

Assessore Assetto del Territorio:
Prof. Angela Barbanente

1ª FASE: proposta PPTR (2010)
Direttore di Area "Politiche per
l'Ambiente, le Reti e la Qualità
urbana":
Arch. Piero Cavalcoli

Responsabile scientifico:
Prof. Alberto Magnaghi

Segreteria Tecnica:
Arch. Mariavaleria Mininni
(Coordinatrice)
Arch. Aldo Creanza
Arch. Anna Migliaccio
Arch. Annamaria Gagliardi
Arch. Daniela Sallustro
Dott. Francesco Violante
Dott. Gabriella Granatiero
Ing. Grazia Maggio
Arch. Luigia Capurso
Ing. Marco Carbonara
Dott. Michele Bux
Dott. Pierclaudio Odierna

Larist - Consulenza tecnico-scientifica:
Arch. Fabio Lucchesi
(Direttore)
Arch. Daniela Poli
Arch. Massimo Carta
Arch. Sara Giacomozzi

Direzione Regionale per i Beni
Culturali e Paesaggistici della Puglia:
Arch. Ruggero Martines
Direttore Regionale
Arch. Anna Vella

responsabile del procedimento:
Arch. Vito Laricchiuta
Ing. Francesca Pace

2ª FASE: adozione PPTR (2013)
Direttore di Area "Politiche per
l'Ambiente, le Reti e la Qualità
urbana":
Arch. Roberto Gianni

Dirigente Assetto del Territorio:
Ing. Francesca Pace

Servizio Assetto del Territorio:
Arch. Aldo Creanza
(Coordinamento generale)

Larist
Consulenza tecnico-scientifica:
Arch. Fabio Lucchesi
(Direttore)
Arch. Massimo Carta
Dott. Gabriella Granatiero
Arch. Sara Giacomozzi

Ministero dei Beni e delle Attività
Culturali e del Turismo
Direzione Generale PaBAAC
Dott.ssa Maddalena Ragni
Direttore Generale
Arch. Roberto Banchini
Arch. Carmela Iannotti

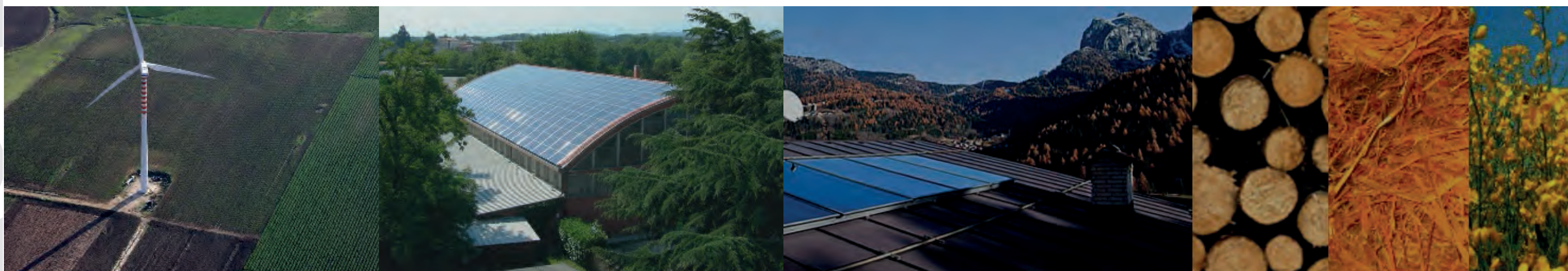
Direzione Regionale per i Beni
Culturali e Paesaggistici della Puglia:
Dott. Gregorio Angelini
Direttore Regionale
Arch. Anita Guarnieri

Linee guida 4.4

4.4.1 parte prima

Linee guida sulla progettazione e localizzazione di impianti di energia rinnovabile

SECONDA FASE
Revisione a cura di:
Arch. Luigia Capurso
(Coordinamento generale)
Ing. Giovanna Mangialardi



piano paesaggistico territoriale regionale
REGIONE PUGLIA - Assessorato all'Assetto del Territorio

3ª FASE: approvazione PPTR (2015)

*Direttore Area “Politiche per
l'Ambiente, le Reti e la Qualità
urbana”*

Dott. Francesco Palumbo

Dirigente Assetto del Territorio:

Ing. Francesca Pace

Servizio Assetto del Territorio:

Arch. Aldo Creanza

Ing. Marco Carbonara

Dott. Antonio Sigismondi

Dott. Tommaso Vinciguerra

Arch. Luigia Capurso

Arch. Stefania Cascella

Ing. Vittoria Greco

P.A. Pasquale Laruccia

Ing. Grazia Maggio

*Consulenza giuridica per la
elaborazione delle Norme Tecniche:*

Avv. Alessandra Inguscio

Collaborazioni:

Arch. Enrico Ancora

Ing. Antonio Bellanova

Arch. Raffaella Enriquez

Ing. Carmen Locorriere

Ing. Marco Marangi Dott.

Francesco Matarrese Dott.

Roberta Serini Arch. Rocco

Pastore

Ministero dei Beni e delle Attività

Culturali e del Turismo

Direzione Generale PaBAAC

Arch. Francesco Scoppola

Direttore Generale

Arch. Roberto Banchini

Arch. Carmela Iannotti

Direzione Regionale per i Beni

Culturali e Paesaggistici della Puglia:

Dott. Maria Carolina Nardella

Direttore Regionale

Arch. Anita Guarnieri

Arch. Maria Franchini

Soprintendenza per i Beni Architettonici e

Paesaggistici per le province Bari, Barletta -

Andria - Trani e Foggia

Arch. Lucia Caliandro

Arch. Mara Carcavallo

Dott.ssa Ida Fini

Arch. Angela Maria Quartulli

Soprintendenza per i Beni Architettonici e

Paesaggistici per le province Lecce, Brindisi e

Taranto

Arch. Pietro Copani

Arch. Alessandra Mongelli

Soprintendenza per i Beni Archeologici della

Puglia

Dott.ssa Francesca Radina

Dott.ssa Annalisa Biffino

Dott. Italo Maria Muntoni

*Si ringraziano i responsabili degli Uffici e dei
Servizi Regionali che, a vario titolo, hanno dato
il proprio contributo nella fase di approvazione
del Piano.*

