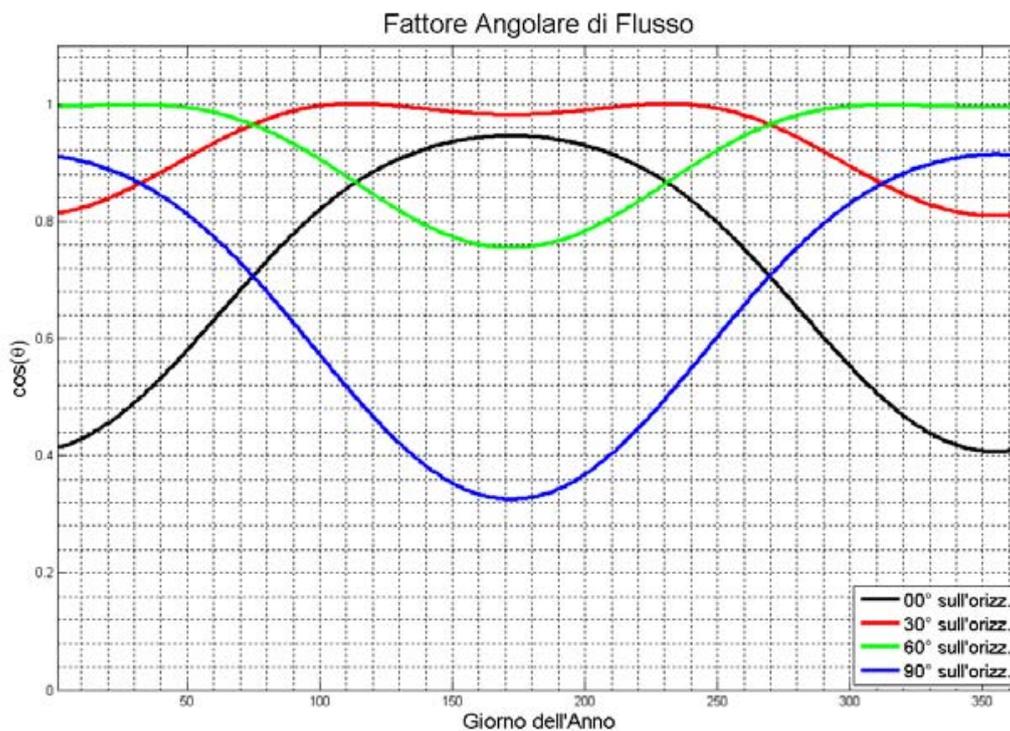


Figura 1.12 : Angolo di riferimento per una superficie con generica orientazione ed inclinazione rispetto al piano dell'osservatore. Azimuth 0° e alfa differenti

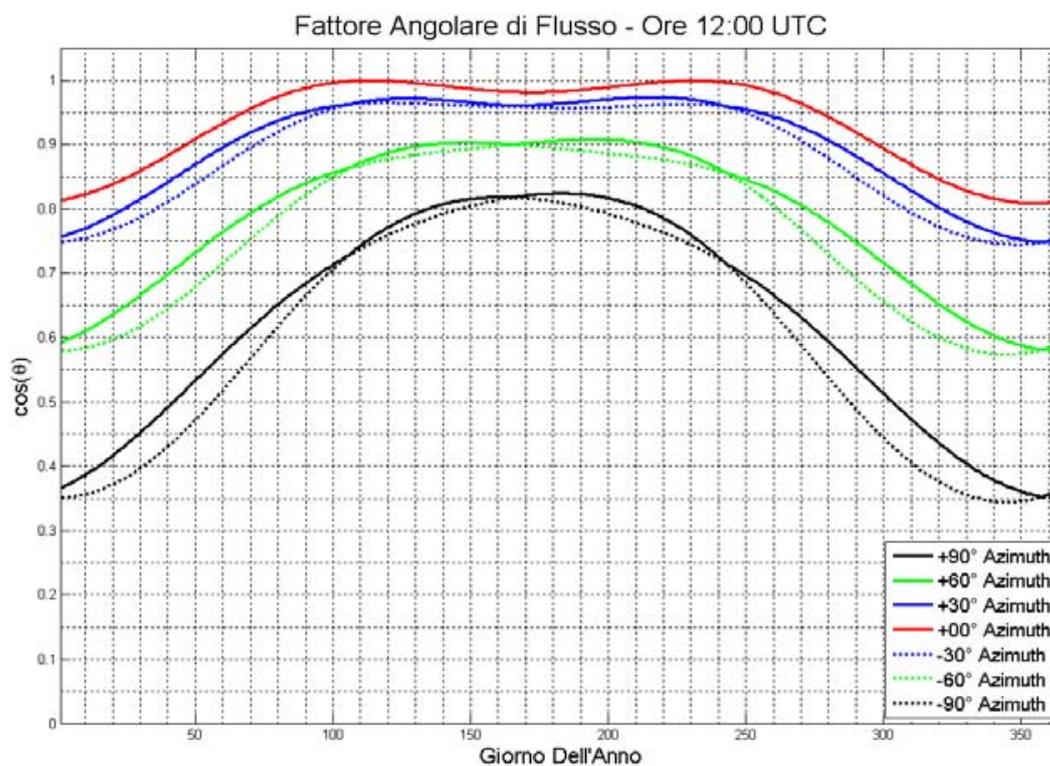


Figura 1.13 : Angolo di riferimento per una superficie con generica orientazione ed inclinazione rispetto al piano dell'osservatore. Azimuth variabile e alfa 30°

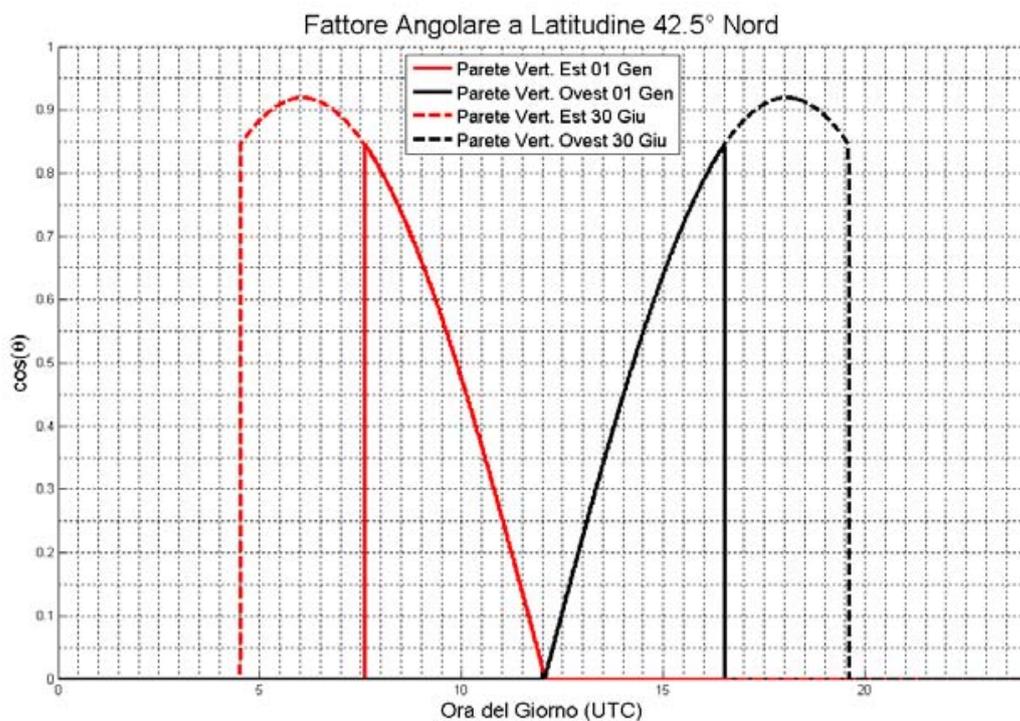


Figura 1.14 : Fattore Angolare di flusso per una stessa superficie verticale esposta ad Est e a Ovest. L'integrale delle due quantità nell'arco della giornata è identico

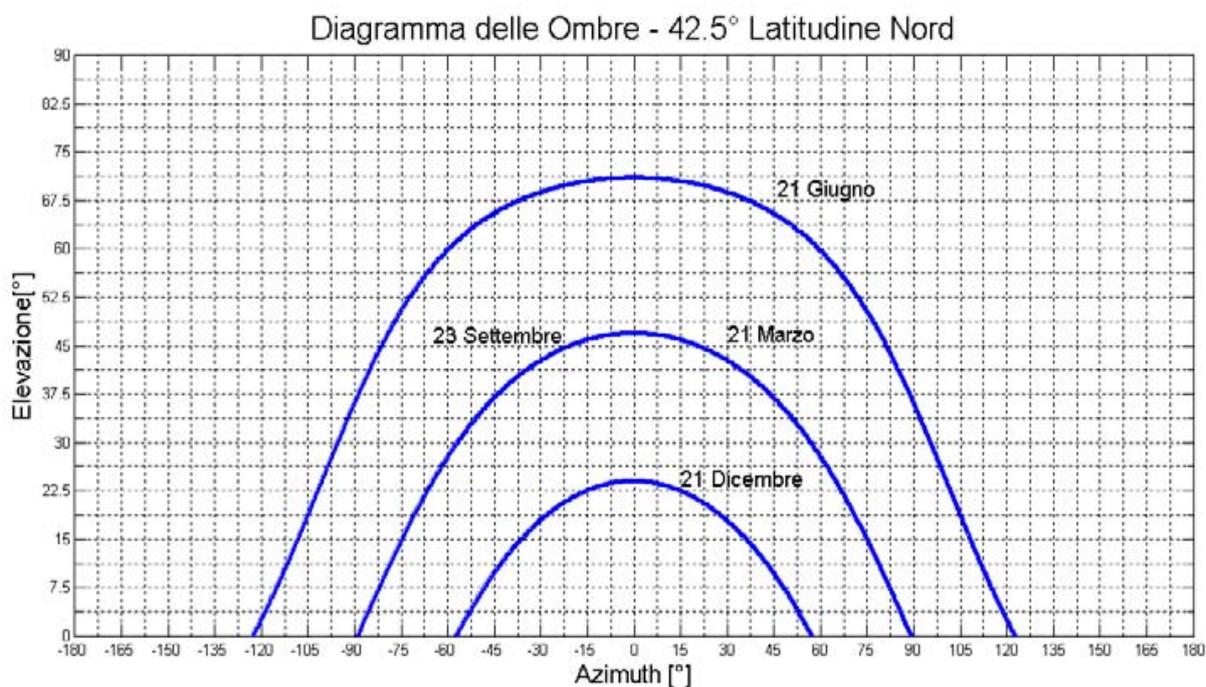


Figura 1.15 : Diagramma delle ombre costruito appositamente per la latitudine di 42.5° Nord

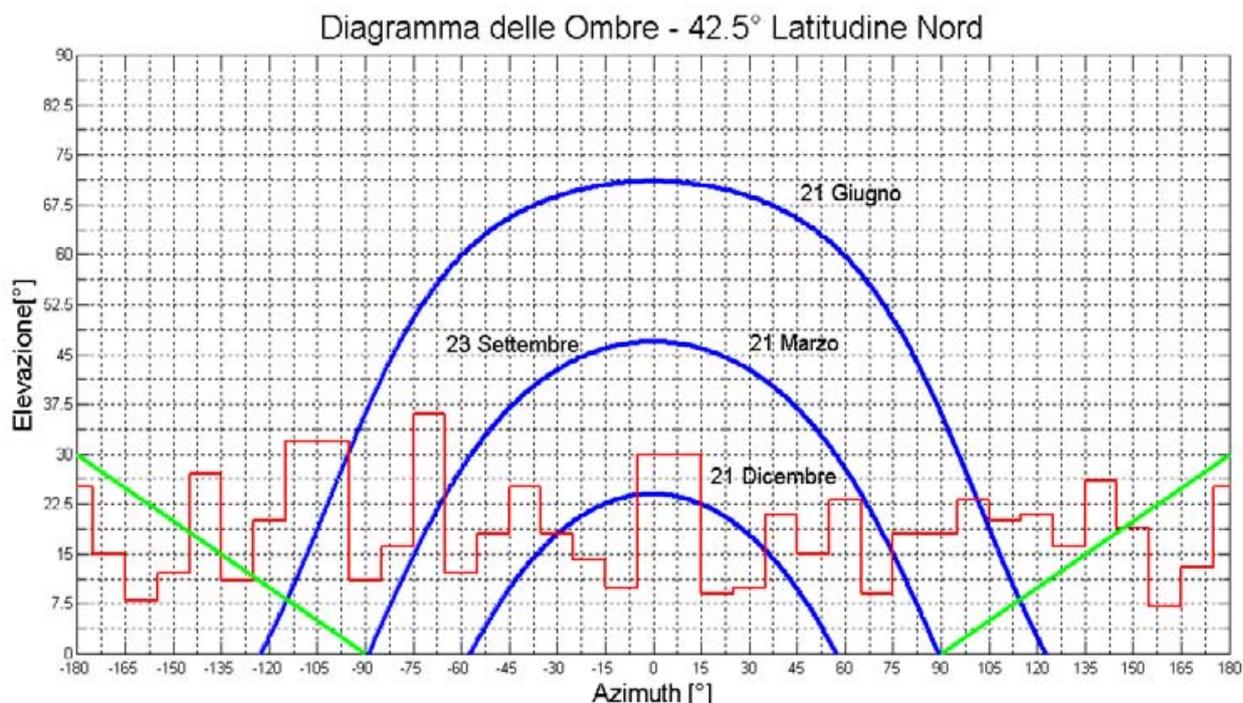


Figura 1.16 : Diagramma delle ombre costruito appositamente per la latitudine di 42.5° Nord, con profilo clinometrico ed influenza del pannello

1.5 - La radiazione diffusa e riflessa

La parte di radiazione che arriva in modo indiretto alla superficie captante deriva dallo scattering e dalla diffusione atmosferica. Tale radiazione risulta apparentemente *isotropa* e dunque non presenta una direzione preferenziale. Vi sono molteplici metodi che collegano la radiazione solare diffusa alla componente diretta o globale, molto utilizzati per ricalcolare, in assenza di riscontro diretto della copertura nuvolosa, le condizioni meteorologiche; anche se la natura della correlazione è del tutto statistica, in quanto può fornire il *valore più probabile* di componente diffusa (in funzione della diretta) non potendone restituire quello esatto, spesso tale approccio rimane l'unico percorribile, in assenza di dati meteorologici locali.

Tali metodi si basano sulla stima del coefficiente denominato *diffuse fraction*:

$$k_d = \frac{R_{diff}}{R_{glob}} = \frac{R_{diff}}{R_{dir} + R_{diff}} \quad Eq (.17)$$

con il quale è possibile calcolare in modo indiretto la porzione di radiazione diffusa, nota quella globale orizzontale che è misurabile direttamente con le strumentazioni; si ricorre inoltre anche al parametro adimensionale noto come *clearness index*:

$$k_t = \frac{R_{glob}}{R_{out}} < 1 \quad Eq (.18)$$

che rappresenta il rapporto tra la radiazione globale misurata al suolo e la radiazione extraterrestre, stimabile per esempio attraverso l'espressione (.3). Alcune volte le relazioni utilizzano anche il parametro di *diffuse coefficient* (.19) o il *beam coefficient* (.20) della radiazione diretta

$$k = \frac{R_{diff}}{R_{out}} = \frac{R_{diff}}{R_{glob}} \frac{R_{glob}}{R_{out}} = k_d \cdot k_t \quad Eq (.19)$$

$$k_b = \frac{R_{dir}}{R_{out}} = \frac{R_{glob} - R_{diff}}{R_{glob}} \cdot \frac{R_{glob}}{R_{out}} = (1 - k_d) \cdot k_t \quad Eq (.20)$$

Si ricorda che, secondo i controlli di qualità proposti dalla European Commission – Daylight I dell'anno 1993. non devono essere considerati validi i seguenti valori sperimentali:

$$k_d > 1 \quad k_t > 1.2 \quad k > 0.8 \quad k_b > 1 \quad R_{glob} < 5 \left[W / m^2 \right]$$

Tabella 1.1 : Limiti di validità imposti dalla Commissione Europea (1993)

Tramite i coefficienti è possibile stabilire delle combinazioni di parametri per cui si verificano le condizioni *cielo coperto*, *cielo parzialmente nuvoloso* e *cielo sereno*. Per esempio in [31] sono stati confrontati i valori sperimentali di *diffuse fraction* con la copertura nuvolosa espressa in ottavi ottenendo la classificazione presente nella tabella 1.2

Le relazioni tra la radiazione diffusa e quella globale assumono la l'aspetto della (.21):

$$k_d = f(k_t) \quad Eq (.21)$$

Tipologia di Cielo	Valori di riferimento di <i>Clearness Index</i>
Cielo coperto	$k_t < 0.15$
Parzialmente coperto	$k_t > 0.15 \quad k_t < 0.70$
Cielo Limpido	$k_t > 0.7$

Tabella 1.2 : Condizioni del cielo secondo Lam e Li (1996)

che spesso si presenta in forma polinomiale. Una descrizione dei più diffusi metodi ed un loro confronto può essere trovato in [26]; tra questi, la relazione più famosa è reperibile in letteratura con il nome di Liu-Jordan [33], ottenuta tramite le medie giornaliere della radiazione diffusa e totale

$$k_d = 1.39 - 4.027 \cdot k_t + 5.331 \cdot k_t^2 - 3.108 \cdot k_t^3 \quad Eq (.22)$$

la cui forma grafica è in Fig.1.17.

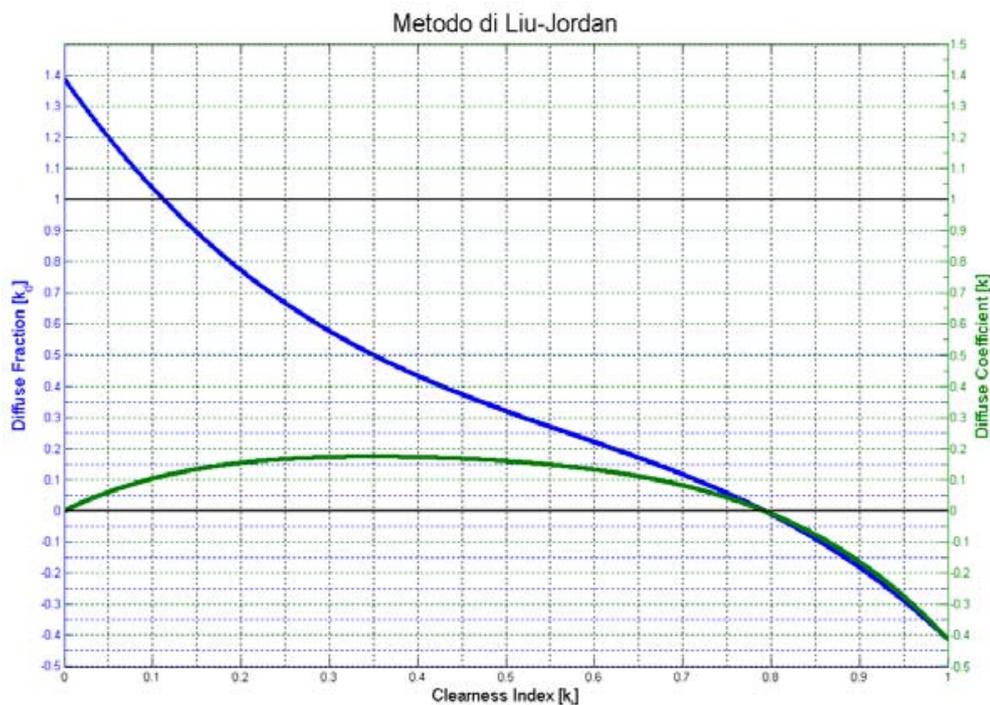


Figura 1.17 : Rappresentazione della legge di Liu-Jordan

Nella figura sono stati inseriti anche i limiti imposti dalla Commissione Europea e quello teorico di $k_d > 0$, deducendone che la (.22) ammette esistenza per valori di *clearness index* compresi tra 0.1125 e 0.7924. Il massimo della *diffuse coefficient* è circa 0.175, che avviene per k_t prossimo al valore di 0.35.

Ruth e Chant [41], utilizzando dati sperimentali canadesi, hanno dimostrato che la correlazione di Liu-Jordan ha una dipendenza dalla latitudine, limitandone la validità per i climi temperati del Nord America (dove gli studiosi avevano reperito i dati sperimentali), validità che studi successivi estenderanno anche all'Europa.

La non universalità della relazione di Liu-Jordan ha spinto, negli anni a seguire, a formulare numerose relazioni di radiazione diffusa in funzione del *clearness index* che avessero validità nei luoghi dove si avevano a disposizione differenti dati sperimentali. Tra questi lavori vale la pena citare [50], dove si è dimostrato un buon grado di correlazione tra le relazioni ricavate in una località turca con un'altra australiana, e la correlazione di Karatasou [27], ottenuta più recentemente con dati sperimentali di Atene:

$$\begin{aligned}
 k_d &= 0.9995 - 0.05 \cdot k_t - 2.4156 \cdot k_t^2 + 1.4926 \cdot k_t^3 & k_t < 0.78 \\
 k_d &= 0.20 & k_t > 0.78
 \end{aligned}
 \tag{.23}$$

Risulta molto indicativo anche il lavoro di Jacovide et al [26], dove si trova una correlazione per l'isola di Cipro in pieno Mediterraneo, ottenendo

$$k_d = 0.94 + 0.937 \cdot k_t - 5.01 \cdot k_t^2 + 3.32 \cdot k_t^3 \quad 0.1 < k_t \leq 0.8$$

$$k_d = 0.987 \quad k_t \leq 0.1$$

$$k_d = 0.177 \quad k_t > 0.8$$

Eq (.24)

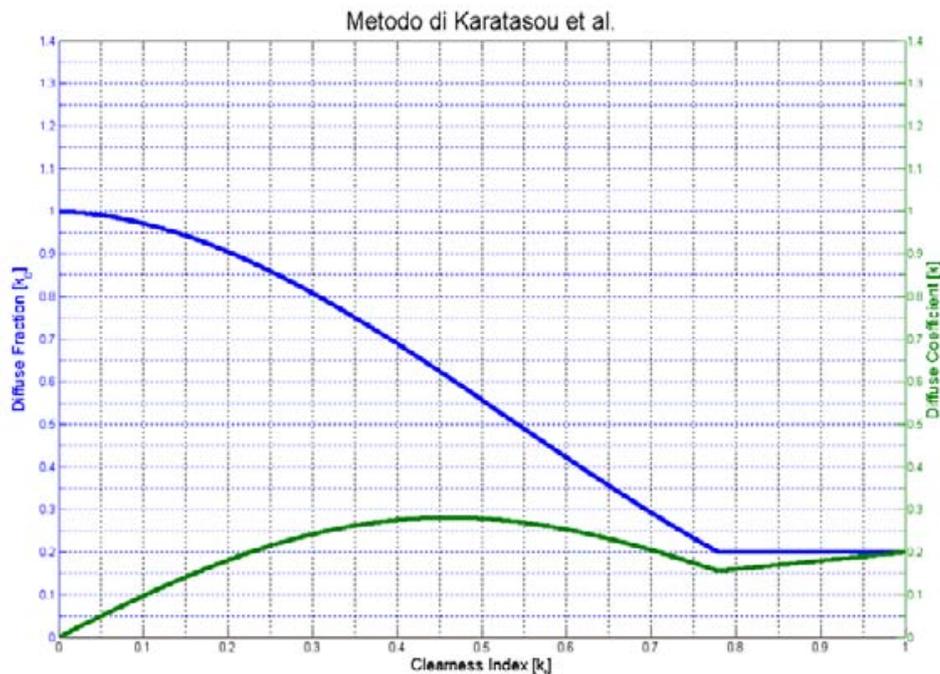


Figura 1.18 : Rappresentazione della legge di Karatasou

Per climi diversi e più simili a quello canadese si può far riferimento a Orgill e Hollands [38]:

$$k_d = 1.557 - 1.84k_t \quad 0.35 \leq k_t \leq 0.75$$

$$k_d = 1.0 - 0.249k_t \quad k_t < 0.35$$

$$k_d = 0.177 \quad k_t > 0.75$$

Eq (.25)

Per il territorio italiano esistono delle correlazioni che legano la *diffuse fraction* alla *clearness index* fornite dalla norma UNI 8477 e presente nella (.26):

$$k_d = 0.881 - 0.972 \cdot k_t$$

Eq (.26)

oppure una più recente correlazione (*ENEA-SOLTERM*) stabilita per l'Italia a seguito della campagna di misure ENEA effettuate nel quinquennio 1994-1999:

$$k_d = 0.919 - 0.9453 \cdot k_t$$

Eq (.27)

che si avvicina molto alla *correlazione di Iqbal* [24]:

$$k_d = 0.958 - 0.982 \cdot k_t$$

Eq (.28)

La tendenza presente nelle ultime pubblicazioni internazionali è quella di ricavare una correlazione polinomiale che sia valida in un range di *clearness index* delimitato e non corrispondente agli estremi, dove invece si preferisce utilizzare relazioni costanti per la *diffuse fraction*. Inoltre si preferisce ottenere almeno due curve limite, una valida per la stagione “umida” (Novembre-Marzo) ed una per la stagione “secca” (Aprile-Ottobre) che sono più appropriate per il relativo periodo; a tali curve si aggiunge poi quella media annua. Andamenti di questo tipo dimostrano che il termine k_d è

determinato, per bassi ed alti valori di k_t , più dai rilievi della stagione fredda/umida che non da quelli della stagione secca/calda: quindi la radiazione diffusa invernale è sensibilmente maggiore (in termini percentuali) di quella estiva. Generalmente le correlazioni sulla radiazione diffusa presentano un R^2 più elevato nella stagione estiva che non in quella invernale, dove la dispersione dei dati risulta maggiore.

Per valutare il flusso di energia da radiazione diffusa attraverso una superficie S inclinata rispetto all'orizzontale con angolo α si può far riferimento a [32], dove attraverso integrazione su superficie emisferica si può dimostrare che tale contributo energetico è pari a:

$$R_{diff}^S = R_{diff} A_s \cdot \left[\frac{1 + \cos(\alpha)}{2} \right] = k_d R_{glob} A_s \cdot \left[\frac{1 + \cos(\alpha)}{2} \right] = k R_{out} A_s \cdot \left[\frac{1 + \cos(\alpha)}{2} \right] \quad [W] \quad Eq (.29)$$

Per valutare la porzione di energia solare riflessa dal suolo che attraversa la medesima superficie si può invece utilizzare la relazione:

$$R_{rifl}^S = \rho \cdot R_{glob} \cdot A_s \cdot \left[\frac{1 - \cos(\alpha)}{2} \right] = \rho \cdot k_t \cdot R_{out} \cdot A_s \cdot \left[\frac{1 - \cos(\alpha)}{2} \right] \quad [W] \quad Eq (.30)$$

dove il parametro ρ identifica il *coefficiente di riflessione medio* del terreno (meglio noto come *albedo*); tale coefficiente dipende dall'uso del suolo e dalla composizione variegata degli oggetti presenti su di esso. Il coefficiente di albedo varia con il tempo e si trovano in letteratura dei valori medi [22] che sono stati riportati in tabella 1.3.

Superficie	Albedo
<i>Neve (caduta di fresco con film di ghiaccio)</i>	<i>0.75</i>
<i>Superfici d'acqua (con elevati angoli di incidenza)</i>	<i>0.70</i>
<i>Pareti di edifici chiare (mattoni chiari)</i>	<i>0.60</i>
<i>Foglie secche</i>	<i>0.30</i>
<i>Pareti di edifici scure(mattoni scuri)</i>	<i>0.27</i>
<i>Foresta in autunno</i>	<i>0.26</i>
<i>Erba verde</i>	<i>0.26</i>
<i>Cemento</i>	<i>0.22</i>
<i>Erba secca</i>	<i>0.20</i>
<i>Superfici di rocce non omogee</i>	<i>0.20</i>
<i>Terreni argillosi</i>	<i>0.14</i>
<i>Superfici di bitume e ghiaia</i>	<i>0.13</i>
<i>Foresta in inverno</i>	<i>0.07</i>
<i>Strade Bianche</i>	<i>0.04</i>

Tabella 1.3 : Comuni valori di albedo

1.6 - L'attenuazione atmosferica: la RTE (*Radiative Transfer Equation*)

Dalle considerazioni effettuate in precedenza sullo spettro solare si è visto che questo viene alterato principalmente dall'*assorbimento* effettuato dalle specie chimiche come l'ossigeno, l'anidride carbonica ed il vapor acqueo, ed in parte anche dallo *scattering*. Quest'ultimo contribuisce più a rendere *isotropa* la radiazione piuttosto che modificare lo spettro, ma comunque agisce con modalità diverse a seconda della lunghezza d'onda attraverso meccanismi selettivi.

Il problema dell'attenuazione atmosferica è stato trattato in maniera approfondita anche dal punto di vista analitico, ottenendo come risultato dei modelli fisici che emulassero l'assorbimento e lo scattering atmosferici. Prima di procedere oltre, si deve premettere che dal punto di vista meteorologico le radiazioni vengono divise in due grandi famiglie: le *radiazioni ad onda corta (Shortwave)* e le *radiazioni ad onda lunga (Longwave)*. Queste non coincidono con la definizione comunemente accettata in fisica, ma si distinguono semplicemente per la loro provenienza.

Generalmente, infatti, al suolo esistono due tipologie di radiazioni: quella "solare" (di giorno) che risulta entrante e quella "terrestre" (sia di giorno che di notte) emessa dal pianeta terra (dal suolo e dalla sua atmosfera) verso l'universo, che risulta uscente. Considerando la legge di Wien si ottiene che il picco della radiazione solare è a circa $0.5 \mu\text{m}$, con estremi spettrali pari a $0.1 \mu\text{m}$ e $3.5 \mu\text{m}$. Con la stessa legge si ottiene che il picco della radiazione terrestre è a circa $9.5 \mu\text{m}$, con range spettrale utile compreso tra circa $4 \mu\text{m}$ e $100 \mu\text{m}$ [47]. Si notano perciò due famiglie di spettri non sovrapposti e che possono essere trattati separatamente; verranno definiti *ShortWave Radiation (SW)* le radiazioni provenienti dal sole e *LongWave Radiation (LW)* quelle di natura infrarossa più propriamente terrestre.

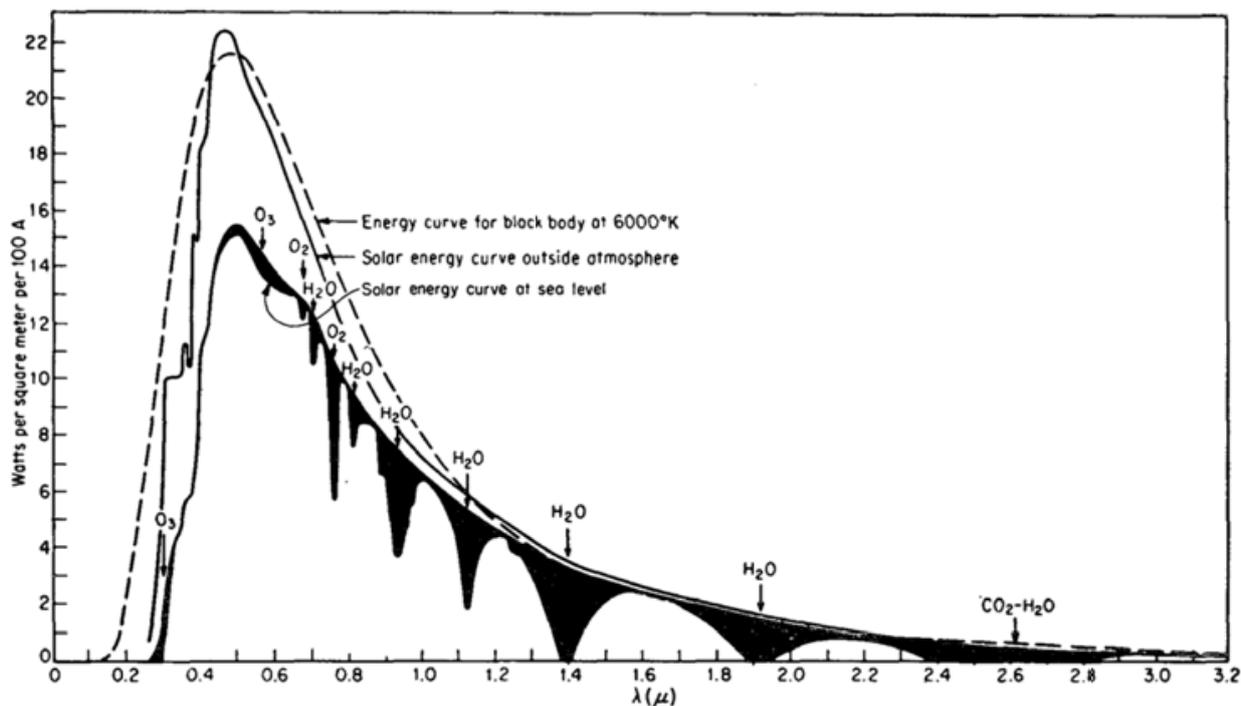


Figura 1.19 : Problema dell'assorbimento; curva di energia spettrale al livello del mare fornita da Pettit (1951)

Per ciò che concerne la radiazione SW si è cercato di trattare l'assorbimento delle differenti specie chimiche dell'atmosfera in maniera analitica, individuando un modello comune per studiarne le proprietà di assorbimento.

L'assorbimento atmosferico, che è la principale causa di attenuazione dell'energia solare, non avviene in maniera uniforme in funzione della lunghezza d'onda, in quanto si è riscontrato che l'assorbimento avviene per interazione tra la lunghezza d'onda e la particella molecolare: le dimensioni molecolari perciò fungono in un qualche modo da filtro, che si ripropone a ben precise lunghezze d'onda. Il fenomeno di assorbimento inoltre è *probabilistico* in quanto avviene nel momento in cui un fotone incontra la particella molecolare: sotto quest'ottica le probabilità di collisione tra il fotone e la tipologia di molecola aumenta con l'aumentare della *concentrazione* della specie chimica a parità di volume, nonché aumenta all'aumentare del *cammino ottico* percorso dal fotone a parità di concentrazione. L'assorbimento inoltre sarà più probabile quanto maggiore sarà il *raggio di azione* sul quale la molecola riesce ad interagire a livello energetico.

Tutti questi concetti vengono riassunti con il parametro di *coefficiente di estinzione del gas* $\sigma_{a,q}$ della specie chimica q e che risulta in genere una funzione della lunghezza d'onda λ e della temperatura del gas T :

$$\sigma_{a,q}(\lambda, T) = N_q \cdot b_{s,q}(\lambda, T) \quad \text{Eq (.31)}$$

con

$$\sigma_{a,q}(\lambda, T) \quad \text{Coefficiente di estinzione di assorbimento della specie chimica } q \left[\text{cm}^{-1} \right]$$

N_q Concentrazione della specie chimica q [*molecole / cm³*]

$b_{a,q}$ Cross section effettiva di assorbimento della specie chimica q [*cm²*]

La cross section è una misura della sezione effettiva di interazione elettromagnetica tra due corpi; assumendo rilevante il solo assorbimento e trascurando lo scattering la riduzione dell'intensità di radiazione alla lunghezza d'onda λ a causa di una specie chimica q uniformemente concentrata in un tratto dx sarà:

$$\frac{dI(\lambda)}{dx} = -\sigma_{a,q}(\lambda, T) \cdot I(\lambda) = -N_q \cdot b_{a,q}(\lambda, T) \cdot I(\lambda) \quad \text{Eq (.32)}$$

ottenendo per integrazione:

$$I(\lambda)|_x = I(\lambda)|_{x_0} \cdot \exp[-\sigma_{a,q}(\lambda, T)(x - x_0)] \quad \text{Eq (.33)}$$

Una tabella con differenti valori di cross section, in funzione della temperatura può essere trovata in [13] per molteplici specie chimiche.

Il fenomeno di scattering, tecnicamente definito *Rayleigh scattering*, avviene principalmente per effetto dell'azoto e dell'anidride carbonica ed è la causa del colore azzurro assunto dal cielo, oltre che dell'alterazione della percezione del colore di oggetti (scuri e chiari) posti a grande distanza dall'osservatore.

Il fenomeno di scattering avviene allorquando si verifica la condizione:

$$\frac{2\pi r}{\lambda} \ll 1 \quad \text{Eq (.34)}$$

con r raggio della molecola del gas della specie chimica. Anche in questo caso si definisce un *coefficiente di estinzione* relativo allo scattering per cui:

$$\sigma_{s,q}(\lambda, T) = N_q \cdot b_{s,q}(\lambda, T) \quad \text{Eq (.35)}$$

$\sigma_{s,q}(\lambda, T)$ Coefficiente di estinzione di scattering della specie chimica q [*cm⁻¹*]

N_q Concentrazione della specie chimica q [*molecole / cm³*]

$b_{a,q}$ Cross section effettiva di scattering della specie chimica q [*cm²*]

Noti i parametri è possibile valutare in modo analogo alla (.32) la perdita di intensità di radiazione a causa dello scattering. Per maggiori approfondimenti in merito al calcolo della cross section di scattering si faccia riferimento a [25].

Grazie alla (.35) e alla (.31) è possibile definire *il coefficiente di estinzione spettrale dell'atmosfera* come:

$$\sigma(\lambda) = \sum_{q=1}^n [\sigma_{a,q}(\lambda) + \sigma_{s,q}(\lambda)] \quad \text{Eq (.36)}$$

con q pedice che identifica le differenti specie chimiche, comprese gli aerosol e le particelle delle nuvole. Il coefficiente presente in (.36) tiene conto perciò automaticamente delle differenti concentrazioni delle specie chimiche nello spazio, nonché dei differenti valori di temperatura assunti dal gas; rimane pur sempre un parametro *locale*, per quanto comprensivo dei singoli contributi delle specie chimiche.

Tale deficienza viene superata con il concetto di *profondità ottica incrementale spettrale* (.37):

$$d\tau(\lambda, z) = -\sigma(\lambda) \cdot dz \quad \text{Eq (.37)}$$

che viene definita con il segno negativo in quanto generalmente il coefficiente di estinzione diminuisce con la quota. Se si vuole conoscere perciò la profondità ottica ad una certa quota per una determinata lunghezza d'onda si otterrà:

$$\tau(\lambda)|_z = -\int_z^\infty \sigma(\lambda) \cdot dz' = \int_\infty^{S_b} \sigma(\lambda) \cdot \mu_s \cdot dS'_b \quad \text{Eq (.38)}$$

con

μ_s Coseno dell'angolo di zenith

$b_{a,q}$ Cammino ottico del raggio solare dal suolo alla quota z [m].

Il parametro di *cammino ottico* quantifica in modo complessivo lo scattering atmosferico, nonché l'assorbimento relativo alla lunghezza d'onda.

Ciò premesso è possibile scrivere l'equazione per il trasferimento di energia sotto forma di radiazione nell'atmosfera terrestre, meglio noto come *RTM (Radiative Transfer Equation)*, tenendo conto dei diversi contributi: scattering della radiazione lungo e fuori dal raggio, assorbimento lungo il raggio e processi di scattering della radiazione diffusa (*scattering multiplo*) e della radiazione diretta (*scattering singolo*); a questi si somma l'emissione di infrarosso all'interno del raggio (da parte dell'atmosfera):

$$dI(\lambda) = -dI_{s,o}(\lambda) - dI_{a,o}(\lambda) + dI_{s,i}(\lambda) + dI_{S,i}(\lambda) + dI_{e,i}(\lambda) \quad \text{Eq (.39)}$$

$dI_{s,o}(\lambda)$ Contributo di scattering che fuoriesce dal beam [W / m²]

$dI_{a,o}(\lambda)$ Contributo di assorbimento del beam [W / m²]

$dI_{s,i}(\lambda)$ Contributo di scattering singolo che incrementa il beam [W / m²]

$dI_{S,i}(\lambda)$ Contributo di scattering multiplo che incrementa il beam [W / m²]

$dI_{e,i}(\lambda)$ Contributo emissivo nell'infrarosso [W / m²]

Le espressioni analitiche dei singoli termini, la cui esposizione esula questa trattazione, possono essere trovate in [25]. Una volta valutati i singoli contributi questi possono essere raggruppati in tre grandi categorie, portando alla forma definitiva della *RTM*:

$$\mu \frac{dI(\lambda, \mu, \chi)}{d\tau(\lambda)} = I(\lambda, \mu, \chi) - J_{diff}(\lambda, \mu, \chi) - J_{dir}(\lambda, \mu, \chi) - J_{emis}(\lambda, \mu, \chi) \quad Eq (.40)$$

dove:

μ	Coseno dell'angolo zenitale
τ	Profondità ottica spettrale
$I(\lambda, \mu, \chi)$	Intensità di radiazione in funzione della lunghezza d'onda, dell'inclinazione zenitale e dell'angolo solido ricoperto
$J_{diff}(\lambda, \mu, \chi)$	Perdita totale di intensità di radiazione per diffusione
$J_{dir}(\lambda, \mu, \chi)$	Perdita totale di intensità di radiazione per assorbimento
$J_{emis}(\lambda, \mu, \chi)$	Variazione di intensità di radiazione per emissione

Tale equazione viene risolta numericamente nella totalità dei casi e per via analitica solo con ipotesi semplificative.

1.7 - La radiazione totale su superficie inclinata: l'energia captata

Ricordando l'espressione (.2) è possibile valutare la radiazione totale che raggiunge la superficie S tramite la (.16), (.29) e (.30), ottenendo:

$$R_{tot}^S = R_{out} \cdot A_s \cdot \left[k_b \cdot \cos(\theta) + k \cdot \frac{1 + \cos(\alpha)}{2} + k_t \cdot \rho \cdot \frac{1 - \cos(\alpha)}{2} \right] \quad Eq (.41)$$

che attraverso la (.19) e la (.20) può essere trasformata nella forma più completa

$$R_{tot}^S = R_{out} \cdot A_s \cdot k_t \cdot \left[(1 - k_d) \cdot \cos(\theta) + k_d \cdot \frac{1 + \cos(\alpha)}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos(\alpha)}{2} \right] \quad Eq (.42)$$

Scelti i parametri geografici e geometrici (latitudine, longitudine, inclinazione dal suolo, angolo di azimuth e albedo) è possibile valutare, per ogni istante della giornata nel corso dell'anno, la radiazione che incide sulla superficie, a meno di conoscere la coppia di valori k_d k_t , ovvero le uniche variabili che non sono determinabili analiticamente; è stato però messo in evidenza che esistono in letteratura molteplici correlazioni che legano una variabile all'altra, riducendo, di fatto, i gradi di libertà della correlazione ad uno solo. Ciò non toglie che almeno un parametro debba essere misurato sperimentalmente e spesso si fa dunque ricorso a *misure di radiazione globale* su piano orizzontale attraverso sensori inseriti nel luogo di interesse, da cui si ricava il *clearness index* in base all'ora, alla posizione sul globo e al giorno dell'anno.

L'energia captata dalla superficie S in un determinato intervallo di tempo non è altro che l'integrale della (.42) con estremi di integrazione gli istanti di interesse (ζ variabile temporale di comodo):

$$E_{t_i}^{t_f} = \int_{t_i}^{t_f} \{R_{tot}^S \cdot d\zeta\} = A_s \int_{t_i}^{t_f} \{R_{out}(\zeta) \cdot k_t(\lambda, \phi, \zeta) \cdot F(\lambda, \phi, \alpha, \psi, \psi_s, \rho, \zeta) d\zeta\} \quad [J] \quad Eq (.43)$$

$$F = \left[(1 - k_d) \cdot \cos(\theta) + k_d \cdot \frac{1 + \cos(\alpha)}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos(\alpha)}{2} \right]$$

Fissate la latitudine e la longitudine, tutte le altre variabili possono generalmente essere funzione del parametro temporale ζ . L'integrale inoltre può essere diviso nella somma dei tre singoli contributi, ovvero di radiazione diretta, diffusa e riflessa; se si effettuasse un'analisi in frequenza dei differenti segnali temporali si potrebbero evidenziare due componenti di frequenza ben riconoscibili: quella annuale, il cui contributo compare in modo predominante nel termine $R_{out}(\zeta)$ (ed in misura minore nell'equazione del tempo) e quella giornaliera, ben riconoscibile nel termine $\cos(\theta)$. A queste due si aggiungono delle "componenti di disturbo" associate alle variabilità dei parametri k_d e k_t , che possono subire oscillazioni sia all'interno del giorno sia nel corso di più giorni: comunque sia generalmente il contributo di tali termini avviene a frequenze di molto più alte di quella annuale. E' possibile perciò dividere idealmente i contributi ad alta frequenza (giornalieri) da quelli a bassa frequenza (annuali) e considerare i secondi costanti al variare dei primi. Grazie a questo approccio, ritenendo opportuno scegliere un filtro temporale pari a 24 ore, si possono ricavare delle formule per l'energia accumulabile giornalmente. Per prima cosa è possibile valutare l'energia diretta idealmente disponibile al suolo (piano orizzontale) nell'arco delle 24 ore (UTC) come:

$$H_0(n) \Big|_0^{24} = \int_0^{24} \left[\overline{R_{out}} \cdot e(\zeta) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) d\zeta \right] \approx \overline{R_{out}} \cdot e(n) \cdot \int_{-\omega_s}^{\omega_s} \left[\sin(\beta) \cdot d\left(\frac{24}{2\pi}\omega\right) \right] =$$

$$= \overline{R_{out}} \cdot e(n) \cdot \frac{24}{2\pi} \int_{-\omega_r}^{\omega_r} \left[\cos(\phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) + \sin(\phi) \cdot \sin(\delta) \right] \cdot d\omega = \quad Eq (.44)$$

$$= \overline{R_{out}} \cdot e(n) \cdot \frac{24}{\pi} \cdot \left[\cos(\phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_r) + \omega_r \cdot \sin(\phi) \cdot \sin(\delta) \right] \quad [Wh/m^2]$$

essendo la funzione di declinazione e di radiazione extraatmosferica a frequenza molto più bassa degli altri contributi. Trascurando l'effetto dell'atmosfera, l'energia incidente nell'arco delle 24 ore su una superficie genericamente inclinata si può ottenere in maniera analoga alla (.44), utilizzando però l'angolo θ ; abbinando la (.15) alle espressioni in (.12) e rivolgendo la superficie a sud ($\psi_p = 0$) si ottiene:

$$\cos(\theta) = \sin(\delta) \cdot \sin(\lambda - \alpha) + \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) \cdot \cos(\lambda - \alpha) \quad Eq (.45)$$

per cui si ha:

$$H_\alpha(n) \Big|_0^{24} = \overline{R_{out}} \cdot e(n) \cdot \frac{24}{\pi} \cdot \left[\cos(\lambda - \alpha) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_r) + \omega_r \cdot \sin(\lambda - \alpha) \cdot \sin(\delta) \right] \quad [Wh/m^2] \quad Eq (.46)$$

dove:

$$\omega_r = \min \left[\omega_r; \cos^{-1} \left(-\tan(\lambda - \alpha) \cdot \tan(\delta) \right) \right] \quad Eq (.47)$$

In questo modo è possibile ricavare per ogni giorno l'energia disponibile su una superficie con standard di spettro AM0 al variare dell'inclinazione della stessa.

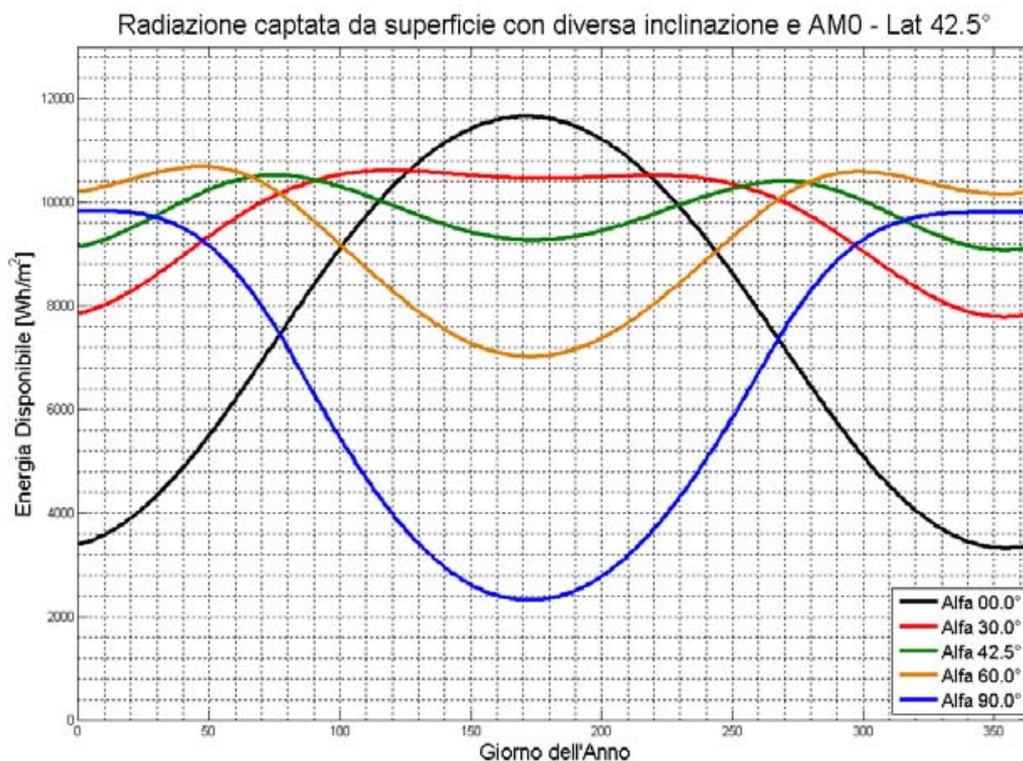


Figura 1.20 : Radiazione captata da una superficie con differenti inclinazioni ed AM0 alla latitudine di 42.5° Nord

Se invece si volesse considerare il contributo di dispersione energetica dovuto alla presenza dell'atmosfera si dovrebbe far ricorso alla (.43), che richiede però la conoscenza, istante per istante, dei valori del *diffuse coefficient* e del *clearness index*. Un'ipotesi semplificativa del tutto lecita consiste nel considerare *costanti* all'interno dei periodi di un giorno i parametri sopraelevanti (prendendo di conseguenza i loro valori medi giornalieri); sotto quest'ipotesi integrando la (.43) nell'arco delle 24 ore le funzioni k_i ed F presenti nella medesima equazione risultano costanti, e dunque il problema può essere risolto con lo stesso stratagemma impiegato nella (.44). Tale metodo deve essere applicato per ogni giorno dell'anno al fine di poter valutare la radiazione annua captata dalla superficie.

1.8 - Un approccio alternativo: il codice di mesoscala MM5

Date le premesse, per calcolare la radiazione su un territorio vasto come quello abruzzese in assenza di dati sperimentali di copertura nuvolosa, è stato necessario condurre una simulazione meteorologica.

Tra i vari modelli di mesoscala del tipo *dynamical-nestig method* presenti in campo scientifico, la scelta è stata rivolta al *PSU/NCAR Mesoscale Model Fifth Generation (MM5)*, nato dalla collaborazione tra la Penn State University e l'ente americano National Center for Atmospheric Research.

La sua versione attuale è la 3.7.4, e trae origine dal modello originale di Anthes e Warner [2] che trova applicazione in [1]; originariamente il modello era solo di tipo idrostatico mentre oggi si presenta come un codice completo in grado di risolvere le equazioni della conservazione della quantità di moto nelle tre direzioni, della conservazione dell'energia ed adotta una equazione di tendenza sulla pressione di perturbazione (modello prognostico sulla pressione).

Il modello utilizza inoltre un sistema di coordinate di tipo σ -pressure, basato sulla pressione di riferimento di tipo idrostatica [25] e utilizza schemi numerici alle differenze finite. La griglia utilizzata è di tipo regolare su un sistema di proiezione geografico e dunque adotta dei *map factor* (fattori di correzione di mappa) e termini inerziali relativi alla curvatura della terra. Il complesso modello numerico affida la soluzione del comportamento atmosferico a 5 gruppi di schemi fondamentali, interdipendenti e comunicanti tra loro che sono:

1. *Schemi di Radiazione Solare*: rappresenta il motore energetico planetario. La radiazione che giunge al suolo è funzione dell'istante di tempo, della posizione sulla terra e del grado di copertura nuvolosa presente all'istante simulato
2. *Schemi di Nubi*: esistono degli schemi fisici preposti che simulano la presenza delle nubi in atmosfera, a seconda della risoluzione del dominio di simulazione
3. *Schemi di Microfisica*: gestiscono tutti i processi di passaggio di fase, che sono importanti nel bilancio energetico complessivo
4. *Schemi di Superficie*: permettono di valutare l'andamento della temperatura superficiale nel tempo
5. *Schemi di PBL*: sono quelli preposti a stimare l'evoluzione del Planetary Boundary Layer e le tendenze dei parametri in esso contenuti

Le informazioni che giungono da tali schemi diventano poi fondamentali per risolvere le equazioni utilizzate nel bilancio complessivo, che sono:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{m}{\rho} \left(\frac{\partial p'}{\partial x} - \frac{\sigma}{p^*} \frac{\partial p'}{\partial x} \frac{\partial p'}{\partial \sigma} \right) = -(\mathbf{V} \cdot \nabla)u + v \left(f + u \frac{\partial m}{\partial y} - v \frac{\partial m}{\partial x} \right) - ew \cos \alpha - \frac{uw}{r_{earth}} + D_u \quad Eq (.48)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{m}{\rho} \left(\frac{\partial p'}{\partial x} - \frac{\sigma}{p^*} \frac{\partial p'}{\partial y} \frac{\partial p'}{\partial \sigma} \right) = -(\mathbf{V} \cdot \nabla)v - u \left(f + u \frac{\partial m}{\partial y} - v \frac{\partial m}{\partial x} \right) - ew \sin \alpha - \frac{vw}{r_{earth}} + D_v \quad Eq (.49)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} - \frac{\rho_0}{\rho} \frac{g}{p^*} \frac{\partial p'}{\partial \sigma} + \frac{g}{\gamma} \frac{p'}{p} = -(\mathbf{V} \cdot \nabla)w + g \frac{p_0}{p} \frac{T'}{T_0} - \frac{gR_d}{c_p} \frac{p'}{p} + e(u \cos \alpha - v \sin \alpha) + \frac{u^2 + v^2}{r_{earth}} + D_w \quad Eq (.50)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -(\mathbf{V} \cdot \nabla)T + \frac{1}{\rho c_p} \left[\frac{\partial p'}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) p' - \rho_0 g w \right] + \frac{1}{c_p} \frac{DQ}{Dt} + \frac{T_0}{\theta_0} D_\theta \quad Eq (.51)$$

$$\frac{\partial p'}{\partial t} - \rho_0 g w + \gamma p (\nabla \cdot \mathbf{V}) = -(\mathbf{V} \cdot \nabla) p' + \left(\frac{1}{c_p} \frac{DQ}{Dt} + \frac{T_0}{\theta_0} D_\theta \right) \quad \text{Eq (.52)}$$

dove per il termine avvevativo generico è:

$$(\mathbf{V} \cdot \nabla) A \equiv mu \frac{\partial A}{\partial x} + mv \frac{\partial A}{\partial y} + \dot{\sigma} \frac{\partial A}{\partial \sigma} \quad \text{Eq (.53)}$$

essendo per il cambio di coordinate:

$$\dot{\sigma} = -\frac{\rho_0 g}{p^*} w - \frac{m\sigma}{p^*} \frac{\partial p^*}{\partial x} u - \frac{m\sigma}{p^*} \frac{\partial p^*}{\partial y} v \quad \text{Eq (.54)}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{V} = m^2 \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u}{m} \right) - \frac{m\sigma}{p^*} \frac{\partial p^*}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial \sigma} + m^2 \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{v}{m} \right) - \frac{m\sigma}{p^*} \frac{\partial p^*}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial \sigma} - \frac{\rho_0 g}{p^*} \frac{\partial w}{\partial \sigma} \quad \text{Eq (.55)}$$

e la coordinata verticale è:

$$\sigma = \frac{(p_0(z) - p_{top})}{(p_{bottom} - p_{top})} \quad \text{Eq (.56)}$$

con

u, v, w	Componenti di velocità nel piano cartesiano
σ	Coordinata verticale adimensionale, che varia da 0 a 1 nel dominio
p^*	Differenza di pressione al suolo tra il <i>bottom</i> ed il <i>top</i> del dominio
$\rho, p, T, \rho_0, p_0, T_0$	Densità, pressione e temperatura. Il pedice zero identifica lo stato non perturbato.
λ, α	Latitudine e differenza di longitudine dalla long. centrale $\alpha = \phi - \phi_c$
m, f, g, r_{earth}^{-1}	Fattore di mappa, fattore di Coriolis, accelerazione gravitazionale e curvatura della terra
e	Componente della forza di Coriolis $e = 2\Omega \cos \lambda$
c_p, c_v, R_d	Calore spec. per l'aria secca a pressione e volume costanti; costante della miscela aria secca
γ	Rapporto tra il calore specifico a pressione costate e quello a volume costante
D	Termini diffusivi "forzanti" o "slow"
D_θ	Contributo diabatico all'equazione prognostica della pressione (trascurato)

Per maggiori informazioni riguardo il modello si faccia riferimento a [18] . L'ultimo termine della (.52) non viene inserito nell'equazione, evitando di effettuare il processi di *diabatic forcing*, ovvero l'interazione tra processi non-adiabatici e variazione di pressione nel tempo. La turbolenza viene simulata attraverso un processo diffusivo aggiuntivo, dove il termine diffusivo del generico scalare a è del tipo:

$$D(a) = K_h \cdot (\Delta s)^2 \cdot \left(\frac{\partial^4 a}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 a}{\partial y^4} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_v \cdot \frac{\partial a}{\partial z} \right) + (PBL \text{ tendencies}) \quad Eq (.57)$$

essendo:

K_h, K_v coefficienti di diffusività orizzontale e verticale

Δs Risoluzione orizzontale del modello

dove la grandezza a è mediata orizzontalmente al quarto ordine (2° ai bordi); per il coefficiente diffusivo orizzontale si adotta l'approccio di Smagorinsky utilizzato in [45] secondo cui il coefficiente diffusivo è funzione della deformazione dovuta a *shear* e a tensione

$$K_h = K_{h0} + \frac{1}{2} \cdot k^2 \cdot (\Delta s)^2 \cdot \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad Eq (.58)$$

essendo:

K_h Costante di Von Karman (circa 0.4)

Δt Intervallo di tempo simulato

K_{h0} Valore inferiore pari a $3 \cdot 10^{-3} (\Delta s)^2 \Delta t^{-1}$

Per stabilità numerica si pone sempre comunque $K_h \leq 64^{-1} (\Delta s)^2 \Delta t^{-1}$.