*Un ringraziamento particolare a Tina Caroppo,
responsabile del servizio informativo territoriale
di InnovaPuglia per il supporto tecnico fornito,
a Marella Lamacchia, dirigente dell'Ufficio
Attuazione Pianificazione paesaggistica, per gli
utili suggerimenti finalizzati ad agevolare la
messa in pratica del Piano e, naturalmente, a
tutti i componenti del Servizio Assetto del
Territorio.*

Progetto veste grafica e impaginazione

Aldo Creanza

Indice

a

Quadro generale

b

Il progetto energetico

b1 eolico

b2 solare termico e fotovoltaico

b3 biomasse

b4 APPEA



Quadro generale

a1 PPTR Obiettivo strategico 10. Definire standard di qualità territoriale e paesaggistica nello sviluppo delle energie rinnovabili

a1.1 Finalità

a1.2 Obiettivi specifici del PPTR

a2 Le linee guida regionali

a2.1 Finalità

a2.2 Struttura

A3 Quadro normativo e programmatico di riferimento per le politiche energetiche della Regione Puglia



Il progetto energetico

b 1 EOLICO

b1.1 stato attuale

b.1.1.1 Risorse e potenziali

b.1.1.2 Criticità

b1.2 Il progetto

b1.2.1 Obiettivi

b1.2.2 Ruolo del PPTR nella costruzione del nuovo paesaggio energetico

b1.2.3 Criteri per l'individuazione delle aree sensibili

b1.2.3.1 On shore di piccole dimensioni
con potenza fino a 60 KW

b1.2.3.2 On shore di medie e grandi dimensioni

b1.2.3.3 Eolico off-shore

b.1.2.4 Impatti visivi e cumulativi: criteri valutativi e orientamenti metodologici.

b1.2.4.1 Analisi e valutazione degli impatti visivi

b1.2.5. Raccomandazioni per la progettazione e la valutazione paesaggistica

b1.2.5.1 Ubicazione

b1.2.5.1.1 Densità

b1.2.5.1.2 Distanze

b1.2.5.1.3 Land form

b1.2.5.1.4 Land use

b1.2.5.2 Tipologia

b1.2.5.2.1 Macchine

b1.2.5.2.2 Dimensione

b1.2.5.2.3 Colore

b1.2.5.2.4 Mitigazione impianti

b1.2.5.4.5 Dismissione/sostituzione
impianti

b 2 SOLARE TERMICO E FOTOVOLTAICO

b2.1 Stato attuale

- b2.1.1 Risorse
- b2.1.2 Criticità

b2.2 Il progetto

- b2.2.1 Obiettivi
- b2.2.2 Limitazioni e criteri valutativi
- b2.2.3 Criteri e orientamenti metodologici
- b2.2.4 Best Practices
- b2.2.5 Abaco degli Indirizzi
- b2.2.6 Alcune tecnologie fotovoltaiche presenti sul mercato

b 3 BIOMASSE

b3.1 Stato attuale

- b3.1.1 Risorse
- B3.1.2 Potenziali
- b3.1.3 Criticità

b3.2 Il progetto

- b3.2.1 Obiettivi

B4 APPEA

- b4.1Garantire il risparmio energetico e massimizzare l’utilizzo di fonti rinnovabili nelle APPEA



Quadro generale

Quadro generale

a1 PPTR Obiettivo strategico 10

Definire standard di qualità territoriale e paesaggistica nello sviluppo delle energie rinnovabili

a1.1 Finalità

La riduzione dei consumi da un lato e la produzione di energia rinnovabile dall'altro sono i principali obiettivi della Pianificazione energetica regionale (Pear) che il PPTR assume per orientare le azioni verso un adeguamento ed un potenziamento dell'infrastruttura energetica che punti anche a definire standard di qualità territoriale e paesaggistica. E' necessario ripensare una città ed un territorio a basso consumo, ma anche ad alto potenziale produttivo che favorisca l'ipotesi di un decentramento del sistema di approvvigionamento energetico in linea con le politiche internazionali.

Il Piano, coerentemente con la visione dello sviluppo autosostenibile fondato sulla valorizzazione delle risorse patrimoniali, orienta le sue azioni in campo energetico verso una valorizzazione dei potenziali mix energetici peculiari della regione. Dall'osservazione dell'atlante eolico e delle mappe di irraggiamento solare emergono considerevoli potenzialità per lo sfruttamento di energie rinnovabili. Inoltre la dimensione della produzione olivicola e vinicola rivela una notevole potenzialità di recupero energetico dalle potature. La Puglia costituisce un enorme serbatoio energetico sia rispetto all'energia solare ed eolica che rispetto ai potenziali di sfruttamento delle biomasse.

Le sue vantaggiose condizioni hanno tuttavia convogliato interessi ed investimenti sul territorio provocando trasformazioni spesso poco controllate da una pianificazione a scala territoriale quanto piuttosto gestite da logiche locali poco attente all'effetto provocato da un numero sempre crescente di impianti che poco si sono confrontati con i caratteri strutturali del paesaggio e con i suoi elementi identitari.

Ad oggi la Puglia produce più energia di quanto ne consumi; è quindi necessario orientare la produzione di energia e l'eventuale formazione di nuovi distretti energetici verso uno sviluppo compatibile con il territorio e con il paesaggio; pensare all'energia anche come tema centrale di un processo di riqualificazione della città, come occasione per convertire risorse nel miglioramento delle aree produttive, delle periferie, della campagna urbanizzata creando le giuste sinergie tra crescita del settore energetico, valorizzazione del paesaggi e salvaguardia dei suoi caratteri identitari.

Le sinergie possono divenire punto di partenza per la costruzione di basi di intesa tra comuni ed enti interessati. Un primo obiettivo è quello di rafforzarle per generare nuovi processi di riqualificazione

del territorio e per creare incentivi non solo perché la costruzione di un impianto muove delle risorse, ma anche perché produce delle trasformazioni che possono essere guidate da forme di concentrazione più chiaramente espresse in altri strumenti di pianificazione.

Il PPTR propone di favorire la *concentrazione degli impianti eolici e fotovoltaici e delle centrali a biomassa nelle aree produttive pianificate*. Occorre in questa direzione ripensare alle aree produttive come a delle vere e proprie centrali di produzione energetica dove sia possibile progettare l'integrazione delle diverse tecnologie in cicli di simbiosi produttiva a vantaggio delle stesse aziende che usufruiscono della energia e del calore prodotti. Tutto questo si colloca nel più ampio scenario progettuale delle *Aree produttive paesisticamente e ecologicamente attrezzabili* (APPEA vedi linee guida).

La concentrazione di impianti nelle piattaforme industriali da un lato riduce gli impatti sul paesaggio e previene il dilagare ulteriore di impianti sul territorio, dall'altro evita problemi di saturazione delle reti, utilizzando le centrali di trasformazione già presenti nelle aree produttive.

Il piano infine orienta le azioni ed i progetti verso politiche *dell'autoconsumo*, rivolte ai Comuni e ai singoli utenti.

a1.2 Obiettivi specifici del PPTR

- favorire la riduzione dei consumi di energia;
- favorire lo sviluppo delle energie rinnovabili sul territorio;
- favorire l'uso integrato delle FER sul territorio;
- definire standard di qualità territoriale e paesaggistica nello sviluppo delle energie rinnovabili
- progettare il passaggio dai “campi alle officine”, favorendo la concentrazione delle nuove centrali di produzione di energia da fonti rinnovabili in aree produttive o prossime ad esse
- disincentivare la localizzazione di centrali fotovoltaiche a terra nei paesaggi rurali;
- misure per cointeressare i comuni nella produzione di megaeolico (riduzione);
- limitazione drastica delle zone vocate favorendo l'aggregazione intercomunale;
- attivare regole per le energie da autoconsumo (eolico, fotovoltaico, solare termico) nelle città e negli edifici rurali ;
- attivare azioni sinergiche e l'integrazione dei processi;
- sviluppare l'energia da biomasse: potature oliveti e vigneti, rimboschimenti con funzioni di mitigazione ambientale, ecc.



a2. Le Linee guida Regionali

a2.1 Finalità

Le presenti linee guida si pongono come finalità la costruzione condivisa di regole per la progettazione di impianti da fonti rinnovabili.

Sono pertanto rivolte ad amministratori, politici, imprenditori, tecnici progettisti, a tutti coloro che devono condividere, sia per la progettazione che per la valutazione di compatibilità, scelte di trasformazione del territorio legate a nuove forme di infrastrutturazione energetica.

In un quadro normativo regionale già articolato e complesso rispetto al tema energia è necessario inserire indicazioni relative al rapporto degli impianti con il territorio. Il Piano Energetico Regionale (PEAR) che si configura oggi come un quadro di programmazione va completato con un documento che chiarisca il ruolo assunto dalle fonti rinnovabili nella costruzione del paesaggio contemporaneo.

Attraverso una pianificazione energetica paesaggisticamente orientata che ad una scala territoriale valuti le conseguenze fisiche di alcune scelte è possibile costruire delle linee guida ed in qualche modo orientare le risorse verso uno sviluppo a tutto campo del territorio. Spesso ci si trova di fronte a progetti di dettaglio non inquadrati all'interno di una politica territoriale ampia se non di tipo programmatorio. Ancora poco consolidate appaiono nel contesto regionale ma anche nazionale le esperienze di pianificazione che affrontino la questione energetica ad una scala territoriale. La pianificazione energetica di matrice territoriale dovrà in modo sempre più ampio affrontare il tema dei nuovi modelli energetici in relazione al sistema insediativo e agrario definendo in modo chiaro regole e materiali del paesaggio contemporaneo orientati ad uno sviluppo sostenibile.

Le mappe dell'intensità del vento, dell'irraggiamento termico disegnano lo spazio dell'energia che interseca i segni del paesaggio agrario, l'orografia del suolo, le diverse forme del paesaggio urbano.

Il progetto energetico contenuto nelle linee guida rafforza i rapporti tra intensità energetica e territorio rendendoli più chiari, costruendo un codice ed un linguaggio che rendano più esplicito e diretto il rapporto tra energia e territorio; dando una forma riconoscibile all'energia che in modi diversi si relaziona ai diversi contesti.

Le linee guida hanno il compito di costruire regole, scenari, immagini del rapporto tra nuove infrastrutture energetiche da fonti rinnovabili e il sistema insediativo, rurale, naturale della Regione Puglia.

La scelta di occuparsi di energia eolica, solare termica e fotovoltaica, biomassa, è legata alle maggiori problematiche di integrazione con il paesaggio riscontrate negli ultimi anni per queste tecnologie.

Uno sguardo alle tecniche attualmente in uso per la produzione di energia da fonti rinnovabili non restituisce un quadro cognitivo esaustivo, a causa del continuo e sempre più rapido evolversi delle condizioni di mercato. Il fattore temporale diviene fondamentale nella valutazione dell'efficacia e della diffusione sul mercato di gran parte delle tecnologie adottate, nella produzione e distribuzione di energia.

L'estrema variabilità investe tutti i campi dell'energia: dalle risorse, alle differenti tipologie di impianto, alle differenti modalità aggregative, al rapporto con il territorio.

Dalla macro alla micro scala, dal grande impianto al singolo pannello fotovoltaico la tecnologia sembra cambiare continuamente le regole ed i rapporti tra le forze in gioco.