Per quanto riguarda il coefficiente diffusivo verticale, il modello impone che al di sopra del mixed layer (la parte più alta del PBL, oltre la quale c'è la free atmosphere) esso sia:

$$\begin{aligned} K_v &= K_{v0} + J^2 \cdot S^{1/2} \cdot \frac{Ri_c - Ri}{Ri_c} & Ri < Ri_c \\ K_v &= K_{v0} & Ri \geq Ri_c \end{aligned} \quad Eq (.59)$$

Il comportamento del coefficiente diffusivo all'interno del PBL è funzione del modello di PBL adottato. Per applicazioni eoliche è necessario utilizzare codici definiti "high resolution PBL", in quanto è necessario avere informazioni anche a quote molto vicine al suolo. Il codice MM5 prevede allo stato attuale solo due modelli di *high resolution PBL*, il *Blackadar High resolution model* ed il modello *MRF* di Hong e Pan. Il primo, antecedente al modello MRF, fornisce delle equazioni prognostiche per le variabili θ, q, u e v all'interno del PBL attraverso parametri di scala superficiali. A queste va aggiunta un'equazione prognostica per la tendenza della temperatura del suolo, basata su uno *slab model* ed ottenibile attraverso un bilancio energetico complessivo. Per maggiori informazioni si faccia riferimento a [7], [8] e [55].

Il modello MRF invece trae origine da Hong e Pan [23] che continuano il lavoro di studio della parametrizzazione del PBL tramite una *nonlocal-K approach* di Blackadar, ma basandosi sulle considerazioni di Troen and Mahrt [51]; essi calcolano i coefficienti diffusivi attraverso un profilo prefissato che è funzione dell'altezza dello strato limite e parametri di scala derivati dalla teoria della similarità. In tale modello le equazioni di diffusione turbolenta per le equazioni delle variabili C, θ, q, u e v in forma prognostica sono del tipo:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[K_c \left(\frac{\partial C}{\partial z} - \gamma_c \right) \right] \quad \text{Eq (.60)}$$

dove il termine γ_c , definito *controgradiente*, rappresenta una correzione al gradiente locale che incorpora il contributo dei vortici di larga scala al flusso totale. Tale correzione è applicata ai termini di temperatura e di umidità. Il coefficiente di diffusività K invece è ricavabile da una funzione di forma, del tipo:

$$K_{zm} = kw_s z \left(1 - \frac{z}{h} \right)^p \quad \text{Eq (.61)}$$

essendo:

K_{zm}	Coefficiente di diffusività
k	Costante di Von Karman (circa 0.4)
w_s	Velocità di scala del mixed layer
z	Altezza dal suolo
h	Altezza del PBL
p	Esponente pari a 2

I parametri necessari vengono calcolati nel seguente modo:

$$h = Ri_b \cdot \left[\frac{u^2(h) + v^2(h)}{g} \cdot \frac{\theta_{v-lowestlayer}}{\theta_v(h) - \theta_s} \right] \quad \text{Eq (.62)}$$

che si ottiene in modo ricorsivo imponendo il numero critico di Richardson pari a 0.5:

$$w_s = \frac{u_*}{\phi_m} \quad \text{Eq (.63)}$$

con u_* velocità di attrito superficiale e ϕ_m profilo di velocità valutato al top del surface layer. Il profilo di velocità è funzione del grado di stabilità e della lunghezza di scala di Monin-Obukhov L .

Dato che il modello meteorologico MM5 è di tipo non idrostatico elastico deve esserci un schema numerico tale da filtrare le onde acustiche come soluzione del problema fisico; le equazioni vengono valutate su un *timestep* inferiore a quello imposto al modello, in modo particolare viene adottato un approccio semi implicito [21] e [28] in cui le equazioni considerate sono:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{m}{\rho} \left[\frac{\partial p'}{\partial x} - \frac{\sigma}{p^*} \cdot \frac{\partial p^*}{\partial x} \cdot \frac{\partial p'}{\partial \sigma} \right] = S_u \quad \text{Eq (.64)}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{m}{\rho} \left[\frac{\partial p'}{\partial y} - \frac{\sigma}{p^*} \cdot \frac{\partial p^*}{\partial y} \cdot \frac{\partial p'}{\partial \sigma} \right] = S_v \quad \text{Eq (.65)}$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} - \frac{\rho_0}{\rho} \frac{g}{p^*} \frac{\partial p'}{\partial \sigma} + \frac{g}{\gamma} \frac{p'}{p} = S_w \quad \text{Eq (.66)}$$

$$\frac{\partial p'}{\partial t} + m^2 \gamma p \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u}{m} \right) - \frac{\sigma}{mp^*} \frac{\partial p^*}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial \sigma} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{v}{m} \right) - \frac{\sigma}{mp^*} \frac{\partial p^*}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right] - \frac{\rho_0 g \gamma p}{p^*} \frac{\partial w}{\partial \sigma} - \rho_0 g w = S_p, \quad \text{Eq (.67)}$$

dove il termine S congloba tutti i contributi avvevativi, diffusivi e di galleggiamento che sono mantenuti costanti nel substep di calcolo; la tecnica numerica adottata è nota come *second order leapfrog scheme* che ha il vantaggio di richiedere un solo passaggio di calcolo per ogni timestep. Lo schema di calcolo è così articolato per il generico timestep n (Δt)

- I termini definiti “slow” (S) vengono valutati al timestep n (Coriolis e accelerazione dovuta al galleggiamento)
- I termini diffusivi, la microfisica delle nubi e i vertical subgrid scale-flux vengono valutati al tempi $n-1$
- Tutti i precedenti termini sono tenuti costati nel passare dal time step n al $n+1$.

Nel passare da un generico timestep al successivo, vengono adottati differenti substep ($\Delta \tau$) temporali dove vengono applicate le equazioni in forma ridotta (.64)-(.67) che vengono così risolti:

- Si stimano $u^{\tau+1}$ e $v^{\tau+1}$ inserendo nelle equazioni p'^{τ} con un forward time step
- Si imposta la soluzione $w^{\tau+1}$ attraverso una media di $p'^{\tau+1}$ e p'^{τ}
- Si imposta la soluzione $p'^{\tau+1}$ attraverso una media di $w^{\tau+1}$ e w^{τ} , noti $u^{\tau+1}$ e $v^{\tau+1}$

Applicando uno schema alle differenze finite del secondo ordine nello spazio e combinando le equazioni (.66) e (.67) è possibile eliminare il termine $p'^{\tau+1}$, ottenendo un sistema tridiagonale di equazioni in funzione del solo termine $w^{\tau+1}$, risolvibile in modo ricorsivo. Le medie temporali di pressione e di velocità verticale non sono aritmetiche, ma sono pesate secondo un coefficiente β ottenendo le espressioni:

$$\bar{w} = \frac{1+\beta}{2} w^{\tau+1} + \frac{1-\beta}{2} w^{\tau} \quad \bar{p}' = \frac{1+\beta}{2} p'^{\tau+1} + \frac{1-\beta}{2} p'^{\tau} \quad \text{Eq (.68)}$$

In questo modo si otterrebbe in funzione di β uno schema del tipo:

- $\beta = 0.0$ Schema *Time centered* di Klemp e Wilhelmson [28], che risulta neutro per le onde acustiche
- $\beta = 1.0$ Schema di Ikawa (1988), *fully-explicit*
- $\beta \in]0;1[$ Schema di Durran e Klemp ([20])

Si può dimostrare ([17] e [49]) che per domini a mesoscala, dove comunque esiste una variazione di quota a σ costante, affinché il metodo sia stabile indipendentemente dall' *aspect ratio* del problema, ($\delta = dx/dz$) è necessario che sia rispettata dovunque la condizione:

$$\alpha \leq \beta \quad \text{Eq (.69)}$$

essendo $\alpha = (\partial z / \partial x) \Big|_{\sigma}$. Si può dichiarare che per la maggior parte delle applicazioni a mesoscala il parametro α è dell'ordine di 0.1 (100 m di dislivello ogni 1000 m lineari), così fissare β pari a 0.4 (come avviene nel modello MM5, al contrario del modello di Durran e Klemp [20], pari a 0.2) soddisfa la quasi totalità dei problemi risolvibili con un modello a mesoscala.

L'approccio considerato permette l'inibizione della propagazione di onde acustiche verticali, ma non filtra le onde acustiche che si propagano orizzontalmente. Per smorzare le onde acustiche orizzontali si adotta l'approccio della divergenza introdotto da Skamarock e Klemp [42] che dimostrano che introducendo un termine:

$$\alpha_d \frac{\partial}{\partial x_i} D \tag{Eq (.69)}$$

con D divergenza nell'equazione della conservazione della massa è possibile controllare la propagazione di onde acustiche orizzontali scegliendo opportuni valori di α_d . Il leapfrog scheme adottato [25] è concepito in modo tale che i termini ad alta frequenza vengano calcolati dunque su un sub-timestep $\Delta\tau$ che sia un sottomultiplo del timestep del modello Δt , e nel codice MM5 si è scelto un rapporto $\Delta\tau / \Delta t$ pari a 1/2. Visto che l'integrazione temporale coinvolge due livelli per ogni *long time step* vengono effettuati 4 sub-step.

La tecnica numerica fin qui esposta presenta però degli inconvenienti se lo stesso modello fosse confinato da un *rigid upper boundary*, in quanto le mountain wave che potrebbero essere generate da un profilo orografico rimarrebbero intrappolate. Tale inconveniente viene evitato attraverso la tecnica della *radiative condition* di Klemp e Durran [20] e [21].

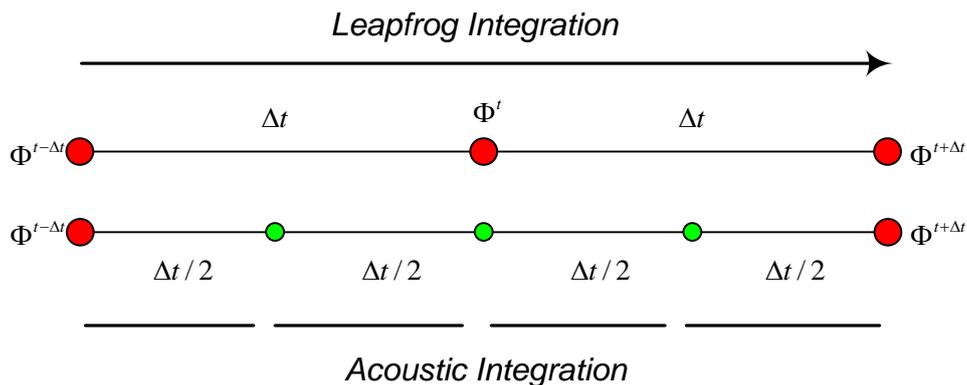


Figura 1.21 : Rappresentazione del passo di integrazione leapfrog e del passo di integrazione acustico

Lo strato limite atmosferico al suolo è molto influenzato dall'interazione con la superficie terrestre. Il bilancio di energia al suolo non è un problema facile da risolvere, in quanto bisognerebbe valutare i molteplici parametri che intervengono nello scambio energetico, ottenendo in genere più incognite delle equazioni deputate alla risoluzione del problema.

Un classico approccio alla risoluzione del bilancio consiste nel metodo conosciuto in letteratura come “*force-restore*”, sviluppato da Blackadar [7] e da Deardorff [12] e presente in [55] secondo cui

$$C_g \frac{\partial T_g}{\partial t} = R_n - H_m - H_s - L_v E_g \quad \text{Eq (.70)}$$

Dove:

C_g	Capacità termica dello suolo per unità di area
T_g	Temperatura del suolo
R_n	Flusso netto di radiazione al suolo
H_m	Trasferimento di energia verso il sottosuolo
L_v	Calore latente di evaporazione specifico
E_g	Flusso di umidità al suolo

Tale metodo si basa principalmente sulla divisione del suolo in due strati : il *top-slab* che si può considerare di spessore pari alla scala verticale dell’onda di temperatura diurna, oltre ad un *substrate* (sottosuolo) a temperatura media fissa costante. In questo modo il flusso energetico al suolo forza la temperatura del *top-slab* a variare in dipendenza della propria effettiva profondità e della propria capacità termica, mentre un termine di rilassamento (pari circa a 1 giorno / 2π) agisce per ristabilire la temperatura verso quella del sottosuolo (posto a circa 20 cm), apparendo in termini di H_m .

La praticità lo rende molto adatto alla soluzione del problema, ma la sua rapidità di esecuzione non ripaga la inaccuratezze che introduce nella previsione delle variabili meteorologiche, dovute principalmente a due cause:

1. le costanti utilizzate nel *force-restore method* sono ottimizzate per fornire i migliori risultati in un regolare ciclo di riscaldamento di 24 ore, filtrando di fatto tutte le possibili risposte a cambiamenti di temperatura con frequenza maggiore
2. si assume che il gradiente di temperatura nello slab sia costante, ovvero il flusso di calore è uniforme lungo la stratigrafia del suolo

In realtà, quando un mezzo conduttivo come il suolo è soggetto a flussi energetici che variano nel tempo, il “segnale energetico” si propaga all’interno del mezzo tramite delle onde, con ampiezza più piccola di quella della forzante, nonché uno sfasamento. Tali onde inoltre non si propagano all’infinito, bensì si smorzano con un coefficiente legato alle caratteristiche del suolo.

Una tipico ciclo di riscaldamento diurno si propaga per esempio in un suolo medio con velocità prossime ai 3 cm/h [14], interagendo con il sottosuolo (circa 20 cm) con tempi molto più lunghi che non il primo centimetro del suolo, che reagisce con tempi molto più rapidi. Il primo centimetro di

terreno inoltre, essendo a contatto diretto con l'atmosfera, influenza direttamente l'andamento di temperatura dell'aria.

L'incongruenze del metodo *force-restore* possono essere superate tramite l'impiego di molteplici strati di spessori non necessariamente uniformi (*multi-layer soil temperature model*), che permettono di simulare perciò le differenti risposte del suolo alle sollecitazioni energetiche esterne.

Sotto le precedenti ipotesi, il flusso di energia tra i vari strati nel sottosuolo può essere ricondotto ad un modello puramente diffusivo:

$$H_i^{i+1} = -\lambda_s \frac{\partial T_s}{\partial z} = -D_T \rho_s c_s \frac{\partial T_s}{\partial z} \quad \text{Eq (.71)}$$

con

H_i^{i+1}	Trasferimento di energia dallo strato i-esimo allo strato (i+1)-esimo $[J / (m^2 \cdot s)]$
D_T	Diffusività termica del suolo $[m^2 / s]$
ρ_s	Densità del suolo $[kg / m^3]$
c_s	Calore specifico del suolo $[J / (kg \cdot K)]$

E dunque il bilancio energetico di un generico strato si riconduce al solo termine di accumulo ed al bilancio di flusso energetico ottenendo la (.72):

$$\rho_s c_s \frac{\partial T_s}{\partial t} = -\frac{\partial H}{\partial z} \quad \text{Eq (.72)}$$

Se si prende come riferimento un modello di suolo composto da 100 strati ognuno di 1 cm si osserva che si possono ottenere ottime risposte (prossime al modello di riferimento) anche da modelli con soli 5 strati e con spessori di 1, 2, 4, 8 e 16 cm, ovvero per uno spessore totale di 31 cm; il 32esimo centimetro si considera sottosuolo con temperatura costante.

Se si osserva l'equazione di bilancio (.70), comunque valida per il primo strato superficiale, a meno del termine H_m che va sostituito con il flusso verso il secondo strato di sottosuolo, si nota che un termine di tale equazione è costituito dal *calore latente di evaporazione*, che è direttamente legato alla flusso di vapore al suolo. Il calore latente di evaporazione può essere calcolato infatti, a meno del termine L_v , tramite il bilancio di massa dell'umidità ovvero (.73)

$$\frac{\partial q}{\partial t} = P_g - E_g - R_g \quad \text{Eq (.73)}$$

dove

q	Quantità di umidità per unità di superficie $[kg / m^2]$
P_g	Precipitazione al suolo $[kg / (m^2 \cdot s)]$

E_g Evaporazione al suolo $\left[kg / (m^2 \cdot s) \right]$

R_g Perdita di umidità per permeabilità $\left[kg / (m^2 \cdot s) \right]$

L'importanza del termine di evaporazione sul bilancio energetico ed in genere il ruolo dell'umidità al suolo è ampiamente descritto in [52]. Il flusso di umidità è regolato sia da meccanismi diffusivi (dovuti al gradiente di umidità) che conduttivi (trasferimento di massa per permeabilità), mentre sulla superficie si possono instaurare dei meccanismi di evaporazione, che legano in modo diretto l'equazione di bilancio (.70) alla (.73). Anche in questo caso è necessario discretizzare la soluzione del problema in più strati, giungendo all'espressione successiva come riportato in [34] per gli strati successivi al primo:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D_q \frac{\partial q}{\partial z} \right) + \frac{\partial K_q}{\partial z} \quad \text{Eq (.74)}$$

con

D_q Diffusività del suolo $\left[m^2 / s \right]$

K_q Permeabilità del suolo $\left[(kg \cdot m) / s \right]$

La risoluzione combinata di questi due problemi passa per l'adozione di schemi definiti *LSM (Land Surface Models)* che, come i *multi-layer soil temperature model*, adottano differenti step di discretizzazione nello spazio, ma con spessori differenti (10 cm, 30 cm, 60 cm e 100 cm, raggiungendo i 2 metri di profondità); inoltre risolvono sia il problema di conduzione di calore che quello di accumulo/trasporto di umidità. La peculiarità degli schemi LSM sta nel valutare i contributi forniti sia dal tipo di vegetazione presente al suolo che dal medesimo tipo di suolo nei meccanismi di evapotraspirazione, avendo effetti sia sulla conducibilità del suolo che sul termine di flusso gravitazionale di umidità. Per maggiori informazioni sull'implementazione dello schema OSU LSM (meglio noto come Noah LSM) possono essere trovate in [9] e [10].

Il collegamento tra gli schemi di bilancio al suolo e l'atmosfera viene garantito tramite i coefficienti di scambio (*bulk coefficient*) di quantità di moto, di calore e di vapore, che determinano il flusso delle quantità correlate tra il suolo e l'atmosfera. Le parametrizzazioni che forniscono tali coefficienti sono molteplici: le più note in letteratura sono quelle di Monin-Obukhov, anche se ne esistono altre [11]. I codici di mesoscala in genere adottano degli schemi fisici per modellare sia la formazione delle nubi che la radiazione al suolo. Mentre per scale spaziali dell'ordine del chilometro le nubi possono essere risolte esplicitamente, la modellazione della radiazione solare richiede appositi schemi risolutivi anche per scale ridotte.

Una peculiarità del modello MM5 è quella di poter adottare schemi di radiazione diversi per la radiazione Short Wave e Long Wave e di poter valutare inoltre l'effetto dell'orografia sia sulla generazione delle ombre che sull'esposizione dei pendii alla radiazione.

Tra i vari schemi proposti particolare interesse riveste lo schema Dudhia-RRTM, dove si usa l'implementazione di Dudhia [15] per il calcolo della radiazione SW al suolo, mentre si sceglie l'approccio di MLawer [35] per la determinazione dei contributi LW.

Entrambi gli schemi risolvono il problema della *Radiation Transfer Equation* in forma discreta valutando i contributi delle differenti specie chimiche; molto importante dal punto di vista computazionale risulta il contributo dello schema RRTM, che utilizza un *correlated k-method* molto accurato ma anche efficiente, particolarmente adatto per i calcoli di scattering multiplo.

Mentre risulta vasta la letteratura sul metodo RRTM, la chiave di lettura tecnica dello schema SW di Dudhia può essere trovata in [4], dove si riporta l'equazione RTE dello schema di Dudhia:

$$S_d(z) = \mu S_0 - \int_z^{z_{top}} [dS_{cs} + dS_{ca} + dS_s + dS_a] \quad \text{Eq (.75)}$$

$S_d(z)$	Radiazione SW <i>downward</i> alla quota z [W / m^2]
μ	Coseno dell'angolo di zenith
dS_{cs}, dS_{ca}	Perdita di radiazione per scattering ed assorbimento da parte delle nubi
dS_s	Termine di scattering del cielo terso
dS_a	Assorbimento del vapor acqueo

Il contributo delle nubi (albedo e coefficienti di assorbimento) viene ricavato dalle funzioni tabulate di μ e $\ln(w/\mu)$, con w cammino verticale dell'acqua liquida; tali funzioni sono reperibili in [48], mentre la soluzione dell'assorbimento a causa del vapor acqueo è affidato a [30].

Il codice MM5 può tener conto dell'effetto dell'inclinazione del terreno sul calcolo della radiazione al suolo, tramite l'approccio di Skartveit e Olseth [43] e [44] secondo cui

$$S(\alpha, \psi) = S_B \frac{\cos \theta}{\sin \beta} + \rho \cdot (S_D + S_B) \cdot \sin^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right) + S_D(\alpha, \psi) \quad \text{Eq (.76)}$$

con

$S(\alpha, \psi)$	Radiazione totale su una superficie con inclinazione α ed azimuth ψ
S_B	Radiazione diretta (<i>beam</i>) su di un piano orizzontale
$S_D(\alpha, \psi)$	Radiazione diffusa sul piano orizzontale, funzione di inclinazione e dell' azimuth
θ	Angolo di incidenza tra raggio solare ed la superficie
β	Angolo di elevazione solare
ρ	Albedo del terreno

Tale schema prevede il calcolo di radiazione diretta e diffusa, secondo le medesime indicazioni fornite da Skartveit e Olseth; se utilizzato esso prevede un ulteriore step di post processing, qualora si vogliano ottenere i risultati sul piano orizzontale. Infine è possibile attivare una flag che abilita il calcolo delle ombre indotte dall'orografia, con evidente aggravio computazionale.

1.9 - La simulazione numerica “*ABRUZZO_2008*”

Scegliendo di simulare l’anno solare trascorso, si è deciso di effettuare un simulazione numerica di alto dettaglio operando con 5 domini annidati l’uno nell’altro (tecnica di Nesting).

Lev	Nx	Ny	Half Sigma	Dx [km]	Dt [s]	Area Reale [km ²]	Rapp. Area Sim / Area Abruzzo	Perim. Reale [km]
1	25	25	29	121.5	360	8222439	761.62	11374
2	25	25	29	40.5	120	927271	85.89	3848
3	31	31	29	13.5	40	164052	15.20	1620
4	55	55	29	4.5	13.333	60896	5.64	987
5	121	115	29	1.5	4.444	32393	3.00	720

Si è deciso, per migliorare la descrizione al suolo, di utilizzare gli schemi fisici di Schultz per il contributo della pioggia e di Kain-Fritsch (v2) per la simulazione delle nubi; il modello di PBL utilizzato è il MRF di Hong e Pan con l’ausilio di un modello del suolo di tipo *Land Surface Model* (Noah LSM), mentre per la radiazione è stato scelto lo schema RRTM per la radiazione ad onda lunga che si combina allo schema *cloud radiation shortwave* (Dudhia) per la radiazione ad onda lunga. L’elaborazione dei risultati forniti dal modello a mesoscala è stata effettuata grazie allo sviluppo di apposite routines di calcolo che hanno consentito la realizzazione delle mappe seguenti.

Le Figg.1.22-1.25 riportano i 5 domini di calcolo entro i quali, con diverso grado di descrizione dell’orografia, il modello ha risolto le equazioni; il dominio più esterno, di dimensioni pari a circa 760 volte quelle della regione Abruzzo, include i paesi del Nord Europa e quelli del Mediterraneo. Le catene montuose dei Balcani e degli Urali ricade all’interno del dominio di simulazione e ciò rende maggiormente affidabili i risultati di previsione meteorologica dei domini successivi.

Il secondo dominio di calcolo racchiude quasi tutto il territorio nazionale, per una superficie pari a circa 86 volte quella della regione Abruzzo, il passo utilizzato per descrivere l’orografia locale è di 40 [km], quindi insufficiente ad indicare in modo corretto cosa accade all’interno del territorio regionale ma importante per poter trasferire nel dominio successivo, dominio-3, le interazioni con la catena montuosa appenninica e parte di quella alpina. Il Dominio-3, visibile già in Fig.1.23, si concentra sulle interazioni con l’Appennino Centrale che influisce in modo determinante sul clima abruzzese, l’area considerata è pari a circa 15 volte quella regionale e funge da base di calcolo per il dominio successivo. Il Dominio-4, con il suo passo di discretizzazione spaziale di soli 4.5 [km] rappresenta in modo ancor più dettagliato il massiccio appenninico centrale che in forma finale vede il Dominio-5 come ultimo e

decisivo spazio di calcolo sul quale, con una griglia di appena 1.5 [km] di passo, vengono ottenuti i risultati numerici.

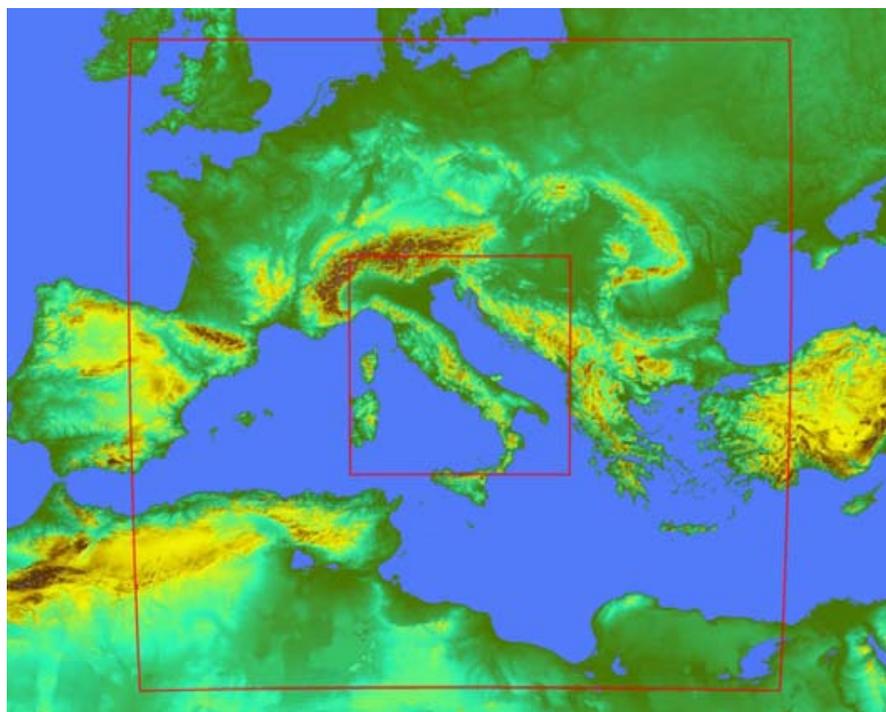


Figura 1.22 : Rappresentazione del primo e secondo dominio

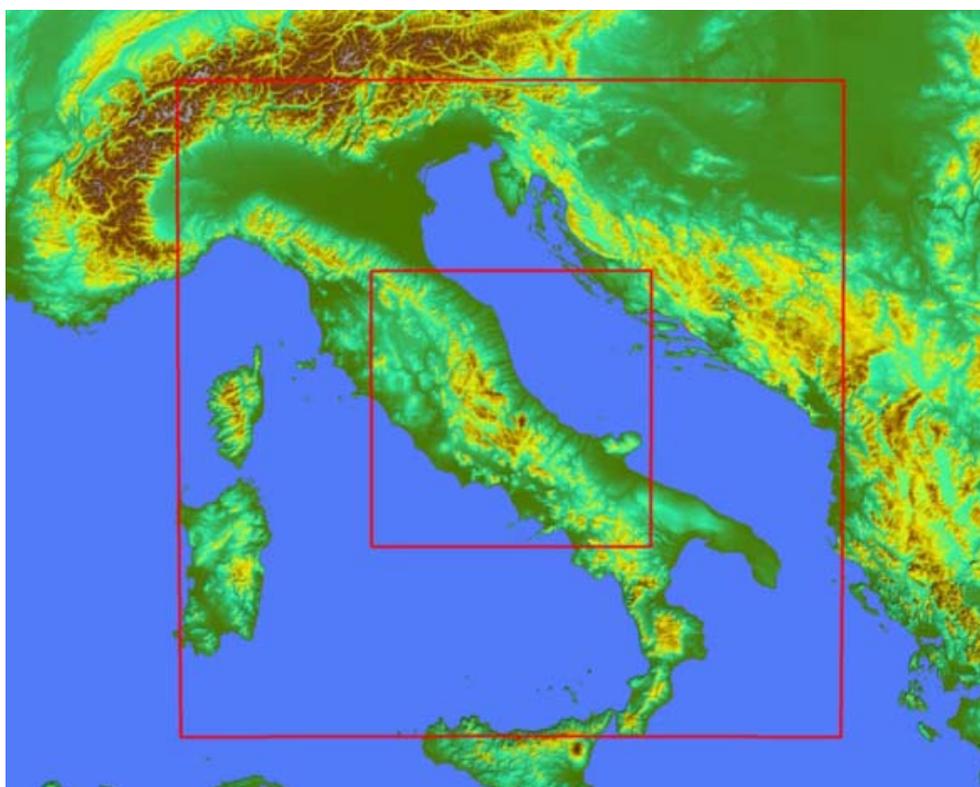


Figura 1.23 : Rappresentazione del secondo e terzo dominio

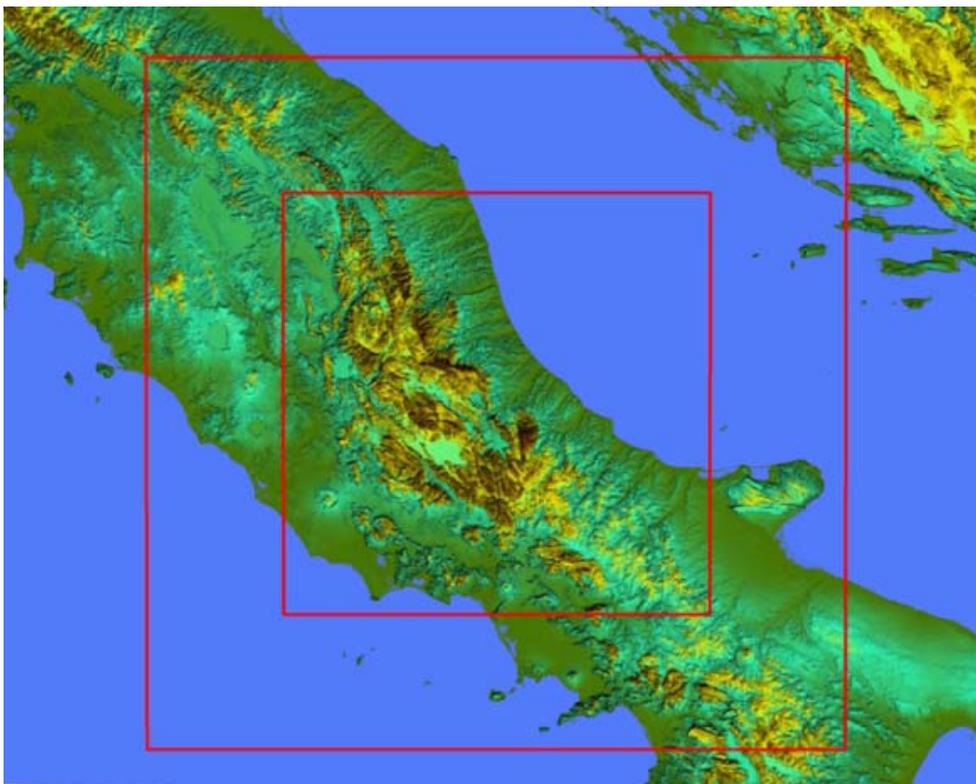


Figura 1.24 : Rappresentazione del terzo e quarto dominio

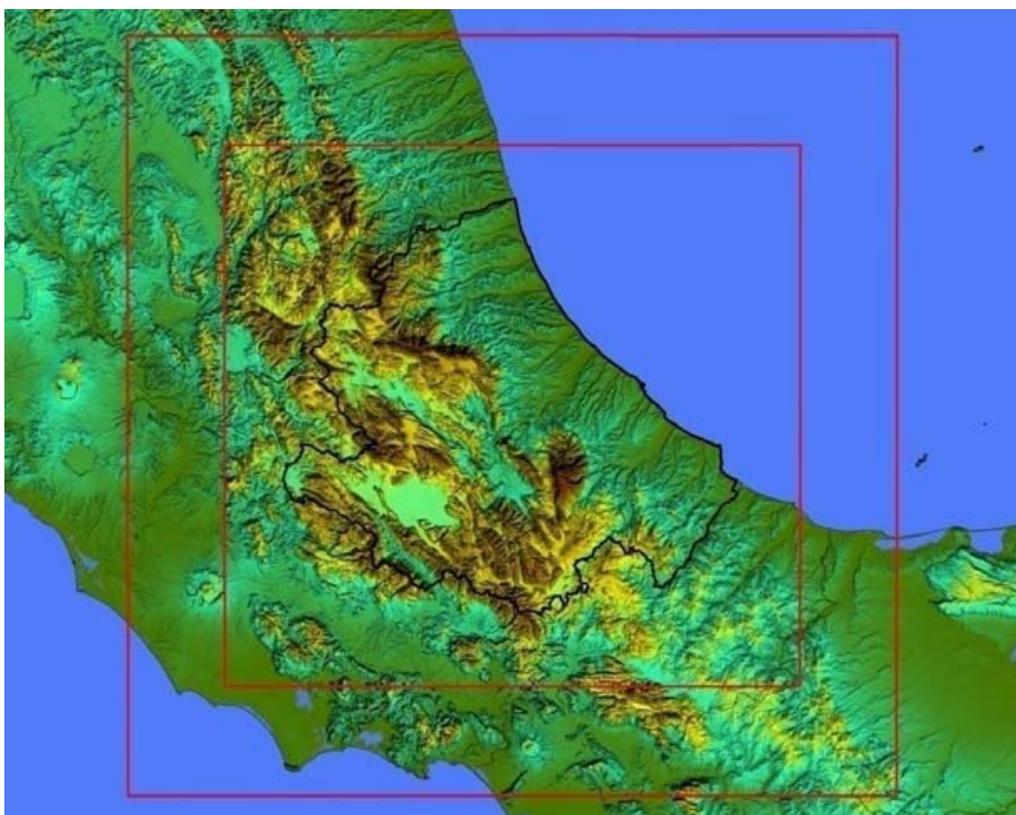


Figura 1.25 : Rappresentazione del quarto e quinto dominio; confini della regione Abruzzo

Nel Dominio-5 l'orografia della regione Abruzzo viene apprezzata secondo quanto riportato in Fig. 1.26; tutti i rilievi montuosi principali sono stati discretizzati correttamente così come gli assi fluviali principali e la stessa piana di Avezzano.

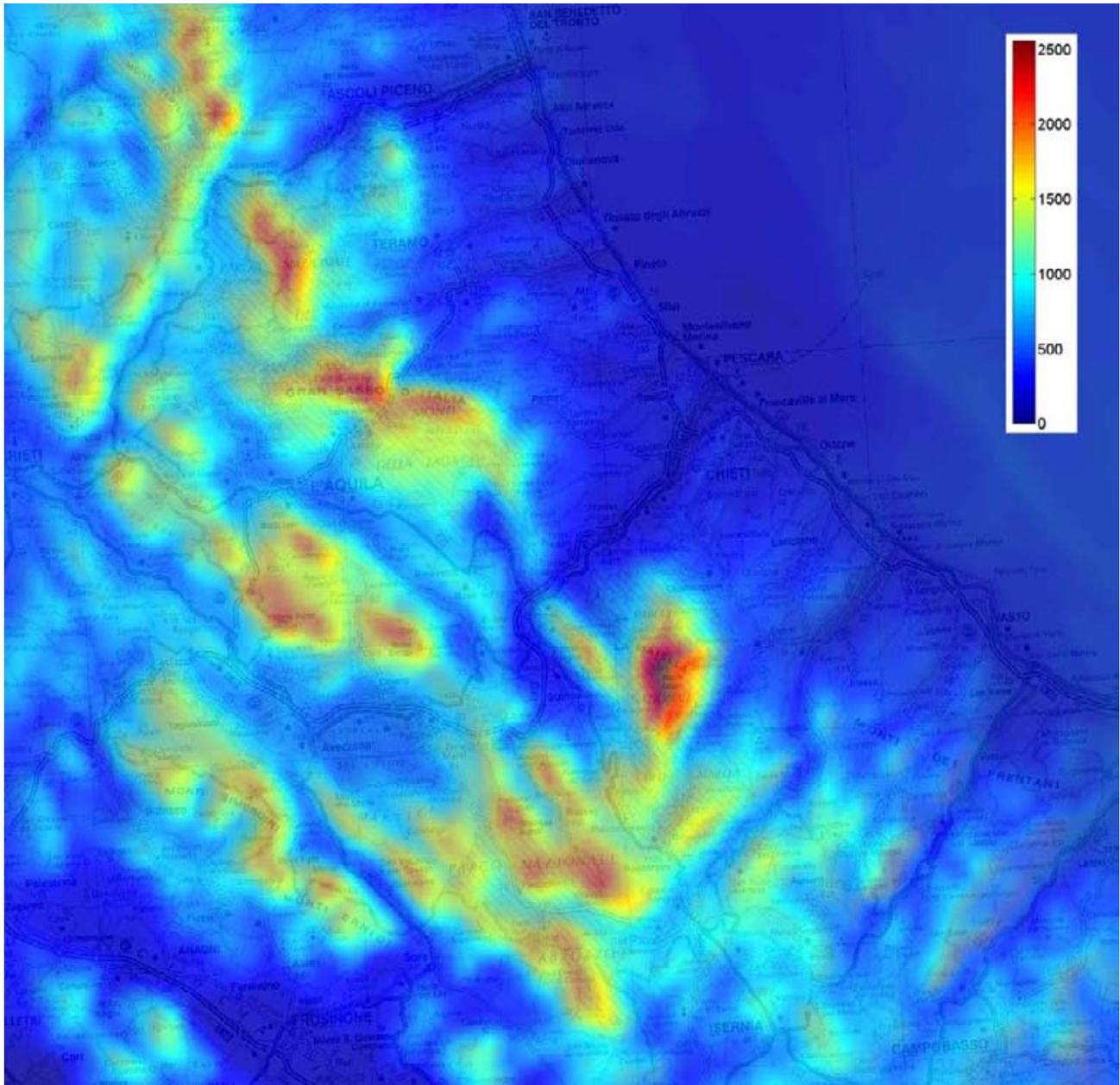


Figura 1.26 : Orografia del dominio simulato con MM5 con passo di 1.5 km (altezza slm in metri)

In Fig.1.27 è invece riportata la pendenza media delle diverse aree regionali, espressa in radianti, e necessaria al calcolo della radiazione solare sul piano orizzontale. Infatti il modello MM5, operando con celle di calcolo che ricalcano il profilo del terreno (Terrain Following), è in grado di fornire la “radiazione globale ortogonale al terreno” che, qualora questo fosse inclinato, non coincide necessariamente con la radiazione su piano orizzontale. Per terreni con pendenza inferiore a 10° la differenza fra la radiazione solare ortogonale al terreno e quella su piano orizzontale è di solo 1.5%,

per cui trascurabile. Diventa invece più importante per terreni acclivi: a 20° la radiazione su piano orizzontale è pari a circa il 94% di quella ortogonale al terreno mentre a 30° si scende fino a circa 87 %.

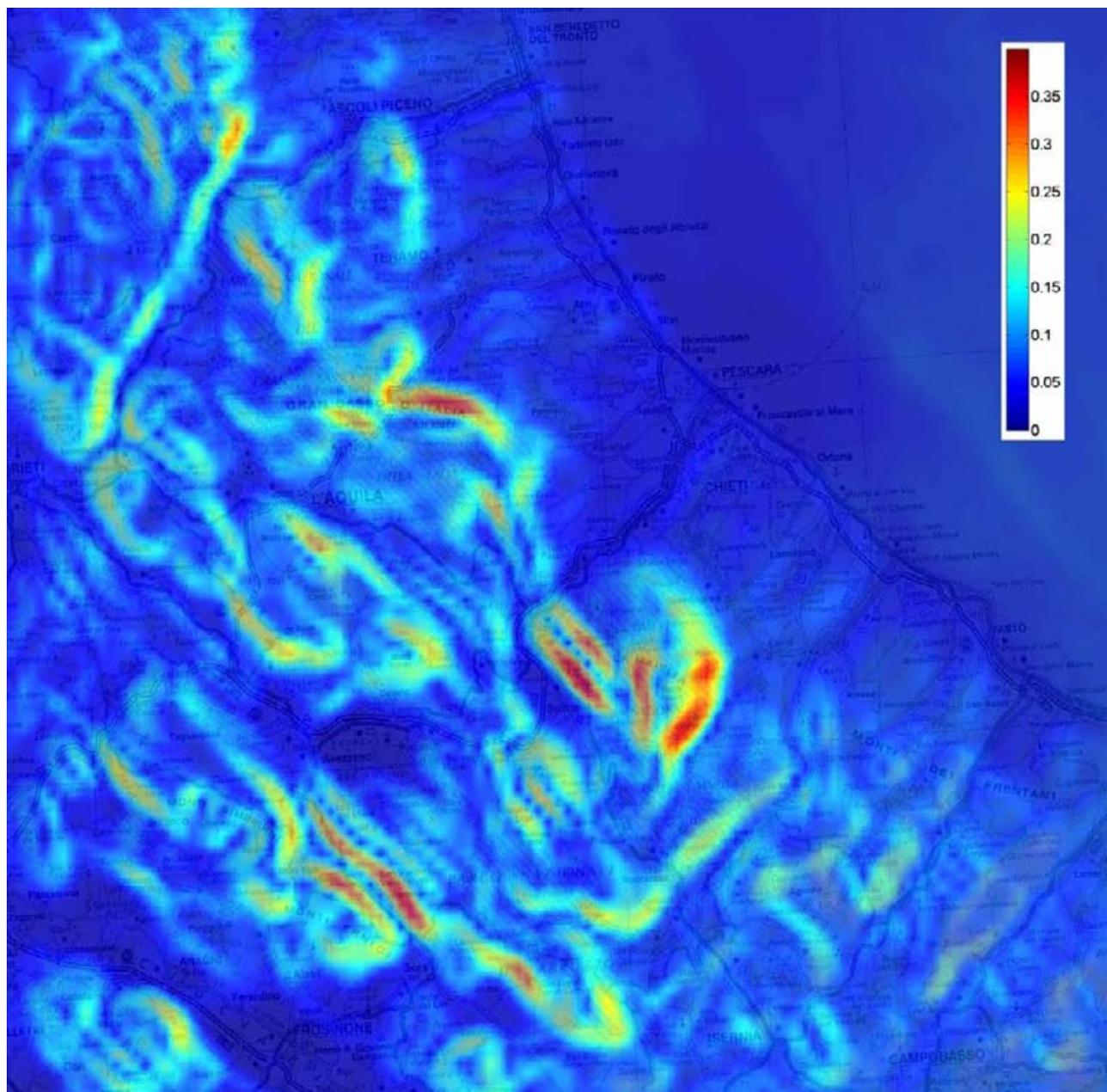


Figura 1.27 : Pendenza media orografica del dominio simulato (espresso in radianti)

Per un calcolo più dettagliato si può procedere nel modo seguente:

- noto il punto geografico ove si vuole calcolare la Radiazione totale su piano orizzontalesi individua il puto sulla mappa di Fig.1.27;
- se ne valuta la pendenza $-Z-$, dal colore della mappa;
- si calcola coseno di tale pendenza: $\cos(Z)$, ricordando che Z è riportato in radiant;
- si moltiplica il valore del coseno per quello della radiazione globale riportato in Fig.1.28.

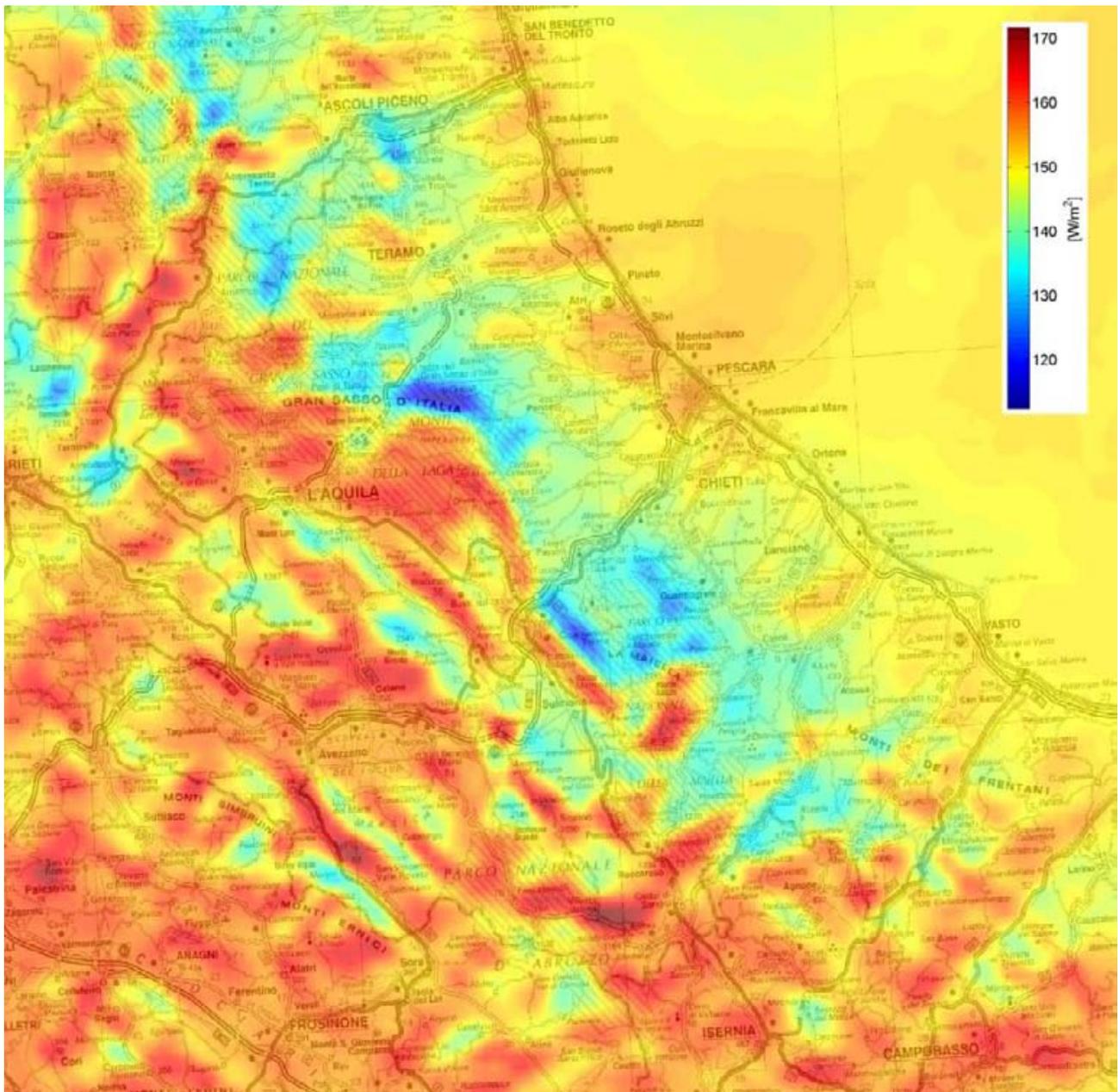


Figura 1.28 : Radiazione media annua 2008 perpendicolare al terreno

La Fig.1.28 riporta la radiazione globale media annua sulle 24 ore per l'anno 2008; tale informazione è di immediato utilizzo per il calcolo dell'energia solare incidente in un'area della Regione Abruzzo nel corso dell'anno, vediamo come.

Immaginiamo di prendere un punto della mappa per cui la radiazione globale ortogonale al terreno è pari a 150 [W/m²] e che tale area presenti una pendenza media di 0.1 radianti (ossia circa 5.7°), l'energia globale annua incidente perpendicolarmente a tale zona sarà data da:

$$E_{inc.} = R_g \cdot 24(\text{ore del giorno}) \cdot 365(\text{giorni dell'anno}) \cdot \cos(0.1) = R_g \cdot 8760 \cdot 0.995 \text{ [Wh / m}^2\text{]} = 8.716 \cdot R_g \text{ [kWh / m}^2\text{]}$$

che con i dati dell'esempio darà luogo a : $E_{inc.} = 8.716 \times 150 = 1307 \text{ [kWh/m}^2 \text{ anno]}$.

Se ipotizziamo di disporre di 8[m²] di pannelli fotovoltaici che operano con un rendimento complessivo di impianto di 0.11 si riuscirà a produrre una quantità di energia elettrica in un anno pari a: $E_{el} = E_{inc} \cdot 8 \cdot 0.11 = 1150[kWh]$.

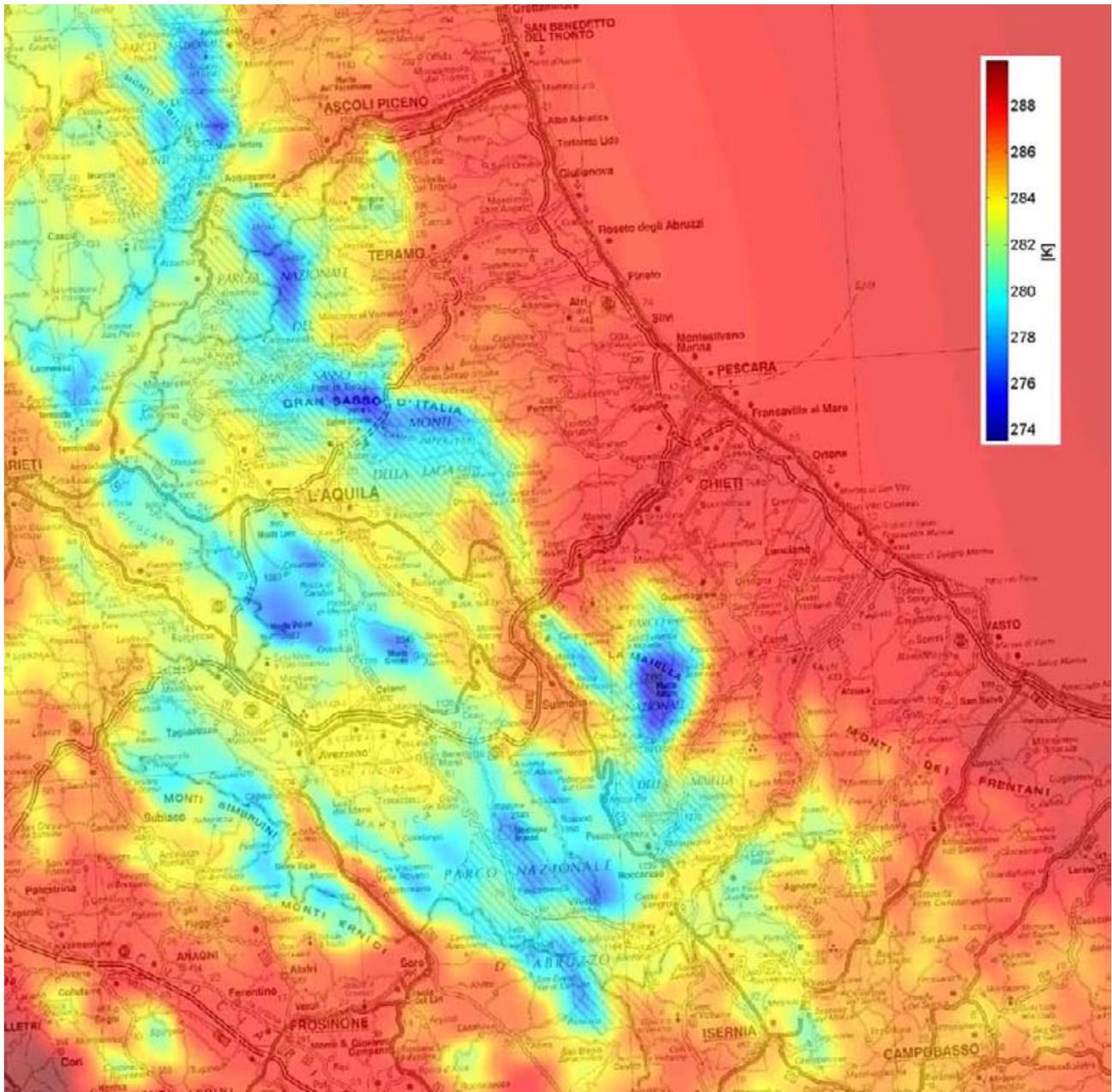


Figura 1.29 : Temperatura media annua 2008 a 150 m dal suolo

La resa di un pannello fotovoltaico è fortemente influenzato dalla temperatura dell'ambiente che lo circonda, all'aumentare della stessa infatti il voltaggio di uscita del pannello si riduce progressivamente, così come il suo rendimento. E' ipotizzabile una perdita di potenza di circa 0.3-0.5% per ogni grado centigrado in più rispetto alla temperatura standard di 25 [°C], valore di riferimento per la determinazione delle caratteristiche tecniche del pannello.

E' in tal senso che va interpretata la mappa di Fig.1.29 che permette di cogliere la temperatura media annua regionale a 150 metri dal suolo, quantificata su una scala assoluta come la scala Kelvin; per risalire alla temperatura in gradi centigradi basta sottrarre 273 al valore letto nella mappa .

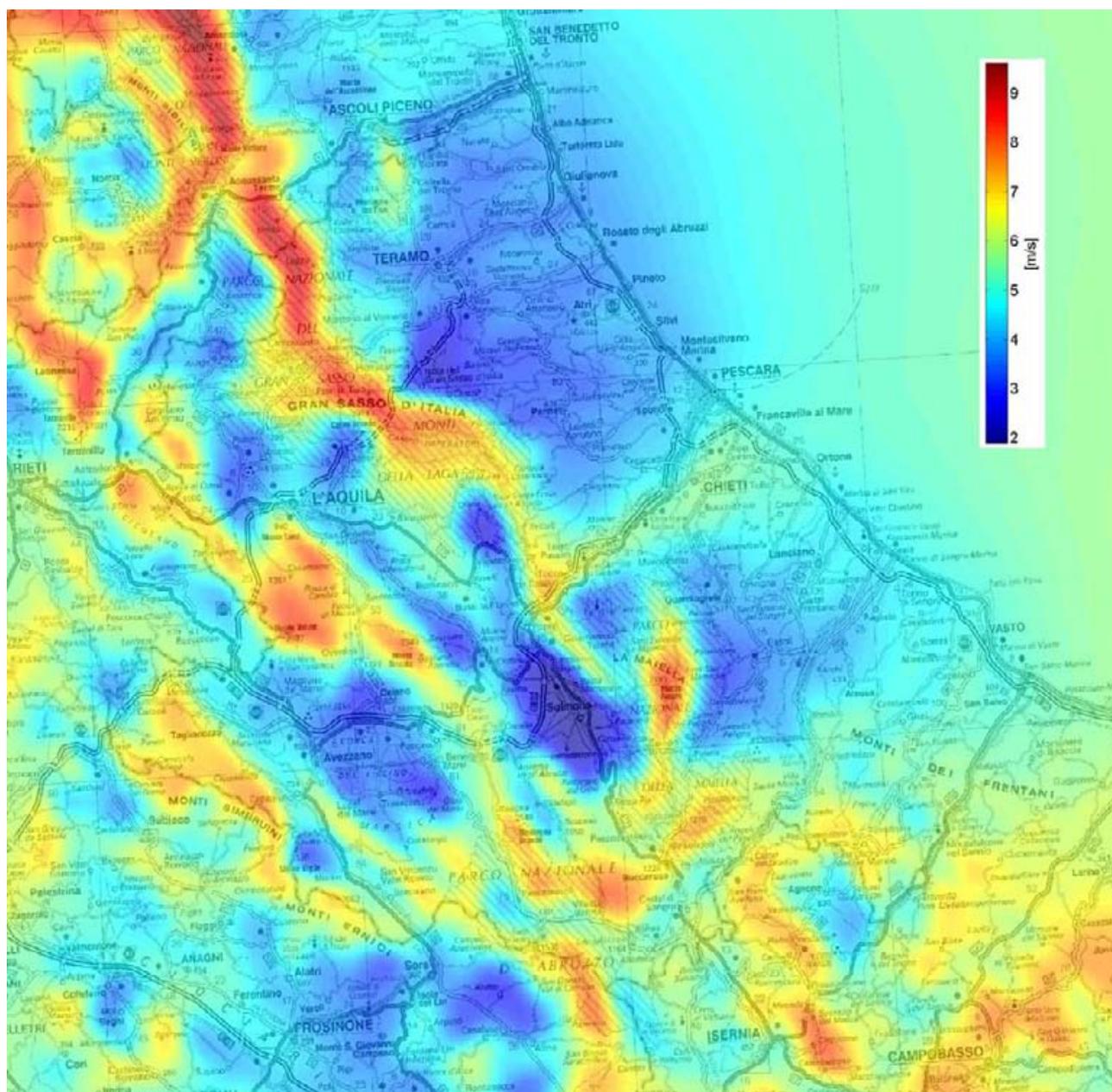


Figura 1.30 : Velocità del vento media annua 2008 a 150 m dal suolo

In Fig.1.30 è riportata invece la ventosità media in Abruzzo per l'anno 2008, a 150 metri dal suolo; tale indicazione può essere importante per evidenziare eventuali attenzioni strutturali da porre nella realizzazione dell'impianto.

Le mappe riportate sulle figure seguenti sono invece relative alla radiazione globale oraria media annua ortogonale al terreno; tale indicazione permette la ricostruzione del giorno medio annuo con conseguente valutazione della produzione oraria media giornaliera.

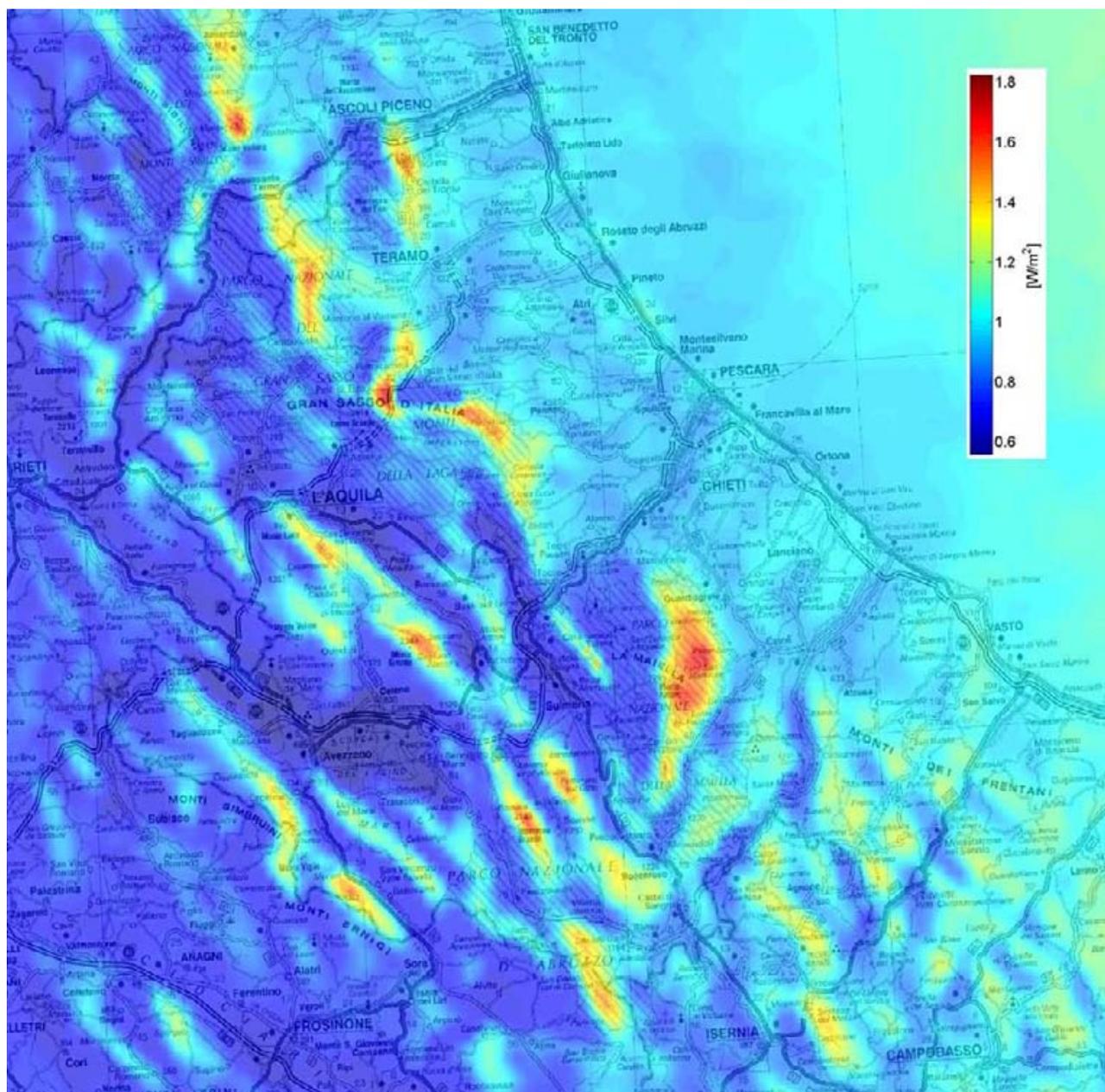


Figura 1.31 : Radiazione oraria media annua ore 4 UTC

L'ora di riferimento è quella UTC (Universal Time Coordinated), che una volta veniva chiamata ora GMT (Greenwich Mean Time); in Italia l'ora solare è pari all'ora UTC+1, mentre l'ora legale è pari all'ora UTC+2. Ad esempio l'ora di Fig.1.31, pari alle 4 UTC corrispondono alle 5 ore italiana per il periodo che va dal mese di Novembre a fine Marzo, mentre corrisponde alle 6 ore italiana (ora legale) per il periodo che va dal mese di Aprile a fine Ottobre.

Proviamo ad utilizzare le mappe orarie per avere una descrizione del giorno medio.

Si prenda una località in Abruzzo, ad esempio Chieti, e ognuna delle ore del giorno riportate di seguito si valuti la radiazione globale media annua oraria.

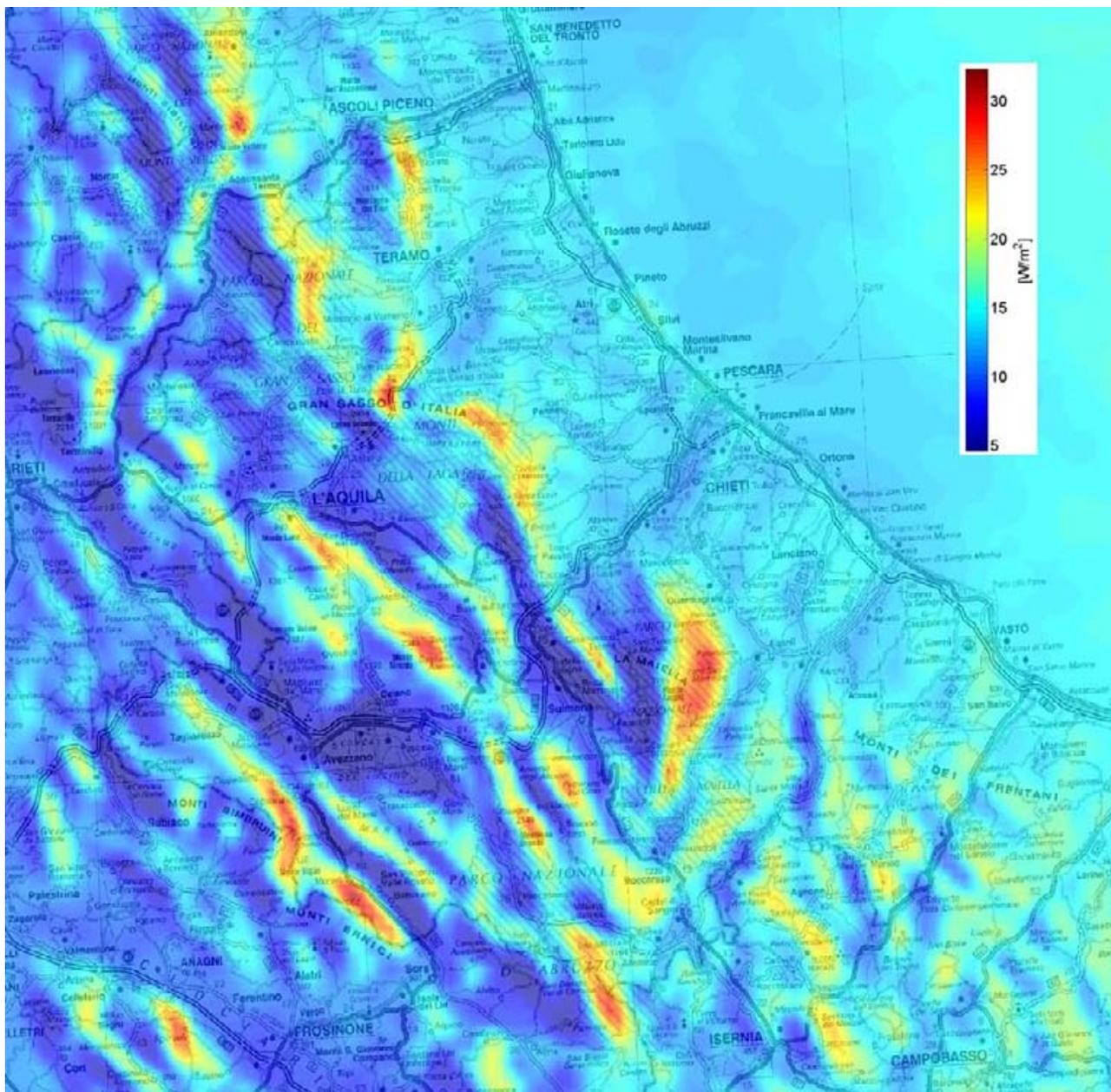


Figura 1.32 : Radiazione oraria media annua ore 5 UTC

Il risultato sarà una tabella come quella sottostante:

Ore 4 UTC: 0.9 [W/m ²]	Ore 5 UTC: 13 [W/m ²]	Ore 6 UTC: 55 [W/m ²]
Ore 7 UTC: 130 [W/m ²]	Ore 8 UTC: 240 [W/m ²]	Ore 9 UTC: 330 [W/m ²]
Ore 10 UTC: 450 [W/m ²]	Ore 11 UTC: 500 [W/m ²]	Ore 12 UTC: 500 [W/m ²]
Ore 13 UTC: 470 [W/m ²]	Ore 14 UTC: 380 [W/m ²]	Ore 15 UTC: 280 [W/m ²]
Ore 16 UTC: 170 [W/m ²]	Ore 17 UTC: 80 [W/m ²]	Ore 18 UTC: 25 [W/m ²]

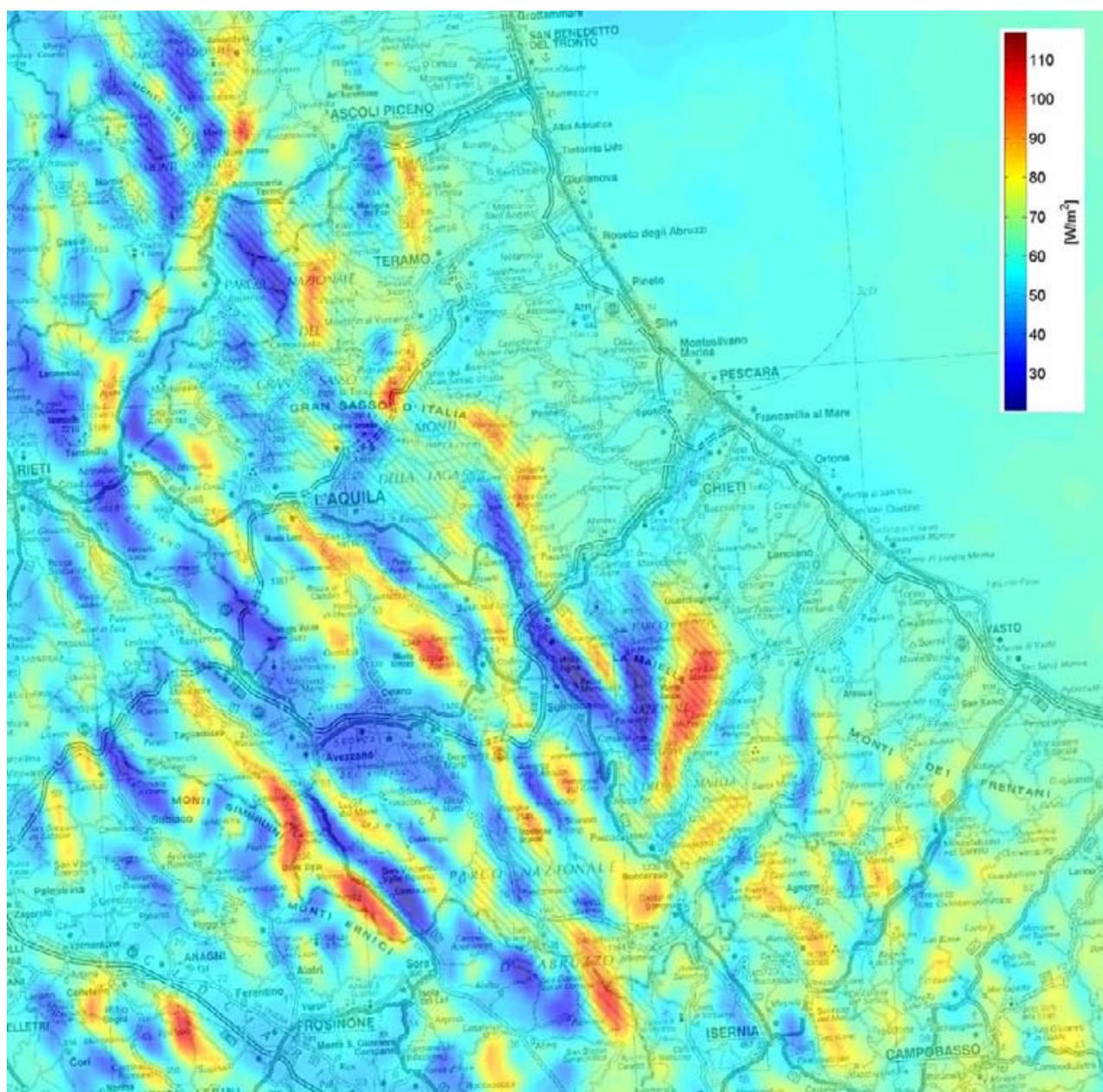
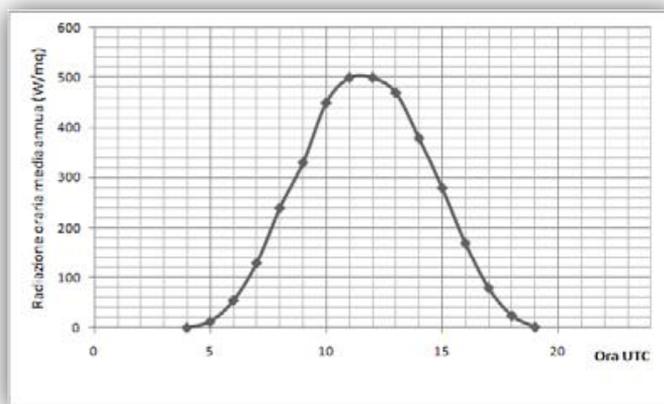


Figura 1.33 : Radiazione oraria media annua ore 6 UTC

Dai dati della tabella possiamo ottenere il grafico successivo che riporta il giorno medio annuo su Chieti nel corso del 2008.



Radiazione oraria media annua su Chieti nel corso del 2008

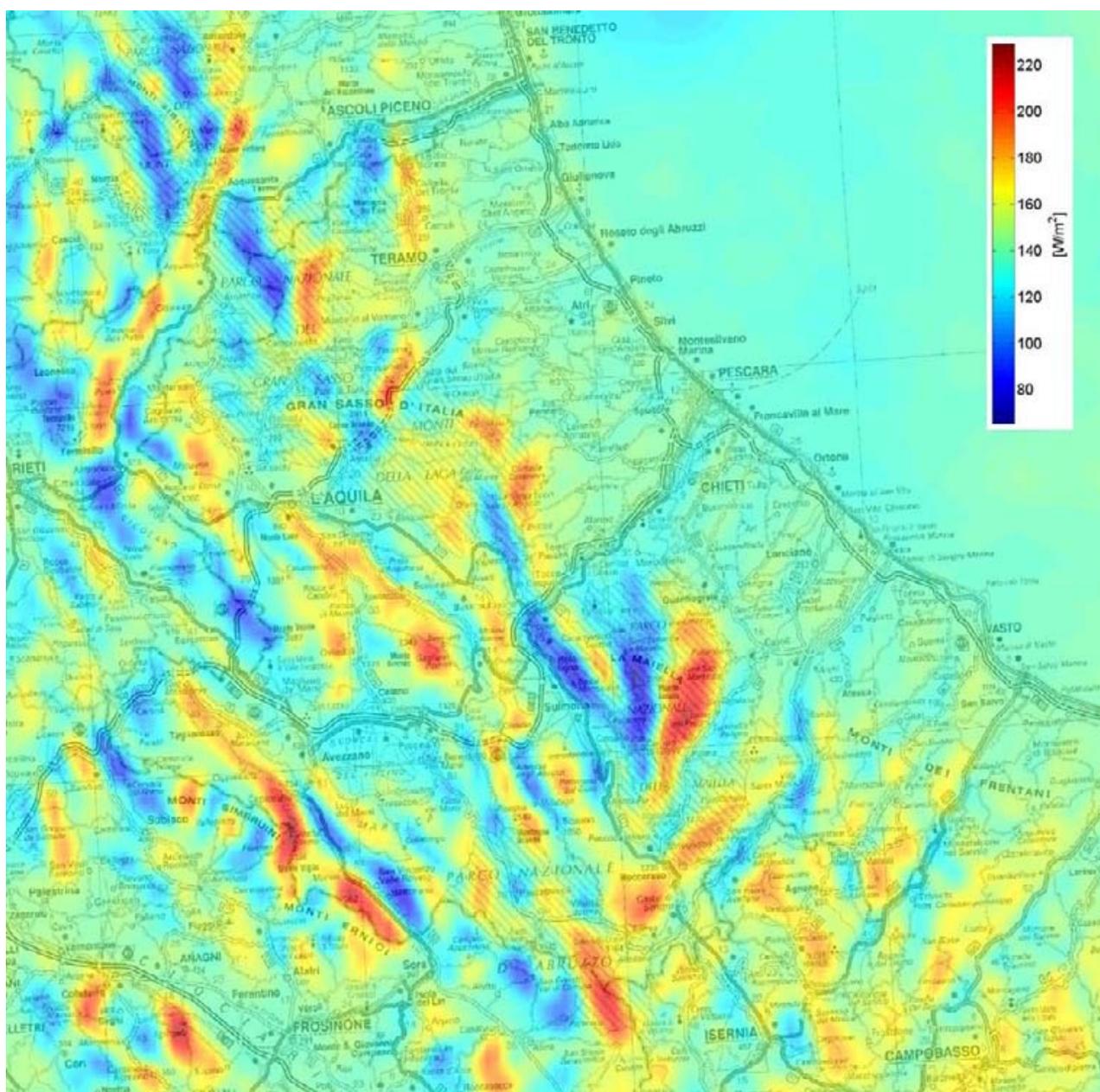


Figura 1.34 : Radiazione oraria media annua ore 7 UTC

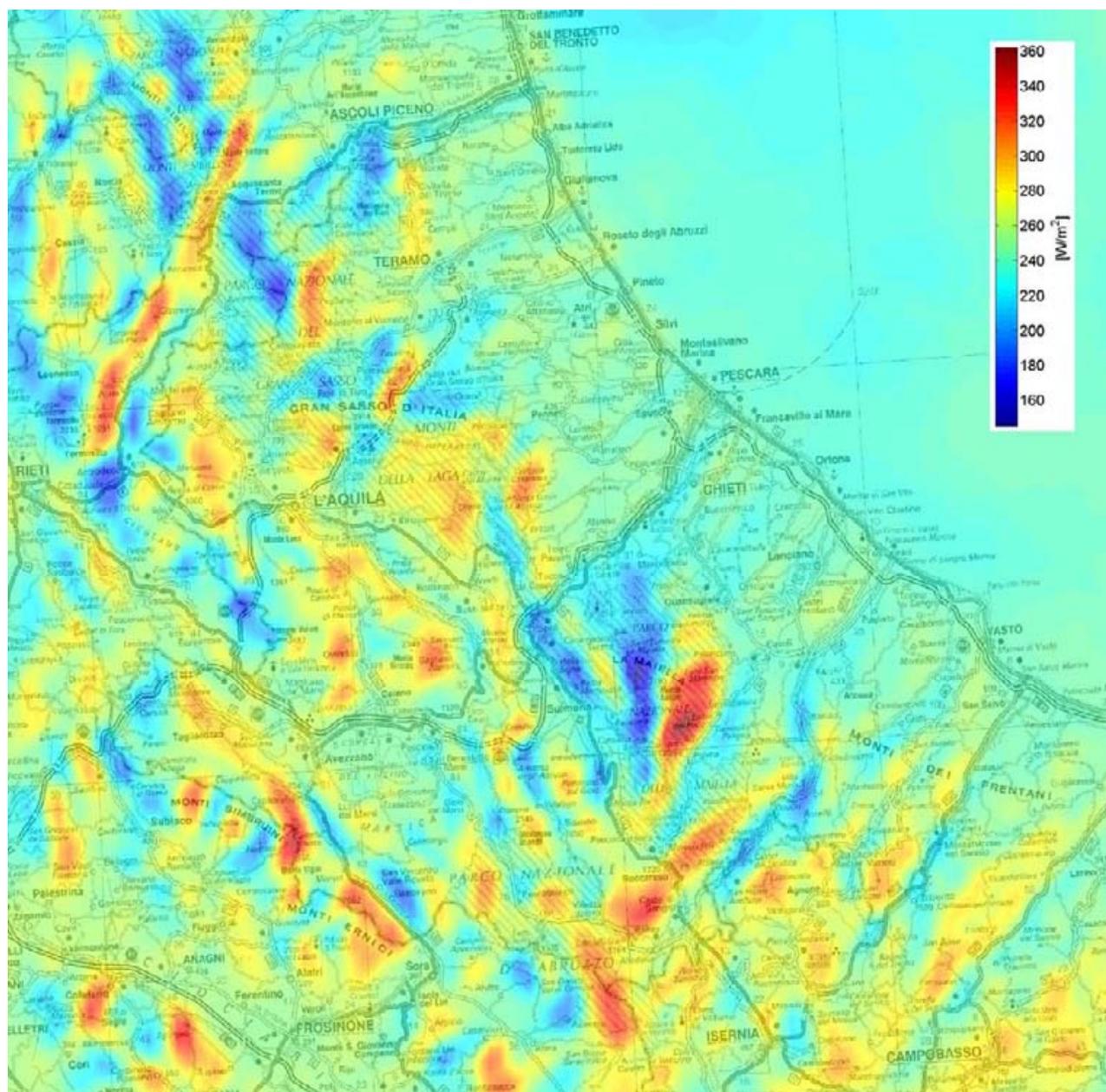


Figura 1.35 : Radiazione oraria media annua ore 8 UTC

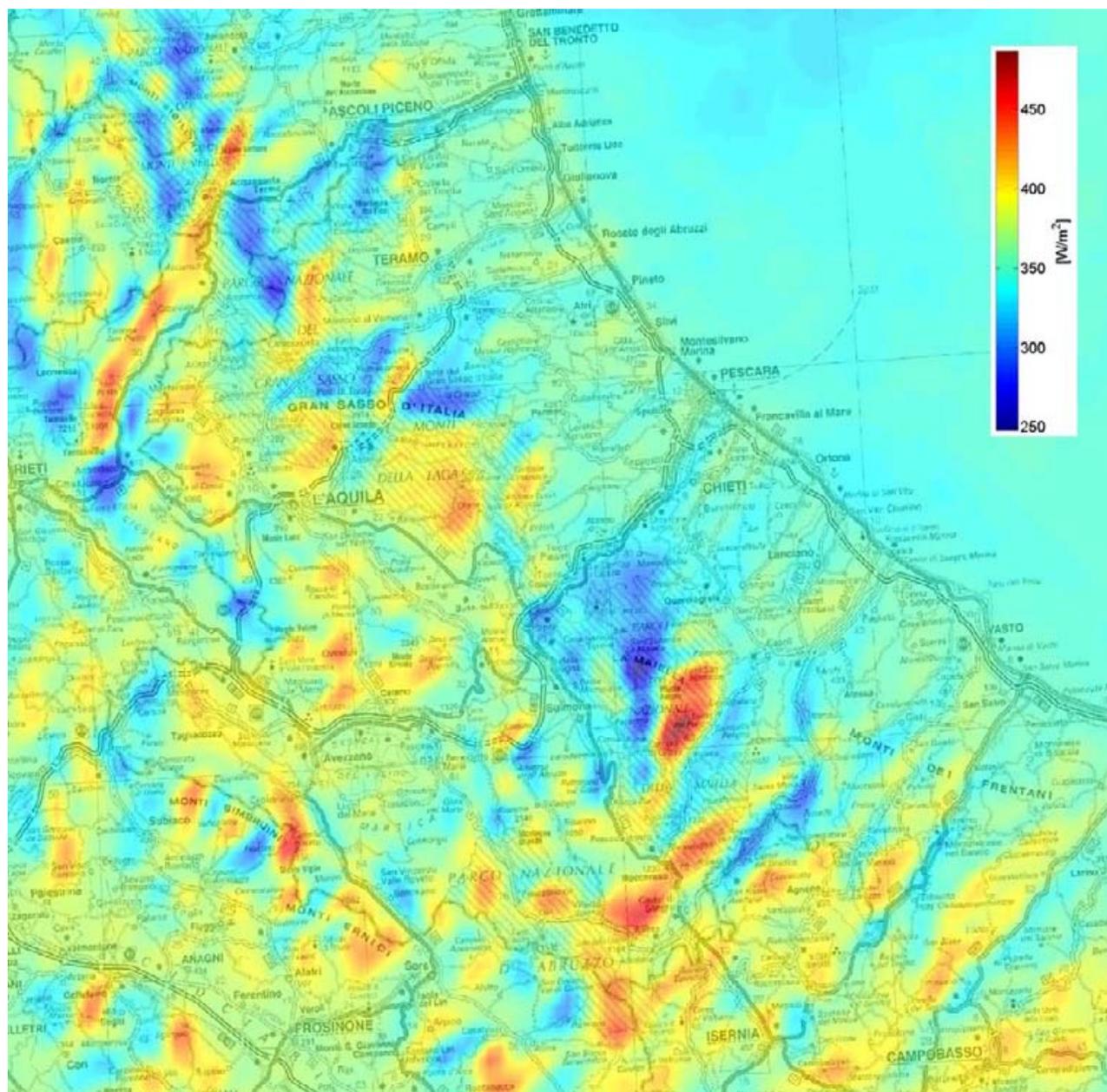


Figura 1.36 : Radiazione oraria media annua ore 9 UTC

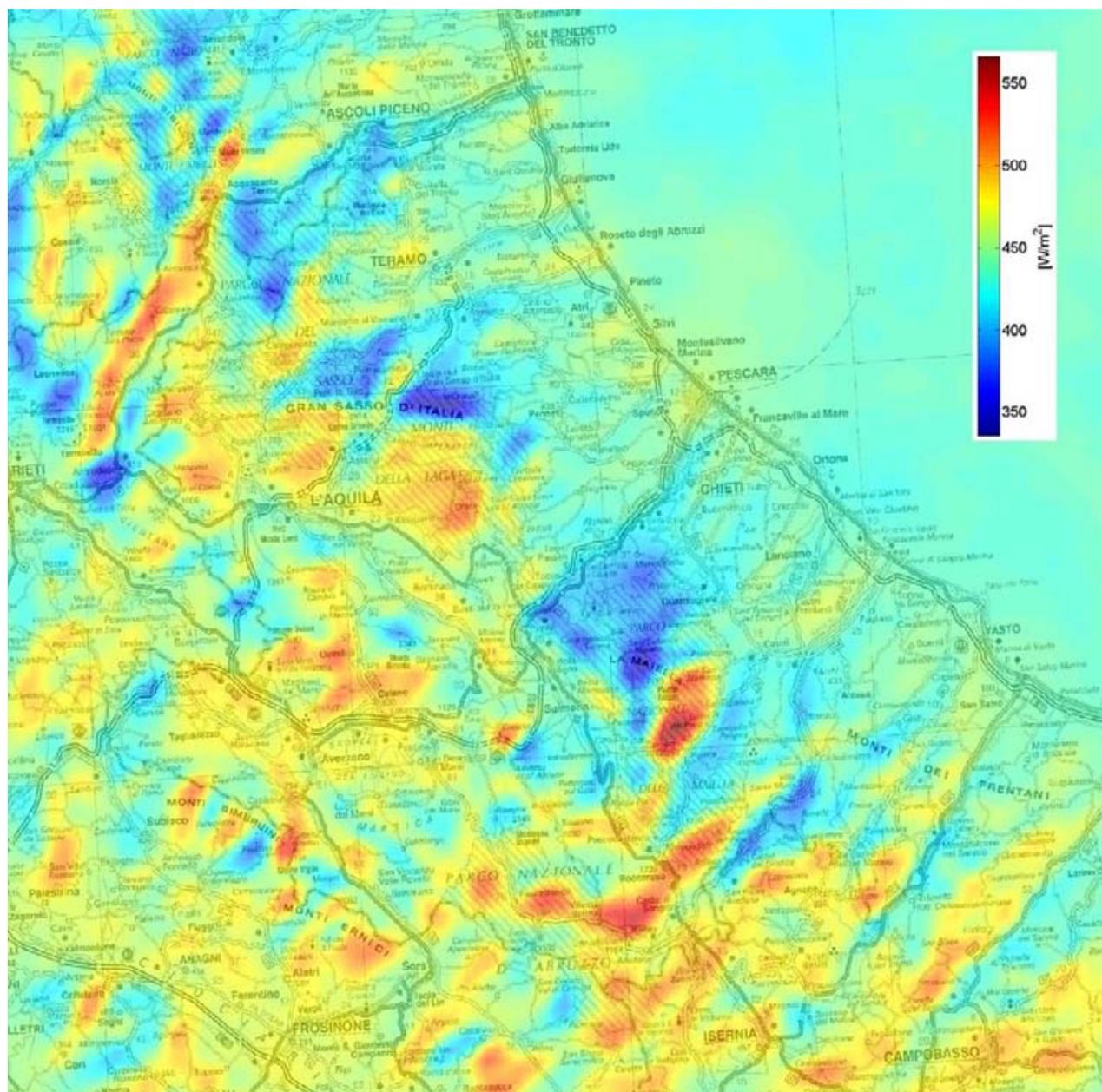


Figura 1.37 : Radiazione oraria media annua ore 10 UTC

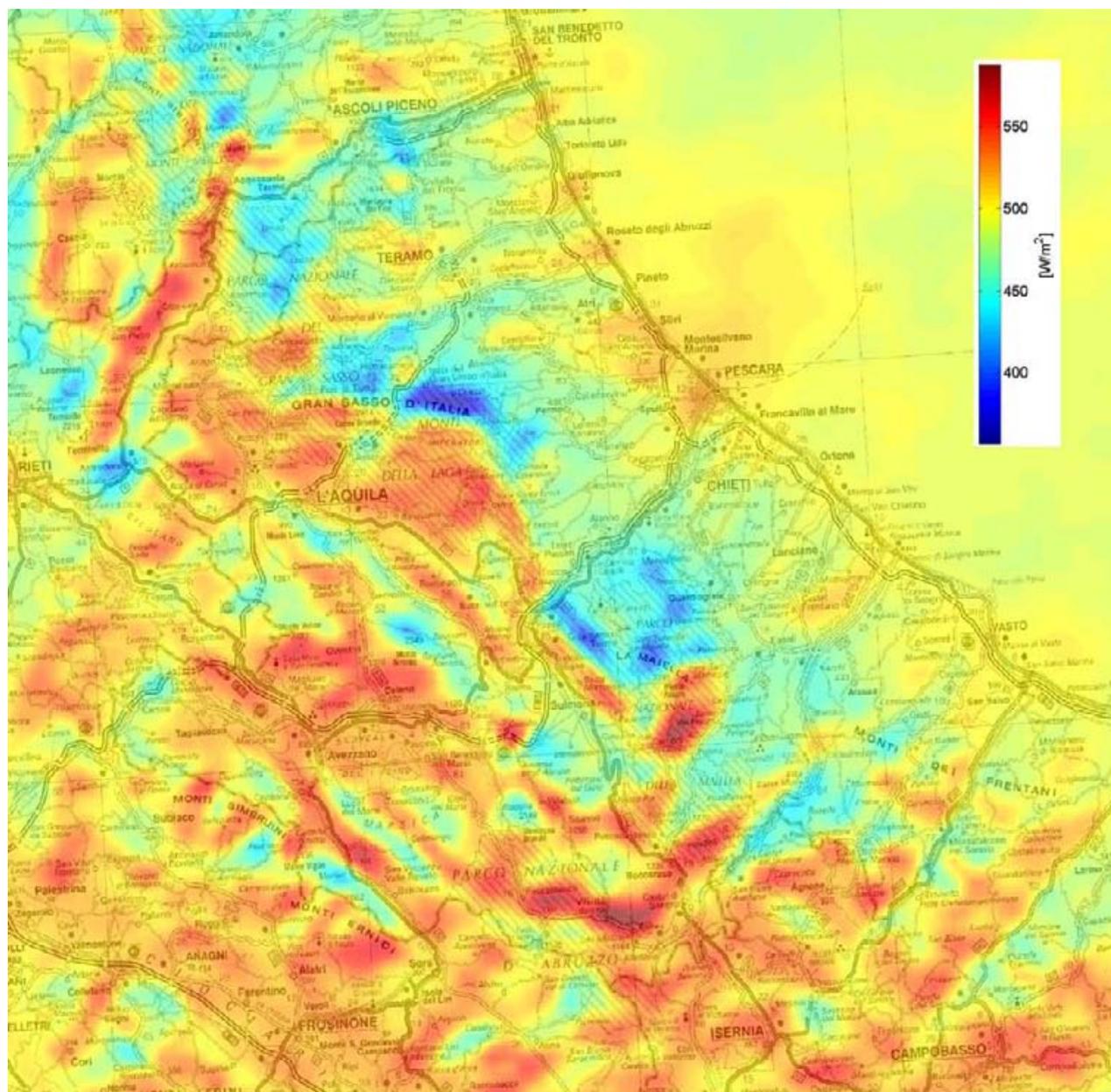


Figura 1.38 : Radiazione oraria media annua ore 11 UTC

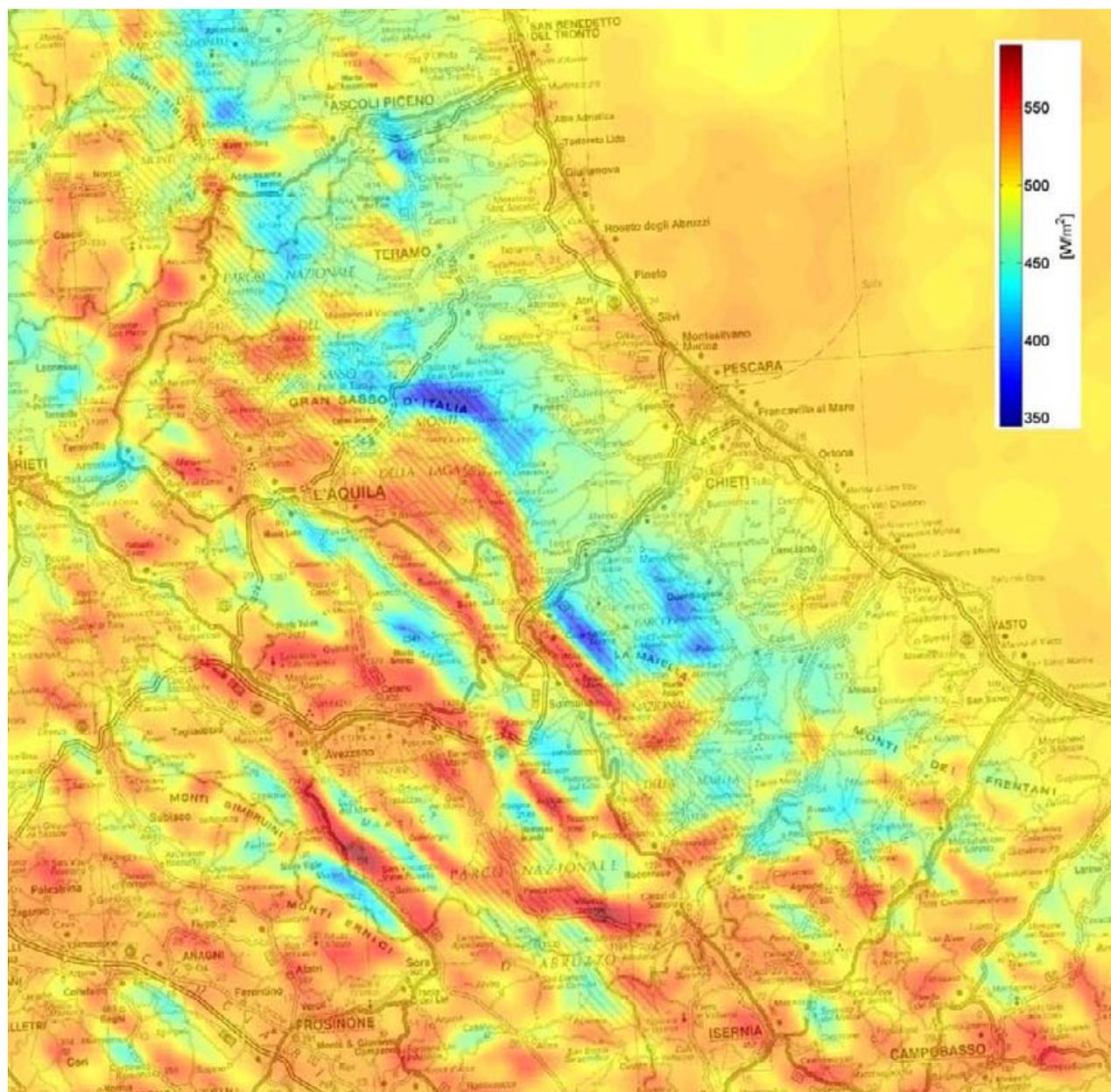


Figura 1.39 : Radiazione oraria media annua ore 12 UTC

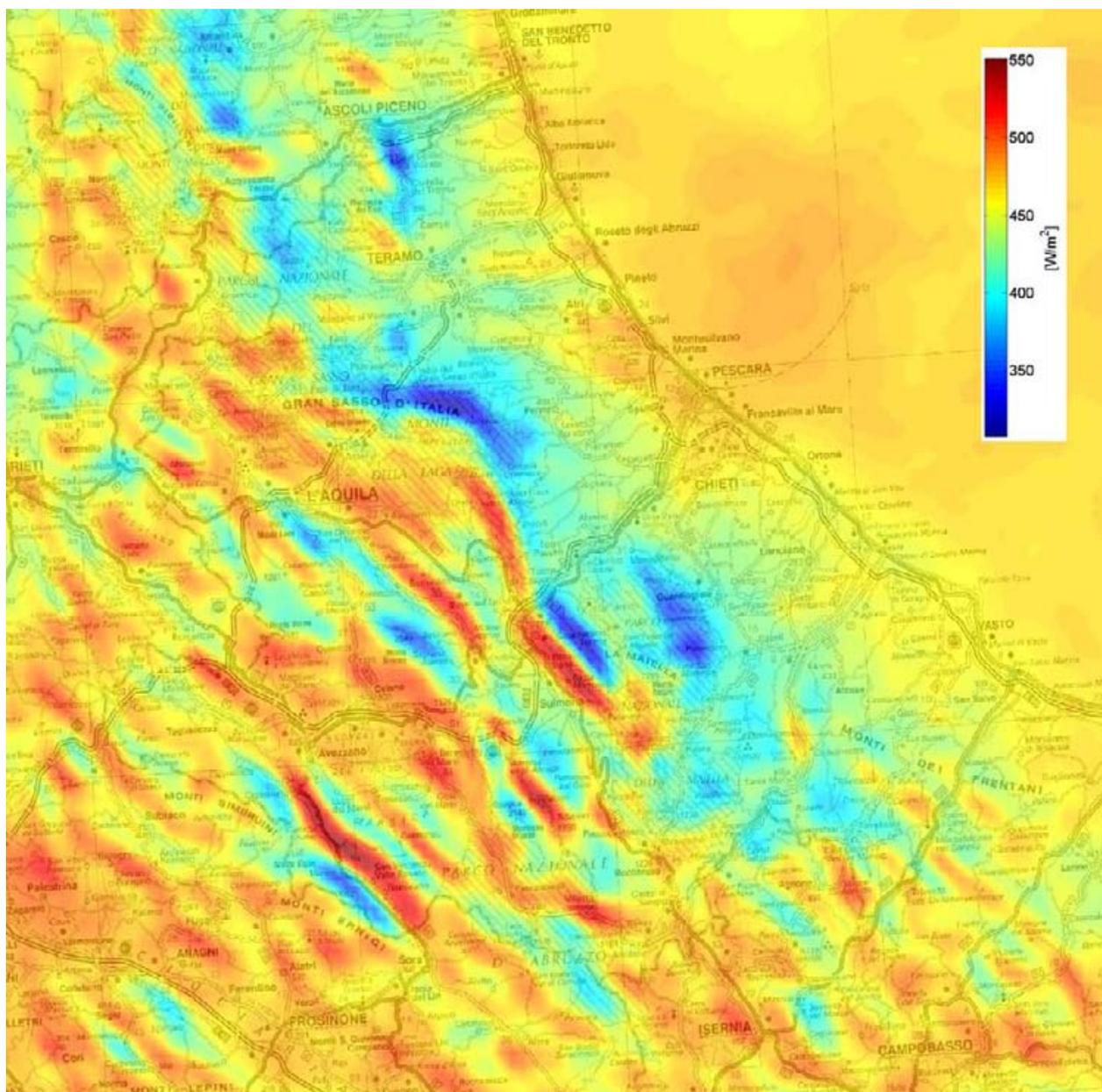


Figura 1.40 : Radiazione oraria media annua ore 13 UTC

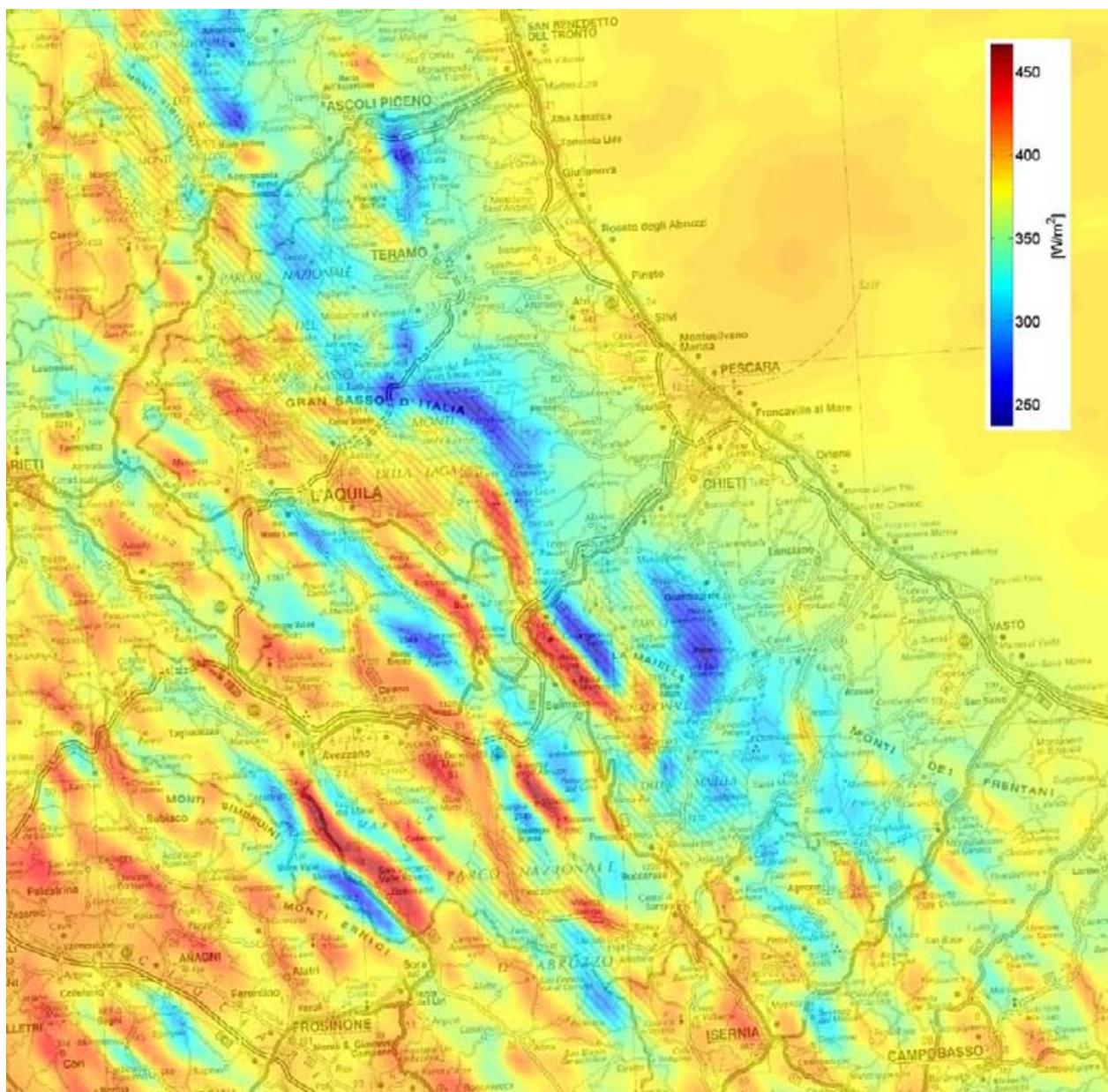


Figura 1.41 : Radiazione oraria media annua ore 14 UTC

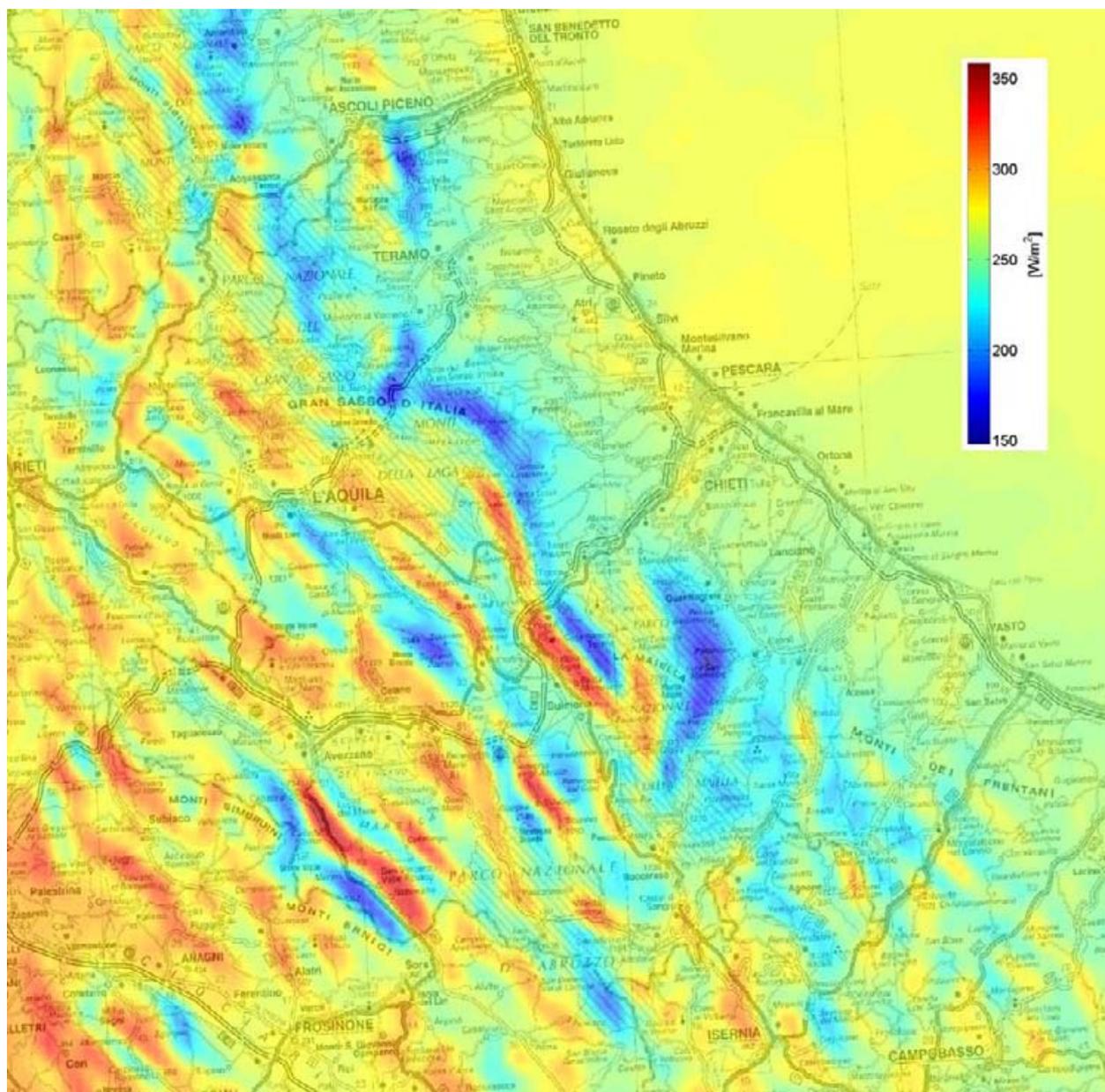


Figura 1.42 : Radiazione oraria media annua ore 15 UTC

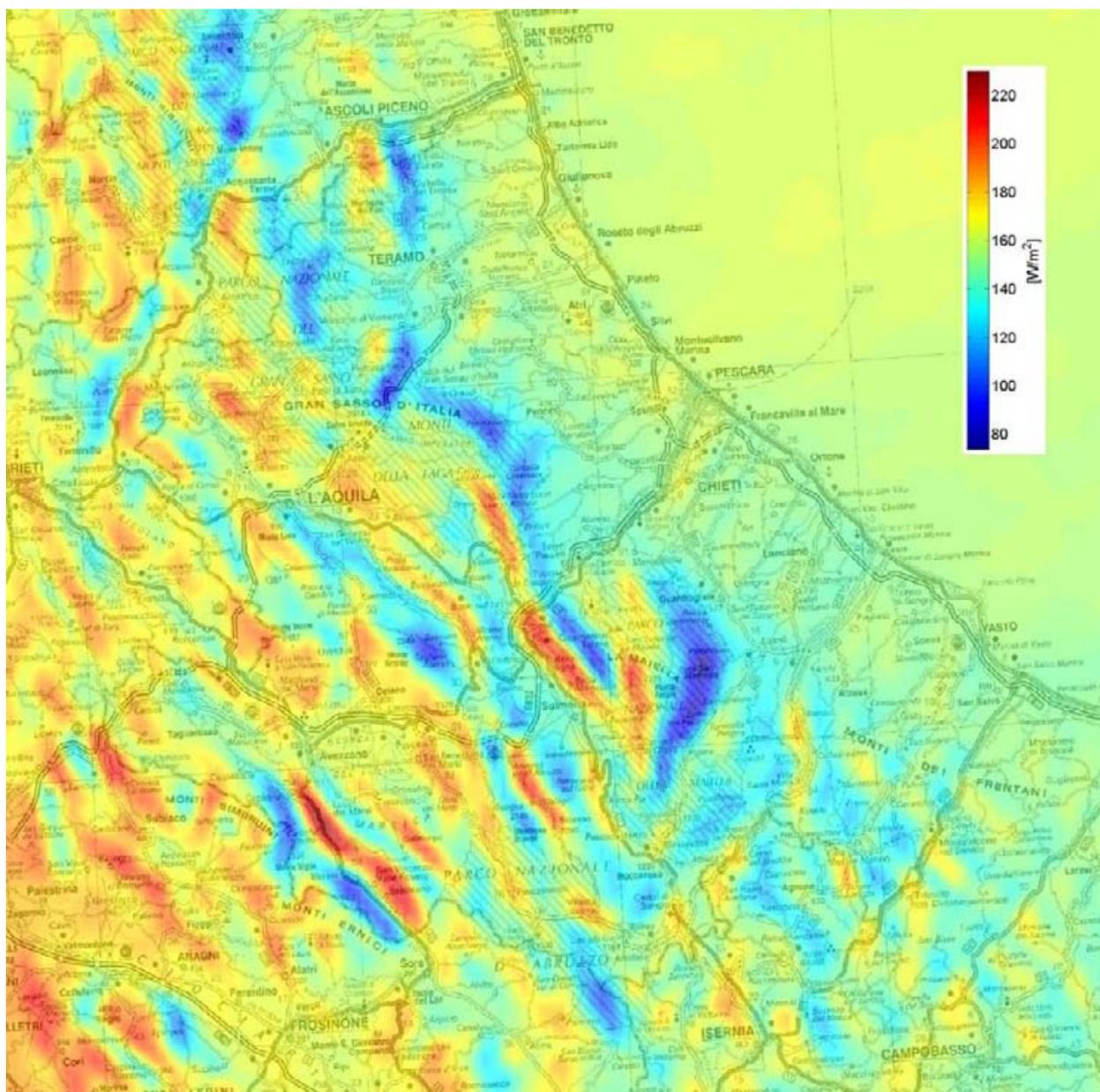


Figura 1.43 : Radiazione oraria media annua ore 16 UTC

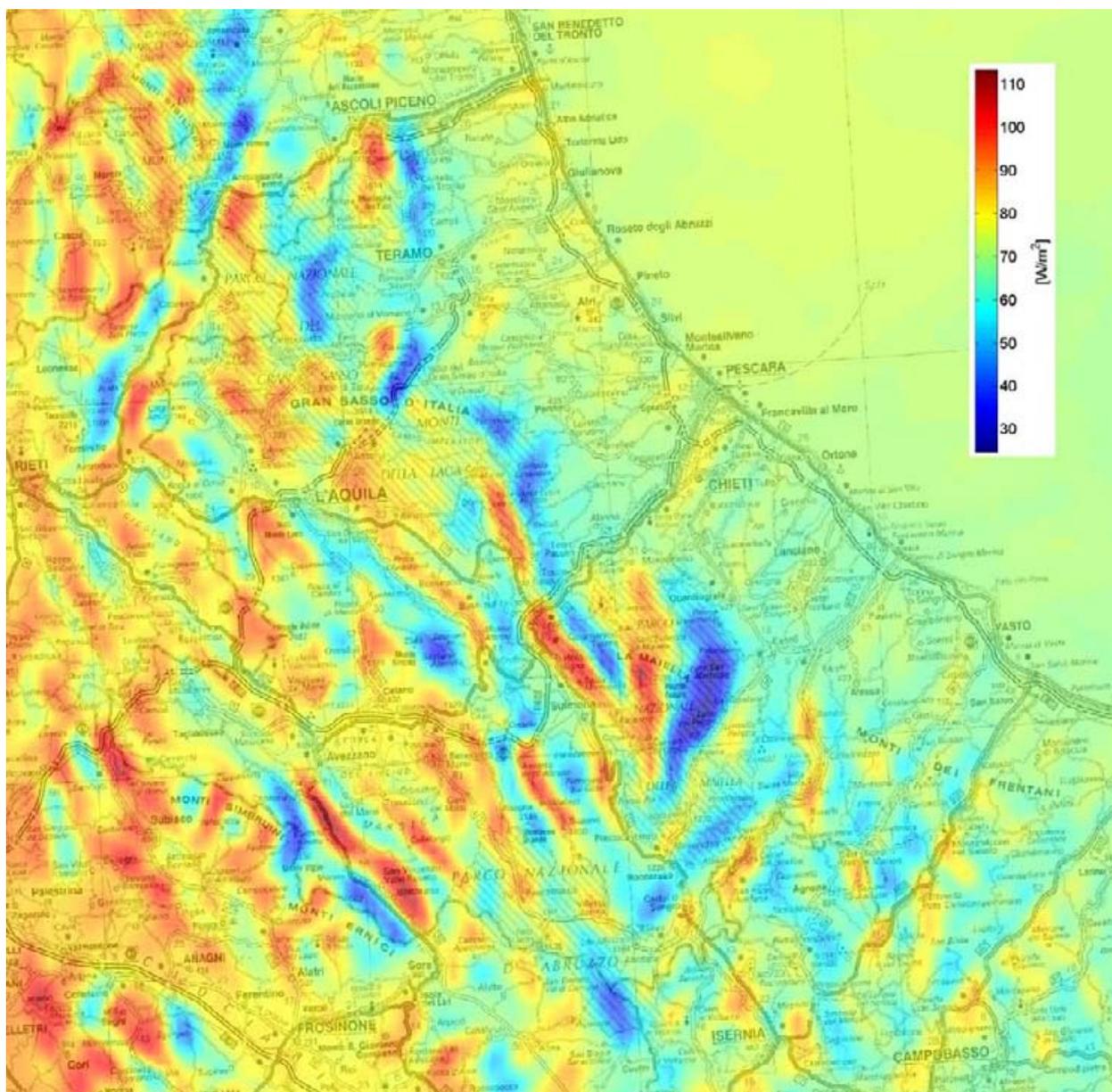


Figura 1.44 : Radiazione oraria media annua ore 17 UTC

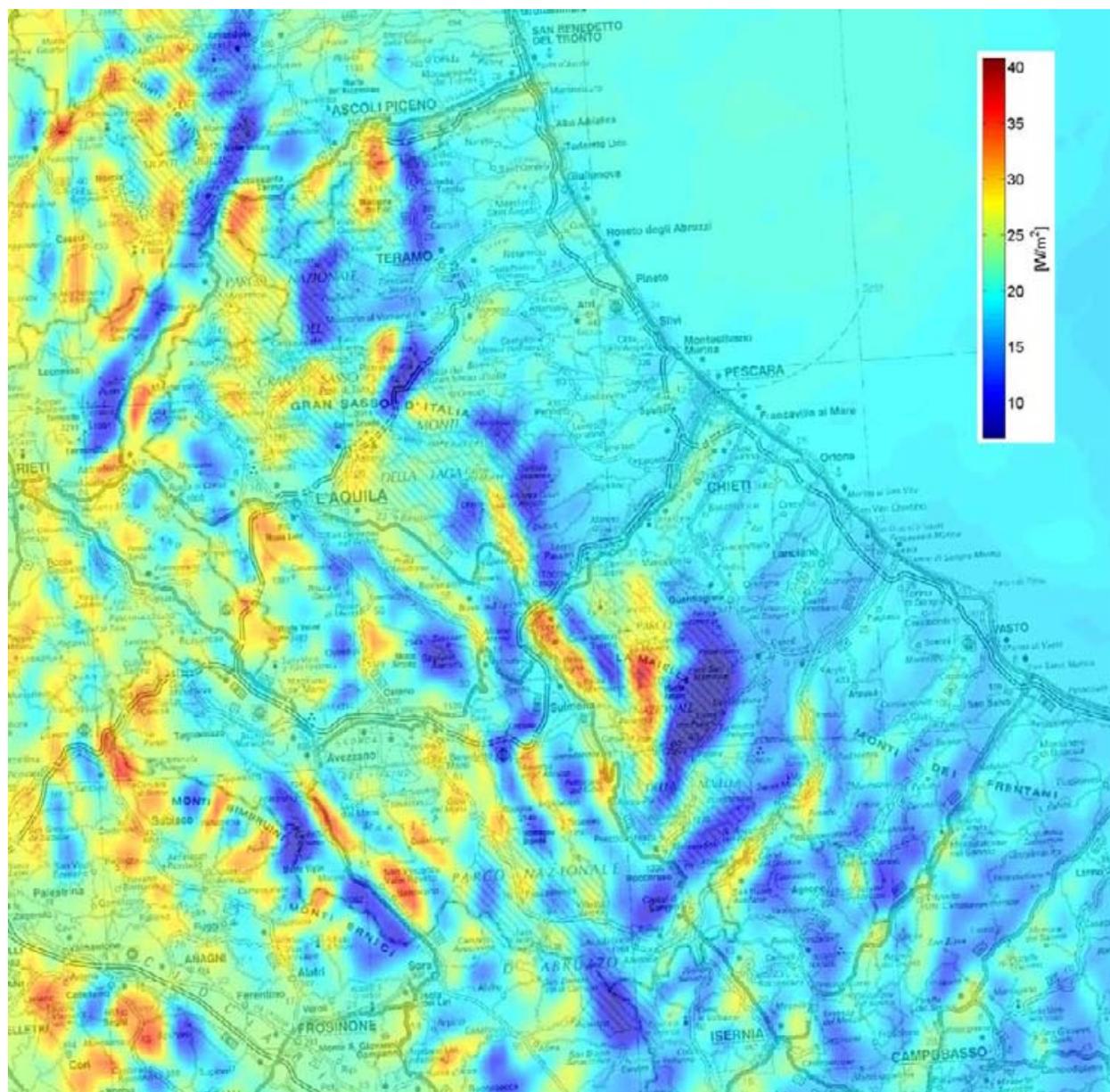


Figura 1.45 : Radiazione oraria media annua ore 18 UTC

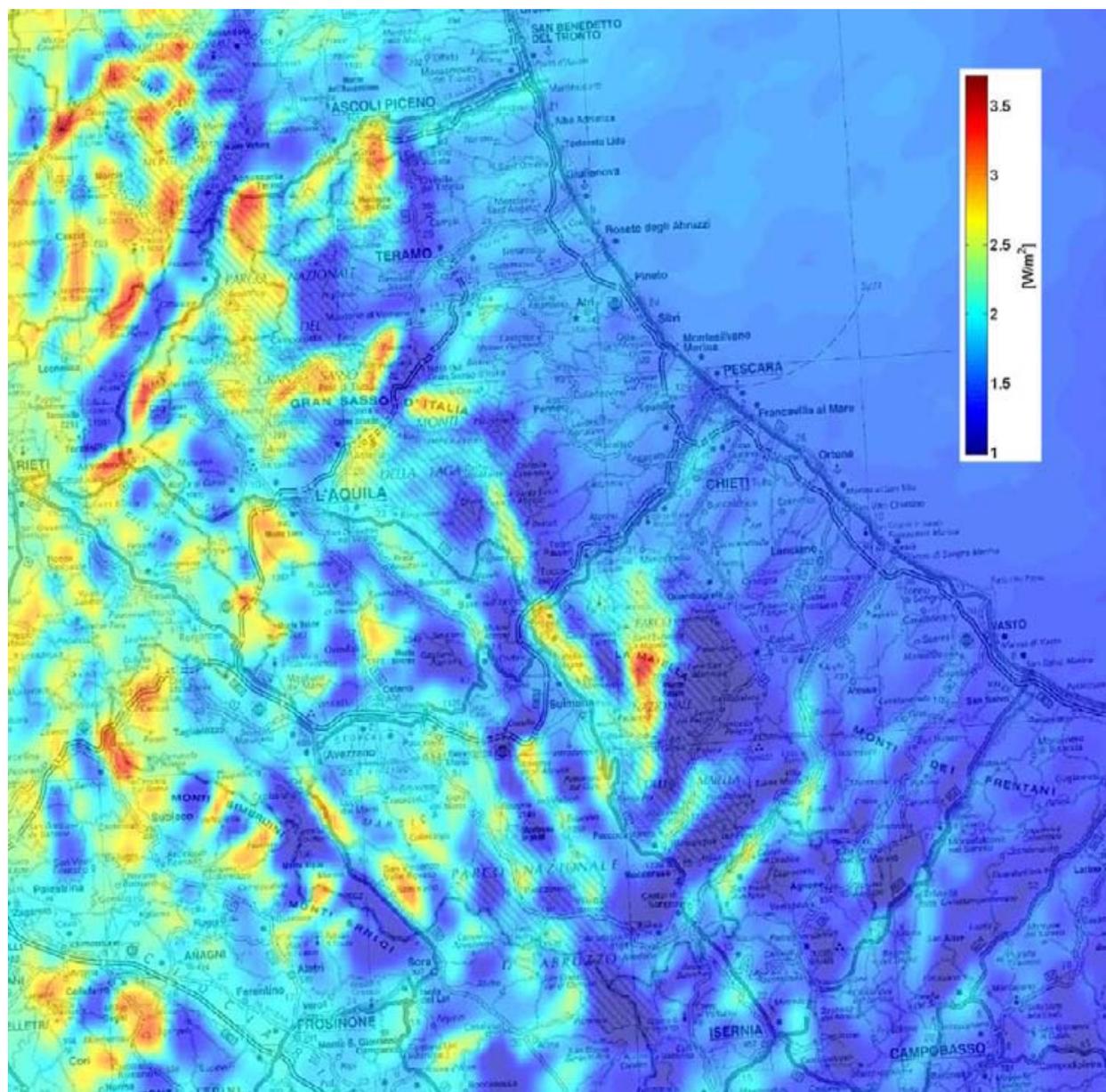


Figura 1.46 : Radiazione oraria media annua ore 19 UTC

1.10 - Riferimenti Bibliografici

- [77] Anthes R. A., Hsie E. Y., Kuo Y. H 1987: *Description of the Penn State/NCAR Mesoscale Model Version 4 (MM4)*. NCAR/TN-282+STR, National Center for Atmospheric Research Technical Notes
- [78] Anthes R. A., Warner T. T. 1978 : *Development of Hydrodynamic Models Suitable for Air Pollution and Other Mesometeorological Studies*. Monthly Weather Review, vol 106 issue 8, 1978
- [79] Anthes R.A. 1972: *Development of Asymmetries in Three-Dimensional Numerical Model of the*