E' necessario fare un passo indietro e guardare alle diverse tecniche con uno sguardo di provvisorietà, ma anche con la consapevolezza che alcune di queste possano costruire differenti modelli territoriali, fermo restando che ad una macro scala sia spaziale che temporale qualsiasi considerazione si colloca in un discorso più ampio in continua evoluzione. La riflessione condotta all'interno di queste linee guida diviene il tassello di un ragionamento più ampio e dilatato su scala spaziale e temporale, la tessera di un mosaico che restituisce l'immagine complessa del rapporto tra energia e territorio.

a2..2 Struttura

Le linee guida sono articolate in tre diverse sezioni relative a: eolico, solare e biomassa.

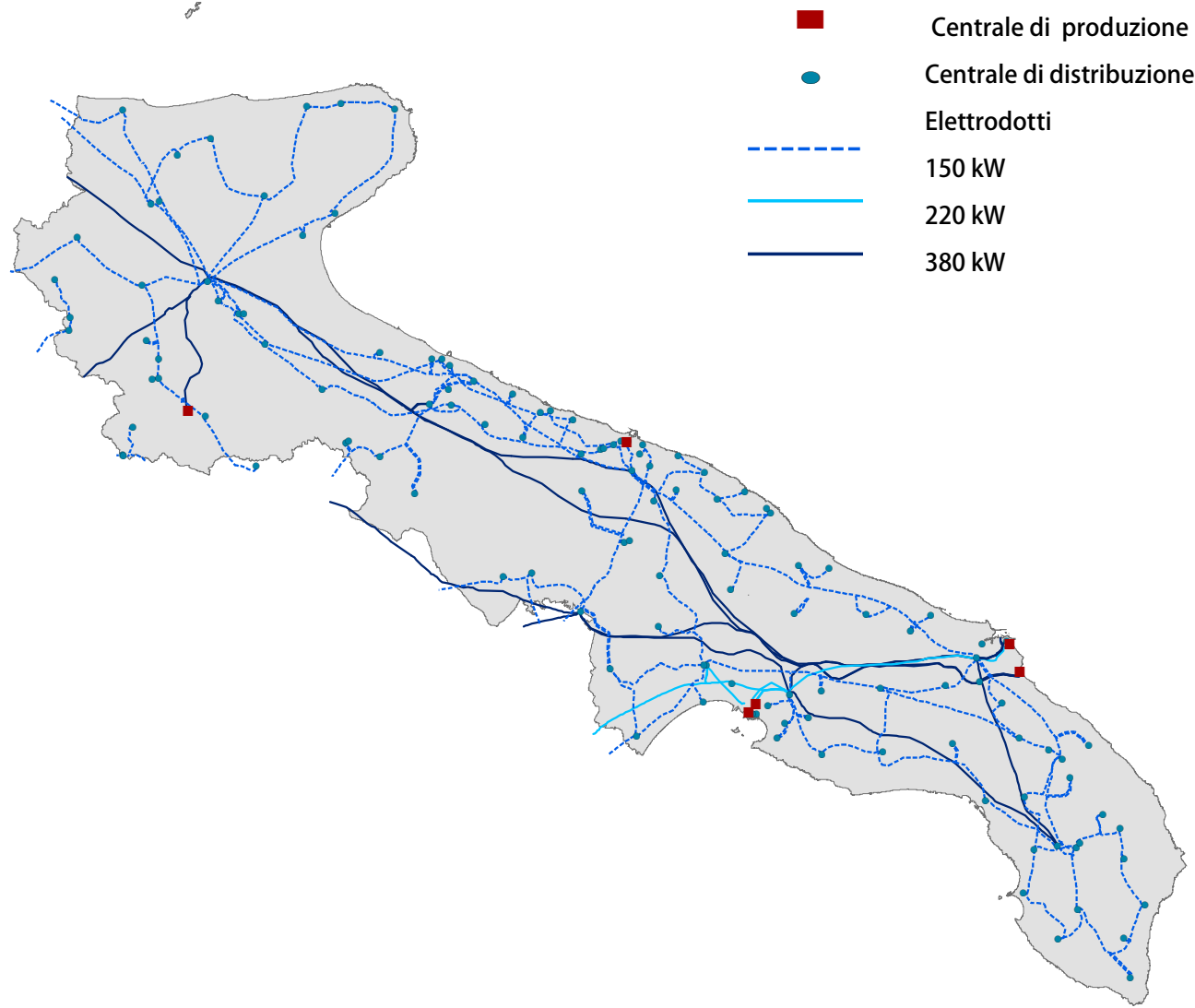
In ciascuna di esse sono esplicitate da un lato le *direttive* relative alla localizzazione degli impianti, dall'altro le *raccomandazioni* intese come suggerimenti alla progettazione per un buon inserimento nel paesaggio di impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili.

Le *direttive* e le *raccomandazioni* sono in alcuni casi accompagnate da scenari e da simulazioni che rendono più efficaci i concetti espressi e le loro conseguenze a livello territoriale.

Lo scenario non assume in questo contesto carattere previsivo ma acquista valore conoscitivo ed in alcuni casi progettuale. Lo scenario attraversa le due dimensioni geografica ed architettonica: la prima affronta il tema delle potenzialità energetiche ad una scala territoriale; la seconda invece parte da un scala di dettaglio e definisce regole e prestazioni per un nuovo paesaggio urbano. Lo scenario energetico parte da alcune ipotesi e tenta di valutarne gli effetti sul territorio, di problematizzare, di far emergere *conflitti* e *sinergie* derivanti dall'applicazione di un nuovo modello energetico al paesaggio contemporaneo.

Supporto importante alla costruzione delle linee guida è stato fornito anche dalla letteratura e dalle esperienze già in corso in altri paesi europei. Ciascuna sezione contiene dei box esemplificativi di *best practices* relative ad impianti già realizzati, o a studi, programmi, piani avviati in altri contesti italiani ed europei.

A questo proposito obiettivo delle linee guida è anche quello di costruire una base comune di riferimenti conoscitivi al fine di indirizzare verso una più alta qualità *paesaggistica* la progettazione di nuovi impianti.