- tropical cyclone*. Monthly Weather Review, vol 100 Issue 6 461-476, 1972
- [80] Armstrong A. M., Ellingson R.G. 2000 : *Comparison of MM5 Forecast Shortwave Radiation with Data Obtained from the Atmospheric Radiation Measurement Program*. Master of Science Scholarly Paper – ARM program
- [81] ASTM Standard G159-98 "*Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiance at Air Mass 1.5: Direct Normal and Hemispherical for a 37° Tilted Surface*"
- [82] ASTM Standard G173-03 "*Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on a 37 Tilted Surface*"
- [83] Blackadar A. K. 1976 : *Modeling the nocturnal boundary layer*. Preprints of the Third Symposium on Atmospheric Turbulence and Air Quality, Raleigh, NC, 19-22 October 1976, American Meteorological Society, Boston, 46-49
- [84] Blackadar A. K. *High resolution models of planetary boundary layer*. Advances in Environmental Science and Engineering, 1, No. 1 Pfafflin and Ziegler, Eds., Gordon and Breich Sci. Publ., New York
- [85] Chen F., Dudhia J. 2001 : *Coupling an Advanced Land Surface-Hydrology Model with the Penn State-NCAR MM5 Modeling System. Part I: Model Implementation and Sensitivity*. Monthly Weather Review 129, pp 569-585
- [86] Chen F., Dudhia J. 2001 : *Coupling an Advanced Land Surface-Hydrology Model with the Penn State-NCAR MM5 Modeling System. Part II: Preliminary Model Validation*. Monthly Weather Review 129, pp 587-604
- [87] Chen F., Janjic Z., Mitchell K. 1997 : *Impact of Atmospheric surface-layer parametrizations in the new land-surface scheme of NCEP Mesoscale Eta Model*. Boundary Layer Meteorology, 85, pp 391-421
- [88] Deardorff J. W. 1978 : *Efficient prediction of ground surface temperature and moisture, with inclusion of a layer of vegetation*. J. Geophys. Research 83, 1889-1903
- [89] DeMore W. B., Sanders S. P., Golden D. M., Hampson R. F., Kurylo M. J., Howard C., Ravinshakara A. R., Kold C. E. and Molina M.J. 1997 : *Chemical kinetics and photochemical data for use in stratospheric modeling*. Evaluation number 12, JPL Publ. 97-4. Jet Propulsion Laboratory, Pasadena CA.
- [90] Dudhia J. : *A Multi-Layer soil temperature model for MM5*. National Center for Atmospheric Research, Boulder Colorado
- [91] Dudhia J. 1989 : *Numerical Study of Convection Observed during the Winter Monsoon Experiment Using a Mesoscale Two-Dimensional Model*. Journal of Atmospheric Sciences 46, pp 3077-3107
- [92] Dudhia J. 1993 : *A Nonhydrostatic Version of the Penn State-NCAR Mesoscale Model: Validation Tests and Simulation of the Atlantic Cyclone and Cold Front*. Monthly Weather Review, vol

121 issue 5, 1493-1513, 1993

- [93] Dudhia J. 1995 : *"Reply" on "Comments on A nonhydrostatic Version of the Penn State – NCAR Mesoscale Model : Validation Tests and simulation of an Atlantic Cyclone and Cold Front"*. Monthly weather Review vol 123, issue 8, pp 2573-2575
- [94] Dudhia, Gill, Manning, Wang et al. Jan 2005 : *PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide – MM5 Modelling System Version 3*. Mesoscale and Microscale Meteorology Division National Center for Atmospheric Research
- [95] Duffie J.A., Beckman W.A. *"Solar Energy Thermal Processes"* John Wiley and Sons 1974, pp 385
- [96] Durran D.R., Klemp J.B. 1983 : *A compressible model for the simulation of moist mountain wave*. Monthly Weather Review, vol 111, 2341-2361, 1993
- [97] Grell G., Dudhia J., Stauffer D. 1994 : *A description of the fifth-generation Penn/State NCAR Mesoscale Model*. NCAR/TN-398+STR, National Center for Atmospheric Research Technical Notes, 1994
- [98] Groppi F., Zuccaro C. *"Impianti solari fotovoltaici a norme CEI – Guida per progettisti ed installatori"*. Editoriale Delfino 2008 pp 487
- [99] Hong S.Y., Pan H.L. 1996 : *Nonlocal Boundary Layer Vertical Diffusion in a Medium-Range Forecast Model*. Monthly Weather Review, vol 124 issue 10, 2322 2339, 1996
- [100] Iqbal M. *"An Introduction to Solar Radiation"*,
- [101] Jacobson M. Z. 1999 : *Fundamentals of Atmospheric Modeling*. Cambridge University Press pp 656
- [102] Jacovides C.P. et al. *"Comparative study of various correlations in estimating hourly diffuse fraction of global solar radiation"* Renewable Energy v 31, pp 2492-2504, 2006
- [103] Karatasou S., Santamouris M., Geros V. *"Analysis of Experimental data on diffuse solar radiation in Athens, Greece, for Building applications."* Int. J. Sustain Energy 2003; 23 (1-2): 1-11;
- [104] Klemp, J. B., Wilhelmson R. B. 1978 : *The simulations of three-dimensional convective storm dynamics*. Journal of Atmospheric Sciences 35 1070-1096, 1978
- [105] Kurucz, R. L., *"ATLAS9 Stellar Atmosphere Programs and 2 km/s Gri"*, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics CD-ROM No. 13, 1993
- [106] Lacis A. A., Hanses J.E., 1974 : *A parametrization for the absorption of solar radiation in the earth's atmosphere*. Journal of Atmospheric Science 31 pp 118-133
- [107] Lam J.C., Li D.H.W. *"Correlation between Global Solar Radiation and its Direct and Diffuse Components"* Building and Environment, Vol 31 no 6 pp 527-535, 1996
- [108] Lazzarin R. *"Sistemi solari attivi – manuale di calcolo"* Franco Muzzio & C. Editore pp 477
- [109] Liu B.Y.H., Jordan R.C. *"The Interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse*

- and total solar radiation” Solar Energy 1960;4 pp 1-19*
- [110] Mahfouf J. F., Viterbo P. 2002 : *Land Surface Assimilation*. Meteorological Training Course Lecture Series, ECMWF, 2002
- [111] Mlawer E. J., Taubman S. J., Brown P.D., Iacono M.J., Clough S. A. 1997 : *Radiative Transfer for inhomogeneous atmospheres: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave*. Journal of Geophysical Research, 102 pp 16663-16682
- [112] Neckel, H. and D. Labs *“Improved Data of Solar Spectral Irradiance from 0.33 to 1.25 μm ”*, Solar Physics, Vol 74, 1981
- [113] Neckel, H., and Labs, D., *“The Solar Spectrum Between 3300 and 12500 nm,”* Solar Physics, Vol. 90, 1984, pp. 205-258.
- [114] Orgill J.F., Hollands K.G.T. *“Correlation Equation for hourly diffuse radiation on a horizontal surface”* Solar Energy 1977;Vol 19: pp 357-159
- [115] Reindl D.T., Beckman W.A., Duffie J.A. *“Diffuse fraction correlations”* Solar Energy 1990, Vol 45 pp 1-7
- [116] Ricci R., Sorgi A., Artipoli G., Francavilla F., Mitidieri M. et alii : *Linee guida atte a disciplinare la realizzazione e la valutazione di parchi eolici nel territorio abruzzese*, Bollettino Ufficiale Regione Abruzzo n.50 del 12/09/2007
- [117] Ruth D.W., Chant R.E. *“The Relationship of diffuse radiation to total radiation”* Solar Energy Vol 18, pp 153-154, 1976
- [118] Skamarock W. C. , Klemp J. B., 1992: *The Stability of Time-Split Numerical Methods for the Hydrostatic and the Nonhydrostatic Elastic Equations*, Mon. Wea. Rev.: 120, 2109–2127.
- [119] Skartveit A., Olseth J. 1986: *Modeling slope irradiance at high latitudes*, Solar Energy 36, 4, 333-344.
- [120] Skartveit A., Olseth J. 1987: *A model for the diffuse fraction of hourly global radiation*, Solar Energy 38, 4, 271-274.
- [121] Smagorinsky J. 1963 : *General Circulation experiments with the primitive equations – I the basic experiment”*. Monthly Weather Review, vol 91 issue 3 98-164, 1963
- [122] Smith, E. V. P., and Gottlieb, D. M., *“Solar Flux and its Variations”* Space Science Reviews, Vol. 16, Nos. 5/6, November/December 1974, pp. 771-802
- [123] Sozzi R., Georgiadis T., Valentini M. 2002 : *Introduzione alla turbolenza atmosferica – Concetti Stime e Misure*. Pitagora Editrice Bologna pp 525
- [124] Stephens G.L. 1978 : *Radiation profiles in extended water clouds Part II: Parametrization schemes*. Journal of Atmospheric Sciences 35 2123.2132
- [125] Steppeler J. *Comments on A nonhydrostatic Version of the Penn State – NCAR Mesoscale Model : Validation Tests and simulation of an Atlantic Cyclone and Cold Front*. Monthly Weather Review vol 123, pg 2572

- [126] Tiris M., Tiris C., Ture I.E. *"Diffuse Solar Radiation Correlations : Application to Turkey and Australia"* Energy Vol. 20, No. 8, pp 745-749, 1995
- [127] Troen I., Mahrt L. 1986 : *A simple model of the atmospheric boundary layer : sensitivity so surface evaporation*. Boundary Layer Meteorology, 62, 21-96, 1986
- [128] Viterbo P. 2002 : *The role of Land Surface in the climate system*. Meteorological Training Course Lecture Series, ECMWF, 2002
- [129] Wehrli, C. *"Extraterrestrial Solar Spectrum"*, Publication no. 615, Physikalisches-Meteorologisches Observatorium + World Radiation Center (PMO/WRC) Davos Dorf, Switzerland, July 1985.
- [130] Woods, T. N., et al, *"Validation of the UARS Solar Ultraviolet Irradiances: Comparison with the ATLAS 1 and 2 Measurements"* Journal of the Geophysical Research, Vol. 101, No. D6, April 30, 1996, pp. 9541-9569.
- [131] Zhang D., Anthes R. A. 1982.: *A High-Resolution Model of the Planetary Boundary Layer-- Sensitivity Tests and Comparisons with SESAME-79 Data*. Journal of Applied Meteorology, vol 21 issue 11, 1594-1609

2.1 – Il territorio abruzzese

2.1.1. - Caratteristiche geomorfologiche.

L'antica suddivisione istituita nel 1273 dal Re di Sicilia Carlo D'Angiò vedeva il territorio abruzzese attraverso due porzioni distinte, separate dal confine naturale offerto dal fiume Pescara. Abruzzo "Ultra" e "Citra" (*Aprutium ultra flumen Piscariae* e *Aprutium citra flumen Piscariae*) hanno di fatto storicamente diviso il territorio abruzzese che fin quasi ai giorni nostri ha conservato l'utilizzazione del nome al plurale. Denominazione tuttavia non necessariamente impropria se si considera la suddivisione, contrapposta alla precedente, tra i territori montani e quelli collinari. Esistono in effetti due "Abruzzi" che, oltre ad essere distinti morfologicamente, lo sono anche dal punto di vista antropico ed economico. L'Abruzzo montano dalle cime calcaree aspre ed elevate che costituiscono la maggiore massa montuosa appenninica si contrappone all'Abruzzo marittimo, caratterizzato da tenui colline degradanti verso il mare, dal largo letto ghiaioso dei fiumi e dai vasti arenili.

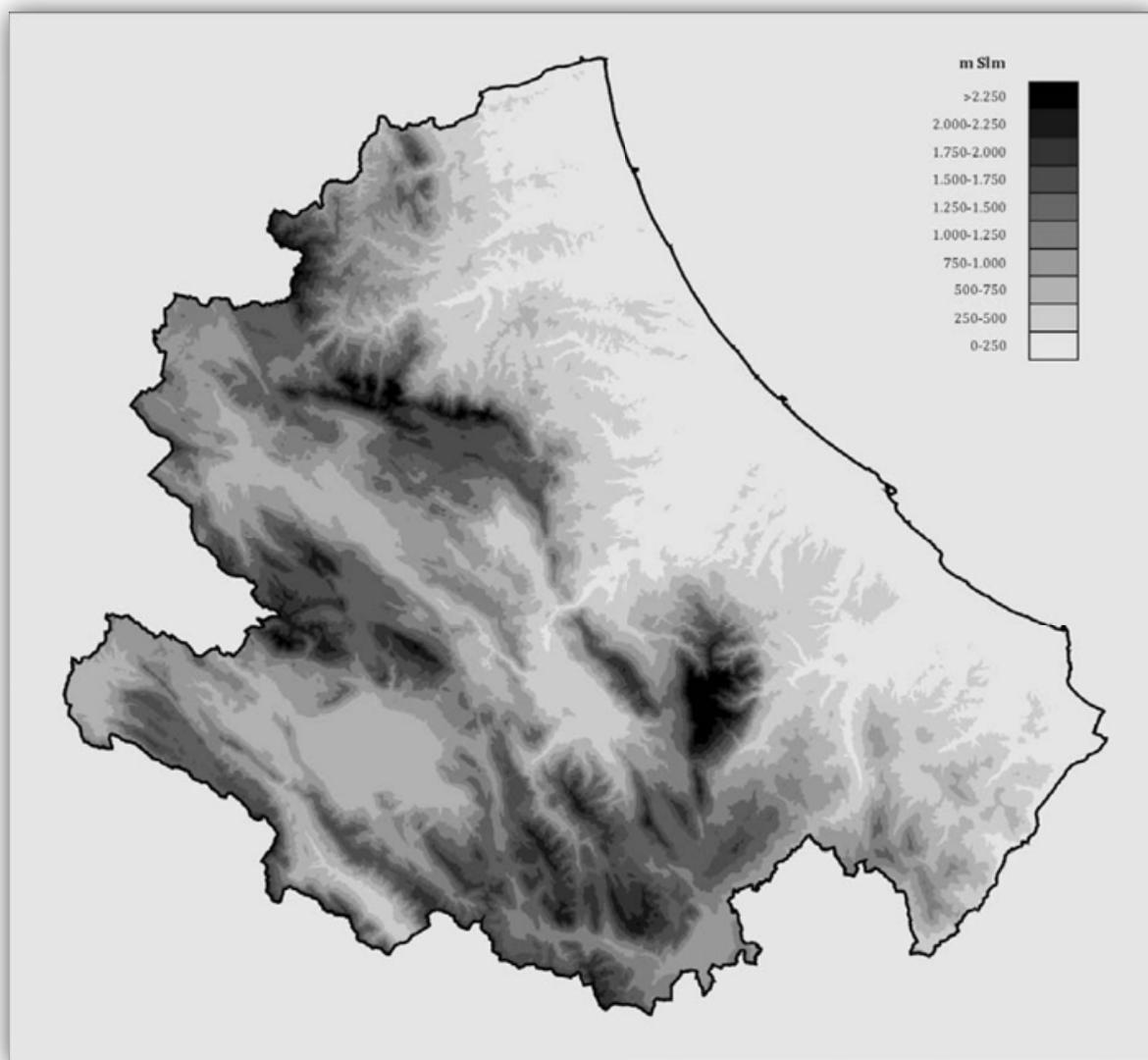


Figura 2.1 – Altimetria

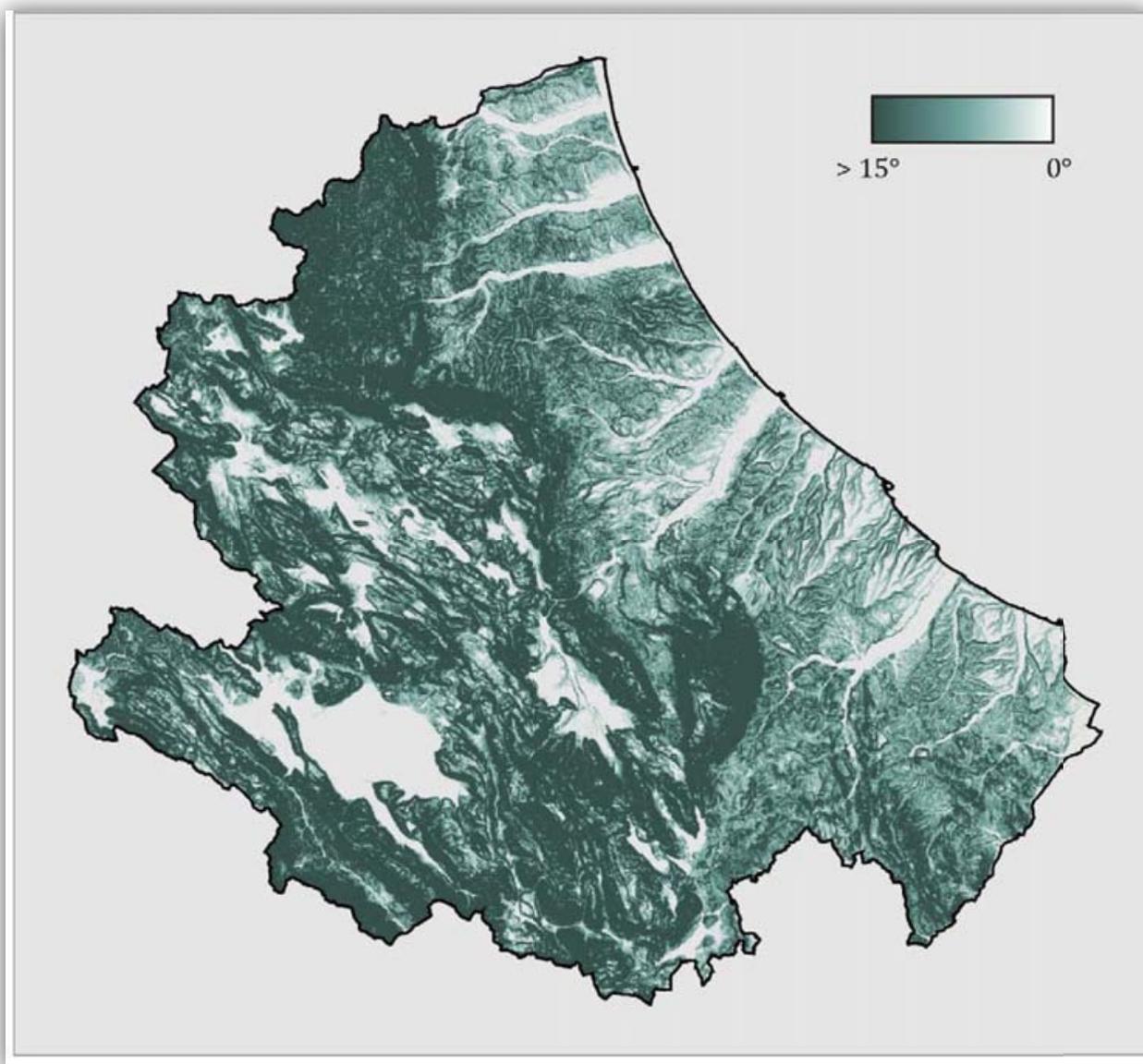


Figura 2.2 – Mappa delle acclività

Infatti il territorio regionale, che ha una superficie di circa 11.000 chilometri quadrati, per circa i due terzi è occupato dalla montagna, e solo un terzo è occupato da collina. Gli studi statistici effettuati in ambito regionale non rilevano aree pianeggianti significative. E' completamente assente, infatti, una vera e propria pianura nei pressi della costa mentre all'interno, nei fondovalle dei fiumi e a quote piuttosto elevate, ne esistono diverse, la più estesa delle quali, la Piana artificiale del Fucino, ottenuta dal prosciugamento dell'omonimo lago nel secolo scorso.

Imponenti e compatti, i rilievi abruzzesi si presentano essenzialmente in due forme, e su di esse più che altro ha influito una certa diversificazione del modellamento glaciale: creste aguzze che sormontano pareti verticali, aspre e dirupate, contrapposte a forme estremamente massicce e cupoleggianti. Costituiti da un esteso sistema prevalentemente calcareo-dolomitico, si allineano su tre direttrici quasi parallele. Soltanto all'estremità nordoccidentale i terreni marini miocenici dei Monti

della Laga interrompono bruscamente questo motivo morfologico dominante, innalzando potenti stratificazioni marnoso-arenacee oltre i 2000 m., inequivocabili testimoni della grande importanza che qui assumono anche gli intensi e periodici moti di sollevamento che indubbiamente hanno interessato tutta quanta la regione. Il Passo delle Capannelle, fra l'estremità settentrionale della conca aquilana e l'alto Vomano, separa i Monti della Laga dal Gran Sasso d'Italia, che estende per oltre quaranta chilometri le grandi masse calcaree su un duplice allineamento di cime che coronano ad est la vasta depressione carsica di Campo Imperatore.

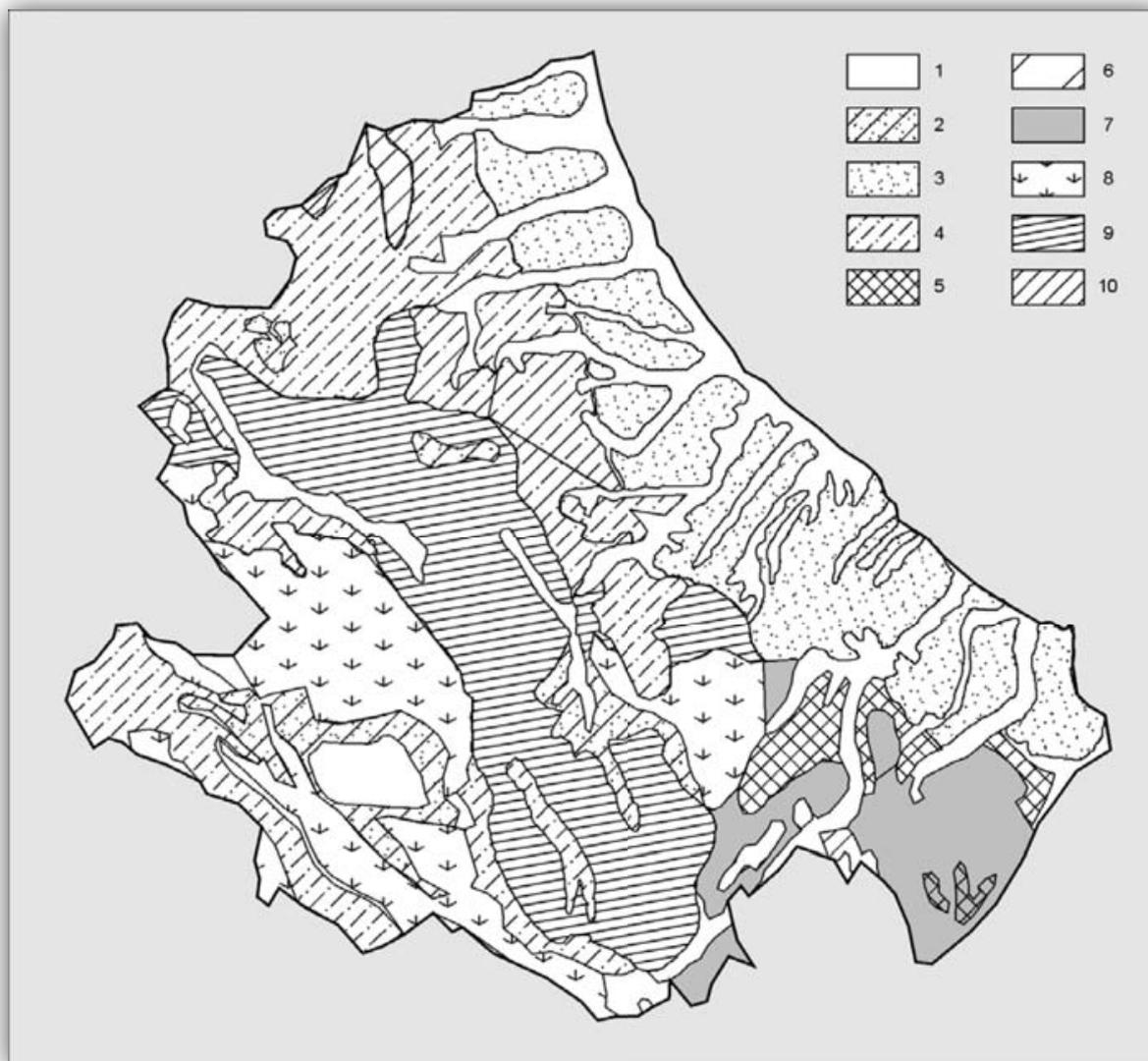


Figura 2.3 – Carta geolitologica

1. Olocene: alluvioni e spiagge attuali e recenti (limi, sabbie, ghiaie), depositi travertinosi, detriti di falda; 2. Pleistocene: Alluvioni terrazzate, depositi lacustri (argille, limi, sabbie e ghiaie), detriti di falda, depositi morenici; 3. Pleistocene-Pliocene: argille e sabbie marine; 4. Miocene medio superiore: marne e arenarie; 5. Argille varicolori caotiche, con masse calcaree inglobate; 6. Arenarie e, subordinatamente, marne; 7. Argille, marne, arenarie e breccie calcaree; 8. Facies abruzzese: calcari e dolomie neritici; 9. Facies di transizione: calcari, dolomie, marne e conglomerati; 10. Facies umbro-marchigiana: calcari, dolomie, diaspri, marne e arenarie, neritici nella parte bassa, poi pelagici.

La maggiore altezza è raggiunta dal Corno Grande (m. 2912), mentre molte altre cime si ergono al di sopra dei duemila metri. Dall'estremità orientale di Campo Imperatore, il massiccio procede fino alle gole di Popoli su un'unica dorsale che incombe con il versante orientale sulle colline argillose del

Subappennino e degrada ad ovest con una serie di piani carsici a varia altitudine verso l'Aterno. Da questa lunga e stretta gola che è la più agevole via di penetrazione dell'Abruzzo dalla sponda adriatica, l'asse orografico procede verso sudest con la Montagna del Morrone, che sovrasta imponente la conca peligna. Il rilievo penetra nel fianco occidentale della Maiella fino al Guado San Leonardo, risalendo ripidamente fino al Monte Amaro (m. 2793), massima altitudine del massiccio e seconda dell'Italia peninsulare. Il fianco sudorientale della Maiella scende ripido sulla valle dell'Aventino, separato dalla dorsale del Monte Sécine, ultima appendice dell'Arco abruzzese esterno che termina nella valle del fiume Sangro; un'altra dorsale ha fine sugli alti bacini carsici di Pescocostanzo e di Roccaraso con il Monte Rotella.

Il secondo allineamento di massicci, l'arco abruzzese interno, è situato fra i due grandi solchi tettonici longitudinali dell'Aterno e del Salto-Liri. Ha inizio a nord con il Monte Nuria per poi salire, superando i duemila metri, nei due poderosi massicci del Monte Velino (m. 2486) e del Monte Sirente (m. 2348), divisi dagli altipiani carsici delle Rocche. A sud, dopo la Forca Caruso, una stretta e allungata dorsale calcarea raggiunge la Montagna Grande e il Monte Marsicano. La valle del Sagittario e del Tasso dividono questa dorsale dall'altra, ad essa parallela, che culmina a nord nel Monte Genzana e a sud nel Monte Rotella.

La serie più interna dei rilievi è dominata dall'esteso gruppo dei Monti Simbruini e degli Ernici, compatta massa calcarea che supera di poco i duemila metri in alcune cime e che appartiene solo in parte all'Abruzzo, come del resto, più a nord, i meno elevati Monti Carseolani. La compattezza del rilievo è interrotta dal solco del Liri, oltre il quale un'aspra catena prosegue verso sudest fino ai monti del Parco Nazionale, con cime poco al di sotto dei duemila metri e al gruppo della Meta, terminando con le creste calcaree delle Mainarde che dominano l'alto bacino del Volturno.

Il territorio abruzzese subappenninico è contraddistinto dalla presenza di sistemi collinari pressoché uniformi, che si estendono generalmente al di sotto dei 500 m. sul livello del mare. Tale fascia territoriale, così come in buona parte delle regioni che si affacciano sull'Adriatico, è fortemente caratterizzata dal susseguirsi di numerosi sistemi vallivi che da nord a sud si dispongono quasi ortogonalmente rispetto alla linea di costa. Le principali vallate sono quelle costituite dai bacini dei fiumi Vomano, Pescara e Sangro, oltre a quelle del Tronto e del Trigno, che delimitano rispettivamente a nord e a sud il territorio regionale. Dal punto di vista geologico, i sistemi collinari subappenninici sono costituiti essenzialmente da argille, sabbie marine, marne e arenarie, mentre nelle valli e lungo i litorali centrosettentrionali sono presenti limi, sabbie, ghiaie, depositi travertinosi e detriti di falda. Di rilievo in questa porzione di territorio la presenza di singolari formazioni geologiche dette "calanchi", originate dall'erosione del terreno argilloso, provocata dalle passate deforestazioni e favorita dai continui disseccamenti e dilavamenti. I calanchi sono piuttosto diffusi e talvolta, come nel caso della zona di Atri, possono caratterizzare visibilmente il paesaggio.

2.1.2 - Caratteristiche pedologiche.

La zona subappenninica si presenta in gran parte coltivata, e quindi ben pochi residui di vegetazione spontanea restano oggi a testimoniare quello che doveva essere il suo paesaggio vegetale originario. La costa, che si presenta per lungo tratto sabbiosa, specialmente a nord di Ortona, ospita una caratteristica vegetazione psammofila, cioè costituita da piante tipiche dei litorali arenosi, come l'erba medica marina, la coda di topo, l'ammofila, graminacea capace di consolidare le dune costiere per mezzo del suo apparato radicale, le ombrellifere spinose e i tamerici. Veri e propri boschi costieri non esistono ormai più lungo il litorale, quantunque una volta forse il pino d'Aleppo e il pino domestico abbiano avuto una certa diffusione; oggi le poche pinete che si osservano qua e là sono completamente di origine artificiale, cioè dovute a rimboschimenti più o meno recenti.

Da Ortona fino Vasto il litorale si presenta più mosso e roccioso: scompaiono le piante psammofile e s'insediano invece sulle rocce sporadici popolamenti di piante rupicole, caratteristiche di rocce litoranee, dove vivono in un ambiente ricco di salsedine. Allontanandosi dal mare, dove i ripidi pendii cominciano ad attenuarsi, qualche lembo di vegetazione mediterranea costiera residua (macchia) resiste all'incessante avanzare delle colture, ma dove l'azione distruttrice dell'uomo e degli agenti atmosferici si è fatta sentire in modo più marcato è scomparsa anche questa, sostituita dalla garriga o da vegetazione steppica. Penetrando dalla costa verso l'interno, le colline sono intensamente coltivate e la vegetazione naturale è ridotta ormai a pochi lembi sparsi, spesso di piccole dimensioni, ma utili ad illustrarci quello che doveva essere il paesaggio di questa fascia collinare fino a qualche millennio fa. Il tipo di bosco più caratteristico di questi lembi è il querceto di roverella, ultimo residuo di tutta quella fascia boschiva che una volta doveva spingersi dalla Romagna alla Puglia. Dove questa specie si mescola al cerro e alle altre querce dà luogo a formazioni più dense con più compatto rivestimento di arbusti e di erbe, che già preannunciano la vegetazione montana. Il cerro infatti è pianta più tipicamente montana rispetto alla roverella e oltre i 1000-1200 m. diviene prevalente.

Nella parte sudorientale dell'Abruzzo si osserva una vegetazione costituita da un tappeto discontinuo di bassi arbusti e di erbe, in cui le piccole erbe annue che spuntano fra le rocce sono inframezzate da arbusti legnosi, talora contorti e ricchi di fiori. Si tratta della garriga e della pseudogarriga, vegetazioni rispettivamente di bassa e di media altitudine, conseguenza di un lento, costante e regolare diboscamento provocato dall'uomo da qualche millennio a oggi.

Una delle caratteristiche fitogeografiche più interessanti della regione abruzzese consiste nella penetrazione della vegetazione mediterranea in territori che, per clima e posizione geografica, dovrebbero quasi esserne prive. Quindi se tale vegetazione è scarsa o addirittura assente lungo l'Adriatico, la ritroviamo più frequente e meglio caratterizzata spostandoci verso l'interno, addirittura nella conca aquilana. Le conche di Sulmona e dell'Aquila ospitano una vegetazione che non di rado presenta gli aspetti tipici del bosco mediterraneo. Lo stesso olivo, pianta che è ritenuta indicatrice di vegetazione mediterranea, si spinge in coltura fino in Val Roveto, sotto l'influsso delle masse d'aria

provenienti dal Tirreno. Nelle zone interne più elevate l'olivo si trovava solo nel Fucino, e la sua presenza era dovuta unicamente all'influenza equilibratrice delle acque. Infatti il prosciugamento del lago ha portato gradualmente alla sua scomparsa. Per il resto, la specie legnosa che sostituisce l'olivo e si adatta in modo straordinario ai rigori del clima delle regioni interne è il mandorlo, essenza sub-mediterranea che raggiunge i 1000 m. nelle alte depressioni carsiche interne (Barisciano, Navelli, San Demetrio ne' Vestini). Si può dire che il mandorlo costituisca nell'Abruzzo un vero e proprio indice di continentalità. Le valli più aperte e i grandi bacini intermontani sono prevalentemente coltivati e quindi la vegetazione spontanea si limita spesso ad una fascia intorno alle conche.

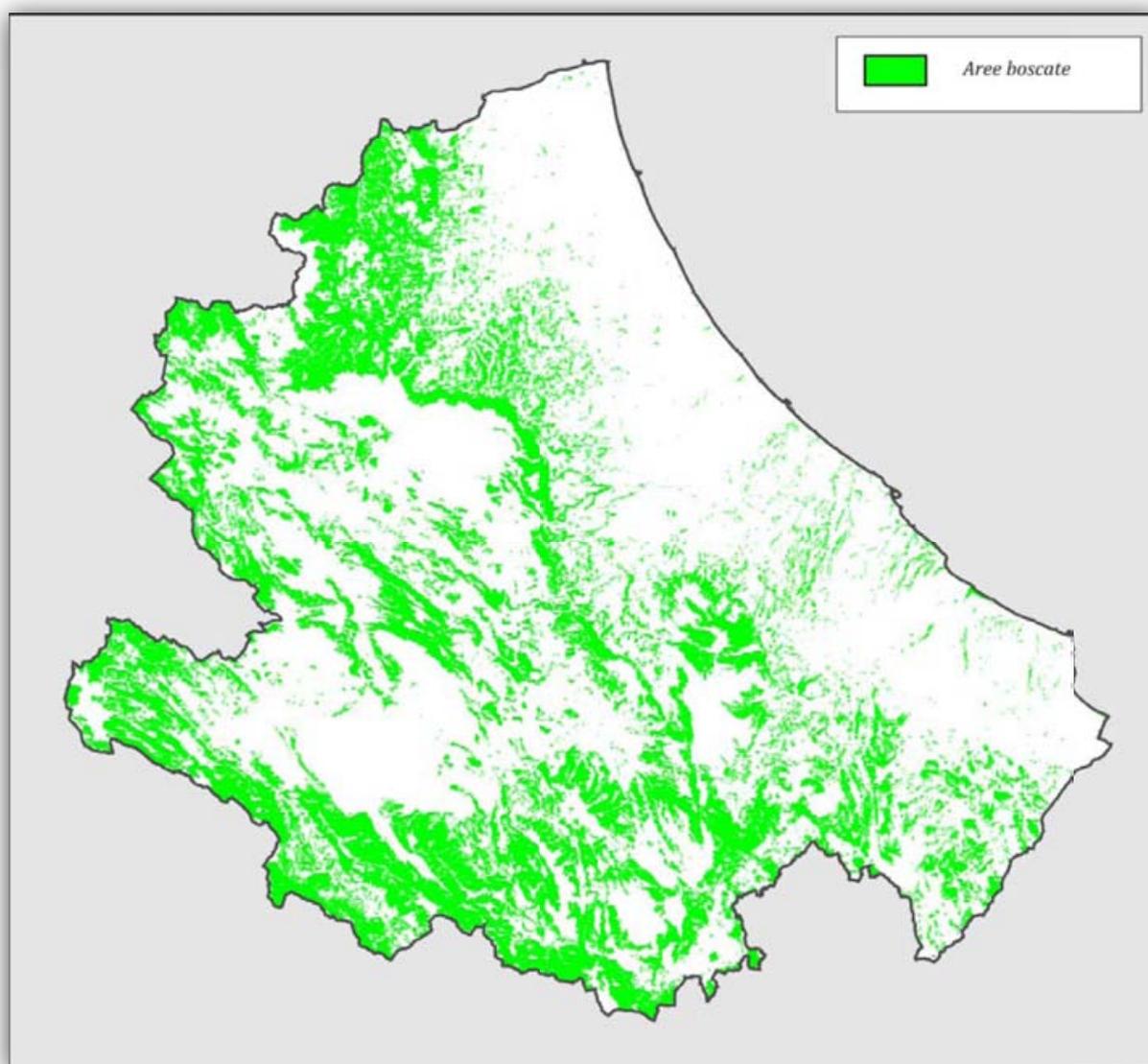


Figura 2.4 – Uso del Suolo – aree boscate

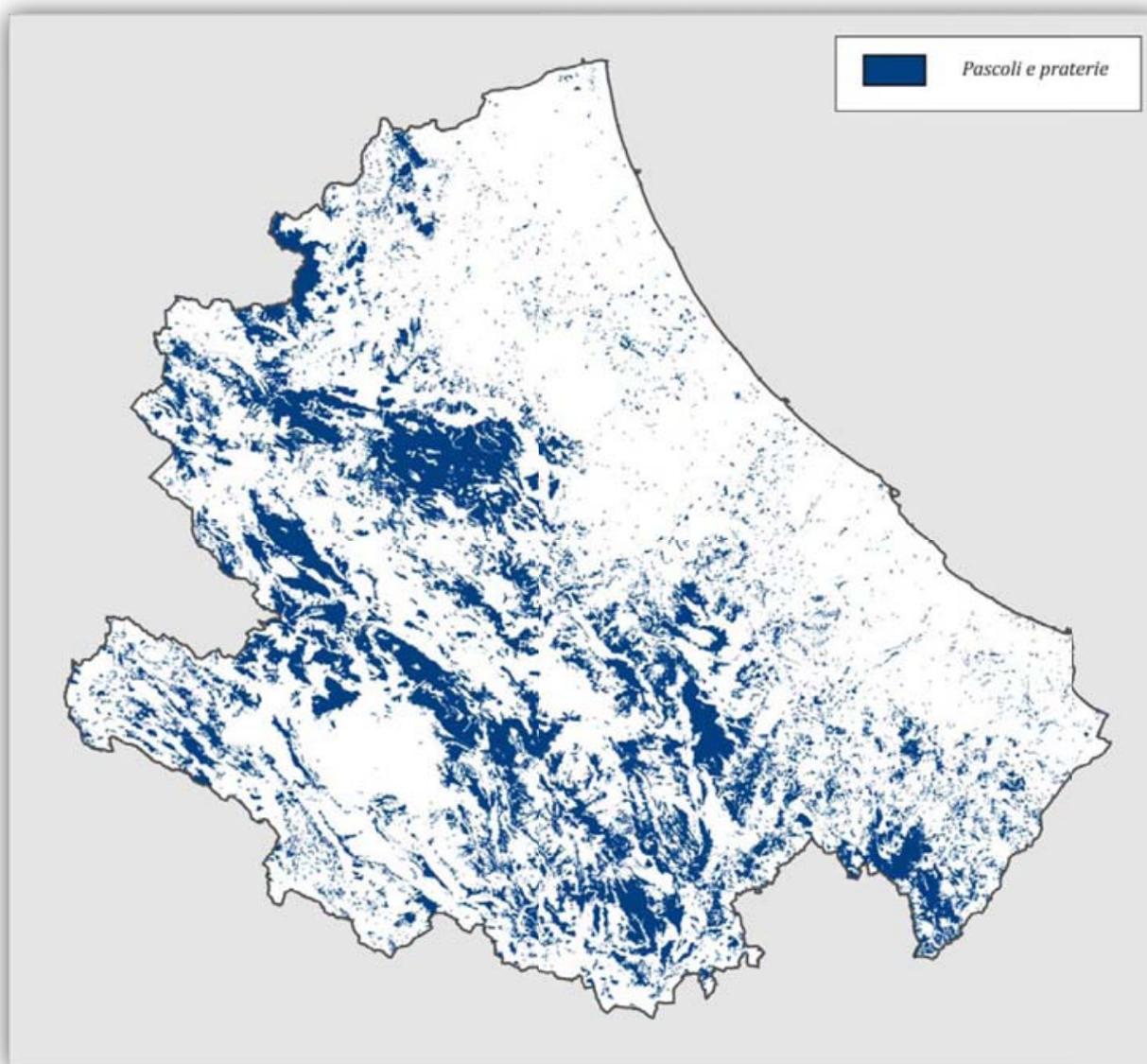


Figura 2.5 – Uso del Suolo – pascoli e praterie

Queste pendici sono appunto costituite da boschi mesofili inframezzati da lembi di vegetazione mediterranea. I querceti occupano la maggior parte di queste pendici e si spingono fino a circa 1000 m.; oltre questa altitudine però la roverella diviene sporadica e il cerro prende il sopravvento, costituendo quindi il passaggio all'orizzonte della vegetazione montana. Le conche di media altitudine (1200-1400 m.) non sono sottoposte a coltura ma vengono utilizzate come pascoli, dei quali rappresentano fra i più tipici esempi dell'Appennino. Si tratta in verità di veri pratipascoli, che potrebbero cioè essere falciati e successivamente pascolati. Di questo tipo sono i pascoli che rivestono ad esempio l'altipiano delle Rocche, il Piano delle Cinquemiglia, il Quarto Grande e il Quarto di Santa Chiara, a Pescocostanzo. La vegetazione montana, prevalentemente forestale, si estende dai 1000-1100 m. spingendosi fino al limite superiore del bosco. Ovviamente ne sono interessati soltanto i gruppi montuosi più ampi ed elevati. La faggeta prende il sopravvento sulle cerrete intorno ai 1300-1500 m. Si presenta in questo caso come un bosco denso, ombroso, quasi puro, mescolato talora ad altri alberi come tigli, aceri, sorbi,

ornielli, tassi, agrifogli e, anche se meno frequente, all'abete bianco. Quest'ultima, un tempo certamente molto più abbondante, si è ormai notevolmente ridotta a causa dell'intervento dell'uomo, che ne ha utilizzato largamente il legno impoverendo le foreste. Numerose vette abruzzesi oltrepassano i 2000 m. e presentano quindi una interessante vegetazione ipsofila (o culminale). I rododendri, i mirtilli, i salici nani, le conifere prostrate e le piante accompagnatrici si spingono dalle Alpi fino all'Appennino settentrionale e solo qualche specie raggiunge l'Abruzzo, quasi sempre in forma sporadica. Di particolare interesse sono il pino mugo che forma una boscaglia di altitudine abbastanza regolare sulla Maiella e si trova anche sui monti della Màrsica, il ginepro montano, che sul Gran Sasso e sulla Maiella si trova sporadico in mezzo alle praterie di altitudine, e infine il mirtillo nero.

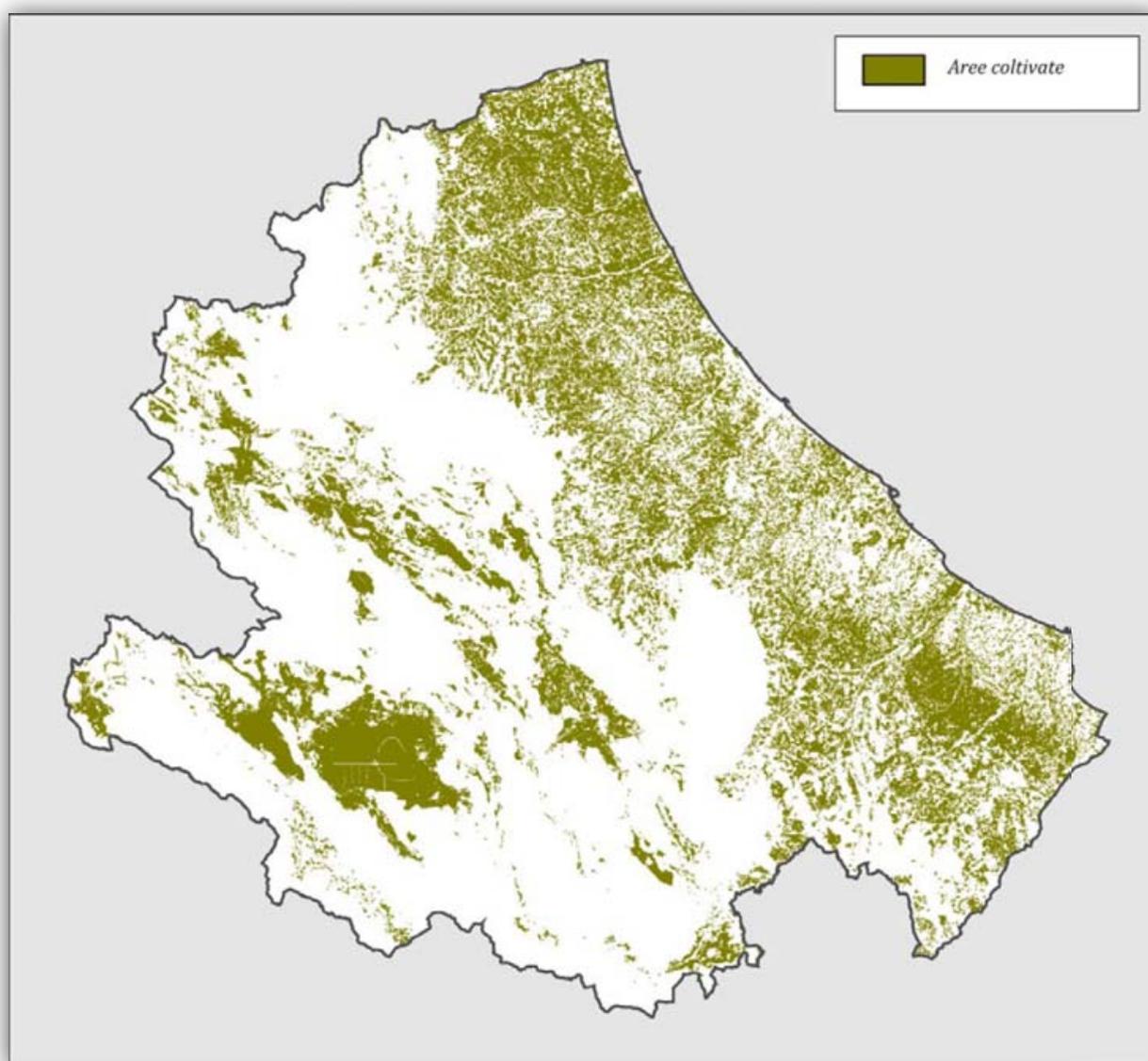


Figura 2.6 – Uso del Suolo – aree coltivate

Al di sopra della foresta prevale quindi di gran lunga la vegetazione erbacea, che costituisce sulle montagne più basse la cosiddetta «prateria pseudoalpina». È questo un tipo di pascolo di altitudine

caratteristico dell'Appennino centrale e meridionale, che si ritiene formato in seguito all'abbassamento del limite superiore della foresta. Nelle cime più alte ai pascoli subentrano le pietraie, i detriti, i ghiaioni. In questo ambiente così povero e apparentemente inospitale vivono numerose specie caratteristiche della vegetazione abruzzese di altitudine. Le mappe ricavate dalla Carta dell'Uso Del Suolo della Regione Abruzzo confermano la distribuzione della vegetazione nei vari sistemi geomorfologici fin qui descritti. Di particolare evidenza la distinzione tra il territorio montano e la fascia subappenninica. Le aree boscate infatti ricoprono la maggior parte delle zone interne dell'Abruzzo, ad esclusione delle aree poste a quote elevate, ovviamente occupate da pascoli e praterie. Diversamente le zone collinari e le conche montane presentano quasi esclusivamente aree coltivate e frutteti. È interessante notare come questi ultimi siano distribuiti maggiormente nel chietino mentre le aree coltivate, principalmente a seminativi, sono concentrate nelle colline teramane.

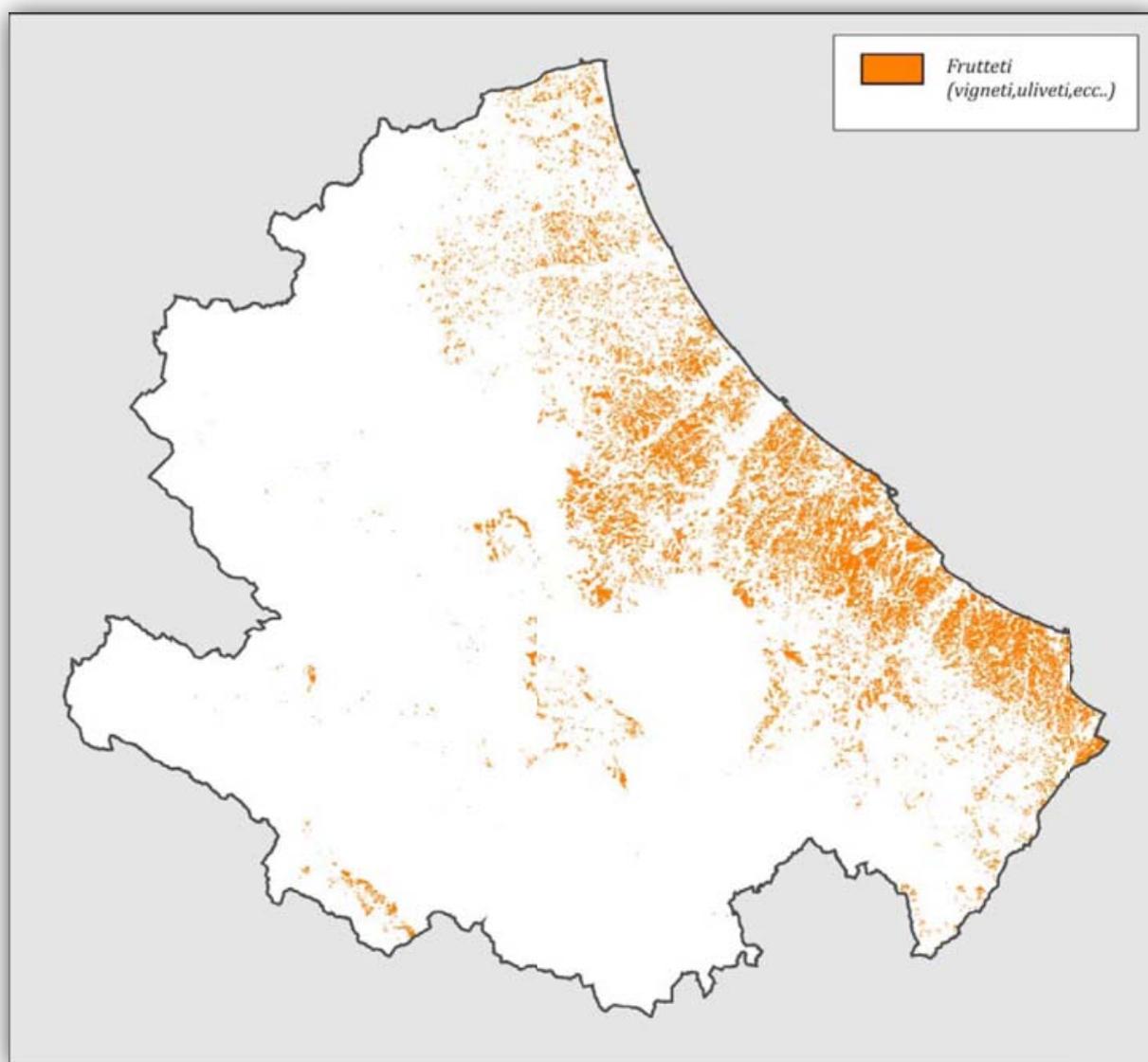


Figura 2.7 – Uso del Suolo – frutteti

2.2 - Il sistema dei vincoli

2.2.1 - Il Piano Regionale Paesistico

Il Piano Regionale Paesistico (Piano di Settore ai sensi dell' art. 6, L.R. 12 aprile 1983, n. 18) é *“volto alla tutela del paesaggio, del patrimonio naturale, storico ed artistico, al fine di promuovere l'uso sociale e la razionale utilizzazione delle risorse, nonché la difesa attiva e la piena valorizzazione dell'ambiente.”*

Sono oggetto del P.R.P.:

- a) beni di cui all'art 1 della Legge 29 giugno 1939 n. 1497, individuati da specifici Decreti Ministeriali;
- b) beni ed aree elencate al comma 5° dell'art. 82 del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616, così come integrato dalla Legge 8 agosto 1985, n. 431;
- c) aree di cui all'art. 1 quinquies della Legge 8 agosto 1985, n. 431;
- d) aree e beni, lineari o puntuali riconosciuti di particolare rilevanza paesistica e ambientale.

Il Piano Regionale Paesistico organizza i suddetti elementi, categorie o sistemi nei seguenti ambiti paesistici:

Ambiti Montani

Monti della Laga, fiume Salinello

Gran Sasso

Maiella – Morrone

Monti Simbruini, Velino Sirente, Parco Nazionale d'Abruzzo.

Ambiti costieri

Costa Teramana

Costa Pescara

Costa Teatina.

Ambiti fluviali

Fiume Vomano – Tordino

Fiumi Tavo – Fino

Fiumi Pescara - Tirino – Sagittario

Fiumi Sangro - Aventino.

Le "Categorie di tutela e valorizzazione" secondo cui è articolata nel P.R.P, la disciplina paesistica ambientale, sono:

A) CONSERVAZIONE

A1) *conservazione integrale*: complesso di prescrizioni (e previsioni di interventi) finalizzate alla tutela conservativa dei caratteri del paesaggio naturale, agrario ed urbano, dell'insediamento umano, delle risorse del territorio e dell'ambiente, nonché alla difesa ed al ripristino ambientale di quelle parti dell'area in cui sono evidenti i segni di manomissioni ed alterazioni apportate dalle trasformazioni antropiche e dai dissesti naturali; alla ricostruzione ed al mantenimento di ecosistemi ambientali, al restauro ed al recupero di manufatti esistenti;

A2) *conservazione parziale*: complesso di prescrizioni le cui finalità sono identiche a quelle di cui sopra che si applicano però a parti o elementi dell'area con la possibilità, quindi, di inserimento di livelli di trasformabilità che garantiscano comunque il permanere dei caratteri costitutivi dei beni ivi individuati la cui disciplina di conservazione deve essere in ogni caso garantita e mantenuta.

B) TRASFORMABILITA' MIRATA

Complesso di prescrizioni le cui finalità sono quelle di garantire che la domanda di trasformazione (legata ad usi ritenuti compatibili con i valori espressi dall'ambiente) applicata in ambiti critici e particolarmente vulnerabili la cui configurazione percettiva è qualificata dalla presenza di beni naturali, storico-artistici, agricoli e geologici sia subordinata a specifiche valutazioni degli effetti legati all'inserimento dell'oggetto della trasformazione (sia urbanistica che edilizia) al fine di valutarne, anche attraverso varie proposte alternative, l'idoneità e l'ammissibilità.

C) TRASFORMAZIONE CONDIZIONATA

Complesso di prescrizione relativa a modalità di progettazione, attuazione e gestione di interventi di trasformazione finalizzati ad usi ritenuti compatibili con i valori espressi dalle diverse componenti ambientali.

D) TRASFORMAZIONE A REGIME ORDINARIO

Norme di rinvio alla regolamentazione degli usi e delle trasformazioni previste dagli strumenti urbanistici ordinari (P.T., P.R.G., P.R.E.). Ulteriori disaggregazioni delle "categorie" sono contenute nei successivi titoli, per casi particolari. Ai fini della articolazione del territorio secondo le categorie di tutela e valorizzazione di cui al precedente paragrafo, anche in ordine alla individuazione degli usi compatibili di cui al successivo art 5° gli ambiti paesistici vengono suddivisi in zone e sottozone, riconoscibili da apposita campitura negli elaborati grafici del Piano.

In particolare:

Zone "A":

comprendono porzioni di territorio per le quali si è riscontrata presenza di valore classificato "molto elevato" per almeno uno dei tematismi tra quelli esaminati e di quello classificato "elevato" con riferimento all'ambiente naturale e agli aspetti percettivi del paesaggio.

Zone "B":

comprendono porzioni di territorio per le quali si è riscontrata la presenza di un valore classificato "elevato" con riferimento al rischio geologico e/o alla capacità potenziale dei suoli, ovvero classificato "medio" con riferimento all'ambiente naturale e/o agli aspetti percettivi del paesaggio.

Zone "C":

comprendono porzioni di territorio per le quali si è riscontrato un valore classificato "medio" con riferimento al rischio geologico e/o alla capacità potenziale dei suoli; ovvero classificato "basso" con riferimento all'ambiente naturale e/o agli aspetti percettivi del paesaggio.

Zone "D":

comprendono porzioni di territorio per le quali non si sono evidenziati valori meritevoli di protezione; conseguentemente la loro trasformazione è demandata alle previsioni degli strumenti urbanistici ordinari.

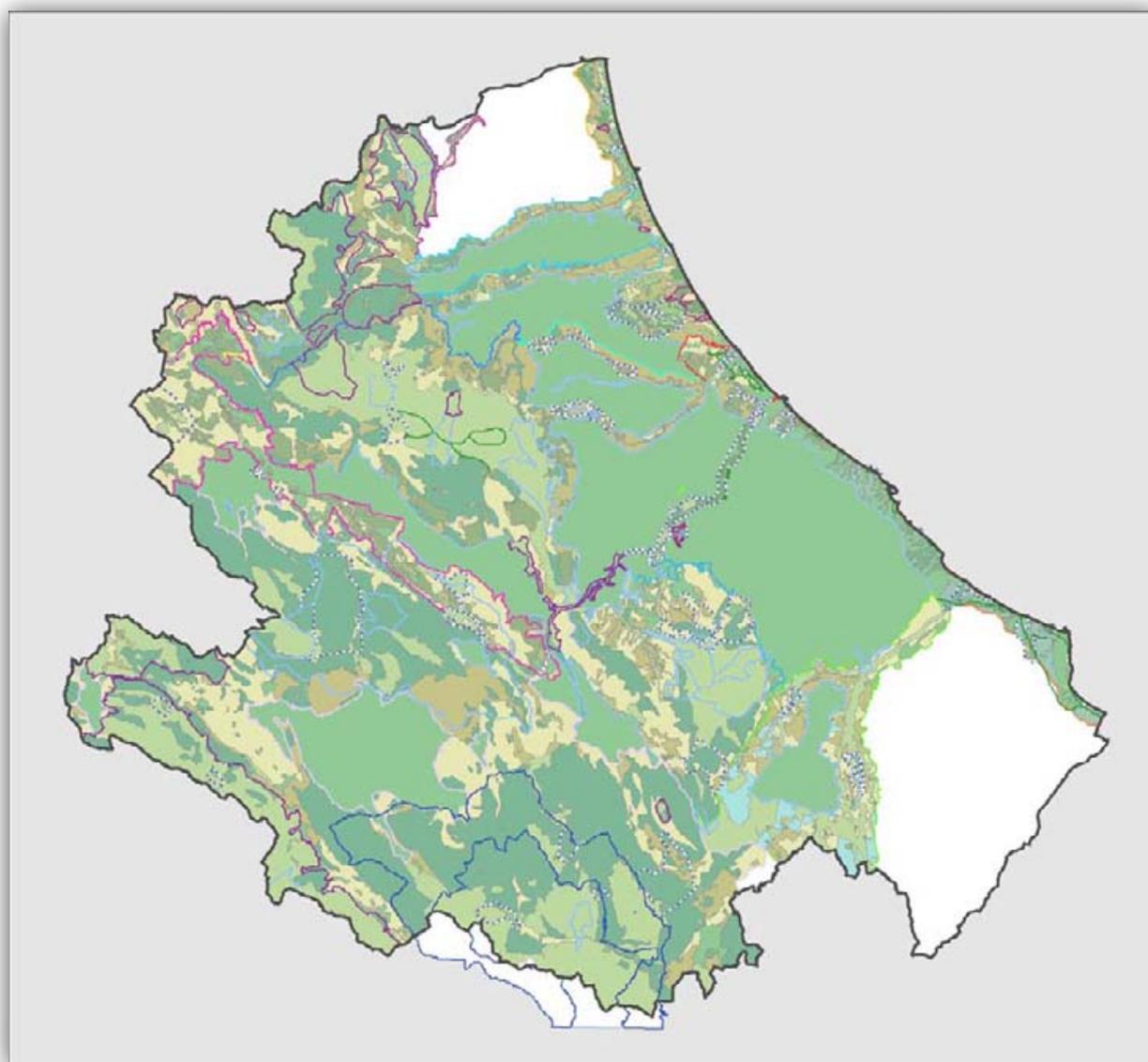
Il P.R.P. per quanto riguarda le classi d'uso e le tipologie intervento compatibili nell'ambito delle "categorie di tutela e valorizzazione", fa riferimento alle seguenti definizioni:

1. **Usa agricola:** utilizzazione del territorio per attività volte alla produzione agricola e ad interventi necessari per la tutela, valorizzazione e recupero del patrimonio agricolo, secondo la seguente articolazione:

- 1.1 - interventi volti a migliorare l'efficienza dell'unità produttiva;
- 1.2 - interventi atti a rendere maggiormente funzionale l'uso agricolo del suolo (irrigazione; strade interpoderali e impianti di elettrificazione);
- 1.3 - interventi diretti alla realizzazione di manufatti necessari alla conduzione del fondo;
- 1.4 - interventi diretti alla realizzazione di impianti e manufatti destinati alla lavorazione e trasformazione di prodotti agricoli;
- 1.5 - interventi diretti alla realizzazione di residenza strettamente necessaria alla conduzione del fondo.

2. **Usa forestale:** utilizzazione del territorio boscato per attività tese alla conservazione, al miglioramento ed al taglio colturale dei boschi, secondo la seguente articolazione:

- 2.1 - interventi volti alla realizzazione di opere di bonifica e antincendio, forestale e riforestazione;
- 2.2 - interventi volti alla difesa del suolo sotto l'aspetto idrogeologico;
- 2.3 - interventi volti al taglio colturale;
- 2.4 - interventi per la realizzazione di ricoveri precari.



LEGENDA

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — p_istl — p_pnal — v_paesi — p_esil — Infrastrutture da valorizzare e/o ripristinare — Limite del preeparco P.N.A. — Aree di particolare complessità e piani di dettaglio (art. 6 NTC del P.R.P.) — Parchi e riserve da istituire — Parchi e riserve da istituire — Area del Piano Regionale Paesistico del fiume Aterno — Vincolo paesaggistico — Ambito costiero - Costa pescarese — Ambito costiero - Costa teatina — Ambito costiero - Costa teramana — Ambito fluviale - Fiume Aterno — Ambito fluviale - Fiumi Pescara-Tinino e Sagittano — Ambito fluviale - Fiumi Sangro e Aventino — Ambito fluviale - Fiumi Tavo e Fino — Ambito fluviale - Fiumi Tordino e Vomano — Ambito montano - Massiccio del Gran Sasso | <ul style="list-style-type: none"> — Ambito montano - Massiccio del Velino-Sirente, monti Simbruini, P.N.A. — Ambito montano - Massiccio della Majella Morrone — Ambito montano - Monti della Laga — Area esterna ai limiti del P.R.P. — Conservazione integrale - "A1" — Conservazione integrale - "A1C2" — Conservazione integrale - "A1C3" — Conservazione integrale - "A1D1" — Conservazione integrale - "A1a-A1b" — Conservazione integrale - "AO1" — Conservazione parziale - "A2" — Conservazione parziale - "A3" — Trasformabilità condizionata - "C1" — Trasformabilità condizionata - "C2" — Trasformabilità mirata - "B1" — Trasformabilità mirata - "B2" — Trasformazione a regime ordinario - "D" |
|--|---|

Figura 2.8 – Piano Regionale Paesistico

3. **Uso pascolivo:** utilizzazione del territorio per attività zootecniche o finalizzate all'uso e miglioramento dei prati, delle praterie, dei pascoli e dei pratipascoli, secondo la seguente articolazione:

3.1 - ammodernamento, razionalizzazione e costruzione di stalle;

3.2 - razionalizzazione dell'uso di superfici a foraggiere;

3.3 - miglioramento di prati, praterie, pascoli e pratipascoli, attraverso opere di spietramento, decespugliamento e concimazione.

4. **Uso turistico:** utilizzazione del territorio a fini ricreativi, per il tempo libero e per scopi scientificoculturali, secondo la seguente articolazione:

4.1 - infrastrutture di attrezzamento, fruizione e servizio:

a) per gli ambiti montani percorsi escursionistici, percorsi attrezzati, maneggi, attrezzature di rifugio, ristoro e soccorso, parcheggi, verde attrezzato e attrezzature all'aperto per il tempo libero, parchi e riserve naturali;

b) per i bacini sciistici: piste ed impianti a fune, per sci invernale e/o estivo;

c) per gli ambiti costieri percorsi escursionistici, percorsi attrezzati, maneggi, attrezzature di rifugio e ristoro, parcheggi, verde attrezzato e attrezzature all'aperto per il tempo libero, parchi e riserve naturali, impianti sportivi;

d) per gli ambiti fluviali percorsi escursionistici, percorsi attrezzati, maneggi, attrezzature di rifugio e ristoro, soccorso, parcheggi, verde attrezzato e attrezzature all'aperto per il tempo libero, parchi e riserve naturali, giardini, impianti sportivi, servizi ed attrezzature balneari;

4.2 - infrastrutture di accesso, di stazionamento e di distribuzione;

4.3 - strutture ricettive e residenziali: villaggi turistici alberghi, residences, case familiari e bungalows, insediamenti agroturistici, ostelli;

4.4 - strutture ricettive allestite a campo aperto, aree di sosta

4.5 - strutture scientifico-culturali;

4.6 - orti botanici.

5. **Uso insediativo:** utilizzazione del territorio a fini residenziali, turistici e produttivi, secondo la seguente articolazione:

5.1 - residenze e servizi ad esse strettamente connessi;

5.2 - centri commerciali, mercati, autostazioni, servizi generali

5.3 - edifici produttivi (artigianali, industriali), magazzini di stoccaggio e deposito, impianti per la grande distribuzione.

6. **Uso tecnologico:** utilizzazione del territorio per fini tecnologici ed infrastrutturali, secondo la seguente articolazione:

- 6.1 - impianti di depurazione, discariche controllate, inceneritori, centrali elettriche, impianti di captazione;
- 6.2 - strade, ferrovie, porti e aeroporti;
- 6.3 - elettrodotti, metanodotti, acquedotti, tralicci e antenne, impianti di telecomunicazioni e impianti idroelettrici.

7. Uso estrattivo: utilizzazione del territorio per la coltivazione e la escavazione di materiali di cui ai punti 1) e 2) dell'art. 1 della L.R. 28 luglio 1983, n. 54 e degli altri materiali industrialmente utilizzabili, nonché per la lavorazione e trasformazione del materiale.

Il nuovo “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio” noto anche come “Codice Urbani”, Dlgs. n. 42 del 22/01/2004, prevede l’obbligo, entro 4 anni dalla entrata in vigore, per le Regioni che hanno già il P.R.P. vigente, di verificarlo ed adeguarlo alle nuove indicazioni dettate dallo stesso decreto.

La principale novità introdotta dal Codice è che il P.R.P. viene esteso all’intero territorio regionale, ed ha un contenuto descrittivo, prescrittivo e propositivo. Il nuovo P.R.P. deve, in funzione dei diversi valori paesistici riconosciuti, attribuire a ciascun ambito, obiettivi di qualità paesaggistica, in coerenza con i principi stabiliti e sottoscritti dalle Regioni nella Convenzione Europea per il Paesaggio.

2.2.2 - I vincoli paesaggistici

Attualmente, la legislazione relativa agli aspetti paesaggistici è normata dal **Decreto Legislativo n. 42 del gennaio 2004**, il già citato “*Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*” e dalle modifiche e integrazioni apportate nel **D. Lgs. N. 63 del 26 marzo 2008**.

Il codice ricomprende sotto la categoria del “*patrimonio culturale*” sia i beni culturali, ovvero “*le cose immobili e mobili che, ai sensi degli art. 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge e in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà*”, sia quelli paesaggistici, cioè gli immobili e le aree indicati nell'art. 134 “*costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge*”. Le aree sottoposte a vincolo paesaggistico da tale decreto sono definite nella parte terza, in particolare dagli articoli 136 e 142, che sostanzialmente sostituiscono i vincoli della **Legge 1497 del 1939** e della **Legge 431 del 1985** (“*Legge Galasso*”).

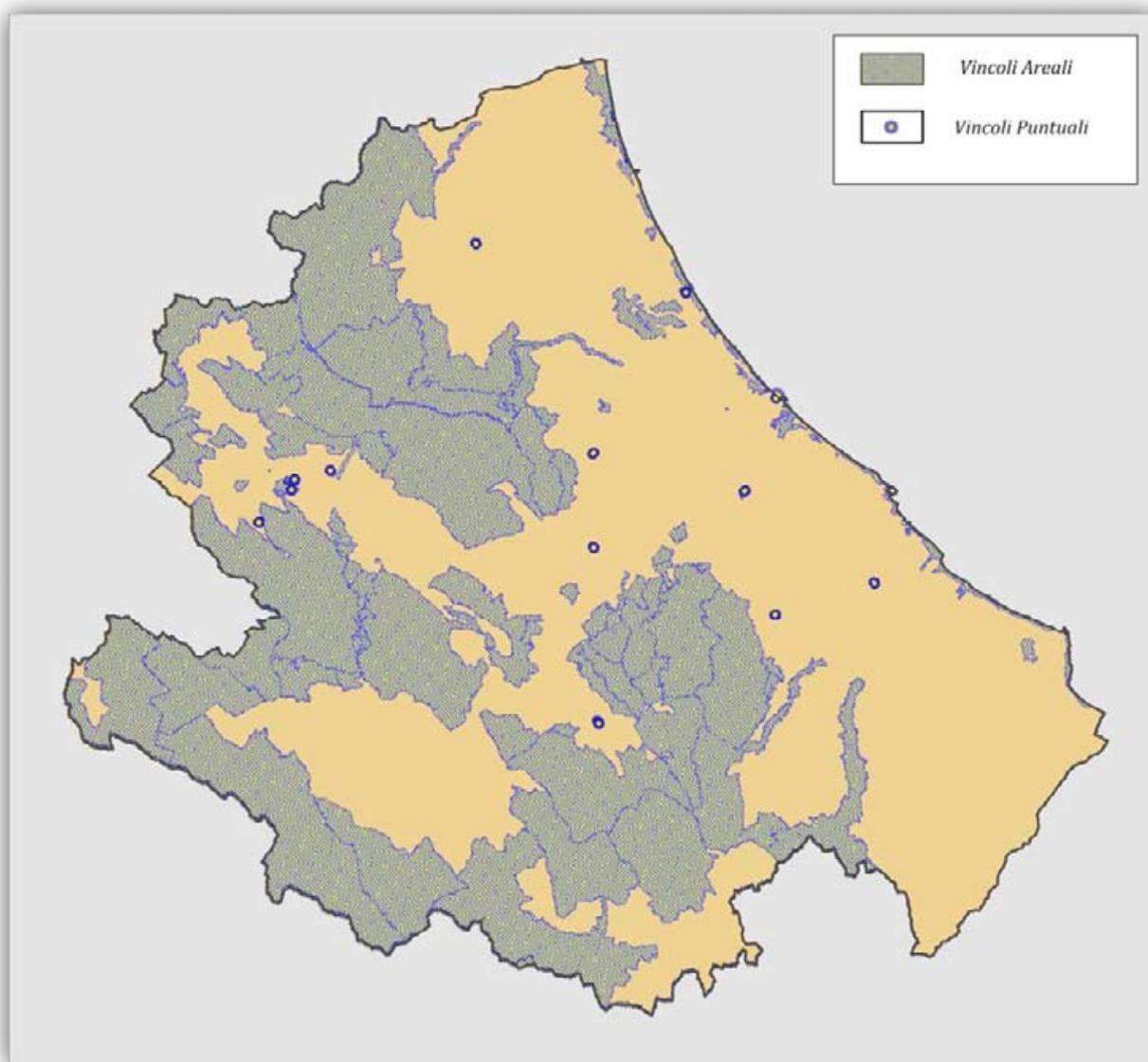


Figura 2.9 – Vincoli paesaggistici ex Legge 1497/1939

Sono soggetti alle disposizioni del Decreto 42 gli “Immobili ed aree di notevole interesse pubblico” così come elencati nell’articolo 136:

- a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;
- b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;
- c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;
- d) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

Sono invece sottoposte alle disposizioni del Decreto 42 e definite dall'articolo 142 le aree tutelate per legge per il loro interesse paesaggistico:

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
- d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- e) i ghiacciai e i circhi glaciali;
- f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal d.P.R. 13 marzo 1976, n. 448;
- l) i vulcani;
- m) le zone di interesse archeologico.

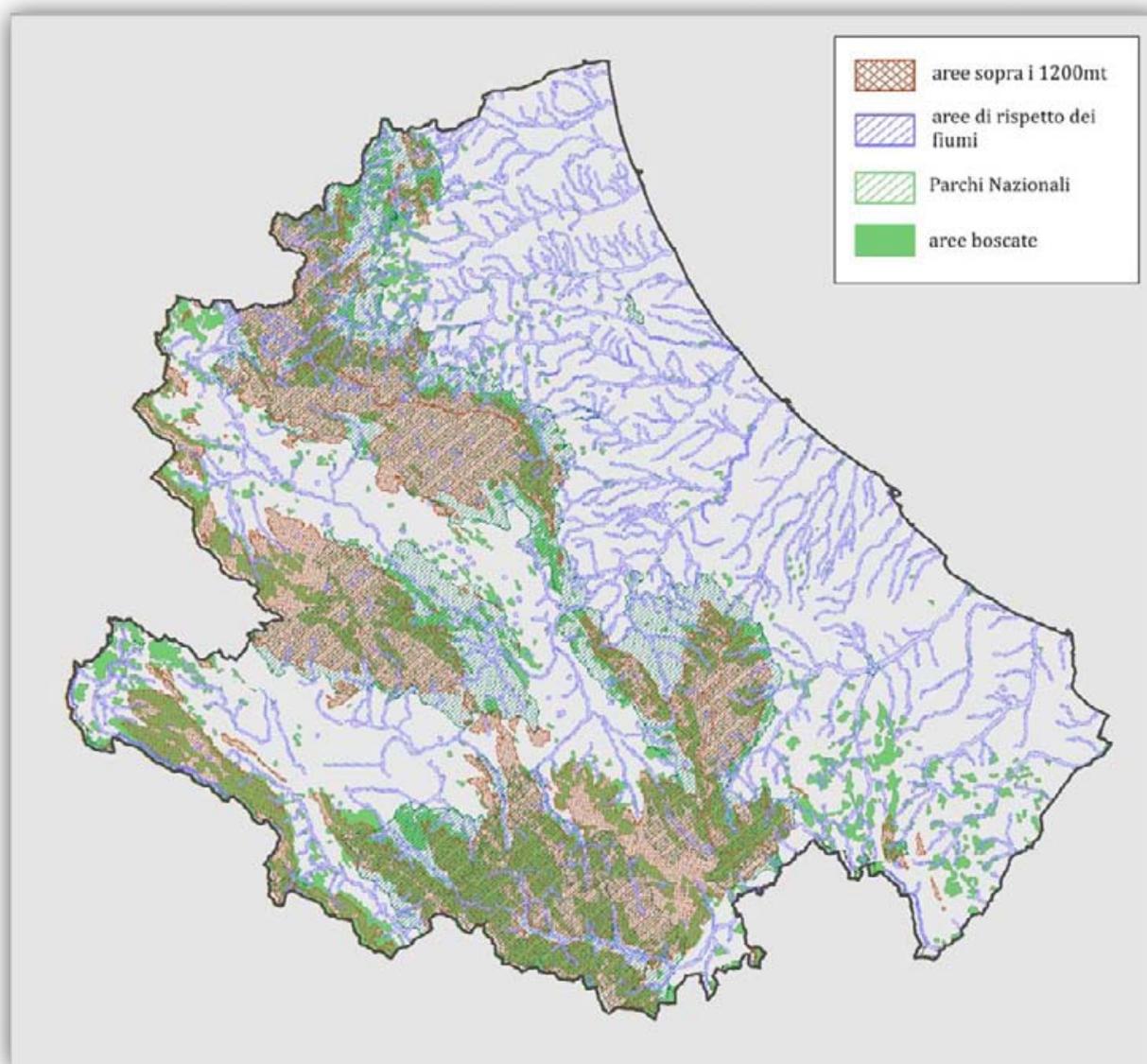


Figura 2.10 – Vincoli paesaggistici ex Legge 431/1985

2.2.3 - I siti archeologici

Il territorio abruzzese è ricco di siti archeologici che per la maggior parte si concentrano nella provincia dell'Aquila e per il resto si trovano distribuiti sul territorio di Chieti e di Teramo mentre solo due di questi si trovano in provincia di Pescara. I siti di maggior interesse sono stati censiti dalla Regione Abruzzo e sono disponibili in visione sul sito ufficiale dal quale sono stati tratti i dati elaborati nelle tabelle seguenti. Le tracce di questi primi insediamenti risalgono alla Preistoria ma già in epoca protostorica troviamo numerose popolazioni distribuite su tutto il territorio, con un'economia prevalentemente pastorale nelle zone montuose e dedita per lo più agli scambi commerciali in quelle costiere, dove erano naturalmente facilitati i rapporti con le popolazioni illiriche grecizzate e con quelle del Nord Italia. Di conseguenza le culture marine risentirono di questi influssi, testimoniati

anche in ambito archeologico, mentre quelle dell'interno ebbero dei contatti più stretti con ambienti laziali e campani.

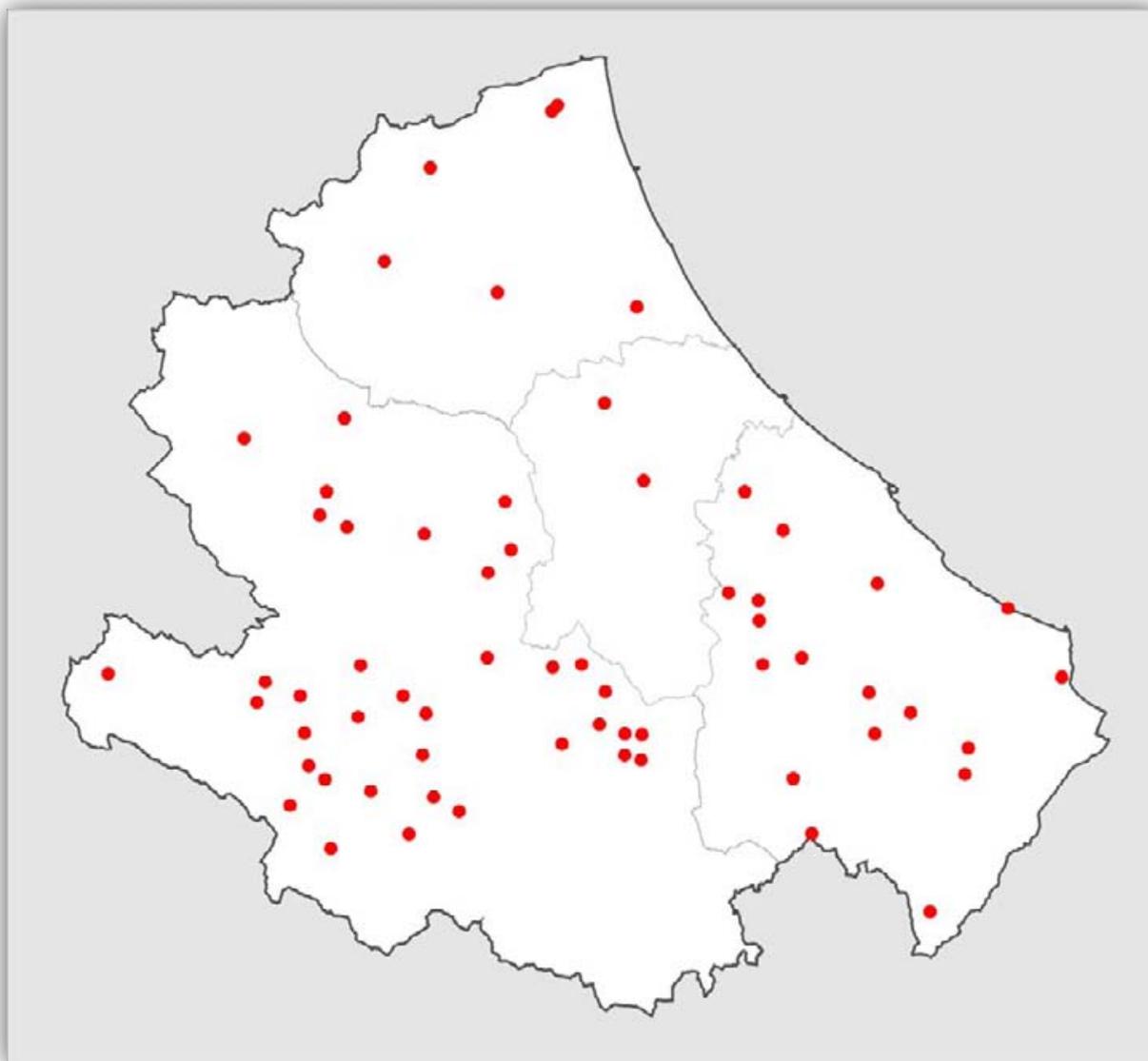


Figura 2.11 – Siti archeologici

Nel VI secolo a.C. l'organizzazione sociale ed economica dell'antico Abruzzo era ancora di tipo tribale e legata alla pastorizia. Dagli scrittori latini e dagli scavi archeologici si deduce che non ci furono grandi città ma centri minori legati in una sorta di federazione di popoli e ubicati lungo le grandi vie della transumanza. Solo verso il IV secolo a.C. i centri si evolsero in forme urbane più complesse, cinte da grandi muraglie in pietra. I popoli abruzzesi assieme ad altri popoli italici nel 90 a.C. aderirono alla Lega Italica che si oppose a Roma dando luogo alla Guerra Sociale. Alla fine della guerra, l'adesione a Roma comportò la creazione di numerose città, anche se un certo dualismo tra i centri di montagna e quelli marittimi dovette ancora perdurare. Con il crollo dell'Impero romano, la regione fu assoggettata dai Bizantini, poi dai Longobardi dell'Italia meridionale e infine dai Franchi ma poco è giunto fino a noi della produzione artistica dell'epoca.

N.	sito	comune
1	Agellum	Aielli
2	Alba Fucens	Massa D'Albe
3	Amiternum	L'Aquila (San Vittorino)
4	Amplero	Collelongo
5	Antinum	Civita d'Antino
6	Aufinum	Capestrano
7	Aufinum	Ofena
8	Aveia	Fossa
9	Bazzano	L'Aquila (Bazzano)
10	Bugnara	Bugnara
11	Canistro	Canistro
12	Carseoli	Carsoli
13	Celano "Le paludi"	Celano
14	Cerfennia	Collarmele
15	Colle delle Fate	Rocaccasale
16	Colle Mitra	Cansano
17	Colle San Leopardo	Pacentro
18	Colle Santa Rosa	Navelli
19	Corfinium	Corfinio
20	Cunicoli di Claudio	Avezzano
21	Ex Collegiata di San Bartolomeo	Avezzano
22	Forconium	L'Aquila (Civita di Bagno)
23	Fossa	Fossa
24	Fundus Malianus	Magliano dei Marsi
25	Grotta a Male	L'Aquila (Assergi)
26	Hercules Curinus (Ercole Curino)	Sulmona (Badia)
27	Incerulae	Navelli
28	Lucus Angitiaie	Luco dei Marsi
29	Marruvium	San Benedetto dei Marsi
30	Ocriticum	Cansano
31	Ortuclae	Ortucchio
32	Peltuinum	Prata d'Ansidonia
33	San Potito	Ovindoli (San Potito)
34	Sant'Angelo in Vetuli	Pacentro
35	Santuario Fonte San Nicola	Castel di Ieri
37	Scurcola Marsicana	Scurcola Marsicana
38	Sulmo	Sulmona
39	Superaequum	Castelvecchio Subequo
40	Supinum	Trasacco

Tabella 2.1a – Siti archeologici in Provincia dell'Aquila

N.	sito	comune
1	Anxanum	Lanciano
2	Archi	Archi
3	Atessa	Atessa
4	Cluviae	Casoli
5	Comino	Guardiagrele
6	Grotta del Colle	Rapino
7	Grotta Sant'Angelo	Palombaro
8	Histonium	Vasto
9	Juvanum	Montenerodomo
10	Pallanum (Monte Pallano)	Tornareccio
11	Pretoro	Pretoro
12	Santo Stefano in Rivo Maris	Casalbordino
13	Santuario Fonte San Nicola	Carpineto Sinello
14	Schiavi d'Abruzzo	Schiavi d'Abruzzo
15	Schiavi d'Abruzzo	Schiavi d'Abruzzo
16	Schiavi d'Abruzzo	Chieti
17	Trebula	Quadri
18	Vacri	Vacri
19	Valle Giumentina	Guardiagrele
20	Villalfonsina	Villalfonsina

Tabella 2.1b – Siti archeologici in Provincia di Chieti

N.	sito	comune
1	Aternum	Pescara
2	Catignano-Ponte Rosso	Catignano
3	Grotta dei Ficcioni	Bolognano
4	Interpromium	Castiglione a Casauria
5	Loreto Aprutino	Loreto Aprutino
6	Montebello di Bertona	Montebello di Bertona
7	Pianella	Pianella
8	Pinna	Penne

Tabella 2.1c – Siti archeologici in Provincia di Pescara

N.	sito	comune
1	Campovalano	Campoli
2	Castrum Macclae (Castel Manfrino)	Valle Castellana
3	Castrum Novum	Giulianova
4	Castrum Truentinum	Martinsicuro
5	Colle del Vento	Crognaleto
6	Colonnella	Colonnella
7	Cortino	Cortino
8	Grotta Sant'Angelo	Civitella del Tronto
9	Hatria	Atri
10	Interamnia Praetutiorum	Teramo
11	Meiulanum	Corropoli
12	Monte Giove	Cermignano
13	Ripoli	Corropoli
14	San Rusticus	Basciano
15	Tortoreto	Tortoreto

Tabella 2.1d – Siti archeologici in Provincia di Teramo

2.2.4 – Il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi", meglio conosciuto come "PAI", viene definito dal legislatore quale "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, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato" (art. 17 della L. 183/89, Legge Quadro in materia di difesa del suolo). La base conoscitiva e' volta all'individuazione e perimetrazione degli elementi di Pericolosità. L'individuazione degli elementi di Pericolosità di tipo esogeno del territorio e dei conseguenti livelli di Rischio è effettuata tenendo separate le cause predisponenti dagli effetti.

Con questo approccio concettuale sono stati esaminati, in funzione della loro importanza relativa, i fattori di propensione al dissesto idrogeologico. L'analisi delle cause è esplicitata attraverso la redazione di carte tematiche di base sui fattori predisponenti alla genesi di forme instabili. In particolare sono stati acquisiti e omogeneizzati i dati sulle caratteristiche litologiche e tettoniche dell'area investigata.

A completamento del quadro geologico sono definiti una serie di elaborati cartografici che forniscono informazioni preliminari circa le caratteristiche sedimentarie dei depositi di copertura e consentono di discriminare le aree di alterazione ed erosione da quelle di deposizione sedimentaria.

Particolare rilievo, tra i fattori geometrici che determinano il grado di stabilità, è stato attribuito all'acclività dei versanti. Con l'utilizzo del modello digitale del terreno sono stati evidenziati gli intervalli clivometrici in corrispondenza dei quali si osserva con maggiore frequenza il verificarsi dei processi di dissesto nonché la loro tipologia. In parallelo è stata realizzata la *Carta Geomorfologica* di base attraverso l'analisi della documentazione esistente, l'indagine storica e più fasi di rilevamento sul campo. Questo documento rappresenta in modo analitico le forme di erosione e di accumulo sedimentario presenti nel territorio regionale distinte in funzione dell'agente morfogenetico dominante e del loro stato di attività. Dalla *Carta Geomorfologica* sono stati estratti i principali elementi pericolosi divisi per stato di attività e tipo genetico. Questo si è tradotto nella *Carta Inventario dei fenomeni franosi*, espressione degli effetti dell'instabilità dei versanti ed elemento di prima valutazione spaziale e tipologica dei fenomeni di dissesto. Con l'integrazione degli elementi delle carte "Geomorfologica" ed "Inventario dei Fenomeni Franosi" con i fattori predisponenti il dissesto, è stata ottenuta la *Carta della Pericolosità* che definisce le aree a diverso grado di suscettibilità ai processi di rapida morfogenesi. L'intersezione di tale elaborato con la Carta degli Insediamenti Urbani e Infrastrutturali (beni esposti) ha permesso di riconoscere i diversi livelli di Rischio presenti nel territorio regionale.

2.2.4.1 - La Carta della Pericolosità

La Carta della Pericolosità, allegata al PAI, è stata ottenuta, dalla sovrapposizione dei dati contenuti nella Carta dell'Acclività, nella Carta Geolitologica, nella Carta Geomorfologica e nella Carta Inventario dei fenomeni Franosi ed Erosivi. Per la sua redazione è stata utilizzata la cartografia in scala 1:25.000.

I risultati dell'analisi così condotta sono stati validati, per una percentuale significativa dei dissesti individuati, tramite controlli sul terreno e una serie di incontri avuti con i tecnici dei Comuni interessati dal Piano. Questo elaborato cartografico, pertanto, fornisce una distribuzione territoriale delle aree esposte a processi di dinamica geomorfologica ordinate secondo classi a gravosità crescente.

In particolare, sono state distinte le seguenti categorie:

- pericolosità moderata - P1;
- pericolosità elevata - P2;
- pericolosità molto elevata - P3.

Una quarta classe, PS (scarpate), individua le situazioni di instabilità geomorfologica connesse agli Orli di scarpata di origine erosiva e strutturale. Nella Carta della Pericolosità le "Aree in cui non sono stati rilevati dissesti" indicano quelle porzioni di territorio regionale per le quali, alla data di redazione del Piano, non sono stati evidenziati indizi geomorfologici di dissesto.

2.2.4.2 - La Carta delle Aree a Rischio

La Carta delle Aree a Rischio è stata ottenuta dall'intersezione degli strati informativi contenuti nella Carta della Pericolosità con quelli riportati nella Carta degli Insedimenti Urbani e Infrastrutturali. Per la sua redazione è stata utilizzata la cartografia in scala 1:25.000.

La valutazione del rischio è stata effettuata adottando una formulazione semplificata che tiene conto della pericolosità e del valore degli elementi a rischio contraddistinti in base al loro valore relativo.

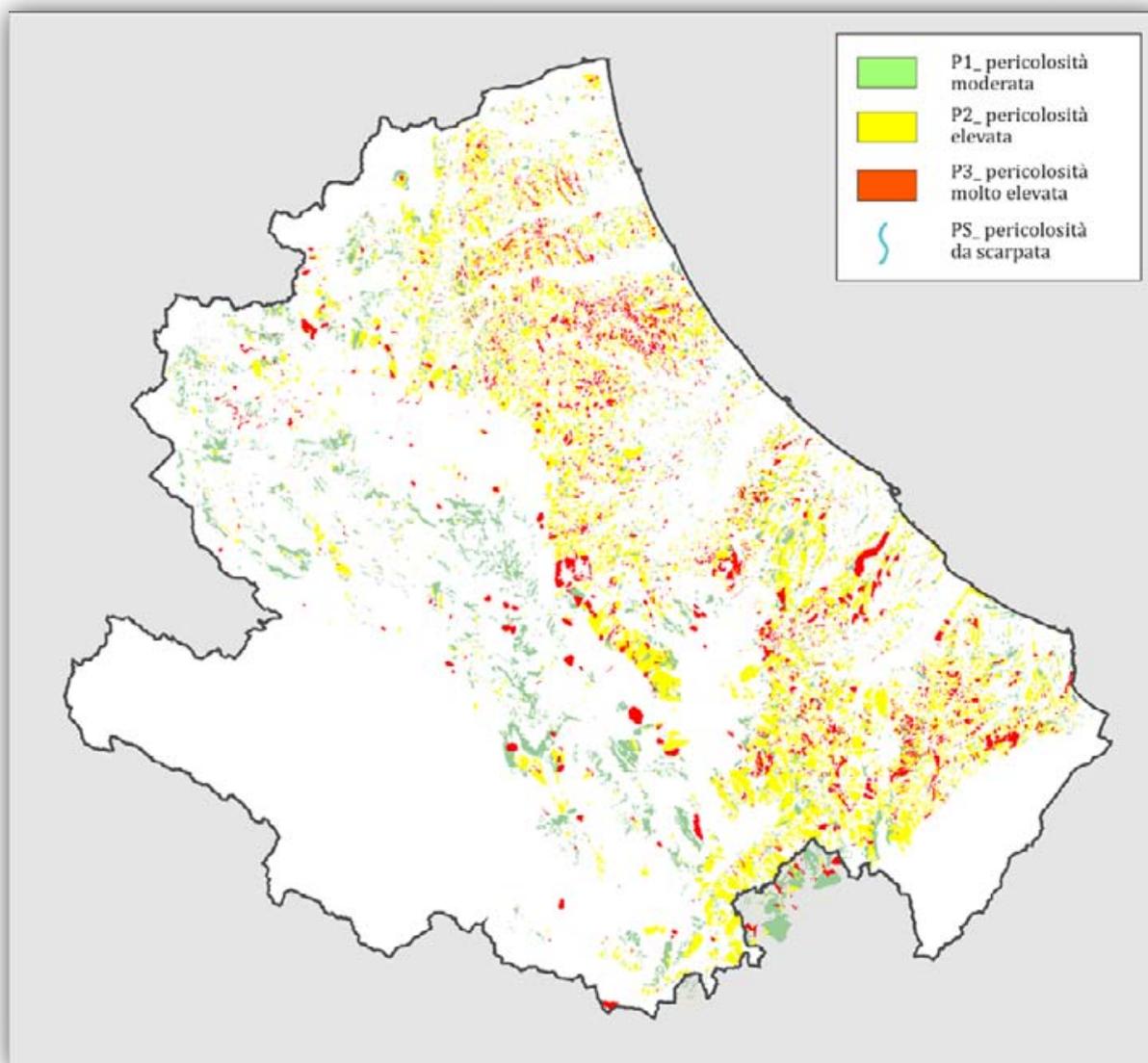


Figura 2.12 – PAI: Carta della Pericolosità

La loro definizione è stata effettuata seguendo le indicazioni, contenute nel D.P.C.M. 29 settembre 1998 - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 del decreto legge 11 giugno 1998, n. 180, che vedono nella incolumità dei cittadini l'elemento prioritario di tutela.

Le diverse situazioni di rischio così individuate sono state, pertanto, aggregate in quattro classi di rischio, a gravosità crescente, alle quali sono state attribuite le seguenti definizioni:

- moderato R1;
- medio R2;
- elevato R3;
- molto elevato R4.

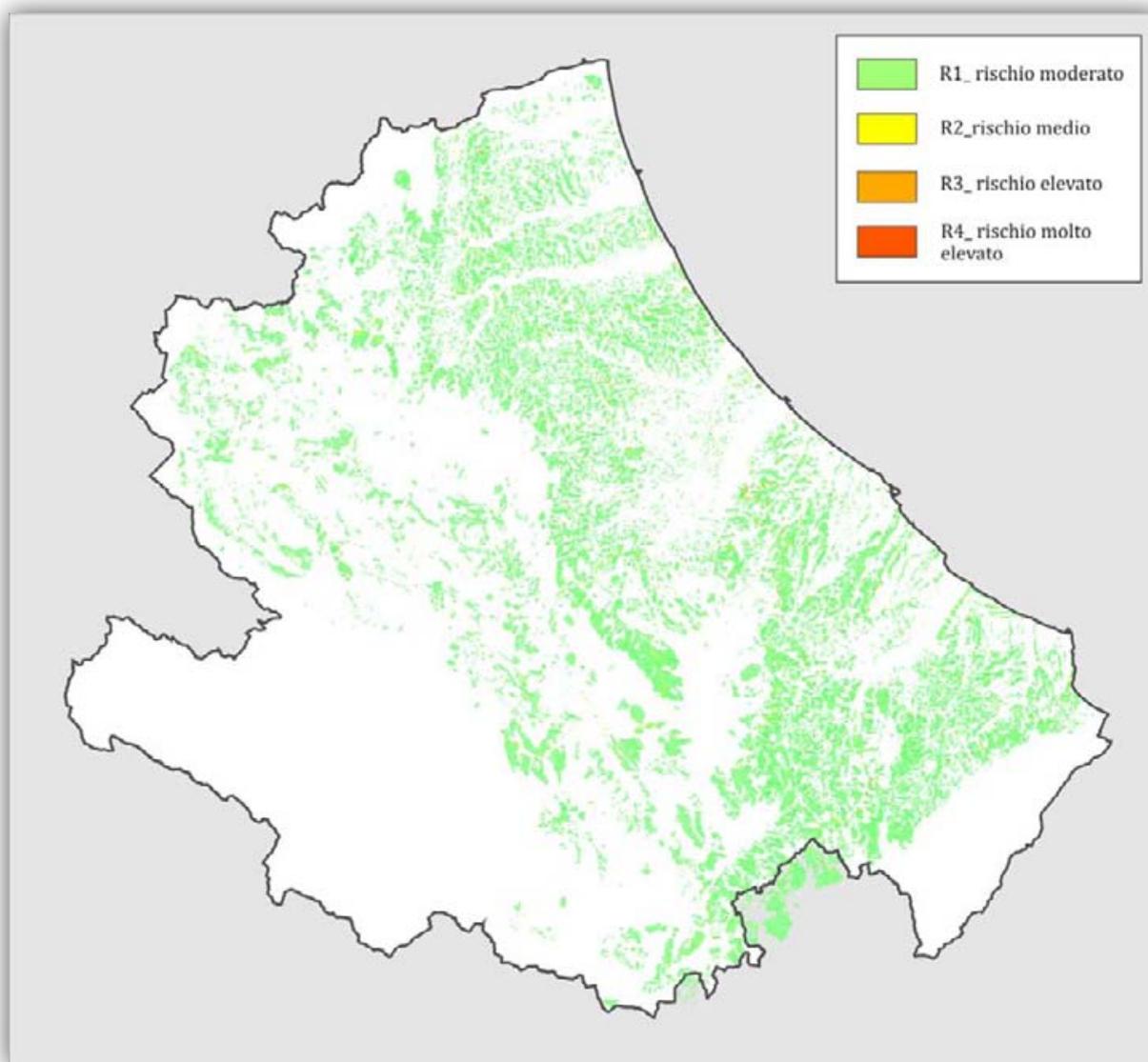


Figura 2.13 – PAI : Carta del Rischio Idrogeologico

2.2.5 - Il Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA)

L'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro ha disposto, ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 18.05.1989 n. 183, la redazione del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni, quale stralcio del Piano di Bacino, inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia ma

anche di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale. Il Piano è funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive) il conseguimento di un assetto fisico dell'ambito fluviale compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

In particolare il PSDA individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica. In tali aree di pericolosità idraulica il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore. Allo scopo di individuare esclusivamente ambiti e ordini di priorità tra gli interventi di mitigazione del rischio, all'interno delle aree di pericolosità, il PSDA perimetra le aree a rischio idraulico secondo le classi definite dal D.P.C.M. del 29.09.1998.

La definizione del rischio idraulico adottata, esplicitata dalla grandezza che rappresenta la contemporanea presenza, all'interno della medesima area, di una situazione di pericolosità e di un danno potenziale, sintetizza il concetto di sovrapposizione tra ambiente naturale e attività antropiche, rendendo così immediata la sua rappresentazione grafica.

2.2.5.1 - Il Rischio Idraulico e la Pericolosità

Secondo l'impostazione generale adottata per la definizione del Piano, la mitigazione del Rischio Idraulico è perseguita agendo sul fattore Pericolosità, mediante azioni strutturali finalizzate alla difesa idraulica del territorio dalle possibili esondazioni fluviali, e ,attraverso azioni di tipo amministrativo stabilendo opportuni vincoli in modo da evitare e possibilmente ridurre il valore economico e sociale minacciato dagli eventi alluvionali, ovvero agendo sul fattore Danno Potenziale.

Il PSDA infatti, nella Carta del Livello di Rischio, perimetra aree a rischio idraulico di quattro livelli (molto elevato, elevato, medio e moderato) allo scopo di individuare ambiti speciali: a) di programmazione e di ordine di priorità degli interventi di riduzione o di eliminazione del rischio; b) di attenzione ai fini della pianificazione di protezione civile. L'articolo 3, comma 2, ha esattamente la funzione di qualificare il senso dell'impegno del piano sulle aree a rischio idraulico.

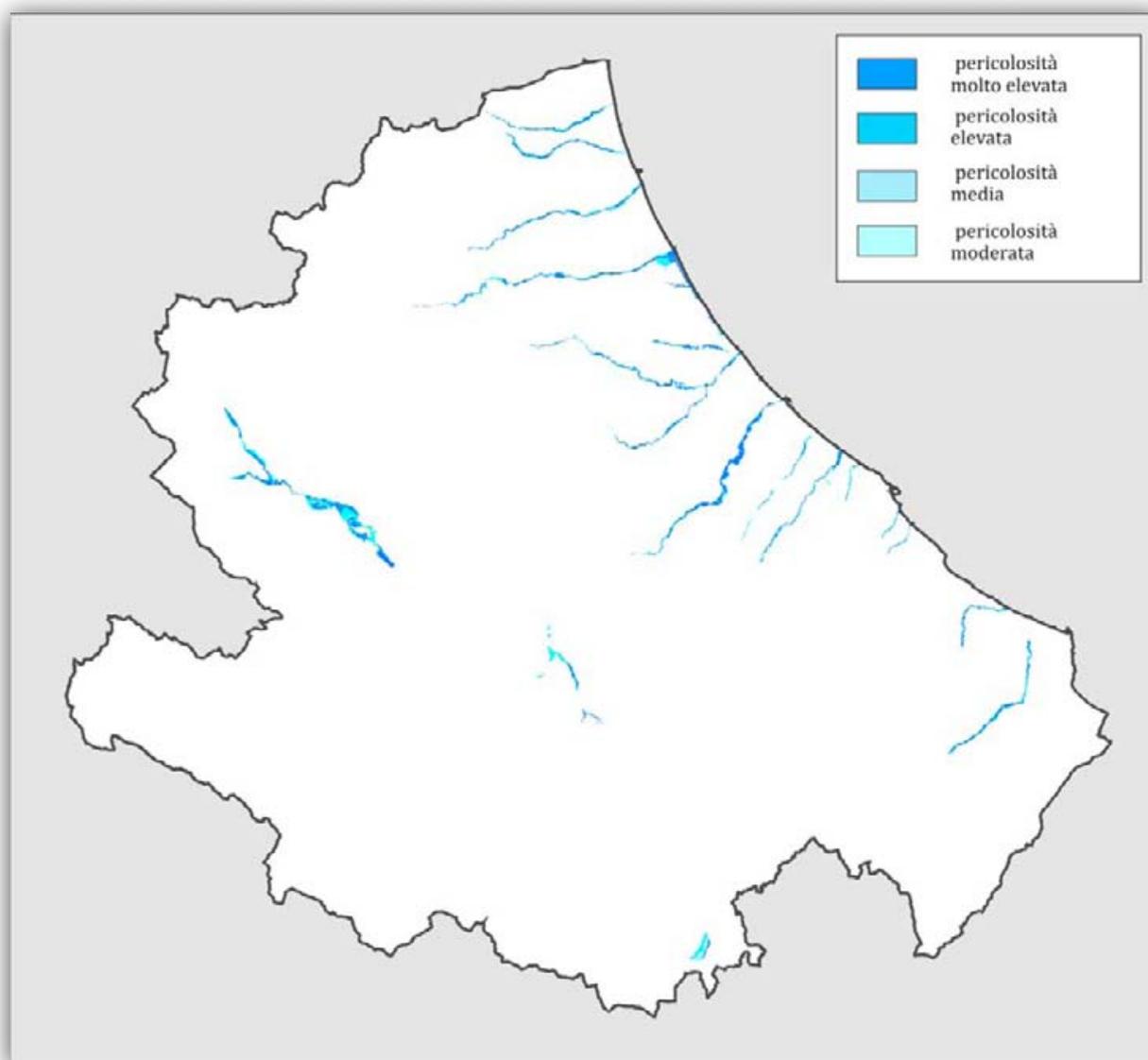


Figura 2.14 – PSDA, Carta della pericolosità

La decisione di operare in funzione preventiva nelle aree di pericolosità idraulica rende peraltro molto opportuno (se non strettamente necessario) disciplinare attività e categorie di beni, ovviamente non contemplate dal D.P.C.M. 29.9.1998.

In questa ottica il PSDA, oltre al compito specifico di intervenire nelle aree di pericolosità idraulica ai sensi della legislazione nazionale speciale citata, svolge - in relazione ad alcuni aspetti particolari ben individuati - anche il compito generale di piano stralcio di bacino idrografico regionale e interregionale di settore funzionale. Per tale ragione l'articolo 1, comma 1, richiama espressamente a fondamento del piano anche le disposizioni della legge quadro sulla difesa del suolo n. 183/1989.



Figura 2.15 – PSDA, Carta del Rischio Idraulico

Valutazione dei livelli di rischio idraulico		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA [Q50 - Q100 - Q200]*				
		MOLTO ELEVATA	ELEVATA	MEDIA	MODERATA	
		h50 > 1 m v50 > 1 m/s	1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	h100 > 0m	h200 > 0m	
DANNO POTENZIALE	MOLTO ALTO	ZONE A, B, C, C1	R4	R4	R2	R2
	ALTO	ZONE D1, D2	R3	R3	R2	R1
	MODERATO	ZONE E, FA, FB, FD, FC, FC1, FC2	R2	R2	R1	R1
	BASSO	ZONE GOLENALI, DISABITATE ED IMPRODUTTIVE	R1	R1	R1	R1

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica.

Figura 2.16 – Legenda PSDA, Carta del Rischio Idraulico

2.3 - Il sistema delle aree protette

In Abruzzo, la tutela dell'ambiente è affidata ad un sistema protezionistico davvero esteso e complesso; difatti circa un terzo della superficie regionale è costituita da aree protette nazionali e regionali e, sia nelle zone montane che in quelle prossime alla costa, l'intero territorio è interessato dalla cospicua presenza di altre aree a diverso carattere protezionistico. Per questo, oltre alla presenza dei grandi parchi, è importante evidenziare l'esistenza di un'intricata rete di riserve naturali ed aree tutelate a livello comunitario ed internazionale, talvolta disposte in sovrapposizione tra loro.

2.3.1 - I Parchi Nazionali e Regionali

Gran parte dei Parchi Nazionali e Regionali sono stati istituiti attraverso la legge quadro n. 394 del 1991, la Legge che ha riunito e rinnovato le precedenti normative in merito alla tutela delle aree protette. Tale legislazione ha dettato i principi fondamentali circa l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette in Italia, al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese.

Secondo la legge quadro i Parchi Nazionali *“sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future.”* I Parchi naturali regionali e interregionali *“sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo, individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.”*

La legge quadro pone l'obiettivo di coniugare le esigenze di conservazione e salvaguardia del patrimonio naturale con gli interessi delle popolazioni locali attraverso l'avvio di forme di sviluppo sostenibile all'interno dell'area protetta. La tutela dei valori naturali e ambientali, che la Legge affida all'Ente Parco, è perseguita attraverso lo strumento del Piano del Parco, che suddivide il territorio in funzione del diverso grado di protezione. Il territorio del Parco è dunque articolato *“in aree o parti caratterizzate da forme differenziate di uso, godimento e tutela”*. La zonizzazione del parco prevede quindi:

- riserve integrali,

nelle quali l'ambiente naturale è conservato nella sua integrità.

- riserve generali orientate,

nelle quali è vietato costruire nuove opere edilizie, ampliare le costruzioni esistenti, eseguire opere di trasformazione del territorio. Possono essere tuttavia consentite le utilizzazioni produttive tradizionali, la realizzazione delle infrastrutture strettamente necessarie, nonché interventi di gestione

delle risorse naturali a cura dell'Ente Parco. Sono altresì ammesse opere di manutenzione alle opere esistenti.

- aree di protezione,

nelle quali, in armonia con le finalità istitutive e in conformità ai criteri generali fissati dall'Ente Parco, possono continuare, secondo gli usi tradizionali ovvero secondo metodi di agricoltura biologica, le attività agro-silvo-pastorali nonché di pesca e raccolta dei prodotti naturali, ed è incoraggiata anche la produzione artigianale di qualità.

- aree di promozione economica e sociale,

facenti parte del medesimo ecosistema, più estesamente modificate dai processi di antropizzazione, nelle quali sono consentite attività compatibili con le finalità istitutive del Parco e finalizzate al miglioramento della vita socio-culturale delle collettività locali e al miglior godimento del parco da parte dei visitatori.

Proprio perché la legge 394 individua nel Piano del Parco lo strumento centrale della fase di progettazione e gestione di un parco, la stessa legge attribuisce al Piano del Parco un valore notevole. Per questo il Piano ha effetto di dichiarazione di pubblico generale interesse e di urgenza ed indifferibilità per gli interventi in esso previsti e sostituisce ad ogni livello i Piani Paesistici, i Piani Territoriali o Urbanistici e ogni altro strumento di pianificazione.

I Parchi naturali abruzzesi si estendono su gran parte dei territori montani regionali e costituiscono nel loro insieme un'unica vasta area protetta, conferendo all'Abruzzo l'appellativo di “regione verde d'Europa”.

Ad esclusione del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, che appartiene al gruppo dei cosiddetti “Parchi Storici”, i grandi parchi abruzzesi sono stati istituiti attraverso la legge quadro n. 394 del 1991.

2.3.1.1 - Il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise (PNALM)

Il Parco Nazionale d'Abruzzo è stato istituito dal Regio Decreto n° 257 del 11 gennaio 1923 e per questo appartiene al gruppo dei “Parchi Storici”. Il territorio è compreso su 3 regioni, 3 province e 25 comuni e ad oggi la sua estensione è di circa 50.000 ettari, raggiunti di recente con l'ampliamento alla Valle del Giovenco. Le montagne del Parco presentano un paesaggio estremamente vario in cui si alternano vette tondeggianti, tipiche dell'Appennino, a pendii dirupati dal tipico aspetto alpino. Tuttavia il paesaggio vegetale predominante è costituito dalle foreste di faggio, che ricoprono circa i due terzi della superficie totale.