Rete di distribuzione e centrali elettriche

Il parco di generazione presente in Puglia copre per intero la richiesta di energia elettrica regionale ed il surplus prodotto viene scambiato con le altre regioni. In particolare gli impianti termoelettrici presenti producono il 181% del fabbisogno regionale, mentre la produzione da fonti rinnovabili si attesta al 6% del fabbisogno regionale. Negli ultimi anni si è verificata su tutto il territorio regionale una crescita del 97% della potenza installata da fonti rinnovabili, in particolare la crescita di eolici. (TERNA)

a. 3 Quadro normativo e programmatico di riferimento per le politiche energetiche della Regione Puglia

Programmazione energetica

- “Piano Energetico Ambientale Regionale” (DGR n. 827 dell’08 giugno 2007);
- L.R. n. 25 del 24 settembre 2012 “Regolazione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili”.

Quadro normativo

- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” e ssmii;
- L. n. 239, 23 agosto 2004, “Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia”;
- L.R. n. 11/2001 “Norme sulla valutazione di impatto ambientale” e ssmii;
- D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 denominato “Norme in materia ambientale”, come modificato dal D. Lgs. n. 4/2008, D. Lgs. n. 128/2010;
- L.R. n. 17 del 14 giugno 2007 “Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione” e ssmii;
- L.R. n. 31 del 21 ottobre 2008 “Norme in materia di produzione di energia da fonti rinnovabili e per la riduzione di immissioni inquinanti e in materia ambientale” e ssmii;
- L. r. n. 13 del 24 dicembre 2008 “Norme per l’Abitare Sostenibile” e ssmii;
- Decreto Ministeriale 10 settembre 2010 “linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” e ssmii;
- Regolamento Regionale n. 24 del 28 settembre 2005, – “Regolamento attuativo del Decreto del Ministero del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 settembre 2010, “Linee Guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della regione Puglia”;
- Regolamento Regionale n. 29 del 30 novembre 2012 – “ Modifiche urgenti, ai sensi dell’art. 44 comma 3 dello Statuto della Regione Puglia (L.R. 12 maggio 2004, n. 7), del Regolamento Regionale 30 dicembre 2012, n. 24 “Regolamento attuativo del Decreto del Ministero dello Sviluppo del 10 settembre 2010 Linee Guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Puglia”;

- D.Lgs n. 28 del 3 marzo 2011, “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

Delibere di giunta regionale

- Deliberazione della Giunta Regionale n. 131/2004, “Linee Guida per la Realizzazione di Impianti Eolici nella Regione Puglia”;
- Delibera di Giunta Regionale n. 1471/2009 “Approvazione del Sistema di Certificazione di Sostenibilità degli edifici a destinazione residenziale ai sensi degli articoli 9 e 10 della legge regionale n. 13/2008 (“Norme per l’abitare sostenibile”);
- Delibera di Giunta Regionale n. 2272/2009 “Certificazione di sostenibilità degli edifici a destinazione residenziale”: Procedure, Sistema di Accreditamento dei soggetti abilitati al rilascio, Rapporto con la Certificazione Energetica e integrazione a tal fine del Sistema di Valutazione approvato con DGR 1471/2009 e relativi allegati;
- Delibera di Giunta Regionale n. 923/2010 “Certificazione di sostenibilità degli edifici a destinazione residenziale ai sensi della Legge Regionale “Norme per l’abitare sostenibile” (art. 9 e 10, l.r. 13/2008): Specificazioni in merito alla delibera di Giunta Regionale n. 2272 del 2009;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 3029/2010, “Approvazione della disciplina del procedimento unico di autorizzazione alla realizzazione ed all’esercizio di impianti di produzione di energia elettrica”;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 2084/2010 “BUONE PRATICHE PER LA PRODUZIONE DI PAESAGGIO: approvazione schema di protocollo di intesa tra la regione puglia, enti locali e società proponenti impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile”;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 416/2011, Circolare n. 2/2011 “Indicazioni in merito alle procedure autorizzative e abilitative di impianti fotovoltaici collocati su edifici e manufatti in genere”;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 2155/ 2011 “ linee guida per il finanziamento di interventi di miglioramento della sostenibilità ambientale e delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio pubblico del settore terziario”;

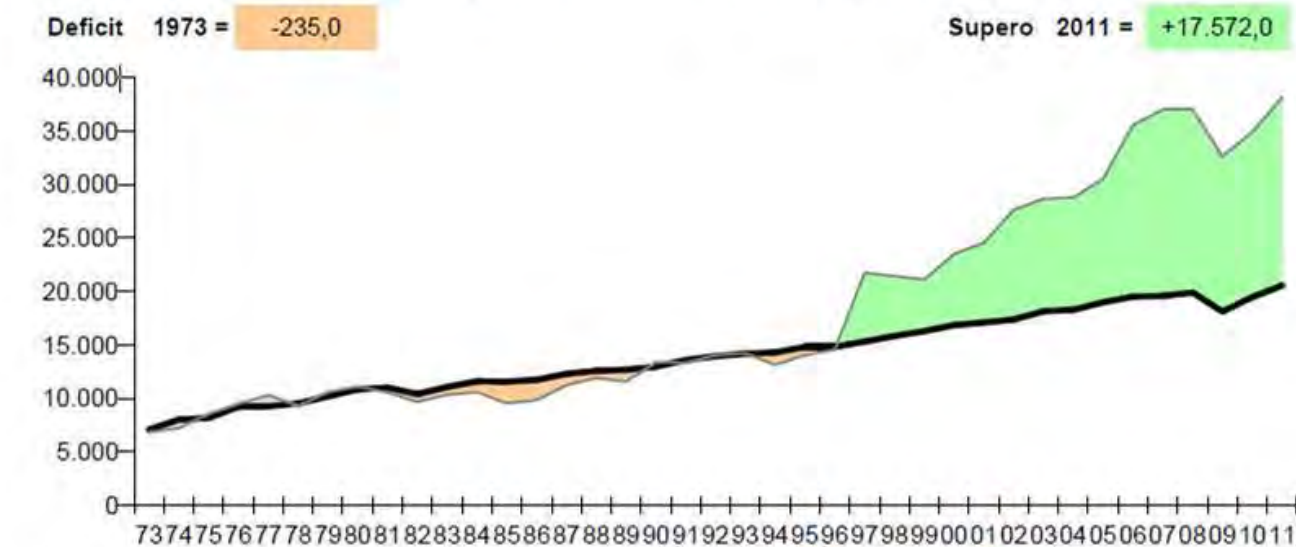
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 2122/2012 “Indirizzi per l'integrazione procedimentale e per la valutazione degli impatti cumulativi di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili nella Valutazione di Impatto Ambientale”;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 2275/2012, “D.G.R. 1370/07 Programma regionale PRO-BIO. Approvazione della ‘Banca dati regionale del potenziale di biomasse agricole”;
- Deliberazione della Giunta Regionale n. 107/ 2012- Circolare n. 1/2012 Criteri-Modalità e Procedimenti Amministrativi connessi all'autorizzazione per la realizzazione di serre Fotovoltaiche sul territorio regionale.