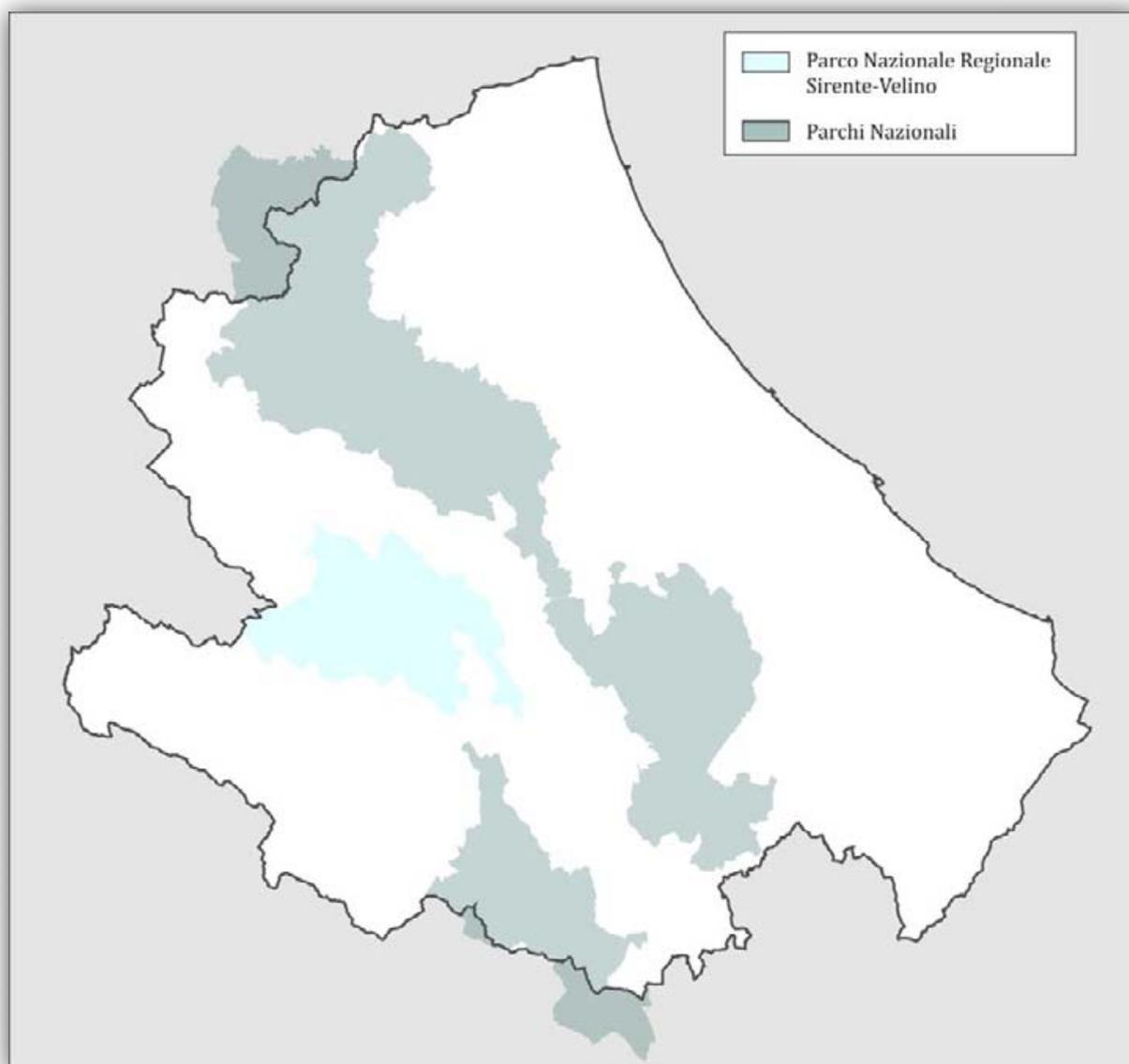


Figura 2.17 – I grandi Parchi abruzzesi

codice	denominazione	prov.	sup. (ha)	sovrapposizione con altre aree tutelate			
				riserve	SIC	ZPS	IBA
<i>Parchi nazionali</i>							
EUAP0007	Parco nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga	AQ PE TE RI AP	141341	EUAP0020 EUAP0025	IT7120201 IT7110202 IT7120213 IT7110209 IT7130024	IT7110128	IBA 204
EUAP0013	Parco nazionale della Maiella	AQ CH PE	62838	EUAP0021 EUAP0023 EUAP0024 EUAP0028 EUAP0030 EUAP0031 EUAP0032	IT7140203 IT7110204 IT7140043 IT7130031	IT7140129	IBA 115
EUAP0001	Parco nazionale dell'Abruzzo, Lazio e Molise	AQ FR IS	49680	EUAP0019 EUAP0022	IT7110205	IT7120132	IBA 119

Tabella 2.2 – I Parchi Nazionali

codice	denominazione	prov.	sup. (ha)	sovrapposizione con altre aree tutelate			
				riserve	SIC	ZPS	IBA
<i>Parchi naturali regionali</i>							
EUAP0173	Parco regionale naturale del Sirente - Velino	AQ	56450	EUAP0026	IT7110206 IT7110075 IT7110090 IT7110096	IT7110130	IBA 114

Tabella 2.3– Il Parco Regionale

La fauna del Parco offre esempi di eccezionale valore, con specie che da sole potrebbero giustificare l'esistenza dell'area protetta, mentre la flora, particolarmente ricca ed interessante, annovera complessivamente circa 2.000 specie di piante superiori, senza cioè considerare i muschi, i licheni, le alghe ed i funghi. Il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise ha avuto nel contesto protezionistico nazionale un ruolo di assoluto rilievo, riuscendo a coniugare la conservazione dell'ambiente naturale con lo sviluppo socio-economico delle comunità locali. I numerosi Centri di Visita, le Aree Faunistiche, la rete sentieristica e le altre infrastrutture esistenti per la fruizione del Parco hanno consentito la rivitalizzazione di piccoli centri storici di grande valore.

L'Area del Parco Nazionale d'Abruzzo è suddivisa nelle seguenti zone:

Zona A - riserva integrale, il territorio è integro e merita conservazione assoluta, con divieto di effettuare qualsiasi alterazione dell'ambiente, salvo eventuali limitati interventi necessari per la salvaguardia di certi componenti. L'accesso dei visitatori è consentito solo a piedi, lungo itinerari obbligatori prefissati, preferibilmente con l'ausilio di Guardie o Guide del Parco.

La ricerca scientifica e l'osservazione naturalistica sono ammesse in base a speciale autorizzazione.

Zona B - riserva generale, il territorio è ben conservato, con segni della secolare presenza umana, e deve essere mantenuto in questo stato favorendo la sua graduale riconversione verso aspetti originari e spontanei. Le attività economiche tradizionali - agrosilvopastorali - preesistenti sono possibili sotto il controllo del Parco, ed ove necessario con talune limitazioni. Le opere e le strutture esistenti possono essere mantenute e restaurate. Non è consentito realizzare nuove iniziative non decise e promosse dall'autorità del Parco.

L'accesso ai visitatori è consentito:

- a piedi o su cavalcatura, lungo itinerari preferenziali segnalati ma liberi;
- con mezzi motorizzati, pubblici e privati, esclusivamente lungo la rete stradale stabilita dall'autorità del Parco e, nel caso di strade di penetrazione nel cuore del Parco, eventualmente con pagamento di un apposito pedaggio;
- con mezzi di servizio per esigenze di servizio o di lavoro, sotto il controllo del Parco.

Zona C - protezione, il territorio è antropizzato, con caratteristiche di ambiente seminaturale che meritano di essere mantenute, cercando di favorire certe possibilità di uso multiplo del territorio.

Le attività economiche tradizionali - agrosilvopastorali - possono essere promosse, riconvertite, potenziate alla stregua di speciali piani zonali, nel rispetto degli usi e delle consuetudini in atto.

Sono ammesse le sole opere e trasformazioni dell'ambiente relative a progetti di miglioramento e ripristino anche su iniziativa di altri Enti, purchè con l'approvazione e il controllo del Parco. L'accesso dei visitatori è libero.

Zona D - sviluppo, il territorio è largamente antropizzato. Esso viene destinato quindi alle esigenze delle collettività locali e alla fruizione dei visitatori del Parco, in armonia con lo sviluppo e la rivitalizzazione degli insediamenti preesistenti. Questa zona è intesa a consentire:

Sotto-Zona D1 - centri abitati, la realizzazione delle condizioni necessarie per la vita e lo sviluppo delle collettività locali;

Sotto-Zona D2 - infrastrutture ricettive, la creazione delle infrastrutture ricettive e complementari indispensabili;

Sotto-Zona D3 - attrezzature del parco, la creazione delle principali attrezzature organizzative e di servizio del Parco.

2.3.1.2 - Il Parco Nazionale della Majella

Il Parco Nazionale della Majella è stato istituito con la legge 6 dicembre 1991, n. 394, e con il D.P.R. Del 5 giugno 1995, che ha sancito l'istituzione dell'Ente Parco.

La superficie del Parco è di 74.095 ettari e si estende su parte del territorio di ben 38 Comuni, compresi nelle province di L'Aquila, Chieti e Pescara. Il territorio del Parco include, oltre al massiccio della Majella, il Morrone, il gruppo dei Monti Pizi, il Monte Secine e il canyon del Fiume Orta.

il Parco Nazionale della Majella rappresenta il settore più meridionale d'Europa della Regione Alpina e si caratterizza per l'elevata montuosità del suo territorio. Al suo interno racchiude vaste aree che presentano aspetti peculiari di natura selvaggia, la parte più pregevole e rara del patrimonio nazionale di biodiversità: il Parco ospita oltre il 78% delle specie di mammiferi presenti in Abruzzo, e oltre il 45% di quelle italiane. Le 2114 entità vegetali conosciute per il territorio del Parco sono distribuite in più di 50 differenti habitat, le cui peculiarità sono date soprattutto dall'elevato numero di endemismi.

La zonazione del Piano del Parco, approvato il 17 maggio del 1999, è stata realizzata attraverso il confronto e l'integrazione di criteri bio-ecologici, storici, socio-economici e amministrativi. . La suddivisione delle zone ricalca esattamente quella espressa dalla legge 394, dove le zone A sono di Riserva Integrale, le zone B, di Riserva Generale Orientata, le zone C sono Aree di Protezione, mentre le zone D sono Aree di promozione economica e sociale.

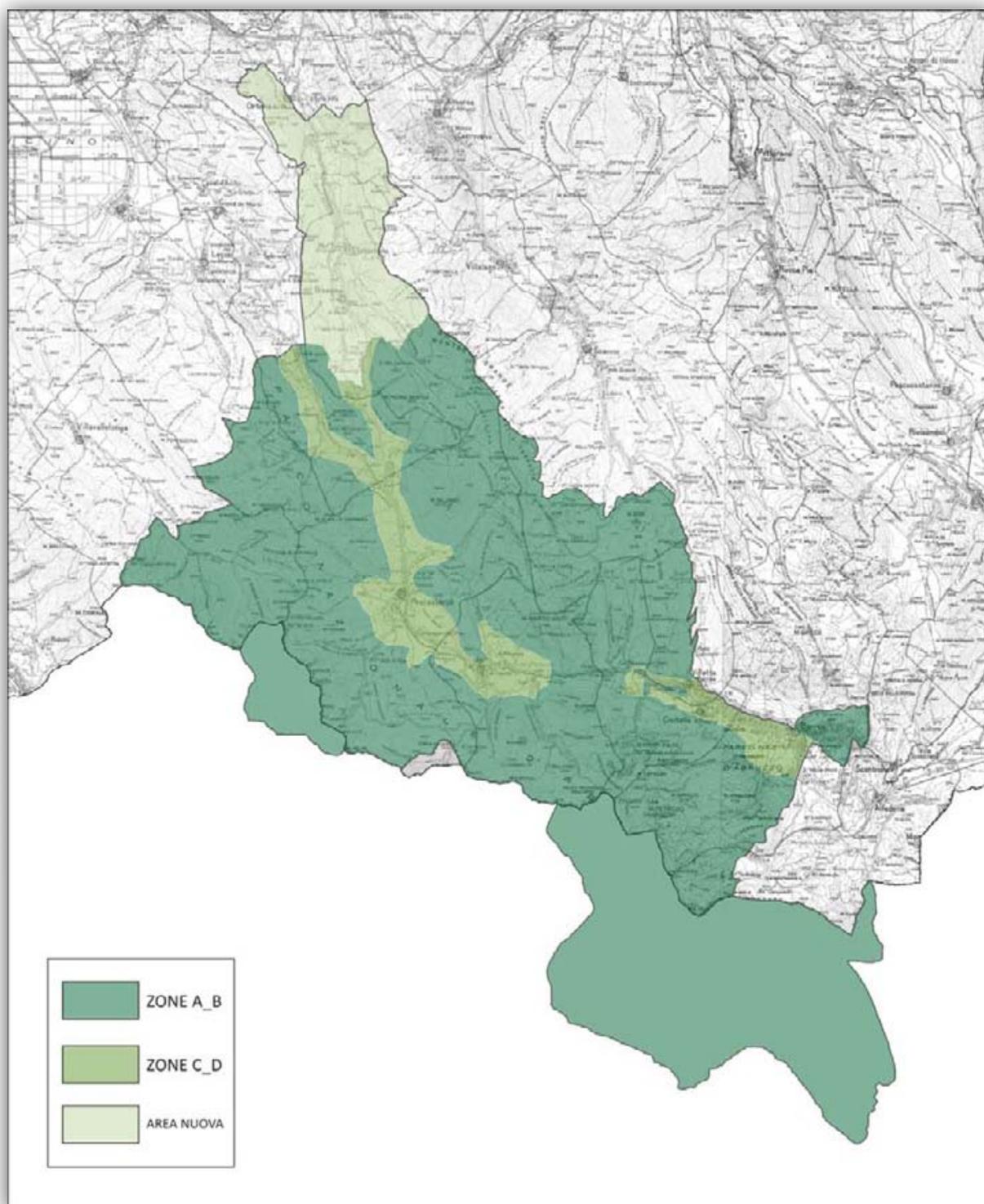


Figura 2.18 – Zonazione Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise

In queste zone sono consentite le attività compatibili con le finalità istitutive del Parco e finalizzate al miglioramento della vita socio-culturale delle popolazioni locali e al miglior godimento del Parco da parte dei visitatori. Sono state distinte 2 tipologie: D1, insediamenti turistici esistenti da riorganizzare su progetto unitario e D2, insediamenti disciplinati dagli strumenti urbanistici comunali.

Il Piano per la gestione naturalistica, lo strumento del Piano del Parco con il quale vengono coordinate tutte le azioni sulle risorse naturali, individua specifiche azioni di tutela per le diverse zone. Nelle zone A l'obiettivo prioritario è quello di garantire i massimi tassi di riproduzione e sopravvivenza delle specie animali di particolare interesse. La tutela della fauna dovrà essere quindi attuata nella forma più integrale tramite determinate misure restrittive:

- a) pascolo consentito occasionalmente solo a residenti ed entro le quote AIMA;
- b) divieto di interventi forestali e di tipo produttivo;
- c) divieto di costruzioni e manufatti;
- d) divieto di accesso ai cani;
- e) regolamentazione nell'accesso nei siti e nelle zone critici:

Nelle zone B l'obiettivo è quello di aumentare la capacità faunistica attraverso interventi attivi di miglioramento ambientale. Anche in queste zone dovranno essere previste misure restrittive:

- a) divieto di costruzioni e manufatti;
- b) divieto di ripopolamenti ittici con specie non autoctone;
- c) divieto di condurre cani senza guinzaglio, con l'eccezione dei pastori;
- d) prescrizioni per la zootecnia e pianificazione del carico zootecnico;
- e) prescrizioni per le attività forestali;
- f) prescrizioni per le attività agricole:

Nelle zone C e D l'obiettivo generale è quello d'incentivare lo sviluppo delle attività socio-economiche compatibili con la presenza delle specie prioritarie. Verranno applicate alcune misure restrittive indispensabili.

- a) divieto nelle zone C di realizzare recinzioni e manufatti tali da impedire la libera circolazione della fauna;
- b) divieto di condurre cani senza guinzaglio, con l'eccezione dei pastori;
- c) divieto di impiego di diserbanti e disseccanti; graduale conversione alle tecniche colturali sostenibili.

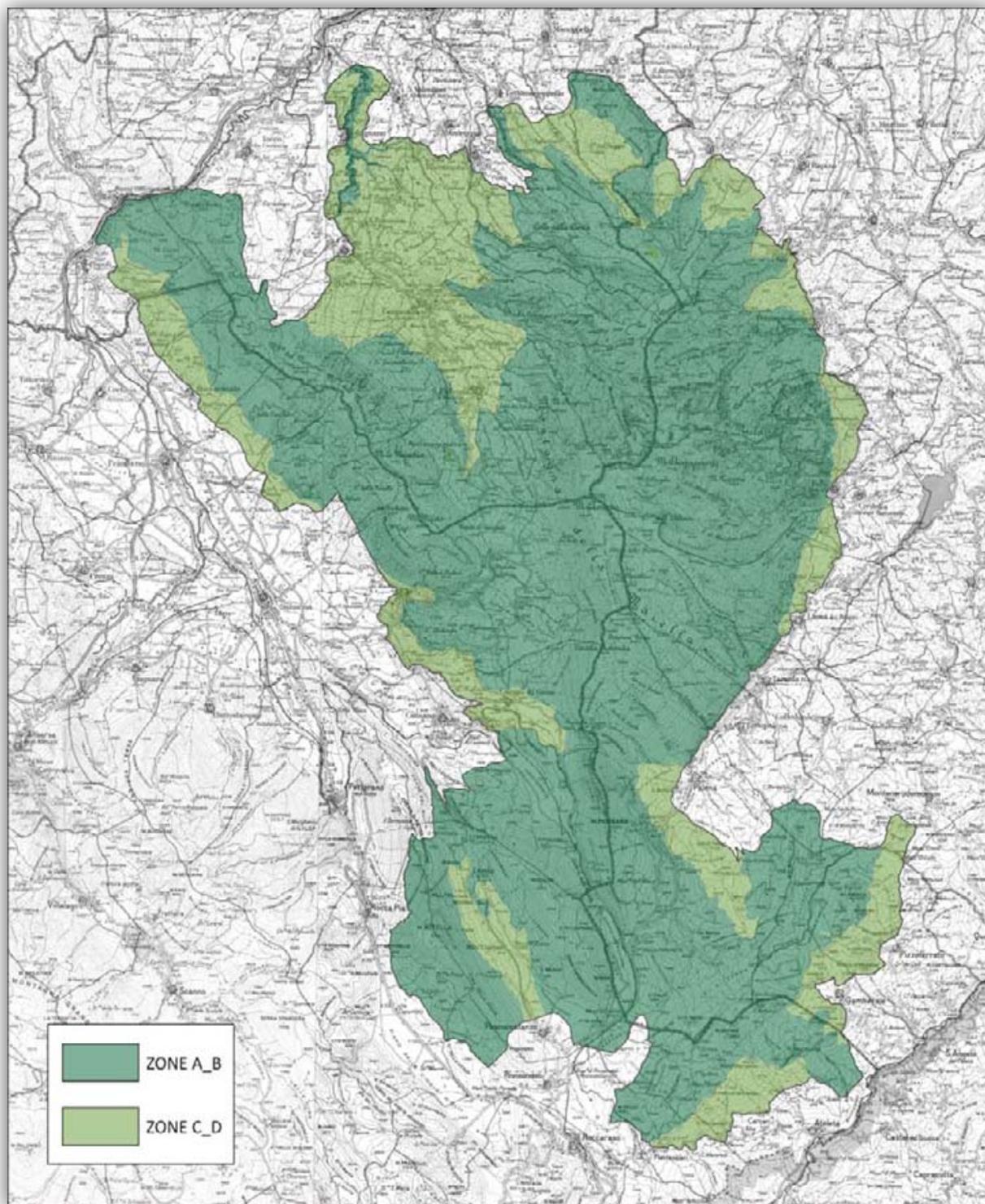


Figura 2.19 – Zonazione Parco Nazionale della Majella

2.3.1.3 - Il Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga

Il Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga è stato istituito con la Legge 394 del 6 dicembre 1991 con successive modifiche nel D.P.R. del 5 giugno 1995. Si estende sul territorio di 3 regioni, 5 province e 44 comuni e, con circa 150.000 ettari, è il parco più grande della regione.

Quello del Gran Sasso-Laga è un territorio cerniera tra la regione euro-siberiana e quella mediterranea, in cui si localizzano la vetta più elevata dell'Appennino, il Corno Grande (2912 m.) e l'unico ghiacciaio dell'Europa meridionale, il Calderone.

La posizione geografica, l'altezza dei rilievi, nonché la differente natura geologica dei tre gruppi montuosi del Parco, il Gran Sasso, i Monti della Laga e i Monti Gemelli, hanno determinato una straordinaria ricchezza di specie animali e vegetali, nonché una grande varietà di ecosistemi e paesaggi. Infatti il Parco ospita numerose specie faunistiche e floristiche esclusive di quest'area, oltre agli animali più rappresentativi dell'Appennino.

L'individuazione delle differenti zone del Parco è risultata dalla considerazione contestuale delle caratteristiche di "naturalità" delle diverse aree del suo territorio, nonché degli obiettivi di gestione principali perseguibili in ciascuna area, conformemente allo stesso principio per cui un'area protetta, secondo la classificazione UICN (l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura), è identificabile come Parco Nazionale in base all'obiettivo di gestione primario di conservazione dell'ecosistema e di utilizzo compatibile delle sue risorse ambientali per scopi ricreativi, nonché di sostentamento delle comunità locali.

Anche per il Parco del Gran Sasso-Laga, l'articolazione in zone persegue la classificazione espressa dalla Legge 394/91: riserve integrali (zone a), riserve generali orientate (zone b), aree di protezione (zone c), aree di promozione economica e sociale (zone d), dove sono promossi e conservati i processi di integrazione tra natura e cultura. Due sottozone delle zone d (d2 e d3) coincidono sostanzialmente con le zone territoriali omogenee A, B, C, D ed F dei P.R.G. comunali, non in contrasto con i piani paesistici. Difatti il Piano del Parco recepisce la pianificazione locale, per ciò che concerne l'individuazione dei centri storici, delle zone di completamento e di espansione, e di quelle produttive e di servizio.

2.3.1.4 - Il Parco Naturale Regionale Sirente-Velino

L'istituzione del Parco Naturale Regionale del Sirente-Velino è stata attuata attraverso la Legge Regionale 13 luglio 1989, n. 54. Il territorio ricopre una superficie di circa 54.000 ettari ed è interamente compreso nella Provincia dell'Aquila. La media Valle dell'Aterno, la Valle Subequana, l'Altopiano delle Rocche e la Marsica settentrionale sono le quattro zone che costituiscono il Parco Naturale Regionale del Sirente-Velino. Le catene montuose del Sirente e del Velino, dalle quali prende il nome il Parco, sono tra le più imponenti di tutto l'Appennino e costituiscono un sistema ambientale di elevato valore naturalistico.

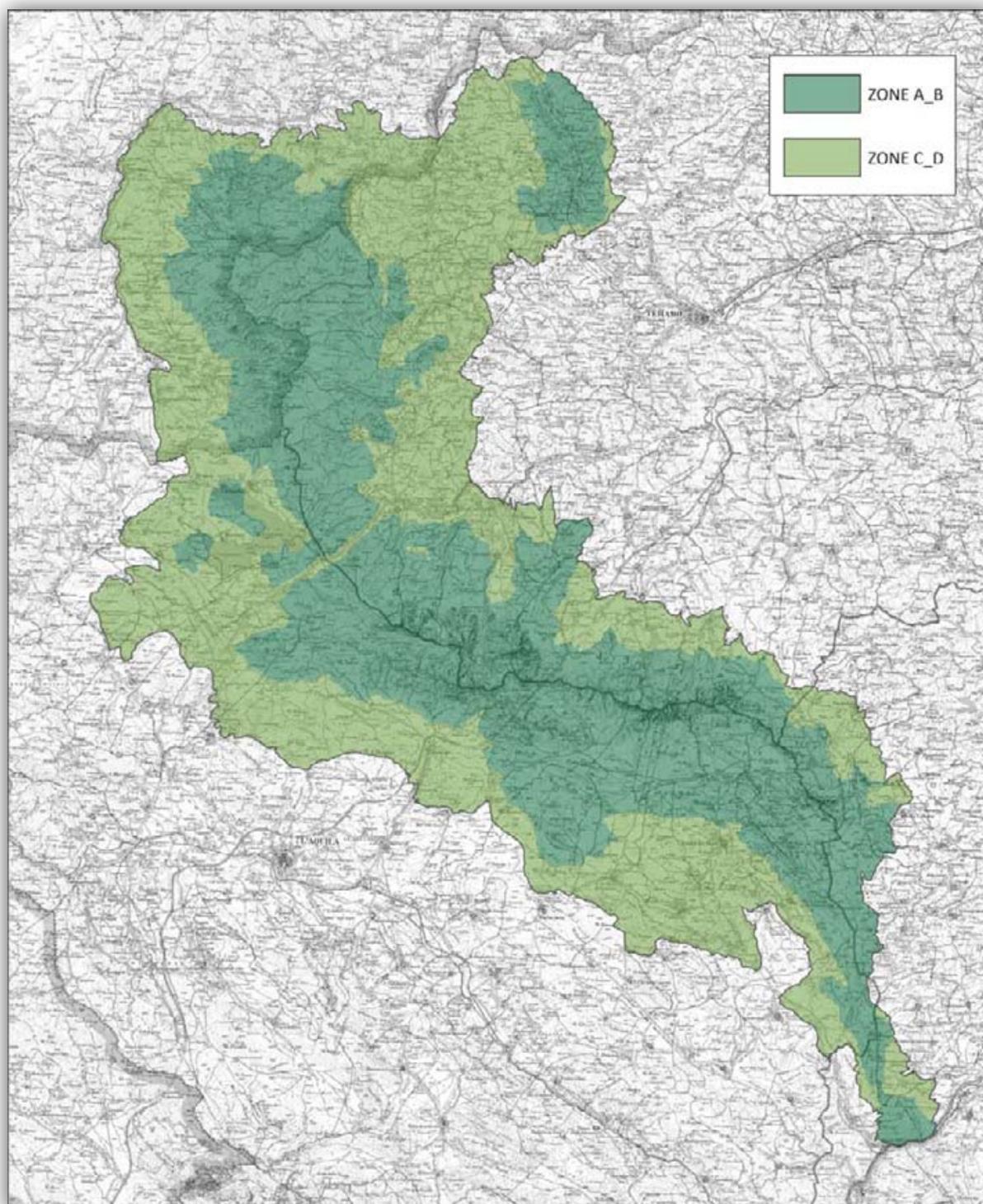


Figura 2.20 – Zonazione Parco Nazionale del Gran Sasso-Monti della Laga

I boschi di faggio rappresentano una delle maggiori caratteristiche e attrattive di questo Parco e la grande varietà di ambienti che lo caratterizzano, dalle quote più basse intorno ai 600 metri fino alle vette oltre i 2.000 metri, determina una grande ricchezza di specie faunistiche e floristiche dalle più comuni, tipiche dell'Appennino, a quelle più rare ed endemiche.

Dalla Legge istitutiva si evince che il Parco nasce con lo “scopo di tutelare l'ambiente naturale, di salvare e d'incrementare la flora e la fauna, di conservare le speciali formazioni geologiche, di valorizzare le sopravvivenze archeologiche e monumentali, di favorire la ricreazione e l'educazione del pubblico e di promuovere e guidare razionalmente il turismo nel rispetto degli ecosistemi esistenti, tenendo nel debito conto le esigenze e le aspirazioni delle popolazioni locali ed il preminente interesse del loro sviluppo economico-sociale.”

Ai fini dell'applicazione di questa legge il territorio del Parco è stato diviso in tre zone:

ZONA - A, o fascia di riserva naturale integrale, nella quale l'ambiente naturale deve essere conservato in senso assoluto nella sua integrità.

ZONA - B, o fascia di riserva generale o guidata, nella quale non è consentito eseguire opere di trasformazione del territorio.

ZONA - C, pre-Parco o fascia di riserva di protezione e di controllo, nella quale sono consentite le opere rivolte alla valorizzazione dei fini istituzionali del Parco.

Nonostante nella Legge istitutiva sia stata prevista tale zonazione, le perimetrazioni delle tre aree non sono mai state effettuate.

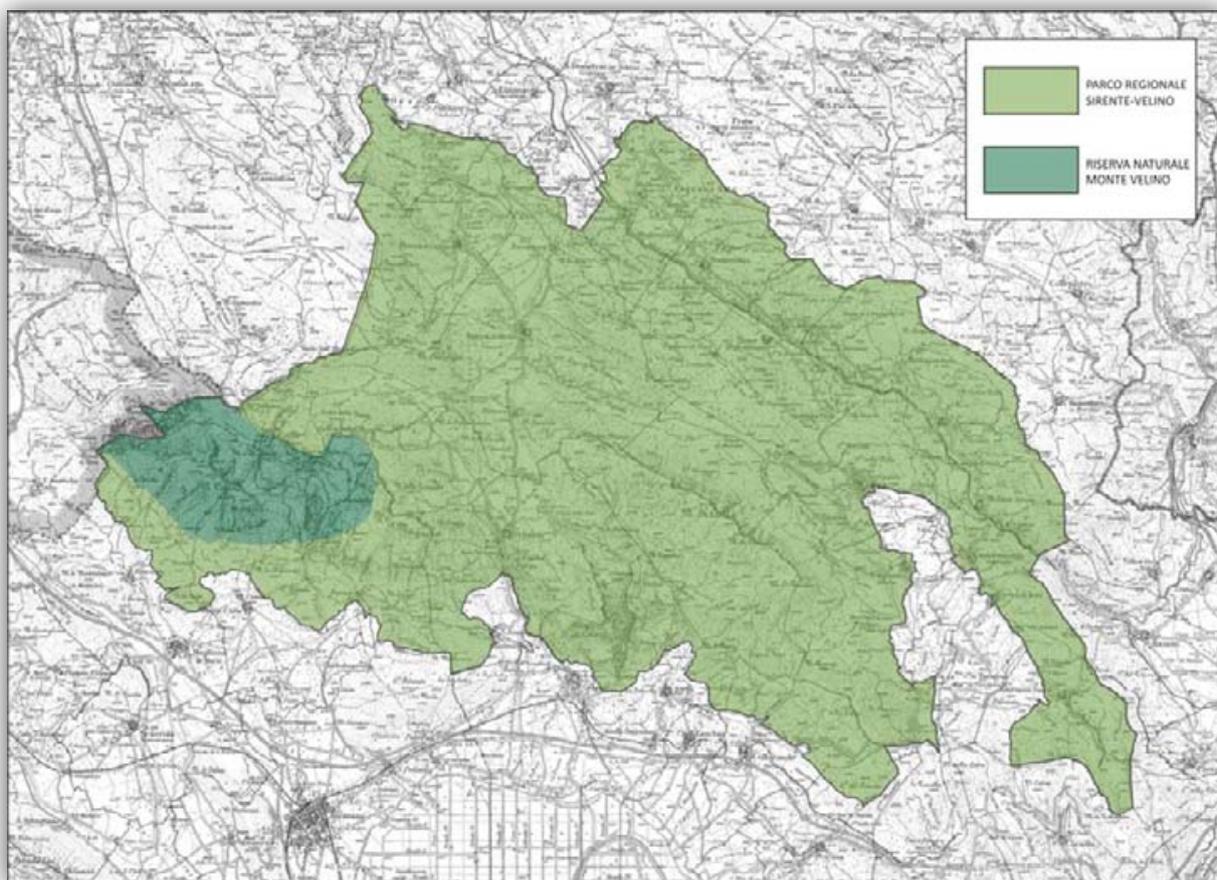


Figura 2.21 – Parco Naturale Regionale Sirente-Velino

2.3.2 - Le aree naturali protette

La struttura delle aree protette comprende in Abruzzo, oltre i 3 Parchi nazionali e quello regionale, 38 tra Riserve statali, Riserve regionali, Oasi e Parchi territoriali attrezzati, che al di là delle dimensioni territoriali a volte ridotte, presentano aspetti di notevole interesse scientifico e naturalistico e completano il sistema delle aree protette della “regione verde d'Europa”.

2.3.2.1 - Le Riserve Regionali e Nazionali

Alcune **Riserve regionali** si sono dotate di organi di gestione che prevedono oltre al rispetto delle norme di tutela, strumenti di pianificazione e programmi di valorizzazione dell'area protetta.

Il sistema costituisce uno strumento di pianificazione ambientale, un laboratorio permanente di ricerca scientifica in cui sono stati realizzati recentemente alcuni dei più importanti progetti faunistici dell'Appennino, con il ripristino dell'ecosistema e il reintegro di specie da tempo scomparse.

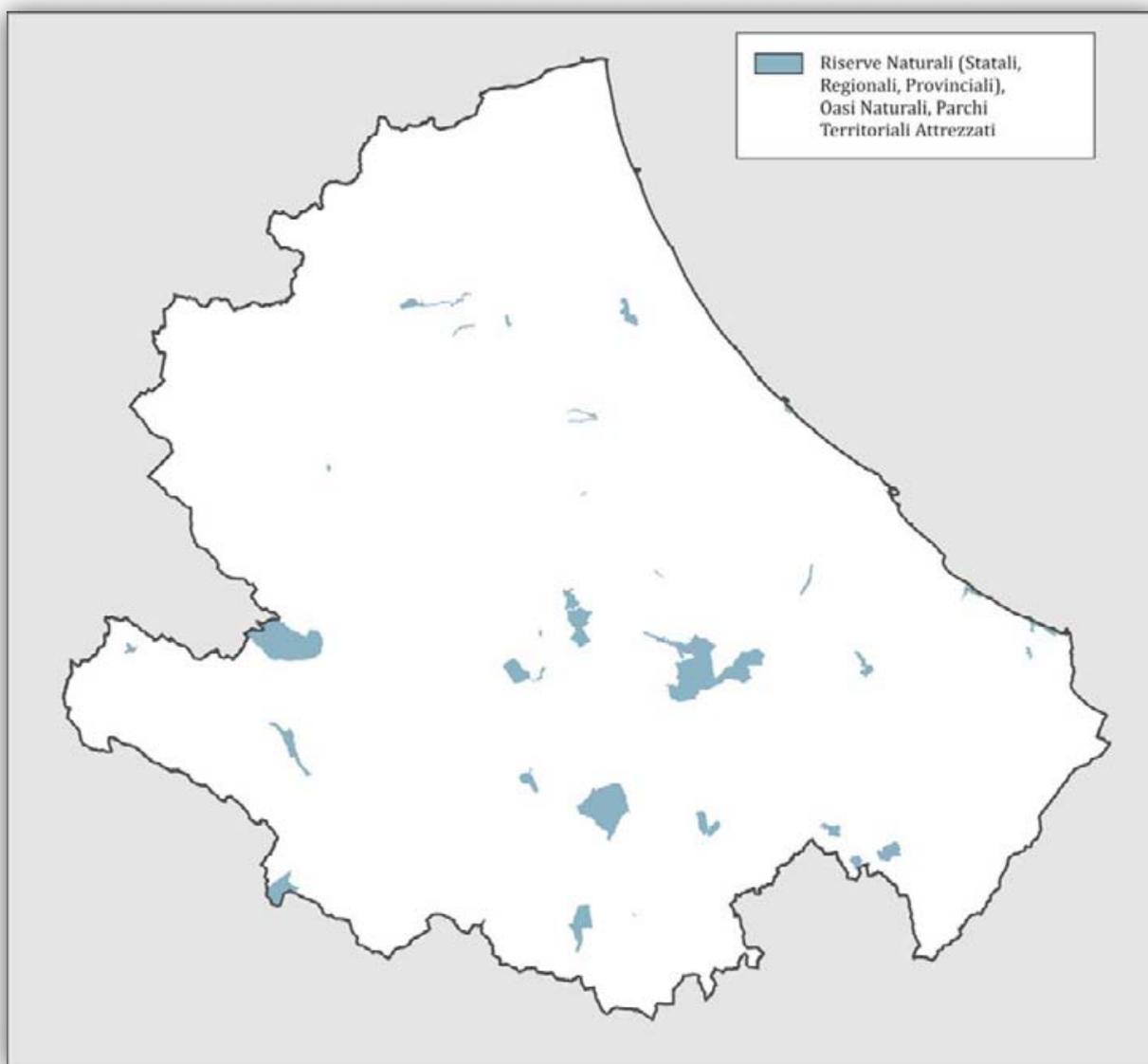


Figura 2.22 – Riserve Naturali, Oasi e Parchi Territoriali Attrezzati

Le **Riserve Naturali Nazionali** e regionali sono normate anch'esse dalla Legge Quadro 394 del 1991, e vengono così definite: le Riserve naturali “sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche.

codice	denominazione	prov.	sup. (ha)	sovrapposizione con altre aree tutelate			
				parchi	SIC	ZPS	IBA
<i><u>Riserve statali</u></i>							
EUAP0019	Riserva Naturale Colle di Licco	AQ	95	d'Abruzzo	IT7110205	IT7120132	IBA 119
EUAP0021	Riserva Naturale Fara S.Martino- Palombaro	CH	4202	Majella	IT7140203	IT7140129	IBA 115
EUAP0022	Riserva Naturale Feudo Intramonti	AQ	908	d'Abruzzo	IT7110205	IT7120132	IBA 119
EUAP0023	Riserva Naturale Feudo Ugni	CH	1563	Majella	IT7140203	IT7140129	IBA 115
EUAP0020	Riserva Naturale Lago di Campotosto	AQ	1600	Gran Sasso- Laga	IT7120201	IT7110128	IBA 204
EUAP0024	Riserva Naturale Lama Bianca di S.Eufemia a Maiella	PE	1300	Majella	IT7140203	IT7140129	IBA 115
EUAP0025	Riserva Naturale Monte Rotondo	PE- AQ	1452	Gran Sasso- Laga/Majella	IT7130024 IT7140203	IT7110128 IT7140129	IBA 204 IBA 115
EUAP0026	Riserva Naturale Monte Velino	AQ	3550	Sirente-Velino	IT7110206	IT7110130	IBA 114
EUAP0027	Riserva Naturale Pantaniello	AQ	7		IT7110205		
EUAP0028	Riserva Naturale Piana Grande della Majelletta	PE	366	Majella	IT7140203	IT7140129	IBA 115
EUAP0029	Riserva Naturale Pineta di Santa Filomena	PE	20				
EUAP0030	Riserva Naturale Quarto S.Chiara	CH	485	Majella	IT7140203 IT7110204	IT7140129	IBA 115
EUAP0031	Riserva Naturale Valle dell'Orfento	PE	1920	Majella	IT7140203	IT7140129	IBA 115
EUAP0032	Riserva Naturale Valle dell' Orfento II	PE	320	Majella	IT7140203	IT7140129	IBA 115
<i><u>Riserve regionali</u></i>							
EUAP1069	Riserva Naturale Guidata Abetina di Rosello	CH	211		IT7140212		IBA 115
EUAP1092	Riserva Naturale Guidata Bosco di Don Venanzio	CH	78				
EUAP1088	Riserva Naturale Guidata Calanchi di Atri	TE	380		IT7120083		
EUAP1166	Riserva Naturale Guidata Cascate del Verde	CH	287		IT7140212		IBA 115
EUAP0245	Riserva Naturale Controllata Castel Cerreto	TE	70				
EUAP1070	Riserva Naturale Guidata Gole del Sagittario	AQ	354		IT7110099		
EUAP1091	Riserva Naturale Guidata Gole di S. Venanzio	AQ	1107		IT7110096		IBA 114
EUAP0244	Riserva Naturale Guidata Grotte di Pietrasecca	AQ	110		IT7110089		
EUAP0246	Riserva Naturale Controllata Lago di Penne	PE	150				
EUAP0247	Riserva Naturale Controllata Lago di Serranella	CH	300		IT7140215		
EUAP1165	Riserva Naturale Guidata Lecceta di Torino di Sangro	CH	165		IT7140107		
EUAP1089	Riserva Naturale Guidata Monte Genzana e Alto Gizio	AQ	3160		IT7110100		
EUAP1093	Riserva Naturale Guidata Monte Salviano	AQ	722		IT7110092		
EUAP1164	Riserva Naturale Provinciale Pineta Dannunziata	PE	56				
EUAP1090	Riserva Naturale Guidata Punta Aderci	CH	285		IT7140108		
EUAP0248	Riserva Naturale Guidata Sorgenti del Pescara	PE	49				
EUAP0249	Riserva Naturale Guidata Zompo lo Schioppo	AQ	1025		IT7110207	IT7110207	IBA 118
<i><u>Oasi Naturali</u></i>							
EUAP0990	Oasi Naturale Abetina di Selva Grande	CH	550		IT7140121		IBA 115
<i><u>Parchi territoriali attrezzati</u></i>							
EUAP0545	Parco Territoriale Attrezzato Annunziata	CH	50				
EUAP0415	Parco Territoriale Attrezzato Fiume Fiumetto	TE	74				
EUAP1095	Parco Territoriale Attrezzato Fiume Vomano	TE	335		IT7120082		
EUAP0542	Parco Territoriale Attrezzato Sorgenti del Fiume Vera	AQ	30				
EUAP1094	Parco Territoriale Attrezzato Sorgenti solfuree del Lavino	PE	38				
EUAP0416	Parco Territoriale Attrezzato Vicoli	PE	10				

Tabella 2.4 - Riserve Naturali, Oasi e Parchi Territoriali Attrezzati

Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli elementi naturalistici in esse rappresentati.” La Legge 394 si occupa di definire anche le “altre aree naturali protette” , intese come “aree (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi suburbani, ecc.) che non rientrano nelle precedenti classi. Si dividono in aree di gestione pubblica, istituite cioè con leggi regionali o provvedimenti equivalenti, e aree a gestione privata, istituite con provvedimenti formali pubblici o con atti contrattuali quali concessioni o forme equivalenti.”

Fanno parte di questo raggruppamento, nel territorio regionale abruzzese, L'Oasi Naturale dell'Abetina di Selva Grande e i Parchi Territoriali Attrezzati.

Questi ultimi sono stati istituiti attraverso la Legge Regionale 61/80, e definiti come territori con notevoli caratteristiche naturali ed ambientali, atti a soddisfare le esigenze per l'impiego sociale del tempo libero nel rispetto del patrimonio naturalistico. In Abruzzo ne sono stati istituiti sei: tre in provincia di Pescara e uno per ogni altra provincia.

2.3.2.2 - Le Zone umide di interesse internazionale

La Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, è stata firmata a Ramsar, in Iran, il 2 febbraio 1971. L'evento internazionale determina un'autorevole svolta nella cooperazione internazionale per la protezione degli habitat, riconoscendo l'importanza ed il valore delle zone denominate "umide", ovvero ecosistemi con altissimo grado di biodiversità, habitat vitali per gli uccelli acquatici.

La Convenzione di Ramsar è stata ratificata e resa esecutiva dall'Italia con il DPR 13 marzo 1976, n. 448, e con il successivo DPR 11 febbraio 1987, n. 184.

Ad oggi 50 siti del nostro Paese sono stati riconosciuti e inseriti nell'elenco d'importanza internazionale stilato ai sensi della Convenzione di Ramsar. Si tratta di aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie comprese zone di acqua marina la cui profondità, quando c'è bassa marea, non superi i sei metri. Viene così garantita la conservazione dei più importanti ecosistemi "umidi" nazionali, le cui funzioni ecologiche sono fondamentali, sia come regolatori del regime delle acque, sia come habitat di una particolare flora e fauna. In Abruzzo l'unica zona umida ritenuta di importanza internazionale ed inserita nell'elenco della Convenzione è quella del Lago di Barrea, nel Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise.

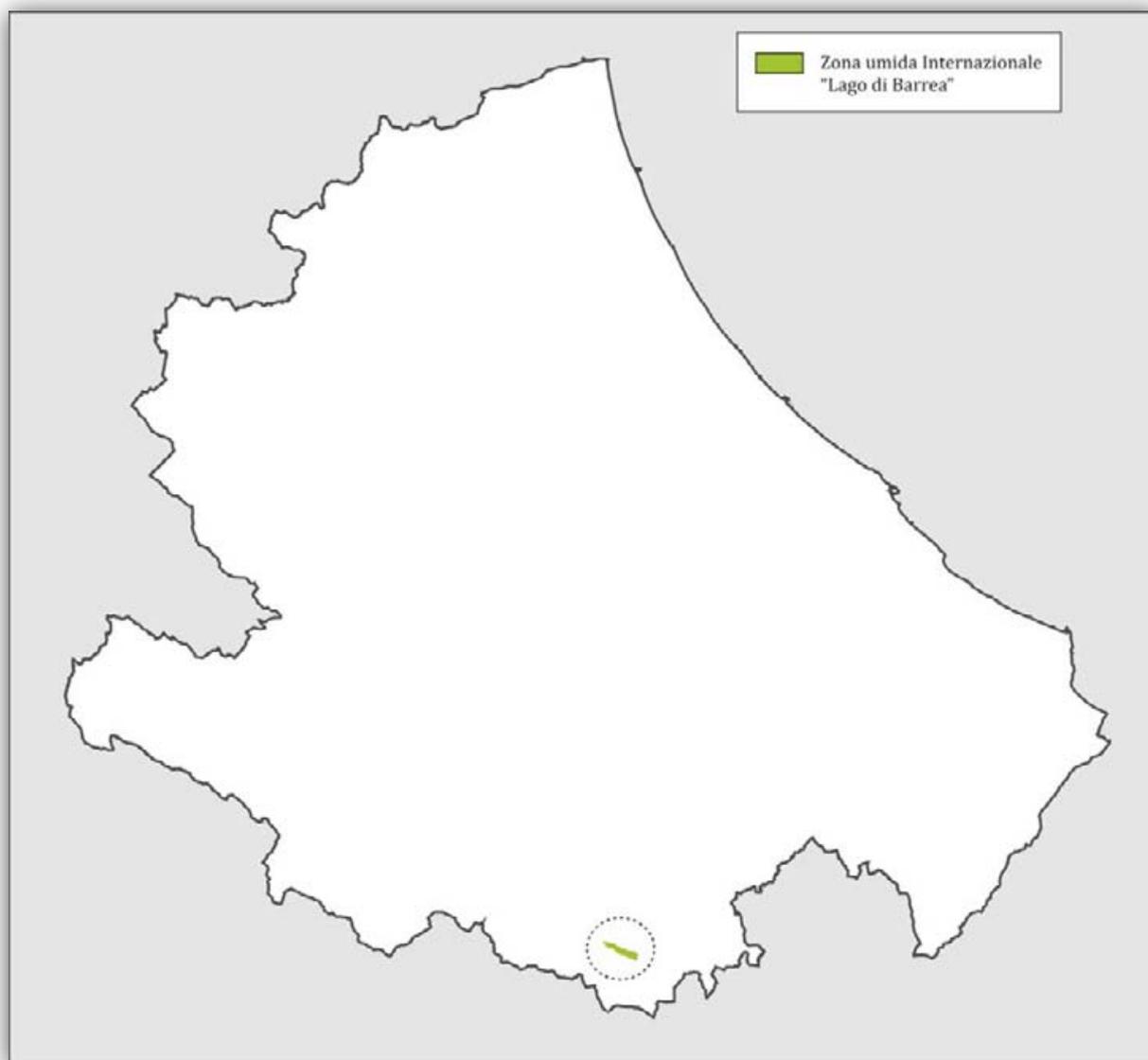


Figura 2.23 – Zona Umida Internazionale

2.3.2.3 - La rete "Natura 2000"

Le due direttive comunitarie "Habitat" e "Uccelli" rappresentano i principali strumenti innovatori della legislazione in materia di conservazione della natura e della biodiversità; in esse è colta l'importanza di una visione di tutela della biodiversità attraverso un approccio ad ampia scala geografica.

Sulla scorta di tali considerazioni, l'Unione Europea, nell' art. 3 della Direttiva "Habitat", afferma la costituzione una rete ecologica europea denominata Natura 2000.

La direttiva individua come, per la tutela di habitat e specie, sia necessario operare in un'ottica di rete di aree che rappresentino, con popolazioni vitali e superfici adeguate, tutte le specie e gli habitat tipici dell'Europa, con le loro variabilità e diversità geografiche. La costituzione di una rete è finalizzata inoltre ad assicurare la continuità degli spostamenti migratori, dei flussi genetici delle varie specie e a

garantire la vitalità a lungo termine degli habitat naturali. Adottata nel 1979 (e recepita in Italia dalla legge 157/92), la Direttiva 79/409/EEC (denominata "Uccelli"), nasce con lo scopo della "conservazione di tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo degli stati membri...". Un aspetto chiave per il raggiungimento di questo scopo è la conservazione degli habitat delle specie ornitiche, in particolare, per le specie considerate di importanza primaria che devono essere soggette a particolare regime di protezione ed i siti più importanti per queste specie vanno tutelati designando "Zone di Protezione Speciale" (ZPS). La designazione dei siti deve essere effettuata dagli stati membri e comunicata alla Commissione Europea. Adottata nel 1992 (e recepita in Italia dal DPR 357 del 1997), la Direttiva 92/43/EEC (denominata "Habitat") sulla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche rappresenta il completamento del sistema di tutela legale della biodiversità dell'Unione Europea.

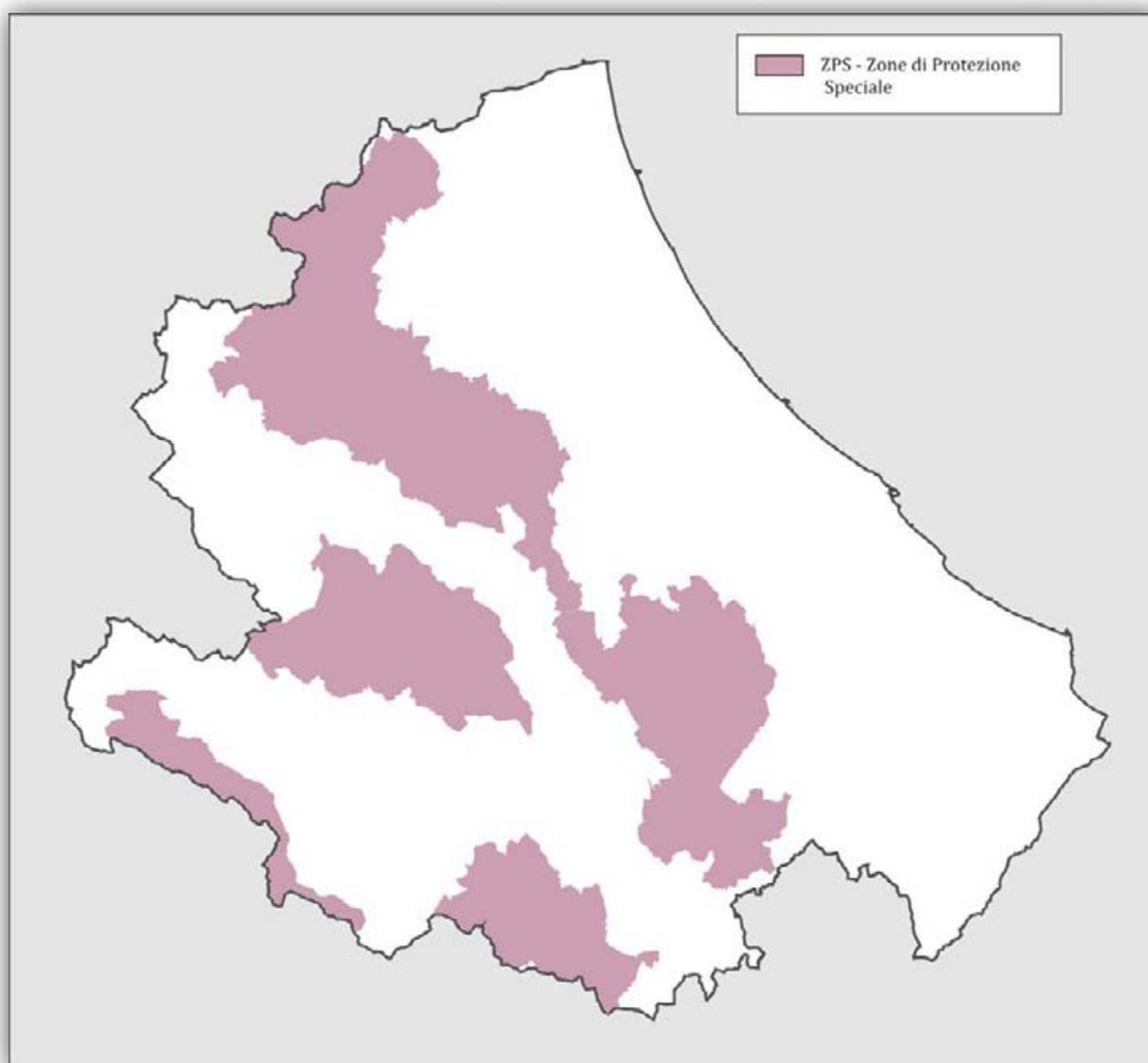


Figura 2.24 – ZPS, Zone di Protezione Speciale

Lo scopo della Direttiva è “contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli stati membri...”. La Direttiva individua una serie di habitat (allegato I) e specie (allegato II) definiti di importanza comunitaria e tra questi individua quelli "prioritari".

Lo strumento fondamentale individuato dalla Direttiva "Habitat" è quello della designazione di Zone Speciali di Conservazione in siti individuati dagli stati membri come Siti di Importanza Comunitaria. Questi siti, assieme alle ZPS istituite in ottemperanza alla Direttiva "Uccelli" concorrono a formare la Rete Natura 2000.

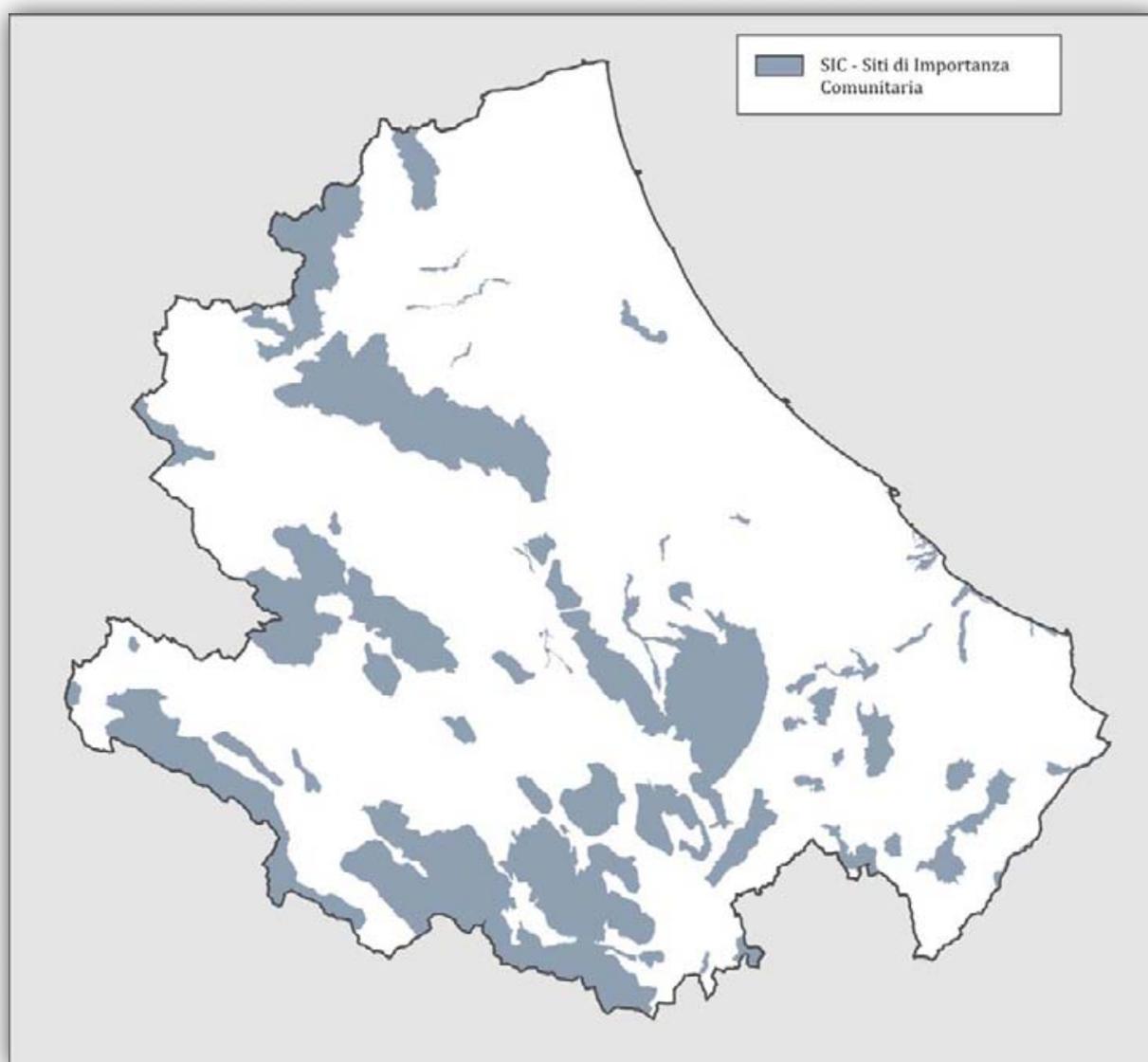


Figura 2.25 – SIC, Siti di Importanza Comunitaria

	codice	denominazione	sup. (ha)	sovrapposizione con altre aree tutelate			
				parchi	riserve	altre aree	IBA
<i>Zone di Protezione Speciale</i>							
1	IT7110128	Parco Nazionale Gran Sasso - Monti della Laga	143311	Gran Sasso-Laga	EUAP0020 EUAP0025		IBA 204
2	IT7110130	Sirente Velino	59133	Sirente-Velino	EUAP0026		IBA 114
3	IT7110207	Monti Simbruini	19885		EUAP0249		IBA 118
4	IT7120132	Parco Nazionale d'Abruzzo	46107	d'Abruzzo	EUAP0019 EUAP0022		IBA 119
5	IT7140129	Parco Nazionale della Maiella	74081	Majella	EUAP0021 EUAP0023 EUAP0024 EUAP0025 EUAP0028 EUAP0030 EUAP0031 EUAP0032		IBA 115

Tabella 2.5 – ZPS, Zone di Protezione Speciale

In Abruzzo le ZPS designate dalla Regione coincidono quasi totalmente con i tre parchi nazionali e con il Parco Regionale Velino-Sirente. I Parchi della Majella e del Gran Sasso-Laga coincidono con le relative ZPS, mentre per i Parchi d'Abruzzo e Sirente-Velino sono considerate le aree comprese nei tracciati originari, cioè prima delle modifiche effettuate negli ultimi anni. In più è presente un'altra Zona di Protezione Speciale, situata nell'area dei Monti Simbruini. Le aree proposte inizialmente come SIC sono state 127. Queste sono state parzialmente modificate ed accorpate definitivamente in 52 aree.

2.3.2.4 - Il programma IBA (Important Bird Areas)

Si tratta di siti individuati in tutto il mondo, sulla base di criteri ornitologici applicabili su larga scala, da parte di associazioni non governative che fanno parte di BirdLife International. Grazie a questo programma, molti paesi sono ormai dotati di un inventario dei siti prioritari per l'avifauna ed il programma IBA si sta attualmente completando a livello continentale.