Regolamenti

- Regolamento Regionale n. 12 del 14 luglio 2008, “Regolamento per la realizzazione degli impianti di produzione di energia alimentata a biomasse”;
- Regolamento Regionale n. 28 del 22 dicembre 2008, “ Modifiche e integrazioni al Regolamento Regionale 18 luglio 2008, n. 15, in recepimento dei “Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZCS) e Zone di Protezione Speciale (ZPS)” introdotti con D.M. 17 ottobre 2007.

Energia richiesta

Energia richiesta in Puglia GWh 20.579,8
 Deficit (-) Superi (+) della produzione rispetto alla richiesta GWh +17.572,0 (+85,4%)



Consumi per categoria di utilizzatori e provincia

Deficit Superi
 Richiesta Produzione

GWh

	Agricoltura	Industria	Terziario ²	Domestico	Totale ²
Bari	156,3	1.143,9	1.538,7	1.336,8	4.175,7
Barletta-Andria-Trani	64,7	303,0	354,7	379,3	1.101,7
Brindisi	50,0	1.109,0	418,5	451,7	2.029,2
Foggia	118,0	578,3	669,9	601,4	1.967,6
Lecce	74,8	447,3	869,4	918,7	2.310,2
Taranto	82,0	5.706,6	624,5	658,4	7.071,6
Totale	545,8	9.288,1	4.475,8	4.346,3	18.656,0

Dati TERNA 2011





b Il progetto energetico





B1

Il progetto energetico: eolico



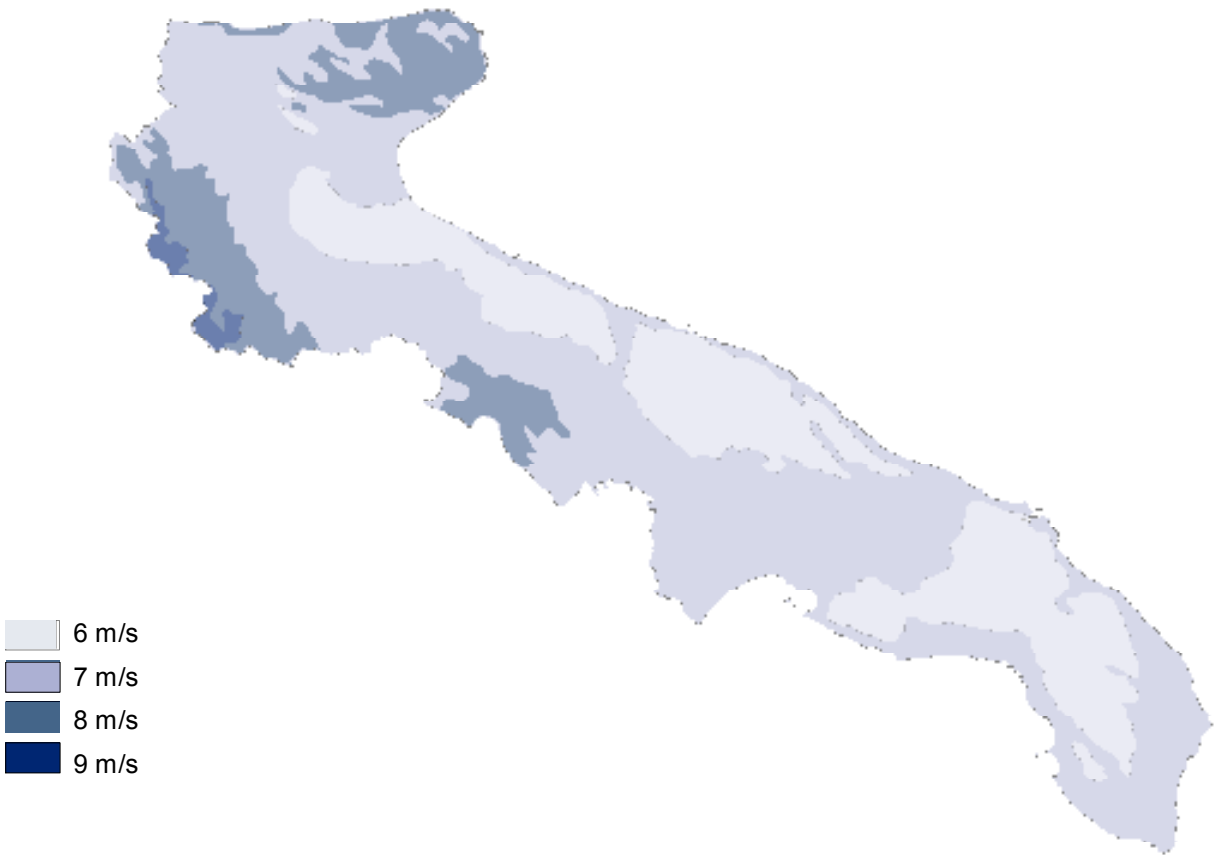
b.1 .1 Stato attuale

b1.1.1 Risorse e potenziali

La Puglia si trova in una condizione vantaggiosa per ciò che concerne la risorsa vento. Sia le mappe eoliche elaborate dall'Università del Salento per la Regione Puglia sia l'atlante eolico del CESI elaborato su scala nazionale mostrano aree di forte ventosità soprattutto in corrispondenza del Subappennino Dauno, delle serre salentine , della Murgia alta.