In Italia l'inventario delle IBA è stato redatto dalla LIPU che dal 1965 opera per la protezione degli uccelli del nostro paese. Le IBA vengono individuate essenzialmente in base al fatto che ospitano una frazione significativa delle popolazioni di specie rare o minacciate oppure che ospitano eccezionali concentrazioni di uccelli di altre specie. Il sistema delle IBA abruzzesi si articola sostanzialmente attorno a quello delle ZPS, con l'aggiunta dell'area dei Monti Frentani, nei quali territori ricade buona parte delle emergenze ornitologiche della regione.

IBA 114- "Sirente, Velino e Montagne della Duchessa".

Il perimetro segue quello del Parco Regionale Sirente Velino tranne che nella parte nord-ovest dove include i Monti Cornacchia, Puzzillo e Morrone e nella zona meridionale dove include i pendii sopra Magliano dei Marsi che ospitano importanti popolazioni di Ortolano.

LINEE GUIDA PER IL CORRETTO INSERIMENTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI A TERRA NELLA REGIONE ABRUZZO
 Capitolo 2 – Le caratteristiche territoriali della Regione Abruzzo

	codice	denominazione	sup. (ha)	sovrapposizione con altre aree tutelate			
				parchi	riserve	altre aree	IBA
<i>Siti di Importanza Comunitaria</i>							
1	IT7110075	Serra e Gole di Celano - Val d'Arano	2350	Sirente-Velino			IBA 114
2	IT7110086	Doline di Ocre	381				
3	IT7110088	Bosco di Oricola	597				
4	IT7110089	Grotte di Pietrasecca	245		EUAP0244		
5	IT7110090	Colle del Rascito	1037	Sirente-Velino			IBA 114
6	IT7110091	Monte Arunzo e Monte Arezzo	1695				IBA 118
7	IT7110092	Monte Salviano	860		EUAP1093		
8	IT7110096	Gole di San Venanzio	1214	Sirente-Velino	EUAP1091		IBA 114
9	IT7110097	Fiumi Giardino - Sagittario - Aterno - Sorgenti del Pescara	288				
10	IT7110099	Gole del Sagittario	1349		EUAP1070		
11	IT7110100	Monte Genzana	5804		EUAP1089		
12	IT7110101	Lago di Scanno ed Emissari	102				
13	IT7110103	Pantano Zittola	233				
14	IT7110104	Cerrete di Monte Pagano e Feudozzo	921				
15	IT7110202	Gran Sasso	33995	Gran Sasso-Laga			IBA 204
16	IT7110204	Maiella Sud Ovest	6276	Majella	EUAP0030		IBA 115
17	IT7110205	Parco Nazionale d'Abruzzo	58880	d'Abruzzo	EUAP0019 EUAP0022 EUAP0027		IBA 119 IBA 118
18	IT7110206	Monte Sirente e Monte Velino	26654	Sirente-Velino	EUAP0026		IBA 114
19	IT7110207	Monti Simbruini	19885		EUAP0249		IBA 118
20	IT7110208	Monte Calvo e Colle Macchialunga	2709				
21	IT7110209	Primo tratto del Fiume Tirino e Macchiozze di San Vito	1294	Gran Sasso-Laga			IBA 204
22	IT7120022	Fiume Mavone	160				
23	IT7120081	Fiume Tordino (medio corso)	313				
24	IT7120082	Fiume Vomano (da Cusciano a Villa Vomano)	458			EUAP1095	
25	IT7120083	Calanchi di Atri	1153		EUAP1088		
26	IT7120201	Monti della Laga e Lago di Campotosto	15816	Gran Sasso-Laga	EUAP0020		IBA 204
27	IT7120213	Montagne dei Fiori e di Campi e Gole del Salinello	4220	Gran Sasso-Laga			IBA 204
28	IT7130024	Monte Picca - Monte di Roccatagliata	1765	Gran Sasso-Laga	EUAP0025		IBA 204
29	IT7130031	Fonte di Papa	811	Majella			IBA 115
30	IT7130105	Rupe di Turrivalignani e Fiume Pescara	184				IBA 115
31	IT7140043	Monti Pizi - Monte Secine	4195	Majella			IBA 115
32	IT7140106	Fosso delle Farfalle (sublitorale chietino)	791				
33	IT7140107	Lecceta litoranea di Torino di Sangro e foce del Fiume Sangro	551		EUAP1165		
34	IT7140108	Punta Aderci - Punta della Penna	316		EUAP1090		
35	IT7140109	Marina di Vasto	56				
36	IT7140110	Calanchi di Bucchianico (Ripe dello Spagnolo)	180				
37	IT7140111	Boschi ripariali sul Fiume Osento	594				
38	IT7140112	Bosco di Mozzagrona (Sangro)	427				
39	IT7140115	Bosco Paganello (Montenerodomo)	592				IBA 115
40	IT7140116	Gessi di Gessopalena	401				IBA 115
41	IT7140117	Gineprei a Juniperus macrocarpa e Gole del Torrente Rio Secco	1311				IBA 115
42	IT7140118	Lecceta di Casoli e Bosco di Colleforeste	596				IBA 115
43	IT7140121	Abetina di Castiglione Messer Marino	630			EUAP0990	IBA 115
44	IT7140123	Monte Sorbo (M.ti Frentani)	1329				IBA 115
45	IT7140126	Gessi di Lentella	435				
46	IT7140127	Fiume Trigno (medio e basso Corso)	995				
47	IT7140203	Maiella	36119	Majella	EUAP0021 EUAP0023 EUAP0024 EUAP0025 EUAP0028 EUAP0030 EUAP0031 EUAP0032		IBA 115
48	IT7140210	Monti Frentani e Fiume Treste	4644				IBA 115
49	IT7140211	Monte Pallano e Lecceta d'Isca d'Archi	3270				IBA 115
50	IT7140212	Abetina di Rosello e Cascate del Rio Verde	2012		EUAP1069 EUAP1166		IBA 115
51	IT7140214	Gole di Pennadomo e Torricella Peligna	269				IBA 115
52	IT7140215	Lago di Serranella e Colline di Guarenna	1092		EUAP0247		

Tabella 2.6 – SIC, Siti di Importanza Comunitaria

IBA 115- "Maiella, Monti Pizzi e Monti Frentani".

Il perimetro dell'IBA corrisponde a quello del Parco Nazionale della Maiella tranne che nel settore nord dove include l'area tra Manoppello e San Valentino in Abr. Citeriore. L'IBA include una vasta area dei Monti Frentani e dei Monti Pizzi.

IBA 118- "Monti Ernici e Simbruini".

Corrisponde ai massicci montuosi dei Monti Ernici e Simbruini. Nella zona orientale è inclusa la Val Roveto fino al crinale di Serra Lunga.

IBA 119- "Parco Nazionale d'Abruzzo".

L'IBA corrisponde alle ZPS del Parco Nazionale d'Abruzzo, ma include anche la porzione nord recentemente annessa al Parco Nazionale e non inclusa nelle ZPS.

IBA 204- "Gran Sasso e Monti della Laga".

L'IBA coincide con il Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga.

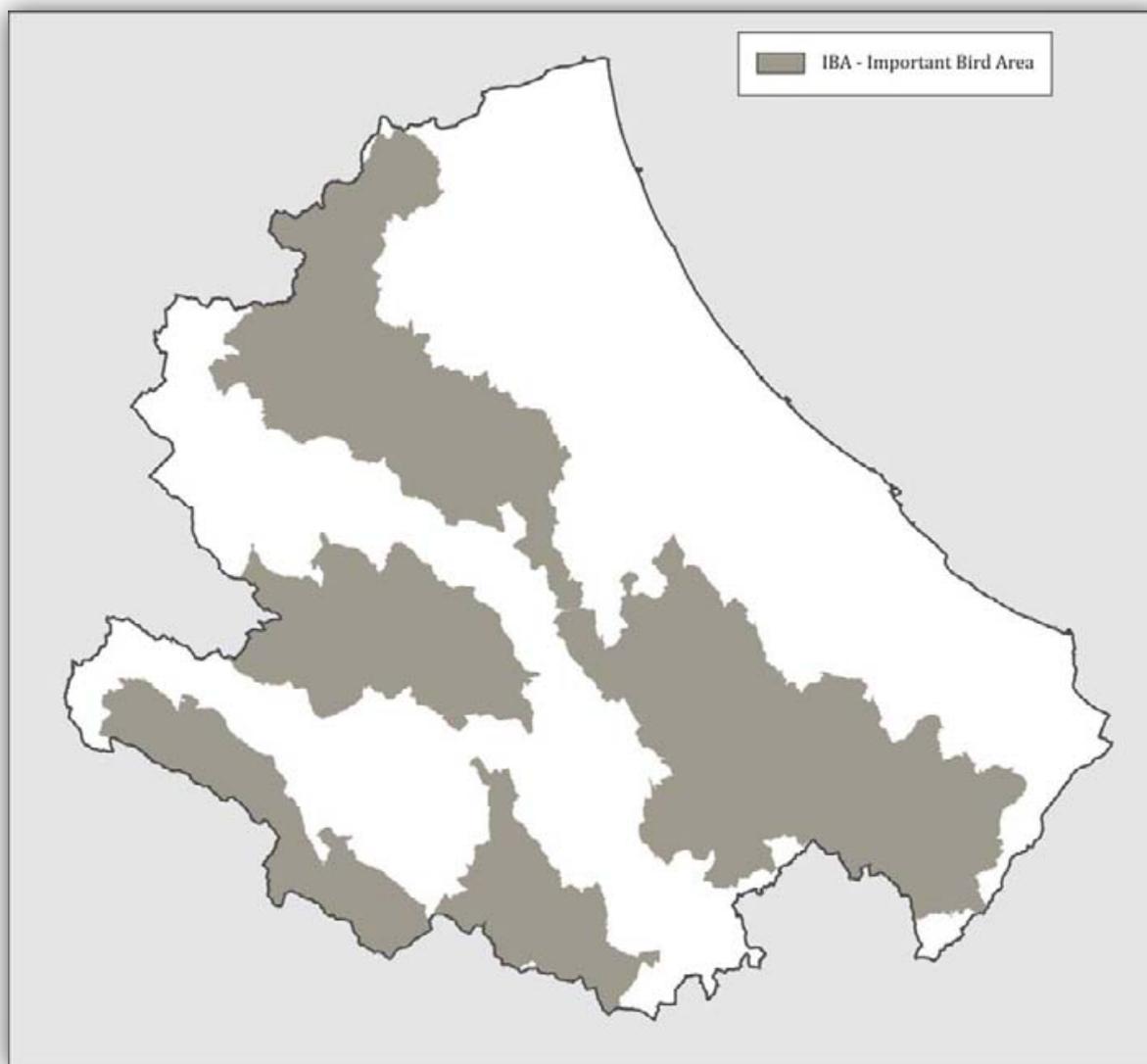


Figura 2.26 – IBA, Important Bird Area

3.1 - Lo sviluppo del fotovoltaico nel mondo ed in Italia

L'European Photovoltaic Industry Association (EPIA) rende noto che nel 2008 il mercato del solare fotovoltaico nel mondo ha registrato un incremento pari a 5,5 [GW] sulla potenza totale installata, vale a dire oltre il doppio rispetto all'anno precedente, vedi Fig.3.1.

Si stima che, mossa da quest'impulso, la tendenza resterà in crescita mentre probabilmente ci saranno cambiamenti sullo scenario del mercato. Nel 2008 la capacità complessiva ha raggiunto il dato di 14,7 GW (nel 2007 si era attestata a 9,2 GW) ed il Paese che ha fornito il contributo maggiore alla crescita è stato la Spagna seguito al secondo posto dalla Germania.

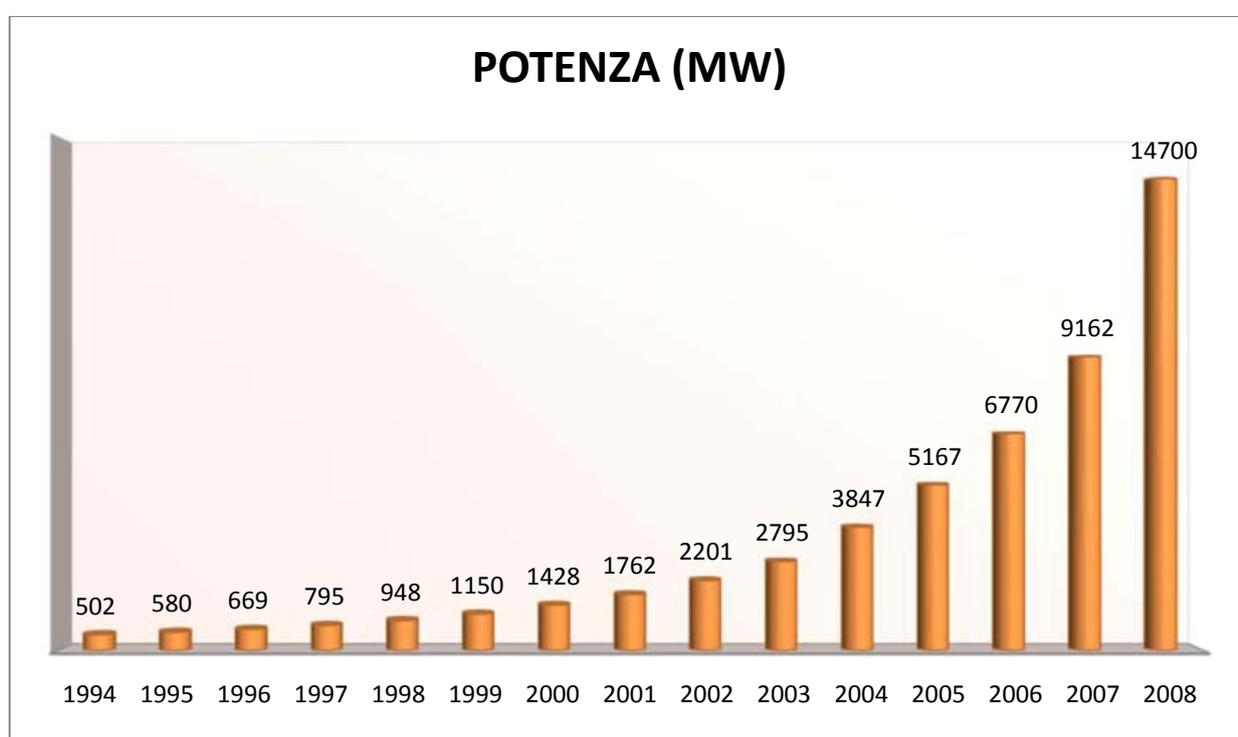


Figura 3.1 – Trend di crescita degli impianti fotovoltaici (Fonte E.P.I.A.)

Sempre secondo l'EPIA e' probabile che, soprattutto in seguito alle modifiche apportate nello schema di incentivazione spagnolo che ha posto un tetto massimo di 500 [MW] incentivabili all'anno come limite, saranno altri i paesi ad occupare il posto di leadership sulla scena mondiale: quelli che avranno, nonostante il clima di incertezza generato dalla crisi finanziaria, investito in politiche di supporto cioè paesi come la Germania, gli USA o l'Italia.

In Italia la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è diversa mano a mano che ci muove da Nord a Sud della penisola:

- a Nord è rilevante la produzione da fonte idroelettrica, da fonte solare e da biomasse
- al Centro inizia ad aggiungersi anche la fonte eolica e geotermica

- al Sud la fonte eolica gioca un ruolo molto importante, coadiuvata da quella solare ed in tono minore da quella idroelettrica.

Una visione complessiva rivela, vedi Fig.3.2, come la Lombardia, il Piemonte ed il Trentino A.A. presentino la maggiore quantità di potenza installata di Impianti Alimentati da Fonte Rinnovabile (IAFR); per una lettura più dettagliata dell'incidenza delle diverse fonti rinnovabili è possibile fare riferimento alla Tab.3.1.

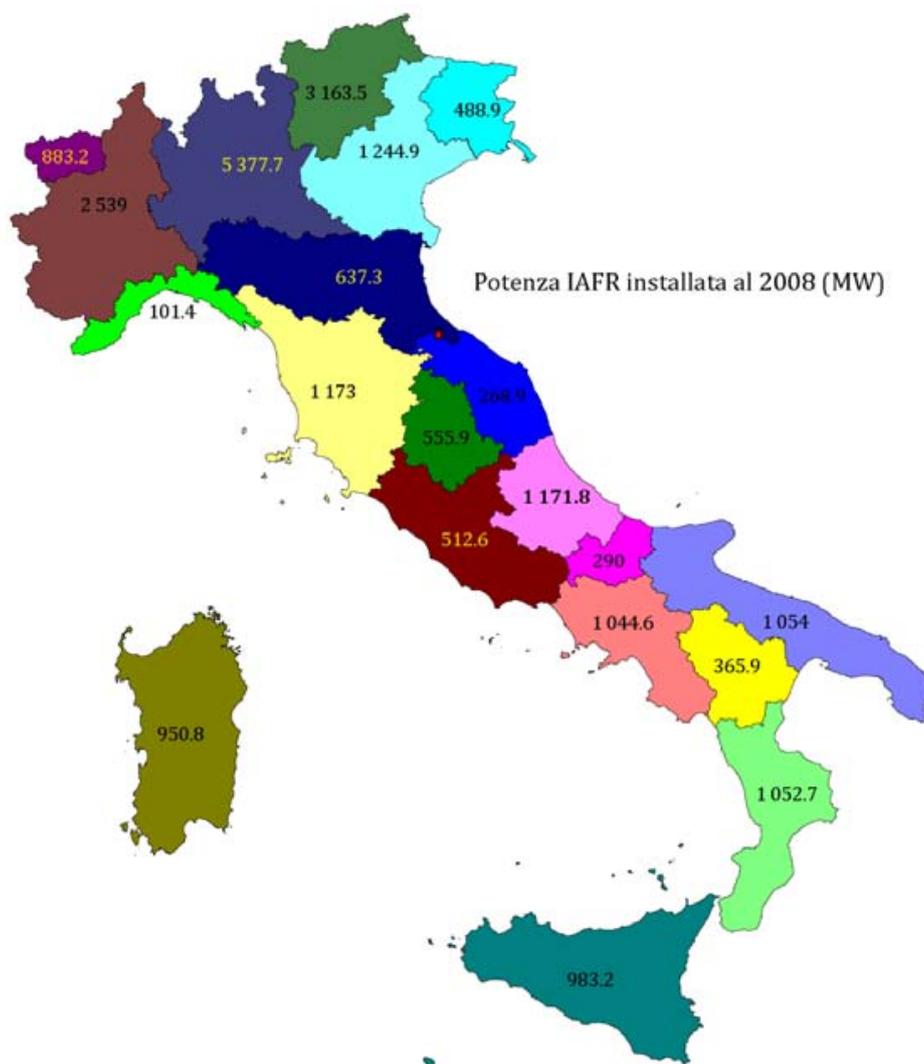


Figura 3.2 – Potenza IAFR installata in Italia a fine 2008- (Fonte GSE)

Entrando nel merito della sola fonte solare la situazione a livello regionale era quella riportata in Fig.3.3 a fine 2008; ad Aprile 2009 dove la potenza totale installata ha raggiunto circa 435 [MW] distribuita su 33682 impianti. Ad Agosto 2009 il GSE ha rilasciato un documento da cui si evince che gli impianti ammessi al Conto Energia sono 47762 per un totale di circa 591 [MW].

Potenza installata e produzione lorda nel 2008

REGIONE	IDROELETTRICO			EOLICO			SOLARE			GEOTERMICA			BIOMASSE RIFIUTI			
	N.	P(MW)	E(GWh)	N.	P(MW)	E(GWh)	N.	P(MW)	E(GWh)	N.	P(MW)	E(GWh)	N.	P(MW)	E(GWh)	
Piemonte	486	2415,4	5654,3	2,32	-	-	2655	32,7	11,3	0,35	-	-	28	70,9	415,2	
Valle A.	64	882,1	2845,6	3,23	-	-	38	0,3	0,3	1,00	-	-	1	0,8	3,6	
Lombardia	341	4918,8	10504,6	2,14	-	-	5148	49,8	20,3	0,41	-	-	68	409,1	1366,9	
Trentino A.A.	380	3104,8	9273,9	2,99	2	3	1691	33,7	19,3	0,57	-	-	14	22	46	
Veneto	193	1099	4162,1	3,79	3	0,1	3052	28,8	18,6	0,37	-	-	40	117	280,5	
Friuli V. G.	142	457,1	1761,1	3,85	-	-	1683	12,9	5,6	0,43	-	-	5	18,9	163,4	
Liguria	41	71,9	227,8	3,12	7	11,3	445	3,8	1,3	0,34	-	-	8	13,4	85,3	
Emilia R.	69	294,8	994,3	3,17	2	3,5	32	0,91	17,6	0,44	-	-	50	299,2	886,7	
Toscana	92	327,8	715,1	2,18	3	20,1	2251	28,9	11,3	0,46	31	711	5520,3	7,76	27	
Umbria	29	510,5	1072,8	2,10	1	1,5	31	2,07	18,4	0,55	-	-	10	25,5	139	
Marche	104	230,3	500,7	2,17	-	-	1367	24,8	9,8	0,40	-	-	13	13,8	57,3	
Lazio	68	493	898	2,23	4	9	1873	22,8	9,3	0,41	-	-	14	77,8	276,4	
Abruzzo	51	1002	1299	1,30	16	154,8	608	9,9	5,1	0,52	-	-	4	5,1	34,9	
Molise	25	84,7	172,7	2,04	16	1635	92	1,1	0,4	0,36	-	-	3	40,7	129,4	
Campania	27	333,8	405,2	1,21	47	652,5	627	15,5	6,5	0,42	-	-	16	42,8	72,1	
Puglia	-	-	-	-	58	861,7	1316,9	1,53	53,3	23,7	0,44	-	-	28	139	600,4
Basilicata	7	128	207,6	1,62	12	209,5	284	4,6	1,9	0,41	-	-	2	23,8	24,1	
Calabria	31	720,2	651,6	0,90	7	191,3	637	17,6	8	0,45	-	-	9	123,6	789,5	
Sicilia	17	152,2	70,3	0,46	39	794,6	1557	17,4	10,7	0,61	-	-	5	19	75,5	
Sardegna	17	466,2	265,5	0,57	25	453,3	1303	15,5	7,9	0,51	-	-	7	15,8	180,6	
ITALIA	2184	17623,6	41623,2	2,36	242	9537,7	32018	418,6	193,1	0,45	31	711	5520,3	7,76	352	
															5965,8	
															3,84	

Tabella 3.1 – Produzione da fonti rinnovabili nel 2008 (Fonte GSE)

Tutto ciò è una chiara testimonianza del rapido incremento della produzione di energia elettrica da fonte solare che vede nelle regioni Lombardia (11.5%) e Puglia (13.2%) quelle maggiormente virtuose in termini di potenza installata. L'Abruzzo rappresenta al momento solo l'1,8% della potenza totale.



Figura 3.3 – Potenza fotovoltaica installata in Italia a fine 2008- (Fonte GSE)

Ovviamente una lettura più completa dei contributi regionali può essere data se in qualche modo si correla la potenza installata alla superficie di territorio; è in tal senso che va interpretata la Tab.3.2 dove a fine 2008 la densità media italiana di occupazione territoriale da impianti fotovoltaici era di 1.43 kW a kmq, all'incirca stimabile in 14 [m²FV/km²]. La regione a maggior copertura fotovoltaica risulta la Puglia con circa 27 [m²FV/km²] laddove l'Abruzzo si ferma a circa 9[m²FV/km²]; nell'ipotesi che anche in Abruzzo si intenda raggiungere una densità di copertura analoga a quella della Puglia saranno necessarie installazioni per un totale di circa 30[MW], ossia ben 20[MW] in più di quelli installati fino a fine 2008.

Sempre in Tab.3.2 è riportato un valore di efficienza della produzione della fonte energetica: E/P; si tratta del rapporto dell'energia elettrica prodotta dagli impianti diviso la potenza nominale degli stessi.

Il valore, espresso in questo caso come [MWh/kW] dovrebbe attestarsi almeno intorno ad 1 mentre risulta decisamente inferiore in tutte le Regioni; per comprendere la motivazione di tale anomalia ci si

è avvalsi delle analisi di settore condotte dal GSE nel 2009 e che riportano degli sfasamenti rilevanti fra l'entrata in esercizio degli impianti e la stipula delle convenzioni con il GSE per l'emissione del Conto Energia.

REGIONE	Impianti fotovoltaici a fine 2008					
	N.	P(MW)	E(GWh)	E/P	A (kmq)	P/A (kW/kmq)
Piemonte	2655	32.7	11.3	0.35	25399	1.29
Valle A.	38	0.3	0.3	1.00	3264	0.09
Lombardia	5148	49.8	20.3	0.41	23856	2.09
Trentino A.A.	1691	33.7	19.3	0.57	13613	2.48
Veneto	3052	28.8	10.6	0.37	18365	1.57
Friuli V. G.	1683	12.9	5.6	0.43	7846	1.64
Liguria	445	3.8	1.3	0.34	5416	0.70
Emilia R.	3420	39.8	17.6	0.44	22123	1.80
Toscana	2251	28.9	13.3	0.46	22993	1.26
Umbria	791	18.4	10.2	0.55	8456	2.18
Marche	1367	24.8	9.8	0.40	9693	2.56
Lazio	1873	22.8	9.3	0.41	17203	1.33
Abruzzo	608	9.9	5.1	0.52	10794	0.92
Molise	92	1.1	0.4	0.36	4438	0.25
Campania	627	15.5	6.5	0.42	13596	1.14
Puglia	2496	53.3	23.7	0.44	19347	2.75
Basilicata	284	4.6	1.9	0.41	9992	0.46
Calabria	637	17.6	8	0.45	15080	1.17
Sicilia	1557	17.4	10.7	0.61	25707	0.68
Sardegna	1303	15.5	7.9	0.51	24090	0.64
ITALIA	32018	431.6	193.1	0.45	301271	1.43

Tabella 3.3 – Produzione da fonti fotovoltaica nel 2008 (Fonte GSE)

In altre parole la potenza riportata in Tab.3.3, P(MW), è di fatto quella degli impianti in esercizio ma l'energia, E(GWh), è riferita ai soli impianti convenzionati dal GSE. Si è reso così necessario indagare quanti fossero gli impianti convenzionati rispetto a quelli in esercizio ed il risultato è riportato in Tab.3.4 dove questa volta il rapporto fra E e P, espresso in [kWh/kW] risulta molto più interessante e pari a 870 [kWh/kW] come valore medio nazionale. La Regione Abruzzo presenta un'efficienza superiore alla media nazionale e prossima a quella delle Regione più virtuose, come la Calabria, la Sicilia, la Sardegna, la Toscana ed il Trentino.

Nelle Tabb.3.5-3.9 vengono riportati in modo aggregato gli elenchi regionali degli impianti installati nell'ultimo triennio, suddivisi per taglia mentre una lettura di sintesi viene proposta dai grafici di Fig.3.4 e Fig.3.5 che rappresentano i dati espressi in percentuale dell'ultimo triennio.

REGIONE	Impianti convenzionati con il GSE al 2008			
	N.	P(kW)	E(kWh)	E/P
Piemonte	1484	15859	11298548	712
Valle A.	15	157	129401	824
Lombardia	3218	24082	20305385	843
Trentino A.A.	1028	18964	17757023	936
Veneto	1819	14445	10545038	730
Friuli V. G.	934	6003	5013314	835
Liguria	275	1560	1291885	828
Emilia R.	2115	20024	17606934	879
Toscana	1365	14092	13096843	929
Umbria	479	12008	10194966	849
Marche	816	11367	9201291	809
Lazio	1074	11123	9265049	833
Abruzzo	325	4668	4454374	954
Molise	52	792	371014	468
Campania	364	5449	4653815	854
Puglia	1535	26509	22652531	855
Basilicata	171	2409	1875080	778
Calabria	331	7212	8037714	1114
Sicilia	963	9991	10542384	1055
Sardegna	656	7296	7894516	1082
ITALIA	19019	214010	186187105	870

Tabella 3.4 – Produzione degli impianti convenzionati con il GSE al 2008 (Fonte GSE)

Dal 2007 al 2008, sul totale dei nuovi impianti realizzati, si è riscontrato un incremento maggiore della potenza installata (+483%) rispetto al numero degli impianti (+384%); ciò indica che la tendenza attuale è quella di investire nella realizzazione degli impianti di grande taglia, superiore al MW, piuttosto che in quelli di piccola taglia.

Questa lettura trova conferma se rapportata all'analisi dei dati delle Tabb.3.5-3.9 dove si osserva che gli impianti con potenza superiore ai 200 kW (ovvero quelli in classe 4) compaiono solo a partire dall'anno 2007, mentre quelli in classe superiore (potenza oltre il megawatt) solo a partire dall'anno seguente. Nelle Figg.3.6-3.7 è mostrato come, nonostante siano per numero un dato quasi inapprezzabile, gli impianti multi-megawatt forniscono attualmente un contributo significativo nel calcolo complessivo della potenza installata, dato maggiormente evidente se riferito agli impianti raggruppati in classe 4 ovvero quelli con potenze comprese tra i 200 e 1000 kilowatt.

Ci si attende che nei prossimi anni queste cifre aumenteranno e che gli impianti oltre il megawatt (presumibilmente gli impianti di fotovoltaico a terra) vedranno uno sviluppo ancora maggiore.

TOTALE DEI RISULTATI DEL CONTO ENERGIA (PRIMO E NUOVO CONTO ENERGIA)

RIPARTIZIONE PER REGIONE E CLASSE DI POTENZA DEGLI IMPIANTI IN ESERCIZIO
(aggiornamento al 31 AGOSTO 2009)

REGIONE	CLASSE 1: 1 kW ≤ P ≤ 3 kW		CLASSE 2: 3 kW < P ≤ 20 kW		CLASSE 3: 20 kW < P ≤ 200 kW		CLASSE 4: 200 kW < P ≤ 1000 kW		CLASSE 5: P > 1000 kW		TOTALE	
	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)
PUGLIA	1.529	4.021	1.784	13.683	339	17.767	57	42.815	-	-	3.709	78.286
LOMBARDIA	3.784	9.798	3.168	25.886	351	20.278	29	10.624	1	1.699	7.333	68.285
EMILIA ROMAGNA	2.344	6.017	1.829	15.068	368	19.877	21	10.216	-	-	4.562	51.178
PIEMONTE	1.905	4.976	1.709	13.921	213	13.270	23	9.513	3	6.247	3.853	47.927
VENETO	2.181	5.657	2.008	15.409	207	11.124	20	9.640	-	-	4.416	41.830
TRENTINO ALTO ADIGE	868	2.339	1.085	10.049	254	12.997	29	12.716	-	-	2.236	38.100
TOSCANA	1.857	4.780	1.585	13.540	134	7.919	17	8.719	2	3.119	3.595	38.076
MARCHE	921	2.386	743	6.040	196	11.104	17	7.635	1	3.001	1.878	30.166
LAZIO	1.419	3.673	1.353	10.380	126	7.009	16	8.449	-	-	2.914	29.511
SICILIA	1.234	3.325	1.108	7.875	101	5.503	13	7.972	-	-	2.456	24.675
SARDEGNA	1.743	4.790	1.029	6.958	43	2.433	12	10.276	-	-	2.827	24.456
UMBRIA	436	1.168	560	4.935	134	6.576	17	9.353	-	-	1.147	22.031
CALABRIA	381	1.034	547	4.350	90	5.031	11	8.294	1	3.298	1.030	22.007
BASILICATA	169	476	209	1.758	316	15.445	5	2.964	-	-	699	20.643
CAMPANIA	441	1.194	535	4.362	78	3.874	12	8.471	-	-	1.066	17.900
FRIULI VENEZIA GIULIA	1.010	2.731	1.237	8.351	54	3.255	4	2.518	-	-	2.305	16.855
ABRUZZO	329	853	480	3.904	70	4.129	5	2.264	-	-	884	11.151
LIGURIA	414	1.013	214	1.584	20	1.073	3	1.429	-	-	651	5.098
MOLISE	60	165	78	649	10	415	3	1.301	-	-	151	2.530
VALLE D'AOSTA	25	63	24	241	1	46	-	-	-	-	50	350
Totale ITALIA	23.050	60.457	21.285	166.943	3.105	169.124	314	175.168	8	17.363	47.762	591.054

Tabella 3.5 – Totale dei risultati del Conto Energia (Fonte GSE)

TOTALE DEI RISULTATI DEL CONTO ENERGIA
 (PRIMO E NUOVO CONTO ENERGIA)

RIPARTIZIONE PER REGIONE E CLASSE DI POTENZA DEGLI IMPIANTI IN ESERCIZIO

Anno 2006

REGIONE	CLASSE 1 : 1 kW ≤ P ≤ 3 kW		CLASSE 2: 3 kW < P ≤ 20 kW		CLASSE 3: 20 kW < P ≤ 200 kW		CLASSE 4: 200 kW < P ≤ 1000 kW		CLASSE 5: P > 1000 kW		TOTALE	
	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)
LOMBARDIA	168	408	139	907	12	511	-	-	-	-	319	1.826
EMILIA ROMAGNA	94	236	99	571	14	716	-	-	-	-	207	1.523
VENETO	89	224	96	648	5	202	-	-	-	-	190	1.074
UMBRIA	17	39	19	146	14	749	-	-	-	-	50	934
TRENTINO ALTO ADIGE	26	60	60	387	11	394	-	-	-	-	97	841
PIEMONTE	41	95	58	395	8	282	-	-	-	-	107	772
TOSCANA	28	59	28	177	4	164	-	-	-	-	60	400
LAZIO	38	97	38	263	1	40	-	-	-	-	77	400
SICILIA	13	35	30	240	2	98	-	-	-	-	45	373
FRIULI VENEZIA GIULIA	23	59	51	303	-	-	-	-	-	-	74	361
MARCHE	31	70	23	180	2	98	-	-	-	-	56	349
PUGLIA	35	78	25	196	-	-	-	-	-	-	60	275
CAMPANIA	2	5	8	98	-	-	-	-	-	-	10	103
BASILICATA	-	-	8	52	1	30	-	-	-	-	9	82
SARDEGNA	10	22	10	54	-	-	-	-	-	-	20	76
LIGURIA	8	17	5	47	-	-	-	-	-	-	13	65
CALABRIA	2	6	4	53	-	-	-	-	-	-	6	58
ABRUZZO	7	13	5	39	-	-	-	-	-	-	12	52
MOLISE	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	1	4
VALLE D'AOSTA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale ITALIA	632	1.523	707	4.760	74	3.284	-	-	-	-	1.413	9.567

Tabella 3.6 – Totale dei risultati del Conto Energia-anno 2006 (Fonte GSE)

TOTALE DEI RISULTATI DEL CONTO ENERGIA

(PRIMO E NUOVO CONTO ENERGIA)

RIPARTIZIONE PER REGIONE E CLASSE DI POTENZA DEGLI IMPIANTI IN ESERCIZIO

Anno 2007

REGIONE	CLASSE 1: 1 kW ≤ P ≤ 3 kW		CLASSE 2: 3 kW < P ≤ 20 kW		CLASSE 3: 20 kW < P ≤ 200 kW		CLASSE 4: 200 kW < P ≤ 1000 kW		CLASSE 5: P > 1000 kW		TOTALE	
	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)
TRENTINO ALTO ADIGE	106	270	153	1.431	58	2.784	8	3.459	-	-	325	7.944
LOMBARDIA	534	1.310	425	3.368	49	2.220	-	-	-	-	1.008	6.898
PUGLIA	211	504	215	1.680	29	1.497	4	3.076	-	-	459	6.758
EMILIA ROMAGNA	416	1.045	258	2.159	54	2.259	1	203	-	-	729	5.665
CALABRIA	32	86	68	578	10	419	5	4.407	-	-	115	5.489
TOSCANA	260	649	217	2.105	13	527	3	1.873	-	-	493	5.154
PIEMONTE	272	686	178	1.644	37	1.490	3	1.147	-	-	490	4.967
VENETO	316	815	276	2.175	30	1.180	-	-	-	-	622	4.171
UMBRIA	41	103	104	996	31	1.373	3	1.504	-	-	179	3.975
SICILIA	177	444	118	979	2	98	3	2.343	-	-	300	3.864
SARDEGNA	92	228	56	489	1	49	2	1.994	-	-	151	2.760
LAZIO	192	469	174	1.432	18	808	-	-	-	-	384	2.709
CAMPANIA	48	121	74	807	12	544	1	996	-	-	135	2.468
MARCHE	130	306	130	1.166	17	669	1	237	-	-	278	2.379
FRIULI VENEZIA GIULIA	144	374	168	1.122	5	231	1	509	-	-	318	2.235
ABRUZZO	37	90	48	441	8	363	1	212	-	-	94	1.106
BASILICATA	5	13	44	457	5	243	-	-	-	-	54	714
LIGURIA	77	177	39	322	3	125	-	-	-	-	119	625
MOLISE	8	21	9	95	-	-	-	-	-	-	17	116
VALLE D'AOSTA	1	3	2	39	1	46	-	-	-	-	4	88
Totale ITALIA	3.099	7.714	2.756	23.484	383	16.925	36	21.960	-	-	6.274	70.084

Tabella 3.7 – Totale dei risultati del Conto Energia-anno 2007 (Fonte GSE)

TOTALE DEI RISULTATI DEL CONTO ENERGIA
 (PRIMO E NUOVO CONTO ENERGIA)

RIPARTIZIONE PER REGIONE E CLASSE DI POTENZA DEGLI IMPIANTI IN ESERCIZIO

Anno 2008

REGIONE	CLASSE 1: 1 kW ≤ P ≤ 3 kW		CLASSE 2: 3 kW < P ≤ 20 kW		CLASSE 3: 20 kW < P ≤ 200 kW		CLASSE 4: 200 kW < P ≤ 1000 kW		CLASSE 5: P > 1000 kW		TOTALE	
	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)
PUGLIA	801	2.139	946	7.599	180	9.414	37	25.929	-	-	1.964	45.080
LOMBARDIA	2.014	5.256	1.563	13.228	202	12.008	22	8.153	1	1.699	3.802	40.345
EMILIA ROMAGNA	1.263	3.267	925	7.808	250	13.874	15	7.461	-	-	2.453	32.410
PIEMONTE	1.024	2.682	875	7.125	127	8.604	15	5.631	1	2.677	2.042	26.719
TRENTINO ALTO ADIGE	518	1.420	570	5.665	149	7.867	19	8.396	-	-	1.256	23.369
TOSCANA	851	2.172	722	6.120	84	4.843	13	6.638	2	3.119	1.672	22.892
VENETO	1.143	2.978	965	7.491	100	5.925	14	6.373	-	-	2.222	22.767
MARCHE	509	1.341	381	3.177	113	6.833	14	6.833	1	3.001	1.018	20.973
LAZIO	664	1.747	637	5.168	84	4.637	14	7.753	-	-	1.399	19.305
UMBRIA	217	593	258	2.354	73	3.653	13	6.926	-	-	561	13.527
SICILIA	600	1.623	521	3.561	68	3.466	8	4.375	-	-	1.197	13.025
SARDEGNA	767	2.122	320	2.142	24	1.323	8	6.346	-	-	1.119	11.933
CALABRIA	195	534	270	2.193	34	1.847	5	3.558	1	3.298	505	11.429
FRIULI VENEZIA GIULIA	572	1.552	683	4.681	33	1.986	2	1.517	-	-	1.290	9.736
CAMPANIA	198	539	215	1.728	53	2.500	6	4.296	-	-	472	9.063
ABRUZZO	182	470	261	2.046	55	3.259	4	2.053	-	-	502	7.828
BASILICATA	83	231	97	766	35	1.798	3	969	-	-	218	3.765
LIGURIA	188	462	105	671	12	488	3	1.429	-	-	308	3.050
MOLISE	24	65	36	309	7	260	1	301	-	-	68	935
VALLE D'AOSTA	18	48	15	137	-	-	-	-	-	-	33	184
Totale ITALIA	11.831	31.241	10.365	83.992	1.683	94.375	216	114.936	6	13.793	24.101	338.337

Tabella 3.8 – Totale dei risultati del Conto Energia- anno 2008 (Fonte GSE)

TOTALE DEI RISULTATI DEL CONTO ENERGIA
 (PRIMO E NUOVO CONTO ENERGIA)

RIPARTIZIONE PER REGIONE E CLASSE DI POTENZA DEGLI IMPIANTI IN ESERCIZIO

Anno 2009

REGIONE	CLASSE 1: 1 kW ≤ P ≤ 3 kW		CLASSE 2: 3 kW < P ≤ 20 kW		CLASSE 3: 20 kW < P ≤ 200 kW		CLASSE 4: 200 kW < P ≤ 1000 kW		CLASSE 5: P > 1000 kW		TOTALE	
	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)	Numero	Potenza (kW)
PUGLIA	482	1.299	598	4.207	130	6.856	16	13.810	-	-	1.226	26.172
LOMBARDIA	1.068	2.825	1.041	8.382	88	5.539	7	2.471	-	-	2.204	19.217
BASILICATA	81	231	60	483	275	13.373	2	1.995	-	-	418	16.082
PIEMONTE	568	1.512	598	4.757	41	2.895	5	2.735	2	3.570	1.214	15.468
VENETO	633	1.640	671	5.095	72	3.817	6	3.267	-	-	1.382	13.819
EMILIA ROMAGNA	571	1.470	547	4.530	50	3.028	5	2.553	-	-	1.173	11.580
SARDEGNA	874	2.418	643	4.273	18	1.061	2	1.936	-	-	1.537	9.687
TOSCANA	718	1.901	618	5.138	33	2.384	1	207	-	-	1.370	9.630
SICILIA	444	1.223	439	3.094	29	1.842	2	1.254	-	-	914	7.413
LAZIO	525	1.359	504	3.518	23	1.525	2	696	-	-	1.054	7.097
MARCHE	251	669	209	1.517	64	3.714	2	565	-	-	526	6.466
CAMPANIA	193	529	238	1.728	13	830	5	3.179	-	-	449	6.266
TRENTINO ALTO ADIGE	218	589	302	2.546	36	1.951	2	860	-	-	558	5.946
CALABRIA	152	409	205	1.526	46	2.765	1	329	-	-	404	5.030
FRIULI VENEZIA GIULIA	271	747	335	2.245	16	1.038	1	493	-	-	623	4.523
UMBRIA	161	433	179	1.438	16	801	1	923	-	-	357	3.594
ABRUZZO	103	279	166	1.379	7	507	-	-	-	-	276	2.165
MOLISE	28	79	32	241	3	156	2	1.000	-	-	65	1.475
LIGURIA	141	357	65	543	5	459	-	-	-	-	211	1.359
VALLE D'AOSTA	6	13	7	65	-	-	-	-	-	-	13	78
Totale ITALIA	7.488	19.979	7.457	56.706	965	54.540	62	38.272	2	3.570	15.974	173.067

Tabella 3.9 – Totale dei risultati del Conto Energia- anno 2009 (Fonte GSE)

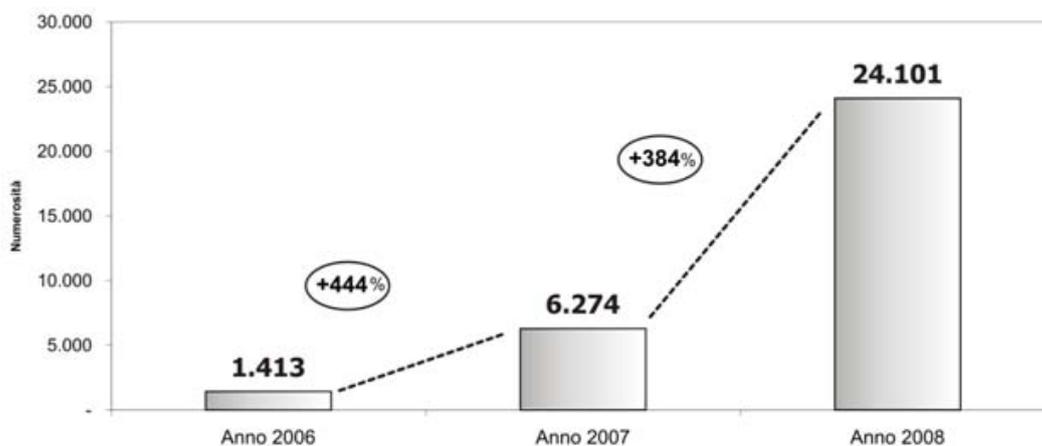


Fig. 3.4 – Numero di impianti in esercizio in Italia nell'ultimo triennio (Fonte GSE)

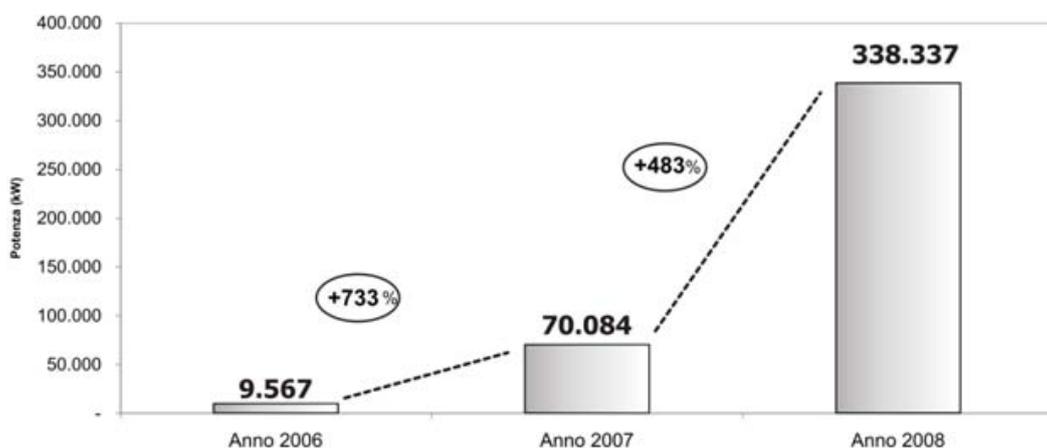


Fig. 3.5 – Potenza annuale installata in Italia nell'ultimo triennio (Fonte GSE)

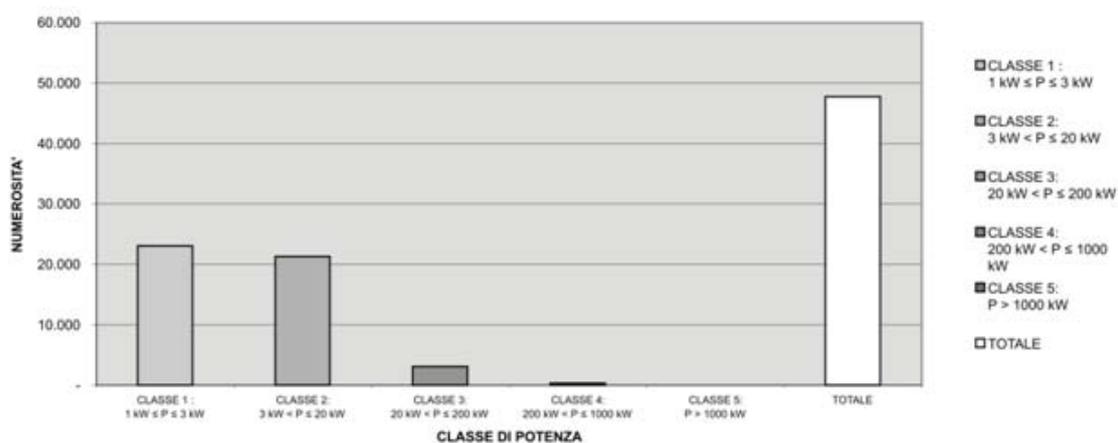


Fig. 3.6 – Numero di impianti in esercizio in Italia per classi di potenza (Fonte GSE)

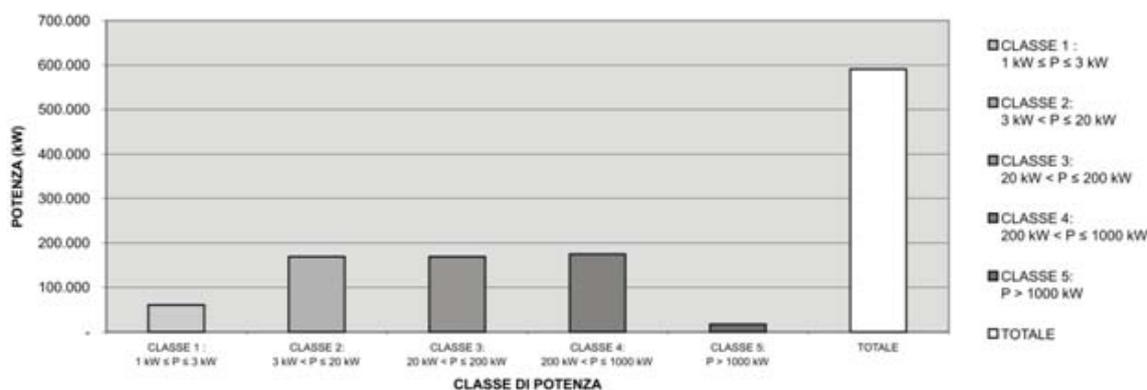


Fig. 3.7 – Potenza installata in Italia per classe di impianto (Fonte GSE)

3.2 Impianti FV in Abruzzo

Da un'analisi dei dati disponibili alla fine di Agosto, Tab.3.5, si può delineare il quadro della situazione relativa agli impianti che nella regione Abruzzo sono attualmente in fase di esercizio; in particolare gli impianti classificati secondo le dimensioni sono evidenziati in Tab.3.10, dato al 30 Settembre 2009.

Classificazione impianti in esercizio in Abruzzo	N.	P(kW)	P(%)
Numero di impianti di potenza inferiore o uguale a 3 kW	352	909.5	7.9
Numero di impianti di potenza compresa fra 3 e 5 kW	188	806	7.0
Numero di impianti di potenza compresa fra 5 e 10 kW	197	1244.9	10.9
Numero di impianti di potenza compresa fra 10 e 20 kW	123	2057.6	18.0
Numero di impianti di potenza compresa fra 20 e 50 kW	55	2356.4	20.6
Numero di impianti di potenza compresa fra 50 e 100 kW	8	626.4	5.5
Numero di impianti di potenza compresa fra 100 e 200 kW	8	1180.7	10.3
Numero di impianti di potenza compresa fra 200 e 500 kW	3	803.1	7.0
Numero di impianti di potenza superiore a 500 kW	2	1461.2	12.8
TOTALE	936	11445.8	

Tabella 3.10 – Impianti in esercizio in Abruzzo al 30/09/2009 (Fonte GSE)

Il numero di impianti di potenza inferiore o uguale a 3 [kW] è pari a 352, per una potenza complessiva di 909.5 [kW] ed incide per il 7.9% sulla potenza totale installata, pari a 11445.8 [kW].

Il contributo principale in termini di potenza è dato dagli impianti di dimensione intermedia, ossia compresi fra 10 e 50 [kW] che formano il 38.6 % della potenza complessiva. Se consideriamo gli

impianti di potenza superiore ai 50 [kW] vediamo che l'Abruzzo ne ospita attualmente 21, vedi Tab.3.11, localizzati per la maggior parte nelle province di Teramo e Chieti (rispettivamente 11 e 6) il resto nella provincia dell'Aquila (3 siti) ed uno solo in provincia di Pescara, per un totale di oltre 4 [MW] di potenza installata.

<i>Provincia</i>	<i>Comune</i>	<i>Potenza [kW]</i>	<i>Entrata in esercizio</i>
CHIETI	ATESSA	151.9	30/12/2008
	GUARDIAGRELE	73.8	04/12/2008
	GUARDIAGRELE	112	05/12/2008
	ORTONA	211.5	06/12/2007
	VASTO	112.3	19/12/2008
	VASTO	57.6	19/12/2008
L'AQUILA	CARSOLI	513.1	16/12/2008
	CELANO	948.1	01/04/2008
	L'AQUILA	84.7	10/12/2008
PESCARA	CITTA' SANT'ANGELO	64.8	06/06/2008
TERAMO	ANCARANO	104.7	17/10/2008
	CASTEL CASTAGNA	100	23/12/2008
	CONTROGUERRA	188.7	18/12/2008
	CONTROGUERRA	198.7	18/12/2008
	MORRO D'ORO	59.8	09/12/2008
	MOSCIANO SANT'ANGELO	297.6	19/06/2008
	NOTARESCO	294	19/06/2008
	NOTARESCO	98.7	13/11/2008
	NOTARESCO	197.8	24/06/2009
	SANT'EGIDIO ALLA VIBRATA	87	30/12/2008
	TERAMO	114.6	21/05/2009
TOTALE		4071.4	

Tabella 3.11 – Impianti in esercizio di potenza maggiore di 50 kW al 30/09/2009 (Fonte GSE)

Agli impianti in esercizio vanno sommati quelli che hanno ottenuto l'Autorizzazione Unica ai sensi del D. Lgs. 387/2003 e che, a Novembre 2009, risultano essere 30 per una potenza complessiva di circa 30 [MW], distribuiti a livello provinciale secondo la Tab.3.12.

<i>Impianti autorizzati ai sensi del D. Lgs. 387/2003 (aggiornato a Novembre 2009)</i>	CH		AQ		PE		TE	
	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)
Impianti di potenza inferiore o uguale a 500 kW	0	0	1	87.7	0	0	10	2386
Impianti di potenza compresa fra 501 e 1000 kW	5	4534	0	0	2	1585	6	5481
Impianti di potenza compresa fra 1001 e 2000 kW	1	1200	0	0	1	1276	0	0
Impianti di Potenza superiore a 2000 kW	0	0	2	4485	1	2956	1	6500
TOTALE	6	5734	3	4573	4	5817	17	14368

Tabella 3.12 – Impianti autorizzati ai sensi del D. Lgs. 387/03 – aggiornato a Novembre 2009 (Fonte Regionale)

Il maggior numero di autorizzazioni è stato rilasciato in provincia di Teramo ma solo un impianto è di grandi dimensioni, 6.5 [MW], mentre tutti gli altri sono di piccole e medie dimensioni; in totale risultano SETTE impianti fotovoltaici su terreno autorizzati in provincia di Teramo.

In provincia di Pescara sono invece stati autorizzati QUATTRO impianti, tutti su terreno. In provincia dell'Aquila sono solo 3 gli impianti autorizzati di cui DUE su terreno ed in provincia di Chieti su 6 impianti autorizzati ben CINQUE risultano su terreno. In totale dei 30 impianti autorizzati ben 18 sono previsti su terreno.

La legge 99 del 23 Luglio 2009, al comma 43 dell'art.27 esclude dalla Verifica di Assoggettabilità gli impianti fotovoltaici di potenza complessiva inferiore o uguale a 1 [MW] (a meno che non ricadenti in aree tutelate a vario titolo), a seguito di ciò molte richieste che erano pervenute all'Ufficio VIA Regionale per la verifica di VA hanno perso valore e, per esse, ci si è limitati al rilascio diretto dell'Autorizzazione Unica. Allo stato attuale l'insieme delle richieste di installazioni fotovoltaiche in attesa di Autorizzazione Unica e che non richiedono la VA o la VIA sono riportate in Tab.3.13. Tutti gli 11 impianti presentati in provincia di Pescara sono da 990-1000 [kW] per installazione a terra, anche in provincia dell'Aquila tutte le richieste sono per impianti a terra, solo nelle altre due provincie sono presenti richieste di qualche impianto non a terra. Il totale delle richieste autorizzative di impianti che non richiedono l'attivazione di procedure di VA o VIA è pari a circa 28 [MW].

Analizzando inoltre i progetti sottoposti a VA/VIA, Tab.3.14, si osserva che ci sono circa altri 62 [MW] di impianti su terreno di cui circa 35 [MW] hanno completato positivamente la procedura di VIA. Analizzando le dimensioni degli impianti, Fig.3.7, emerge un valore medio di circa 3[MW] ad impianto con la concentrazione più alta nelle provincie dell'Aquila e Pescara

<i>Impianti in attesa di autorizzazione unica senza VA (aggiornato a Novembre 2009)</i>	CH		AQ		PE		TE		TOTALE	
	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)
Impianti di potenza inferiore o uguale a 500 kW	4	1086	0	0	0	0	3	642	7	1728
Impianti di potenza compresa fra 501 e 1000 kW	4	3624	4	3506	11	10957	10	8127	29	26213
TOTALE	8	4710	4	3506	11	10957	13	8769	36	27942

Tabella 3.13 – Impianti in attesa di Autorizzazione Unica senza VA – Novembre 2009 (Fonte regionale)

Una lettura di sintesi di tutto quanto detto finora è desumibile dalla Tab.3.15 che mostra come se tutti gli impianti riportati venissero approvati e realizzati si arriverebbe ad una potenza complessiva di circa 133 [MW], ossia quasi 11 volte quella in esercizio.

Impianti in attesa di VA/VIA ed autorizzazione unica (aggiornato a Novembre 2009)	CH		AQ		PE		TE		TOTALE	
	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)
Impianti con VIA completata	4	6821	3	7946	1	13000	2	7318	10	35085
Impianti in VIA	2	3754	7	17223	1	4176	1	2024	11	27177
TOTALE	6	10574	10	25169	2	17176	3	9342	21	62261

Tabella 3.14 – Impianti in attesa di Autorizzazione Unica con VA/VIA – Novembre 2009 (Fonte regionale)

E' evidente così che la tendenza generale è quella di una crescita esponenziale di impianti a terra di cui quasi la metà sono dimensioni superiori ad 1 [MW]; per garantire un corretto sviluppo del territorio da un punto di vista fotovoltaico è indispensabile introdurre delle indicazioni di Buone Pratiche che garantiscano soluzioni tecniche e tecnologiche in grado di mantenere il giusto rispetto del paesaggio e delle tradizioni culturali e produttive della Regione Abruzzo.

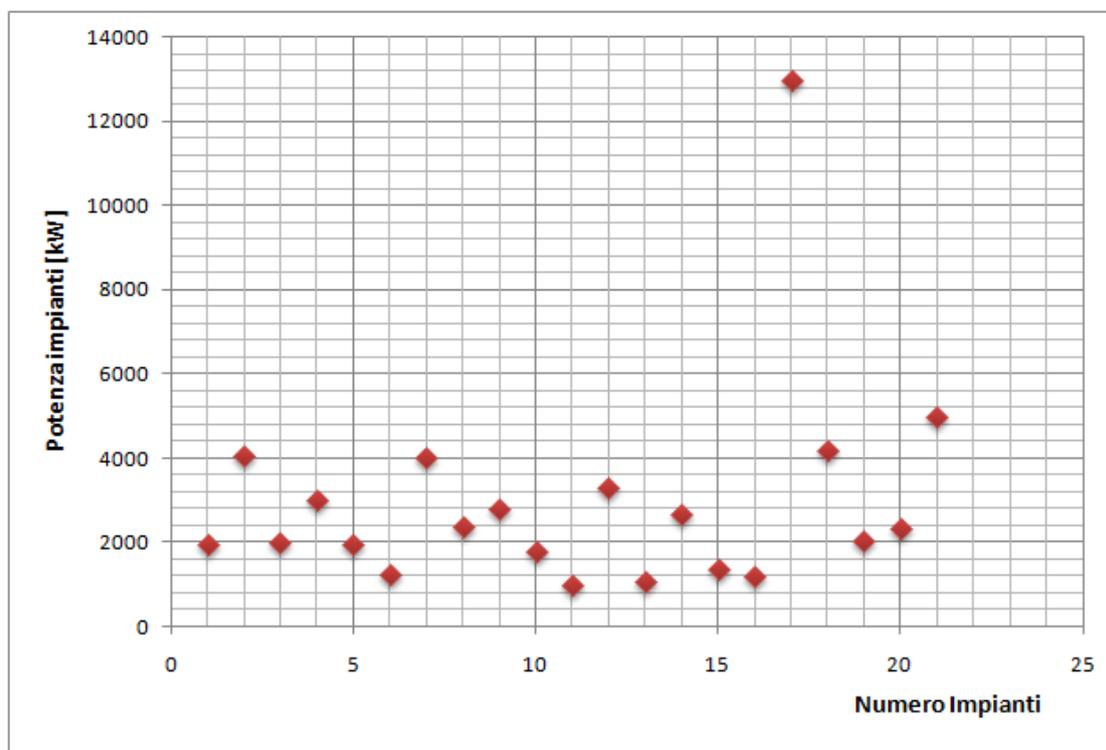


Fig. 3.7 – Potenza vs. Numero di impianti in attesa di 387 con VA/VIA (Fonte Regionale)

<i>Insieme degli impianti esistenti, proposti ed autorizzati nella Regione Abruzzo (Novembre 2009)</i>	CH		AQ		PE		TE		TOTALE	
	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)	N.	P(kW)
Impianti in esercizio	253	2733	181	2928	214	1734	287	4050	935	11446
Impianti autorizzati ai sensi del D. lgs. 387/03	6	5734	3	4872.7	4	5817	17	14668	30	31092
Impianti in 387 con VA/VIA	6	10574	10	25169	2	17176	3	9342	21	62261
Impianti in 387 senza VA/VIA	8	4710	4	3506	11	10957	13	8769	36	27942
TOTALE	273	23752	198	36476	231	35684	320	36829	1022	132740

Tabella 3.15 – Insieme di tutti gli impianti FV in Abruzzo - Novembre 2009 (Fonte regionale)

4.1 Premessa

In generale e a livello mondiale la normativa tecnica sul fotovoltaico è sviluppata in ambito IEC (International Electrotechnical Commission), in ambito europeo dal CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization), e in Italia, infine, l'ente competente è il CEI.

A livello nazionale, la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica, è disciplinata dalla normativa tecnico/amministrativa dettata di seguito:

- Il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, numero 387;
- il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 19 febbraio 2007, “Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell’articolo 7 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, numero 387” e
- il decreto del Ministro delle attività produttive 28 luglio 2005. “criteri per l’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare”;
- le delibere dell’Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas (nel seguito AEEG o Autorità) n. 89, 281, 33/08 (all.1 CEI 016), atto DCO 5/08 (Testo integrato connessione impianti di produzione);
- la normativa tecnica inerente alla connessione alla rete in Media Tensione (MT) o Alta Tensione (AT) sviluppata dai distributori (Terna, Enel, ecc.) rappresentate dalle DK 5740, DK 5600, DK 5310;
- la normativa locale (regionale e provinciale) inerente allo sviluppo di impianti fotovoltaici industriali autorizzati in base alla c.d. DIA (dichiarazione inizio lavori) o procedura di Autorizzazione Unica ex art. 12 d.lgs. 387/2003.

In linea generale occorre, preventivamente, sottolineare che l’articolo 117 comma 3 della Costituzione dispone che “produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell’energia” è una materia di legislazione concorrente tra Stato e Regioni. Nelle materie di legislazione concorrente spetta alle Regioni la potestà legislativa, salvo che per la determinazione dei principi fondamentali, riservata alla legislazione dello Stato. In tal caso, dunque, allo Stato compete la determinazione dei principi fondamentali mentre alle Regioni spetta l’adozione, nel rispetto dei principi statali, della legislazione di dettaglio. Le norme statali di principio possono avere un’influenza differente, nel rispetto dell’autonomia regionale, a seconda di come ciascuna Regione decida di esercitare le proprie funzioni.

4.2 Il procedimento autorizzativo

La normativa statale e regionale relativa alle fonti di energia rinnovabile prende il via **dalla Direttiva 2001/77/CE** sulla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità.

La Direttiva costituisce il primo quadro legislativo per il mercato delle fonti energetiche rinnovabili relative agli stati membri della Comunità Europea, con l'obbligo degli stessi di recepimento della Direttiva entro ottobre 2003.

I principi della Direttiva sono:

- *promuovere in via prioritaria le fonti energetiche rinnovabili,*
- *creare occupazione locale, contribuire alla sicurezza degli approvvigionamenti e permettere di conseguire più rapidamente gli obiettivi di Kyoto*
- *garantire che i costi per la connessione di nuovi produttori di elettricità prodotta da FER siano oggettivi.*

Gli obiettivi della Direttiva sono:

- *ridurre gli ostacoli normativi all'aumento della produzione di energia elettrica da FER;*
- *razionalizzare ed accelerare le procedure a livello amministrativo;*
- *garantire norme oggettive e trasparenti che tengano in considerazione le particolarità delle varie tecnologie;*
- *sviluppare regimi di sostegno.*

Tra i punti salienti si trova la quota indicativa del 25% per l'Italia, poi rettificata al 22%, come obiettivo percentuale, per il 2010, di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili sul consumo totale (art. 3); viene previsto anche che gli stati membri predispongano una procedura autorizzativa semplificata e garantiscano un accesso prioritario dell'elettricità prodotta per gli impianti energetici rinnovabili.

4.2.1 – L'Autorizzazione Unica

Il **Decreto legislativo 29 dicembre 2003, n.387**, emanato in "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", rappresenta la prima legislazione organica nazionale per la disciplina dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e definisce le nuove regole di riferimento per la promozione delle fonti rinnovabili. Con esso:

- ✓ viene istituita l'Autorizzazione Unica (art. 12)
- ✓ vengono definite procedure semplificate attraverso un Procedimento Unico, da svolgersi nell'arco di 180 giorni

In particolare il Decreto è volto a promuovere un maggiore contributo delle fonti energetiche rinnovabili (art. 1) e a perseguire gli obiettivi nazionali indicativi relativi alle quote di produzione energetica da fonti rinnovabili come stabilito in ambito europeo (art. 3).

Gli aspetti principali sono riportati nell'art. 12, "Razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative", in cui, al comma 3, si afferma che: *"la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere*

connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico – artistico”.

Al comma 4 si specifica che: *“l'autorizzazione di cui al comma 3 e' rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modificazioni e integrazioni. Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato e deve contenere, in ogni caso, l'obbligo al ripristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto. Il termine massimo per la conclusione del procedimento di cui al presente comma non può comunque essere superiore a centottanta giorni*”.

Altro aspetto saliente si ritrova al comma 1 del medesimo articolo, in cui si definisce che: *“le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti”*, pertanto consentono di attivare il procedimento espropriativo di cui al D.P.R. 327/01.

La legge 99 del 23 Luglio 2009, al comma 4 dell'art.27 introduce la seguente modifica:

“All'articolo 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, dopo il comma 4 è inserito il seguente: «4-bis. Per la realizzazione di impianti alimentati a biomassa e per impianti fotovoltaici, ferme restando la pubblica utilità e le procedure conseguenti per le opere connesse, il proponente deve dimostrare nel corso del procedimento, e comunque prima dell'autorizzazione, la disponibilità del suolo su cui realizzare l'impianto»».

Inoltre il Decreto Legislativo 387 al comma 7 dell'art.12 dispone che: *“Gli impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici. Nell'ubicazione si dovrà tenere conto delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale di cui alla legge 5 marzo 2001, n. 57, articoli 7 e 8, nonché del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 228, articolo 14”*

4.3 La normativa della Regione Abruzzo

Con la **D.G.R. 351/07 e s.m.i.**: “D.Lgs 387/03 concernente "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", la Regione Abruzzo:

- ha individuato quale Autorità Competente e struttura responsabile del procedimento e dell'adozione del provvedimento finale il Servizio "Politica energetica, Qualità dell'aria, Inquinamento acustico, Elettromagnetico, Rischio ambientale, SINA";
- ha istituito presso l'Autorità Competente lo Sportello Regionale per l'Energia;
- ha approvato l'Allegato A "Criteri ed indirizzi per il rilascio dell'Autorizzazione Unica: art. 12 del D.Lgs 387/03" e l'allegato B "Modulistica di riferimento", con i quali in cui regola il Procedimento Unico.

La domanda deve essere presentata allo Sportello Regionale per l'Energia completa di tutta la documentazione di cui all'allegato B della DGR 351/07 (4 copie cartacee e una informatica)

Entro 30 giorni è convocata la Conferenza dei Servizi alla quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, svolta nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla L. 241/90.

La conferenza di servizi è la sede di comparazione e coordinamento dei molteplici interessi pubblici coinvolti nel procedimento unico.

Il termine massimo per la conclusione del procedimento non può comunque essere superiore a **180 giorni**.

Nel caso di impianti assoggettati a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) o per i quali bisogna verificarne l'assoggettabilità (VA), lo Sportello Regionale per l'Energia trasmette il progetto allo Sportello Regionale Ambientale per la relativa competenza.

Il procedimento della Autorizzazione Unica si sospende in caso di VIA/VA.

Acquisiti i pareri delle amministrazioni coinvolte nel procedimento, **compreso quello di ambientale**, l'Autorità Competente rilascia l'Autorizzazione Unica che sostituisce ogni autorizzazione, concessione, nulla osta o atto di assenso comunque denominato di competenza delle amministrazioni partecipanti e comunque invitate a partecipare ma risultanti assenti alla predetta conferenza.

L'autorizzazione unica costituisce **titolo a costruire ed esercire gli impianti** di produzione di energia elettrica da FER.

Per quanto disposto al comma 7 dell'art. 12 del D.Lgs. 387/03, gli impianti alimentati esclusivamente da fonti rinnovabili, possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici e pertanto non è necessario adottare varianti di destinazione d'uso.

Gli impianti di produzione di energia elettrica, in quanto impianti produttivi, sono compatibili con aree destinate agli insediamenti produttivi, industriali ed artigianali individuati dagli strumenti urbanistici locali.

L'Autorizzazione Unica costituisce, dove occorre, variante allo strumento urbanistico

L'Autorizzazione Unica per la costruzione dell'impianto ha durata triennale salvo richiesta di proroga e comunque l'inizio dei lavori deve essere effettuato entro un anno dal rilascio dell'autorizzazione.

L'Autorizzazione Unica per l'esercizio dell'impianto ha durata quinquennale.

L'Autorizzazione Unica non è richiesta quando la realizzazione di impianti non abbisognano di alcuna autorizzazione, come previsto dal comma 5 dell'art. 12 del D.Lgs. 387/03.

Per gli impianti fotovoltaici che hanno capacità di generazione inferiore a 20kW è necessario richiedere la DIA al Comune interessato. Per tali impianti è comunque obbligo inoltrare alla Regione una relazione tecnico-descrittiva dell'impianto nonché la comunicazione relativa alla data di messa in esercizio.

In caso di esproprio il proponente deve dimostrare di:

- disporre di un capitale sociale in caso di società di capitali o capitale proprio in caso di società di persona, pari al doppio della quota espropriativa stimata;
- fornire informazioni relative alle particelle catastali interessate oltre ad una perizia giurata di stima dei beni dei quali si richiede l'esproprio;
- provvedere alla stipula di una polizza fideiussoria (bancaria o assicurativa) di importo equivalente al valore espropriato;
- effettuare la pubblicazione con le forme e modalità di cui all'art. 11 del D.P.R. 327/01 conseguentemente all'avvio del procedimento effettuato dal servizio competente (ufficio espropri).

Con la D.G.R. n. 760 del 12/08/2008 la Regione Abruzzo ha previsto una procedura di autorizzazione semplificata (**Autorizzazione Unica Generalizzata**) per gli impianti che rispondono ai seguenti requisiti:

- impianti fotovoltaici di potenza non inferiore a 20 KW e non superiore a 200 kW
- installati su elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri di edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione
- anche non integrati ai sensi del D.M. 19/02/2007

Possono essere autorizzati ai sensi dell'art.12 del D. Lgs. 387/2003, in via generale, a condizione che:

- la Ditta sia proprietaria del sito interessato dall'impianto ovvero titolare di altro diritto reale o personale di godimento compatibile;
- la Ditta sia titolare di tutte le autorizzazioni, nulla osta, pareri o altri atti di assenso comunque denominati, eventualmente necessari agli effetti della costruzione e dell'esercizio dell'impianto sulla base della normativa vigente a qualsiasi livello;
- la Ditta trasmetta all'Autorità Competente, all'ARTA e al Comune ove è sito l'impianto, l'autodichiarazione attestante il possesso dei requisiti di cui ai punti precedenti, da redigere secondo lo schema allegato al provvedimento

4.3.1 La Verifica di Assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale

Secondo quanto riportato nell'Allegato IV del D.Lgs.4/2008 correttivo del Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/06), sono obbligati alla verifica di assoggettabilità:

- Gli impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda

Inoltre l'Art. 5 comma 8 D.M. 19/2/2007 "Conto Energia" esclude dalla verifica ambientale:

- gli impianti fotovoltaici parzialmente integrati e con integrazione architettonica
- **gli impianti fotovoltaici di potenza non superiore a 20 kW** ai sensi dell'art. 52 del D.Lgs 504/1995, poiché **sono considerati impianti non industriali** e non pagano le accise.

La legge 99 del 23 Luglio 2009, al comma 43 dell'art.27 introduce la seguente modifica:

"All'allegato IV alla Parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) al numero 2, lettera c), dopo le parole: «energia, vapore ed acqua calda» sono aggiunte le seguenti: «con potenza complessiva superiore a 1 MW»;

Quindi sono obbligati alla verifica di assoggettabilità:

- **Gli impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1MW**

Con la **D.G.R. 119/2002 e s.m.i.** "Criteri ed indirizzi in materia di procedure ambientali. Ulteriori modifiche in esito all'entrata in vigore del D.lgs 16 Gennaio 2008 n. 4 (G.U. n. 24 del 29 Gennaio 2008) approvata con D.G.R. n. 209 del 17 Marzo 2008", la Regione Abruzzo ha istituito lo Sportello regionale per l'ambiente (SRA) che provvede, tra l'altro:

- alla ricezione delle pratiche in materia di VIA, VA, BB.AA. e Valutazione d'incidenza,;
- a fornire informazioni sulle procedure e sugli adempimenti necessari in materia ambientale

Il Responsabile dello Sportello regionale per l'ambiente (SRA) è il Dirigente del Servizio Tutela e valorizzazione del paesaggio e valutazioni ambientali.

Il Responsabile dello Sportello provvede alla nomina dei responsabili del procedimento.

L'organo tecnico competente in materia di VIA è il Servizio Tutela e valorizzazione del paesaggio e valutazioni ambientali, della Regione Abruzzo.

4.4 Le normative regionali

Di seguito vengono riportate le diverse disposizioni normative delle singole regioni italiane per dare un quadro esaustivo del regime autorizzativo degli impianti fotovoltaici.

La realizzazione è inoltre condizionata dalle diverse pianificazioni territoriali a livello comunale, provinciale e regionale, il che rende il panorama estremamente frammentato ed eterogeneo.

REGIONE ABRUZZO

legislazione regionale

Dgr 760 del 12-08-2008	- Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti di energia rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità e s.m.i.' Integrazione
Dgr 351 del 12-04-2007	- "Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti di energia rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"
L.R. n. 27 del 09-08-2006	- Disposizioni in materia ambientale. Bollettino ufficiale della regione Abruzzo n. 46 del 30 agosto 2006.

Commenti

Con la Legge Regionale 27/2006 la Regione Abruzzo si è riservata la competenza al rilascio, rinnovo e riesame del regime autorizzativo di cui ai commi 3 e 4 dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003 per la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Con la Delibera 351, successivamente modificata dalla n. 760/2008, sono stati definiti i criteri per il rilascio dei provvedimenti autorizzativi. Nella fattispecie viene introdotta una ulteriore procedura semplificata per gli impianti di potenza non inferiore ai 20 KWp e non superiore ai 200 KWp, installati su elementi di arredo urbano e viario, sulle superfici esterne degli involucri di edifici, di fabbricati e strutture edilizie di qualsiasi funzione e destinazione anche non integrati ai sensi del DM 19 Febbraio 2007, si intendono autorizzati ai sensi dell'art. 12 del Decreto 387/2003, in via generale.

L'autorizzazione generalizzata è efficace a decorrere dal trentesimo giorno successivo la consegna della documentazione presso il Servizio regionale Politiche Energetiche.

Va precisato che tale procedura semplificata non è obbligatoria e che resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

REGIONE BASILICATA

Legislazione regionale

L.R. n. 31 del 24-12-2008	- Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (PIEAR)
LR n. 9 del 26-04-2007	- Disposizioni in Materia di Energia
L.R. n. 7 del 08-03-1999	- Riserva alla Regione l'esercizio delle funzioni amministrative riguardanti la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili

Commenti

Con la Legge Regionale del 1999 la Regione Basilicata si è riservata l'esercizio delle funzioni amministrative relative alla costruzione ed all'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica di potenza inferiore ai 300 MW termici, compreso l'esercizio e la costruzione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Con l'articolo 5 della Legge Regionale 9/2007, è previsto che gli impianti totalmente o parzialmente integrati, nonché quelli non integrati per una potenza inferiore ad 1 MW, non debbano essere sottoposti a procedura di verifica ai fini della valutazione di impatto ambientale.

Ai sensi della recente LR31/2008 inoltre è stabilito che è consentita l'autorizzazione degli impianti fotovoltaici totalmente o parzialmente integrati per una potenza fino a 500 kW in area agricola, e sino ad 1 MW in quella industriale, la cui produzione è destinata esclusivamente ad usi pubblici.

Ai sensi dell'art. 10 comma 4 della stessa legge il titolo di tali impianti va acquisito attraverso lo strumento della DIA

REGIONE CALABRIA

Legislazione regionale

LR n. 42 del 29/12/2008	- Misure in materia di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili.
LR n. 34 del 12-08-2002	- Riordino delle funzioni amministrative regionali e locali. Bollettino ufficiale della regione Calabria n. 15 del 16 agosto 2002.
Delibera del Consiglio Regionale n. 315 del 04 marzo 2005	- Piano Energetico Ambientale Regionale Parte III, Cap. 13

Commenti

La Regione Calabria con la Legge Regionale 34/2002 ha attribuito alle Provincie la funzione amministrativa relativa all'autorizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica, compresi gli impianti fotovoltaici.

Successivamente ad una sospensione temporanea dei rilasci delle autorizzazioni conseguenti ad una elevata richiesta di autorizzazioni, e al fine di impedire un uso squilibrato del territorio, attraverso l'approvazione della LR 42/2008, la regione ha individuato i limiti alle potenze autorizzabili per ciascuna fonte rinnovabile al 2009. Per il fotovoltaico tale limite è stato fissato in 400 MW.

E' previsto inoltre che siano soggetti ad autorizzazione unica gli impianti con capacità di generazione superiore a quella individuata dalle soglie, e a DIA quelli al di sotto di dette soglie tra cui gli impianti di potenza inferiore ai 20 kWp o a semplice comunicazione quelli previsti dal comma 3, art. 11 del Dlgs 115/2008.

REGIONE CAMPANIA

Legislazione regionale

Delibera della Giunta Regionale n. 500 del 20-03-2009	<ul style="list-style-type: none">- Nuove linee guida per lo svolgimento del procedimento di autorizzazione unica relativo alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili. Modifiche ed integrazioni alla dgr n.1955/06
LR n. 1 del 30-01-2008	<ul style="list-style-type: none">- Disposizioni per formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione Campania legge finanziaria
Delibera della Giunta Regionale n. 1955 del 30-11-2006	<ul style="list-style-type: none">- Linee guida per lo svolgimento del procedimento unico relativo alla installazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile

Commenti

Le nuove Linee guida per lo svolgimento del procedimento unico, delegano alle Province al rilascio dell'autorizzazione unica per la costruzione ed esercizio, ivi inclusi gli interventi di modifica, degli impianti fotovoltaici sino alla potenza di 1 MWp, fatti salvi gli interventi di cui alle lettere b2 e b3 del DM 19 febbraio 2007.

Tale strumento individua inoltre, ai sensi della dall'art. 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, i criteri per il corretto inserimento degli impianti sul territorio.

Viene fatto diniego dell'autorizzazione per le istanze di interventi ricadenti in:

- zone "A" del sistema parchi e riserve regionali
- zone 1 di rilevante interesse dei parchi nazionali
- nelle aree concretamente individuate e destinate, in applicazioni di disposizioni in materia di sostegno al settore agricolo, alla valorizzazione delle produzioni tipiche locali.

REGIONE EMILIA ROMAGNA

Legislazione regionale

LR n. 26 del 23-12-2004	<ul style="list-style-type: none">- Disciplina della programmazione energetica territoriale ed altre disposizioni in materia di energia. Bollettino ufficiale della regione Emilia-Romagna n. 175 del 28 dicembre 2004
Dgr n. 6 del 10-01-2007	<ul style="list-style-type: none">- Piano Energetico Ambientale Regionale

commenti

La Regione Emilia Romagna ha attribuito alle Provincie la competenza amministrativa relativa alle autorizzazioni all'installazione e all'esercizio degli impianti di produzione di energia.

La Giunta Regionale si era impegnata ad emanare, entro dodici mesi dall'entrata in vigore della legge, uno o più regolamenti volti a disciplinare le procedure di autorizzazione di propria competenza. Ad oggi tali provvedimenti non sono ancora stati emanati.

Resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

Legislazione regionale

LR n. 5 del 23-02-2007	- Riforma dell'urbanistica e disciplina dell'attività edilizia e del paesaggio
LR n. 24 del 27-11-2006	- Funzioni amministrative riguardanti la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili
Delibera della Giunta Regionale n. 1021 del 04-05-2007	- Piano Energetico Ambientale, Cap 5,1.2.5
LR n. 30 del 19-11-2002	- Disposizioni in materia di Energia

Commenti

Attraverso la LR 30/2002 la Regione Friuli Venezia Giulia ha stabilito che le Province siano il soggetto competente al rilascio delle autorizzazioni per l'installazione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Successivamente attraverso la LR 24/2006 vi è stata una ripartizione delle stesse competenze autorizzative tra Comuni e Province. Per impianti al di sotto dei 10 MW la competenza è comunale, per quelli compresi tra i 10 e i 50 MW di competenza provinciale e per quelli di potenza superiore di competenza regionale.

Inoltre per quanto riguarda gli impianti di impianti localizzati in area agricola, la LR n. 5/2007 ha stabilito che essi devono essere individuati nel Piano Operativo Comunale. In mancanza di tale strumento detti interventi non possono essere realizzati in aree classificate come agricole.

REGIONE LAZIO

Legislazione regionale

Dgr. n. 517/2008	<ul style="list-style-type: none">- Linee guida per lo svolgimento del procedimento unico, relativo all'installazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, di cui al decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 ed alla legge regionale 23-11-2006 n. 18
LR. del 23-4-2008	<ul style="list-style-type: none">- Piano Energetico Regionale e relativo piano di azione Cap.2.1
LR n. 26 del 28-12-2007	<ul style="list-style-type: none">- Legge finanziaria regionale per l'esercizio 2008 (Art. 11, L.r. 20 novembre 2001, n.25)
LR n. 18 del 23-11-2006	<ul style="list-style-type: none">- Delega alle province di funzioni e compiti amministrativi in materia di energia. Modifiche alla legge regionale 6 agosto 1999, n. 14 (Organizzazione delle funzioni a livello regionale e locale per la realizzazione del decentramento amministrativo) e successive modifiche.

Commenti

La Regione Lazio ha attribuito alle Provincie la competenza amministrativa relativa al rilascio delle autorizzazioni ai sensi del D. Lgs. 387/2003.

Per quanto riguarda la realizzazione di impianti fotovoltaici in aree sottoposte a vincolo paesaggistico, è stabilito che fatte salve le prescrizioni del PTPR, sono consentite le opere finalizzate alla produzione di fonti energetiche rinnovabili, previo espletamento della procedura VIA, o, dove previsto Studio di Inserimento Paesistico. Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici a terra, è previsto inoltre un limite relativo alla superficie coperta massima dell'impianto che non può superare il 50% della superficie a disposizione del fondo. Il Dgr. n. 517/2008 contiene inoltre alcuni criteri di inserimento nel territorio degli impianti fotovoltaici. Tra questi, l'obbligo di una distanza minima tra impianti non inferiore ai 2 Km e l'adozione di soluzioni progettuali che non prevedano l'uso di sostegni in muratura per gli impianti a terra.

REGIONE LIGURIA

Legislazione regionale

LR n. 16 del 06-06-2008	- Disciplina dell'attività edilizia
LR n. 22 del 29-05-2007	- Norme in materia di energia

Commenti

Con la lettera a), comma 1, art. 8 della Legge Regionale n. 22 del 29 Maggio 2007 viene disciplinata l'autorizzazione unica, che diventa di competenza provinciale.

La Regione Liguria con la Legge 16/2008, che disciplina l'attività edilizia, ha sancito che gli interventi relativi all'installazione di pannelli fotovoltaici di sviluppo non superiore ai 20 mq. per autoproduzione familiare, se posizionati su falda del tetto, a terra, o su copertura piana, non sono soggetti a titolo abitativo, e per essi è sufficiente una semplice comunicazione

REGIONE LOMBARDIA

Legislazione regionale

LR n. 18 del 08-08-2006

- Conferimento di funzioni agli enti locali in materia di servizi locali di interesse economico generale. Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 'Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche

Commenti

La Regione Lombardia ha assegnato alle Provincie la competenza amministrativa relativa al rilascio delle autorizzazioni ai sensi del D. Lgs. 387/2003 attraverso la LR n. 18/2006.
Resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

REGIONE MARCHE

Legislazione regionale

LR n. 6 del 12-06-2007	<ul style="list-style-type: none">- Disposizioni in materia ambientale e rete natura 2000 (Modifiche ed integrazioni alle LR 14 Aprile 2004, n. 7, 5 Agosto 1992, n. 34, 28 ottobre 1999, n. 28, 23 Febbraio 2005, n. 16 e 17 Maggio 1999, n. 10)
PEAR	<ul style="list-style-type: none">- Piano Energetico Ambientale Regionale (linee di programmazione e di indirizzo della politica energetica regionale): Cap. 4.1.4
DGR 830 del 23-07-2007	<ul style="list-style-type: none">- Attuazione Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR): Indirizzi ambientali e criteri tecnici per le applicazioni del solare termico e fotovoltaico e per lo sviluppo delle filiere bioenergetiche

Commenti

La Regione Marche, attraverso la LR 6/2007 ha delegato le Province con l'articolo 16 della legge, le competenze amministrative concernenti il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 12 del D. Lgv. 387/2003 per la costruzione e l'esercizio di impianti solari, sia termici che fotovoltaici.
Resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

REGIONE MOLISE

Legislazione regionale

LR n. 22 del 07-08-2009	- Nuova disciplina degli insediamenti degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Molise
LR n. 15 del 21-05—2008	- Disciplina degli insediamenti degli impianti eolici e fotovoltaici sul territorio della Regione Molise
dgr n. 1670 del 13-12-2004	- Direttive per lo svolgimento unico per il rilascio dell'autorizzazione alla costruzione ed alla gestione per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile
LR n. 34 del 29-09-1999	- Norme sulla ripartizione delle funzioni e dei compiti amministrativi tra la Regione e gli Enti locali. Competenze amministrative del settore Energia
PEAR approvato	- Piano Energetico – Ambientale Regionale, Cap. 6.3.2

Commenti

La Regione Molise, dopo essersi riservata la competenza amministrativa del settore Energia, attraverso la LR n. 34 del 29-09-1999, per gli impianti di produzione di energia elettrica al di sotto dei 300MW, ha provveduto a normare le regole per la produzione di energia da fonti rinnovabili al fine di minimizzare l'impatto ambientale degli impianti attraverso la LR n. 15 del 21-05—2008.

Tale provvedimento è stato sospeso, insieme alle Linee guida per lo svolgimento del procedimento unico, successivamente emanate, perché dichiarato illegittimo dalla Corte Costituzionale.

Recentemente, nel mese di Agosto 2009, la Regione ha provveduto ad emanare la "Nuova disciplina degli insediamenti degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Molise".

In esso vengono individuate le come aree non idonee all'installazione di di impianti di produzione elettrica: a) parchi e preparchi o zone contigue e riserve regionali;

b) zona 1 di rilevante interesse dei parchi nazionali istituiti nel territorio della regione;

c) zone di "protezione e conservazione integrale" dei Piani Territoriali Paesistici.

Inoltre le ZPS e le aree IBA sono da intendersi quali aree non idonee all'installazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili.

REGIONE PIEMONTE

Legislazione regionale

dcr n. 351-3642 del 03-02-2004	- Piano Energetico Ambientale Regionale
LR n. 44 del 26-04-2000	- Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 'Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59'. Bollettino ufficiale della regione Piemonte n. 18 del 3 maggio 2000.

Commenti

La Regione Piemonte con LR 44/2000 ha attribuito alle Provincie le competenze amministrative concernenti il rilascio delle autorizzazioni di cui all'art. 12 del D. Lgv. 387/2003 per la costruzione e l'esercizio di impianti solari, sia termici che fotovoltaici.
Resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

REGIONE PUGLIA

Legislazione regionale

LR n. 31 del 21-10-2008	- “Norme in materia di produzione di energia da fonti rinnovabili e per la riduzione di immissioni inquinanti e in materia ambientale”
LR n. 1 del 19-02-2008	- “Disposizioni integrative e modifiche della legge regionale 31 dicembre 2007, n. 40
dgr n. 35 del 23-01-2007	- Procedimento per il rilascio dell’Autorizzazione unica ai sensi del Decreto Legislativo 387/2003, e per l’adozione del provvedimento finale di autorizzazione relativa ad impianti alimentati da fonti rinnovabili e delle opere agli stessi connesse, nonché delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all’esercizio.
LR n. 19 del 30-11-2000	- Conferimento di funzioni e compiti amministrativi in materia di energia e risparmio energetico, miniere e risorse geotermiche.

Commenti

Con il Dgr n. 35/2007 è disposto che sono sottoposti a DIA gli impianti di potenza nominale inferiore ai 20 KWp, quelli con una potenza compresa tra i 20 e i 1000 KWp posti su edifici industriali e/o collocati a terra internamente a complessi industriali, e a quelli compresi nella stessa fascia di potenza, realizzati in zone classificate agricole.

Successivamente la LR 1/2008 ha cercato di uniformare le procedure per il rilascio della DIA in tutti i comuni. La LR 31/2008 ha successivamente cercato di salvaguardare le aree di maggior pregio comprese quelle riportate all’art. 2 comma 1 della stessa.

Per gli impianti a terra in zona agricola vi è ad esempio l’obbligo di avere un’area complessiva asservita all’intervento pari almeno al doppio di quella radiante, fermo restando che la parte non occupata dall’impianto deve essere destinata ad attività agricola.

REGIONE SARDEGNA

Legislazione regionale

dgr n. 30/2 del 23-05-2008	- Linee Guida per l'individuazione degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici e loro corretto inserimento nel territorio
LR n. 9 del 12-06-2006	- Conferimento di funzioni e compiti amministrativi in materia di energia
dcr n. 34/13 del 02-08-2006	- Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS) Cap. XII

Commenti

Le linee guida regionali per l'individuazione degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici della Regione Sardegna sono lo strumento più completo ed articolato che ad oggi esista sul territorio nazionale. In relazione alle numerosissime richieste pervenute, le Linee Guida stabiliscono un principio di idoneità, per tutti gli impianti fotovoltaici in aree agricole, basato sulla "autoproduzione energetica".

Secondo questo principio gli impianti costruiti in aree di pertinenza di imprese agricole, devono essere dimensionati per consumare una percentuale non inferiore al 70% di quella prodotta.

Nel testo vengono indicate le aree deputate ad accogliere gli impianti; tra esse le aree di pertinenza di stabilimenti industriali, aree industriali e artigianali e quelle compromesse da un punto vista ambientale. Tali aree non devono contenere al loro interno aree naturali, o seminaturali, beni paesaggistici, come definiti dal Piano Paesaggistico Regionale, e aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate, in adiacenza alle perimetrazioni di interesse.

Le Linee Guida contengono inoltre dei Criteri di buona progettazione, di carattere generale, che dovrebbero essere rispettate. Tra queste anche il divieto di plinti di fondazione delle strutture in cls.

REGIONE SICILIA

Legislazione regionale

dgr n. del 03-02-2009	- Linee Guida per l'individuazione degli impatti potenziali degli impianti fotovoltaici e loro corretto inserimento nel territorio
Decreto 17-05-2006	- Criteri relativi ai progetti per la realizzazione di impianti per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del sole.

Commenti

La Regione Sicilia ha conservato per sé le competenze amministrative sia per il rilascio dell'autorizzazione unica per la costruzione e per l'esercizio, che per l'autorizzazione paesaggistica e per la verifica di assoggettabilità e di valutazione di impatto ambientale e per l'autorizzazione delle linee elettriche di connessione.

La delibera della Giunta Regionale del 3 Febbraio 2009 ha apportato alcune modifiche al regime autorizzativo. Tra queste la competenza comunale per: gli impianti fotovoltaici integrati o parzialmente integrati, di potenza sino ad 1 MW; gli impianti fotovoltaici collocati a terra internamente ad aree di sviluppo industriale, di potenza fino a 1 MW con l'obbligo di osservare una distanza minima di almeno 1 Km dall'impianto fotovoltaico più vicino di pari o maggiore potenza; gli impianti fotovoltaici che esercitano lo scambio sul posto aventi potenza fino a 200 KWp.

REGIONE TOSCANA

Legislazione regionale

dgr n. 235 del 31-03-2008	- “Circolare per una prima applicazione, in ambito regionale, della L. 24/12/2007 n. 244 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato. Legge finanziaria 2008" in materia di installazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili”.
LR n. 39 del 24-02-2005	- Disposizioni in materia di energia.
10-03-2008	- Piano di Indirizzo Energetico Regionale Cap. 3.3.2

Commenti

Con la Legge regionale n. 39 la Regione ha attribuito alle provincie le funzioni amministrative relative alle autorizzazioni di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

La dgr n. 235/2008, prevede nello specifico alcune semplificazioni per le installazioni di impianti di potenza compresa tra i 3 kWp e 20 kWp.

Con l’approvazione del PIER, è stabilito che l’installazione di impianti fotovoltaici che occupano grandi quantità di suolo anche in aree agricole, è subordinata alle indicazioni di legge regionali, a quelle fornite dal Piano di Inquadramento Territoriale regionale (PIT), e di quelle comunali. In assenza di tali regolamentazioni ed indicazioni, l’installazione di impianti industriali in aree agricole non è consentita.

REGIONE UMBRIA

Legislazione regionale

dgr n. 561 del 19-05-2008	- Criteri e modalità per lo svolgimento del procedimento unico di cui all'articolo 12 comma 4 del D.Lgs. 387/2003 in materia di autorizzazione unica per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili. Attuazione art.5 L.R. 26 marzo 2008, n.5.
LR n. 5 del 26-03-2008	-

commenti

Con la Legge Regionale 5/2008 la Regione ha delegato alle Provincie la competenza amministrativa per il rilascio dell'autorizzazione unica per la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Con la Delibera della Giunta Regionale n. 561/2008 sono stati definiti i criteri e le modalità per lo svolgimento del procedimento unico di cui all'articolo 12 del D. Lgs n. 387/2003. Secondo tali modalità, per gli impianti fotovoltaici di potenza superiore ai 20 KWp, non soggetti a VIA, non sono soggetti a procedimento unico, ma a titolo abitativo presso il comune competente e ciò qualora sia comprovata l'assenza di vincoli di qualsiasi natura.

Resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

REGIONE VAL D'AOSTA

Legislazione regionale

LR n. 23 del 14/10/2005

- Disposizioni per la razionalizzazione e la semplificazione delle procedure autorizzative per la realizzazione e l'esercizio degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, destinati alla produzione di energia o di vettori energetici. Bollettino ufficiale della regione Valle d'Aosta n. 45 del 8 novembre 2005.

Commenti

Con la Legge Regionale 23/2005 si precisa che la Regione ha competenza amministrativa per il rilascio dell'autorizzazione unica. La stessa dispone che gli impianti ubicati in zone destinate ad usi agro-silvopastorali dovranno tenere conto delle disposizioni in materia di sostegno al settore agricolo, con particolare riferimento alla tutela del paesaggio rurale e alla compatibilità degli impianti fotovoltaici con l'esercizio delle attività agricole.

Resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

REGIONE VENETO

Legislazione regionale

Dgr n. 2204 del 08-08-2008	- Procedure autorizzative per impianti di produzione di energia elettrica
LR n. 11 del 13-04-2001	- Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112
In allegato	- Piano Energetico Ambientale Regionale Parte 3, 5.5.4

Commenti

Con la Delibera della Giunta Regionale n. 2204/2008, la Regione ha ripartito le competenze amministrative tra le diverse strutture regionali e ciò limitatamente ai procedimenti unici. Ha inoltre specificato che l'autorizzazione si applica la DIA o il permesso a costruire secondo quanto previsto dall'art. 3 del DM 19 febbraio 2007 e ove necessario, il rilascio di una duplice autorizzazione a carico della Direzione urbanistica della Regione, oppure per le sole installazioni di rilevanza industriale, quanto previsto dal DPR 447/1998. Resta comunque inteso che ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003, agli impianti di potenza non superiore ai 20 KW, si applica lo strumento della DIA e che ai sensi dell'art. 11 del D. Lgs. 115/2008, gli interventi di incremento di efficienza energetica attraverso l'uso di impianti fotovoltaici integrati nei tetti non sono soggetti a DIA ma a semplice comunicazione preventiva al Comune.

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

Legislazione regionale

dpp n. 52 del 28-09-2007

- Regolamento di esecuzione alla legge urbanistica provinciale 11 agosto 1997, n. 13, articolo 44-bis comma 3 – impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili

Commenti

Con il Decreto del Presidente della Provincia n. 52/2007, la Provincia ha disposto che nel verde agricolo possono essere autorizzati impianti fotovoltaici salva la valutazione paesaggistica e in materia di tutela dei beni culturali, purché non ostino prevalenti interessi pubblici, a condizione che non vengano superati i 50 mq. Di superficie dei pannelli. Al di sopra di tale dimensione possono essere realizzati soltanto in zone produttive con destinazione particolare.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Legislazione regionale

dgp n. 1529 del 28-07-2006

-

Commenti

Con la Delibera del Presidente della Provincia di Trento n. 1529/2006, si precisano alcune disposizioni per la fissazione dei criteri da osservare per la collocazione degli impianti fotovoltaici nei centri storici.

5.1 – Richiami normativi

Ai sensi del comma 3 dell'art. 12 del D. Lgs. n. 387/2003 l'autorizzazione unica alla costruzione e all'esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili "costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico". Ai sensi del comma 7 dello stesso articolo, gli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili "possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici".

L'art. 5 della legge n. 12 del 4 aprile 2007, n. 351 e s.m.i. prevede "Per quanto disposto al comma 7 dell'art.12 del D. Lgs. 387/03, **gli impianti alimentati esclusivamente da fonti rinnovabili possono essere ubicati in zone classificate agricole** dai vigenti piani urbanistici e pertanto non è necessario adottare varianti di destinazione d'uso. Inoltre prevede che gli stessi, "in quanto impianti produttivi, sono compatibili con aree destinate agli insediamenti produttivi, industriali ed artigianali individuati dagli strumenti urbanistici locali".

Oltre a ciò la legge n.99 del 23/07/09 all'art.27, comma 42, dichiara: "all'articolo 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, dopo il comma 4 è inserito il seguente: "4-bis. Per la realizzazione di impianti alimentati a biomassa e per impianti fotovoltaici, ferme restando la pubblica utilità e le procedure conseguenti per le opere connesse, il proponente deve dimostrare nel corso del procedimento, e comunque prima dell'autorizzazione, **la disponibilità del suolo su cui realizzare l'impianto**". Ciò regola in qualche modo il criterio di Procedimento Espropriativo applicabile a tali impianti in base al comma-1 dell'art.12 del D.Lgs. 387/03 riguardante l'identificazione di opere di Pubblica Utilità in merito agli impianti alimentati da fonti rinnovabili. Sempre la stessa Legge n.99 del 23/07/09 al comma 43 dell'art.27 modifica la Parte Seconda dell'All.IV della D.Lgs. n.4 del 16/01/2008 correttivo del Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/06) sottoponendo a Verifica di Assoggettabilità a VIA (VA) gli **impianti non termici** per la produzione di energia, vapore ed acqua calda di **potenza superiore a 1 [MW]** e gli impianti eolici di potenza superiore a 1 [MW]. Ciò di fatto **esclude dalla procedura di VA tutti gli impianti fotovoltaici a terra di taglia complessiva inferiore o uguale ad 1 [MW]**, fatta eccezione per tutti quegli impianti che ricadono, anche in parte, all'interno di aree naturali protette come definite dalla Legge 6 dicembre 1991, n° 394 per i quali le soglie dimensionali sono ridotte del 50% e la procedura da attivare è quella di cui agli artt. 23 e seguenti del D.Lgs. 4/2008.

5.2– Impianti fotovoltaici su suolo agricolo

L'installazione di un impianto fotovoltaico a terra su suolo agricolo comporta inevitabilmente la modifica dell'uso di quel territorio e del suo microclima; ciò non indica necessariamente una variazione negativa dell'utilizzo del territorio ma è ragionevole individuare dei criteri di base, che pur rispettando il legittimo diritto di produrre energia elettrica mediante una fonte rinnovabile, preservino le comunità locali da una perdita di identità socio-culturale e conservino le caratteristiche generali del territorio. Le indicazioni che seguono si applicano:

- i. a tutti gli impianti fotovoltaici a terra di potenza nominale maggiore di 1 [MW]
- ii. a tutti gli impianti fotovoltaici a terra di potenza nominale minore o uguale ad 1 [MW] sottoposti a procedura di VIA ;
- iii. a tutti gli impianti fotovoltaici a terra di potenza inferiore o uguale a 1 [MW], ~~autorizzati all'allaccio alla rete di trasporto elettrica nel medesimo punto~~ e la cui potenza complessiva cumulata risulti superiore a 1 [MW], sono tenuti alla verifica dell' "effetto cumulo".

I "Criteri Territoriali", par. 5.2.2, si applicano a tutti gli impianti fotovoltaici a terra di potenza nominale superiore a 200 [kW].

il cui punto di connessione alla rete di Distribuzione sia ubicato all'interno della medesima cabina di consegna

5.2.1 - Criteri Dimensionali

A tal fine è stato elaborato un primo criterio basato sull'occupazione di suolo agricolo da parte dell'impianto fotovoltaico, ed allo scopo sono state individuate: un'Area di Intervento (A_{int}) ed un'Area Impianto (A_{imp}), vedi Fig.5.1. Per Area di Intervento si intende tutto il fondo del quale il proponente è in grado di dimostrare la disponibilità, a vario titolo, e sul quale intende realizzare l'impianto fotovoltaico.

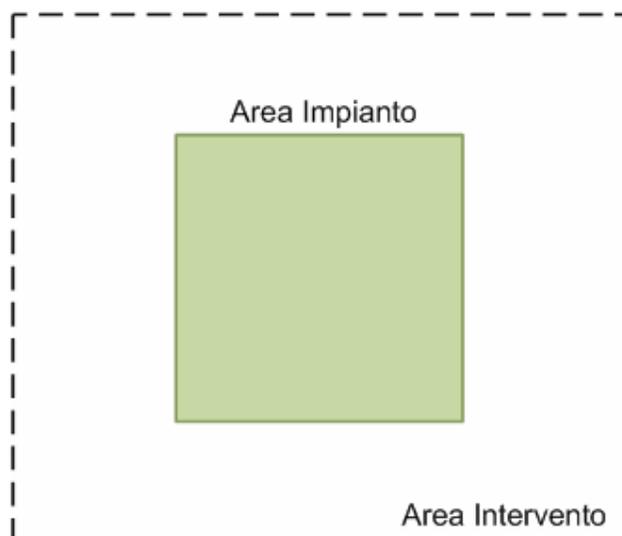


Figura 5.1 – Definizione delle aree di interesse

Per Area di Impianto si intende tutta l'area coperta dallo stesso, ossia quella occupata da:

- pannelli fotovoltaici (superficie proiettata sul terreno)
- strutture di sostegno
- interspazi fra i pannelli FV, le stringhe FV ed i campi FV
- spazio interposto fra diversi cluster, qualora l'impianto fosse suddiviso in tal senso
- spazi occupati dagli inverter e da eventuali interruttori di linea
- spazi necessari alla cabina di trasformazione BT/MT.

1. Seguendo le definizioni testé date si limita a un **massimo di 10 ettari** la dimensione dell'Area di Intervento che potrà essere occupata da un'Area di Impianto di estensione percentuale massima, rispetto all'Area di Intervento, di:

- a. $A_{mp} = (97.5 - 0.000375 \cdot A_{int})$ [%] per un'Area di intervento superiore a 20000 metri quadrati (nella formula l'Area di intervento deve essere inserita in metri quadrati);
- b. $A_{mp} = 90$ [%] per un'Area di Intervento minore o uguale a 20000 metri quadrati.

Qualora l'impianto fotovoltaico avesse caratteristiche tecnologiche tali da consentire le normali attività agricole in almeno il 60% dell'Area di Intervento, possibilità che deve essere documentata mediante relazione tecnica e perizia firmata da professionista competente iscritto all'Ordine Professionale dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali o al Collegio dei Periti Agrari o al Collegio degli Agrotecnici, l'estensione massima percentuale dell'Area di Impianto, rispetto all'Area di Intervento dovrà essere calcolata mediante:

- c. $A_{mp} = (95 - 0.00025 \cdot A_{int})$ [%] per un'Area di intervento superiore a 20000 metri quadrati; rimane invariato il valore relativo ad impianti con Area di Intervento inferiore o uguale a 20000 metri quadrati, vedi punto "b" precedente.

Non sono soggetti al rispetto di tali criteri:

- d. gli impianti fotovoltaici realizzati da Aziende agricole, su terreni di loro proprietà..
2. Per gli impianti fotovoltaici che richiedono un' Area di Intervento inferiore o uguale a 2 ettari, qualora vi fossero più richieste di installazione: su lotti contigui appartenenti ad uno stesso proprietario, o su lotti derivanti da frazionamento di una superficie di maggiore estensione, effettuato non più tardi di due anni precedente la richiesta, l'insieme degli impianti verrà considerato come unico ai fini del calcolo della superficie massima dell'Area di Impianto; seguirà pertanto i criteri di sopra riportati e riferiti ad impianti aventi Aree di Intervento maggiore di 20000 [m²].
3. Nel caso di impianti fotovoltaici contigui è necessario mantenere una distanza minima (Dist. Min.), espressa in metri, fra le Aree di Intervento e lungo tutte le direzioni, pari a:
- a. Area di Intervento maggiore di 2 ettari: $Dist. Min. = (0.00875 \cdot A_{int} - 175)$ [m] dove

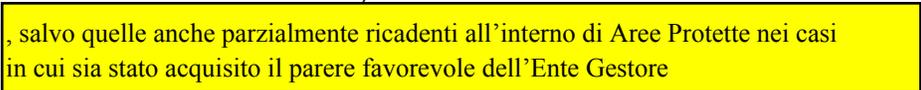
A_{int} indica la superficie dell'area di Intervento espressa in metri quadrati;

A titolo di esempio la Tab.5.1 riporta alcuni valori ottenibili dalle formule riportate in precedenza:

Superficie Area Intervento [mq]	Impianto standard		Impianto Virtuoso		Distanza minima fra le Aree di Intervento (m)
	% Area Impianto	Superficie Area Impianto [mq]	% Area Impianto	Superficie Area Impianto [mq]	
20000	90	18000	90	18000	0
25000	88	22031	89	22188	44
30000	86	25875	88	26250	88
40000	83	33000	85	34000	175
50000	79	39375	83	41250	263
60000	75	45000	80	48000	350
70000	71	49875	78	54250	438
80000	68	54000	75	60000	525
90000	64	57375	73	65250	613
100000	60	60000	70	70000	700

Tabella 5.1 – Risultato numerico dei criteri dimensionali

5.2.2 - Criteri Territoriali

4. Sono considerate NON IDONEE alle installazioni di impianti solari fotovoltaici a terra le aree seguenti:
- a. Zone A (Riserve Integrali), Zone B (Riserve generali orientate) e le Zone esterne alle precedenti (Zone C, D, ...) dei Parchi nazionali e regionali se ritenute incompatibili dal Piano del Parco;
 - b. Le Riserve Naturali Regionali e Nazionali, salvo disposizioni diverse da parte dell'ente gestore;
 - c. Le Aree coperte da uliveti, conformemente alla LR n.6/2008, salvo autorizzazione della Direzione Agricoltura della Regione
 - d. Le Aree boscate, fatto salvo quelle aree per le quali è stata ottenuta l'autorizzazione di taglio a vario titolo;
 - e. Le Aree individuate nel Piano di Assetto Idrogeologico Regionale con classe di Pericolosità P3 (Pericolosità Molto Elevata);
 - f. Le Aree percorse da incendi (come da cartografia prodotta da Regione Abruzzo-Servizio Protezione Civile-Corpo Forestale), come da Legge 353/2000;
 - g. Le Aree a rischio di esondazione di grado di pericolosità P3 (Pericolosità Elevata) e P4 (Pericolosità Molto Elevata) come individuate dal Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA);
 - h. L'Area B2 del PSR (Piano di Sviluppo Rurale), all'interno della strada "circonfucenze", per impianti fotovoltaici a terra di potenza nominale maggiore di 1 [MW]; fanno eccezione gli impianti fotovoltaici realizzati da Aziende agricole, su terreni di loro proprietà, destinati all'Autoproduzione ai sensi dell'art.2 comma 2 del D.Lgs. n.79 del 16 Marzo 1999.
 - i. Gli Insedimenti archeologici, l'impianto fotovoltaico potrà essere realizzato ad una distanza di non meno di 150 metri dai confini dell'Area Archeologica, comprovata con apposito studio la compatibilità paesaggistica dell'opera industriale; fatte salve le autorizzazioni rilasciate dalla competente Soprintendenza all'interno dell'area archeologica stessa;
 - j. La Macroarea A di salvaguardia dell'Orso Bruno Marsicano;
 - k. Le Aree SIC ,  , salvo quelle anche parzialmente ricadenti all'interno di Aree Protette nei casi in cui sia stato acquisito il parere favorevole dell'Ente Gestore

Per progetti presentati all'interno di aree IBA e richiesto uno studio di approfondimento sugli impatti eventuali indotti dall'opera sulle specie ornamentali.

E' buona norma escludere dall'installazione di impianti fotovoltaici a terra i versanti visibili di centri storici di crinale qualora la loro presenza modifichi la percezione del paesaggio in modo significativo. La visibilità deve essere verificata dai principali punti di vista di interesse pubblico e paesaggistico (autostrade, strade statali, strade di tipo panoramico, belvedere, luoghi della memoria, ecc.....), fanno eccezione le aree industriali, le aree artigianali, le cave, le discariche site all'interno dell'area di interesse e le installazioni fotovoltaiche realizzate da aziende agricole su terreni di loro proprietà.

5.2.3 Criteri di buona progettazione

5. Dovranno essere applicate le migliori tecnologie disponibili sul mercato al fine di ottimizzare le resa produttiva dell'impianto che, si ricorda, essendo su suolo agricolo di fatto impedisce, almeno parzialmente, la produzione naturale dello stesso;
6. Dove possibile dovrà essere evitato l'uso di plinti di fondazione in calcestruzzo preferendo installazioni con strutture portanti in acciaio zincato o pali di fondazione avvitati nel terreno;
7. Tutti i cavidotti interni all'area di intervento dovranno essere interrati, fatta eccezione per i tratti di collegamento elettrico fra i pannelli di una stessa fila;
8. Tutti cavidotti di collegamento dalla stazione di trasformazione alla connessione alla linea elettrica di distribuzione di media o alta tensione dovranno essere interrati;
9. E' opportuno che si valuti l'adozione di barriere vegetali autoctone per contenere l'impatto visivo indotto dall'opera;
10. Tutti i progetti dovranno essere corredati di una Carta di Intervisibilità che testimoni l'eventuale presenza di altri impianti vicini e l'interazione visiva fra gli stessi (zone di Impatto Visuale);
11. In tutti i progetti dovrà essere riportato uno studio di Analisi della visibilità dell'impianto dai principali punti di vista di interesse pubblico e paesaggistico (autostrade, strade statali, strade provinciali di alta percorrenza, strade di tipo panoramico, belvedere, luoghi della memoria, ecc.....); lo studio dovrà essere corredato di apposita documentazione di foto-restituzione dell'inserimento dell'impianto nel territorio così come "percepito" dai punti di vista prima citati.
12. Evitare che la presenza dell'impianto possa interrompere la continuità di unità di paesaggio con caratteri morfologici e naturalistico-ambientali dominanti;

13. Qualora le aree destinate all'impianto fotovoltaico venissero recintate ed equipaggiate con sistemi di allarme e di rilevazione della presenza è buona norma che si predispongano dei passaggi per gli animali attraverso l'impianto. Ciò ha come scopo quello di evitare l'interruzione della continuità ecologica preesistente e garantire così lo spostamento in sicurezza di tutte le specie animali.
14. Particolare attenzione dovrà essere posta nella progettazione di impianti siti nelle vicinanze: di pagliare, di antichi insediamenti agricoli o pastorali e di manufatti di valenza storica architettonica, come individuati dal Piano Paesaggistico Regionale
15. E' ritenuta non adeguata l'installazione di impianti fotovoltaici a terra in Aree coperte da vigneti.

5.3 – Impianti su insediamenti produttivi, industriali ed artigianali

L'inserimento di impianti fotovoltaici a terra all'interno di aree industriali, produttive o artigianali pone delle riflessioni in merito all'utilizzo di tali spazi, infrastrutturati con risorse pubbliche. Si ritiene pertanto opportuno limitare la realizzazione di impianti fotovoltaici a terra solo all'interno di lotti di pertinenza di opifici industriali esistenti.

5.4– Impianti fotovoltaici su cave e discariche

L'installazione di impianti fotovoltaici a terra all'interno dei confini di discariche controllate di rifiuti o di aree di cava dismesse, di proprietà pubblica o privata, non creano particolari problemi purché nelle immediate vicinanze delle stesse non siano presenti aree naturali; i progetti di tali impianti fotovoltaici dovranno però essere ricompresi ed autorizzati all'interno dei Piani di Recupero Ambientale sviluppati per la riqualificazione di tali aree. Per quanto riguarda l'uso delle cave dismesse è possibile solo a condizione che venga utilizzata solo la parte bassa della cava così da evitare impatti visuali rilevanti e derivanti dalla particolare conformazione orografica dell'area di cava. Per le dimensioni massime degli impianti realizzabili in tali ambiti vale quanto detto per gli impianti fotovoltaici su suolo agricolo.

5.5 - La dismissione dell'impianto

Lo smantellamento dell'impianto è, al momento, una nota dolente della produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica; in linea di massima esso può essere suddiviso in:

- A. Una fase di smontaggio dei moduli FV e delle infrastrutture dell'impianto;
- B. Una fase di separazione del pannello vero e proprio dal suo telaio di sostegno;
- C. Una fase di raccolta differenziata dei vari elementi dell'impianto;
- D. Il ritiro dei soli pannelli, comprensivi di vetro di rivestimento, da parte di Aziende specializzate;
- E. La consegna di tale materiale ad un centro per la separazione ed il recupero delle principali sostanze che compongono il pannello stesso (Cd, Te, Cu, Vetro, ecc.....).

Le suddette fasi devono essere garantite dalla società che ha in disponibilità l'impianto, insieme con il ripristino dei luoghi; quest'ultimo punto è richiesto dall'Art.12 della D.Lgs.387/2003.

La quarta fase può essere garantita anche dalla Ditta produttrice del pannello che DEVE, in tal caso, accollarsi anche l'onere per la quinta ed ultima fase, senza costo aggiuntivo per l'utilizzatore finale.

E' evidente che affinché le diverse Aziende produttrici di pannelli arrivino a stilare un vero e proprio "Environmental Agreement" deve consolidarsi un accordo comune coadiuvato dalla Comunità Europea che attesti la compatibilità dei protocolli per lo smaltimento ed il recupero dei materiali costituenti il pannello con la politica ambientale che i Paesi membri hanno sottoscritto. E' per tale ragione che oggi in Europa è nata un'organizzazione chiamata PVCYCLE, a cui aderiscono le maggiori aziende produttrici di celle e di pannelli, che ha sviluppato un protocollo congiunto di smaltimento: PVCYCLE Take-Back and Recycling Scheme, a seguito di uno studio finanziato nel 2007 dalla EPIA e dalla BSW Solar. Da quanto disponibile in letteratura sembra credibile che processi condivisi per il recupero di materiale come Indio, Cadmio o Tellurio siano altamente praticabili, a causa della mancanza o della momentanea indisponibilità di tali materiali in natura e sul mercato; diventa invece più complesso capire cosa accadrà nel recupero dei pannelli in Silicio monocristallino, che sono quelli che per primi arriveranno allo smaltimento.

Da tutto ciò si ritiene ragionevole che il soggetto che sottomette un progetto fotovoltaico alla richiesta di Autorizzazione Unica debba allegare, nella documentazione tecnica ed economica portata a corredo, anche un contratto di smaltimento (Environmental Agreement). Considerato che la tipologia progettuale richiesta per l'ottenimento dell'Autorizzazione Unica è solo DEFINITIVA e

non ESECUTIVA è indispensabile che il proponente alleggi un documento con indicate le forme di garanzia e di assistenza post-vendita delle case costruttrici di materiale fotovoltaico, dalle quali intende fornirsi, per la realizzazione dell'impianto sottoposto a valutazione.