In alcune zone del Subappennino Dauno ad esempio la velocità media annua del vento a 70 m s.l.t raggiunge i 9 m/s ; e comunque in gran parte dei territori interni tale velocità oscilla tra i 7 e gli 8 m/s. Sono valori ottimali per lo sfruttamento del vento a fini energetici, se si considera che con le moderne tecnologie una velocità del vento di 6 m/s è sufficiente per avviare il funzionamento di un impianto di grande taglia.

Ma per valutare i potenziali eolici di un territorio è necessario confrontarsi con altri aspetti e parametri come la *rugosità*, che tengano conto dei diversi usi del territorio, delle densità abitative, del grado di porosità di alcuni ostacoli. Ad esempio, territori ad alta densità abitativa sono meno adatti alla localizzazione di impianti eolici, così come i contesti caratterizzati da un alto indice di boscosità presentano maggiori problematiche nella progettazione di nuovi impianti eolici. Allo stesso modo è necessario considerare nella localizzazione di aerogeneratori di grande taglia quegli elementi *identitari* del paesaggio pugliese che fanno di questo territorio non un supporto neutro ,ma denso di segni e significati di cui bisogna tener conto nel progetto.



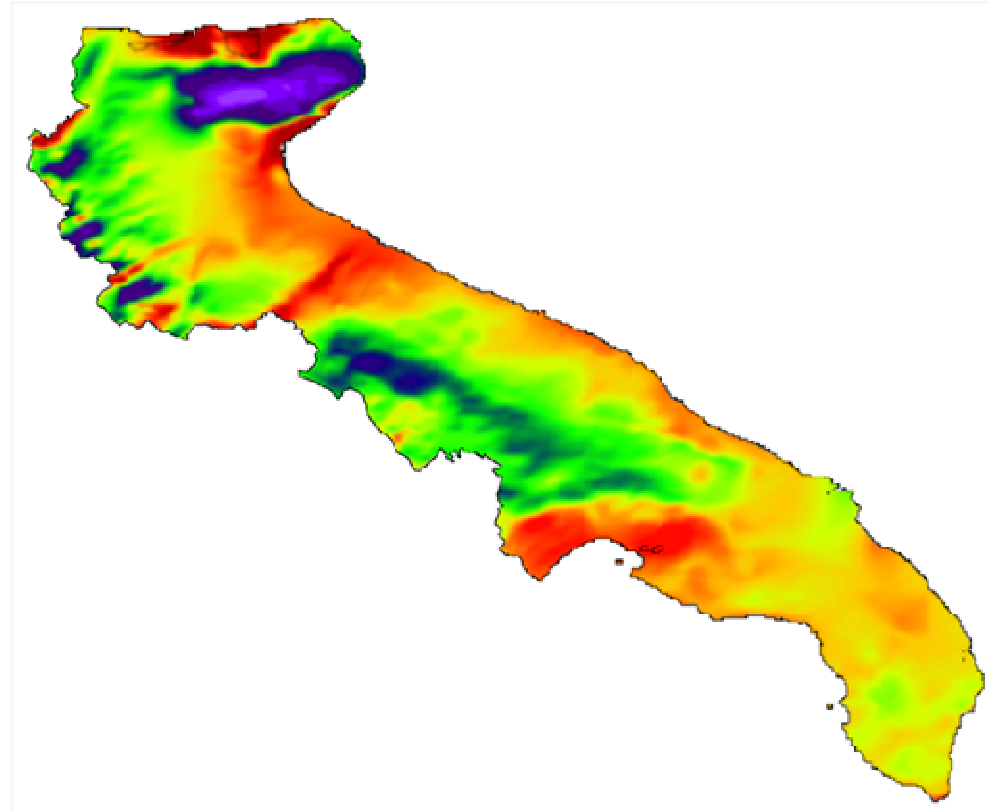
Mappa della velocità media annua del vento a 70 m s.l.t.
Elaborazione CESI in collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova

Potenzialità eolica regionale on-shore da Atlante Eolico della Regione Puglia del Centro Ricerche Energia Ambiente, Università del Salento.

Le mappe della potenzialità eolica in Puglia sono state elaborate dal Centro Ricerche Energia Ambiente dell'Università del Salento utilizzando il metodo di simulazione META che si avvale di modelli matematici. L'analisi e l'elaborazione della potenzialità eolica espressa in W/mq sono state realizzate grazie alla ricostruzione delle caratteristiche geomorfiche , dei dati anemometrici e di tutte le variabili metereologiche atte alla valutazione del flusso di calore che influenza i campi di vento. L'applicazione META permette , inoltre, di valutare la capacità di produrre energia a quote superiori rispetto a quelle di rilevamento dei comuni anemometri , cioè proprio in corrispondenza del rotore della turbina eolica.

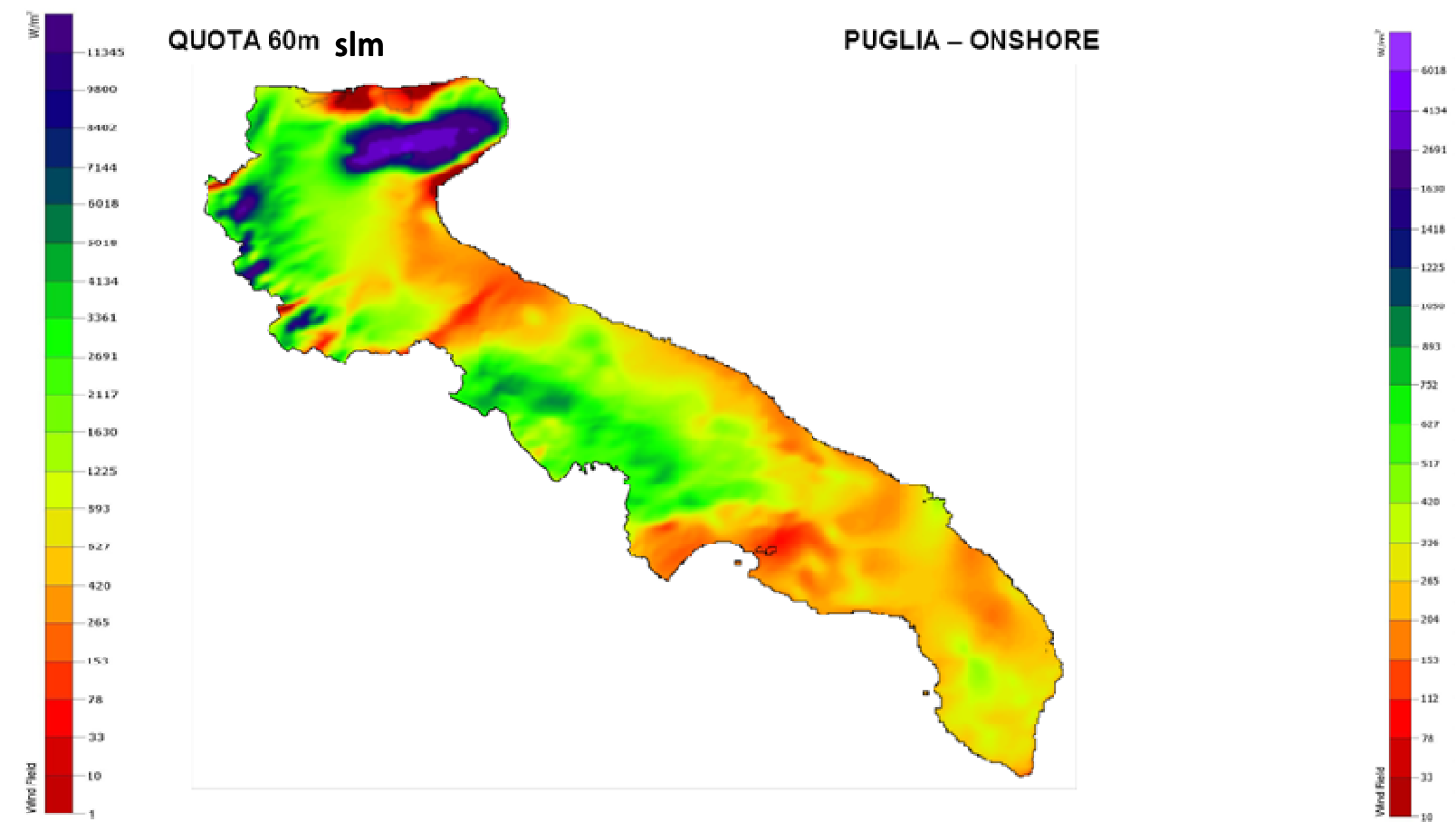
QUOTA 35m slm

PUGLIA – ONSHORE



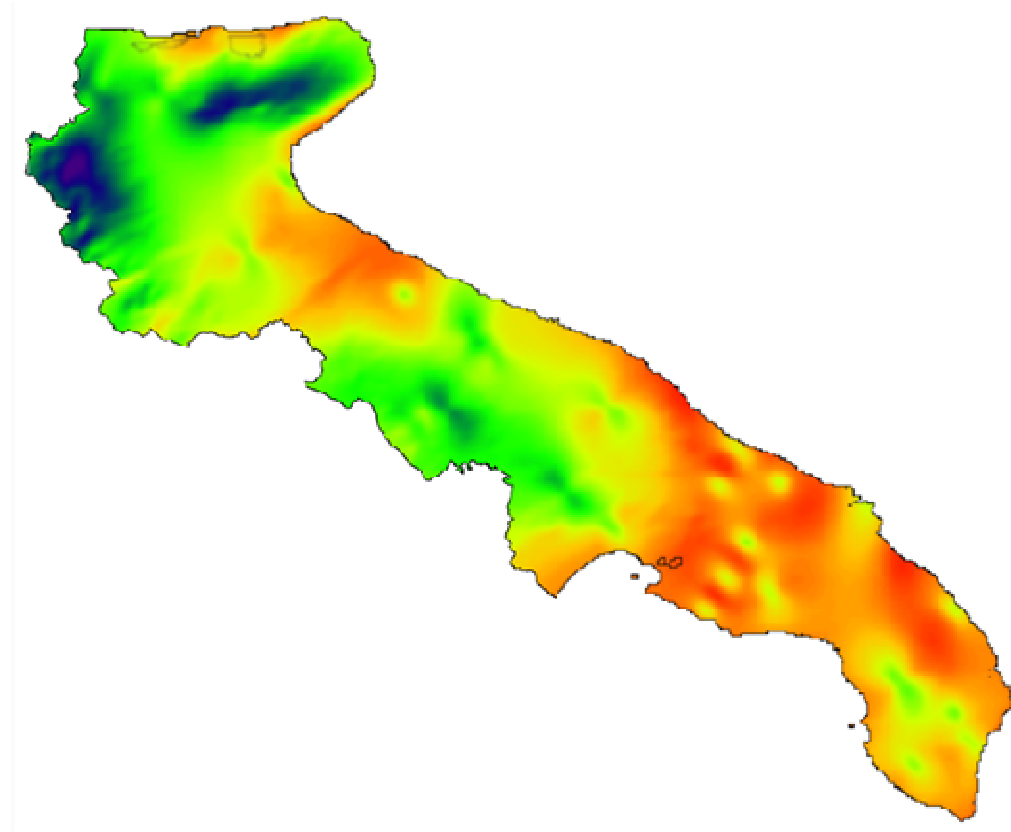
QUOTA 60m slm

PUGLIA – ONSHORE



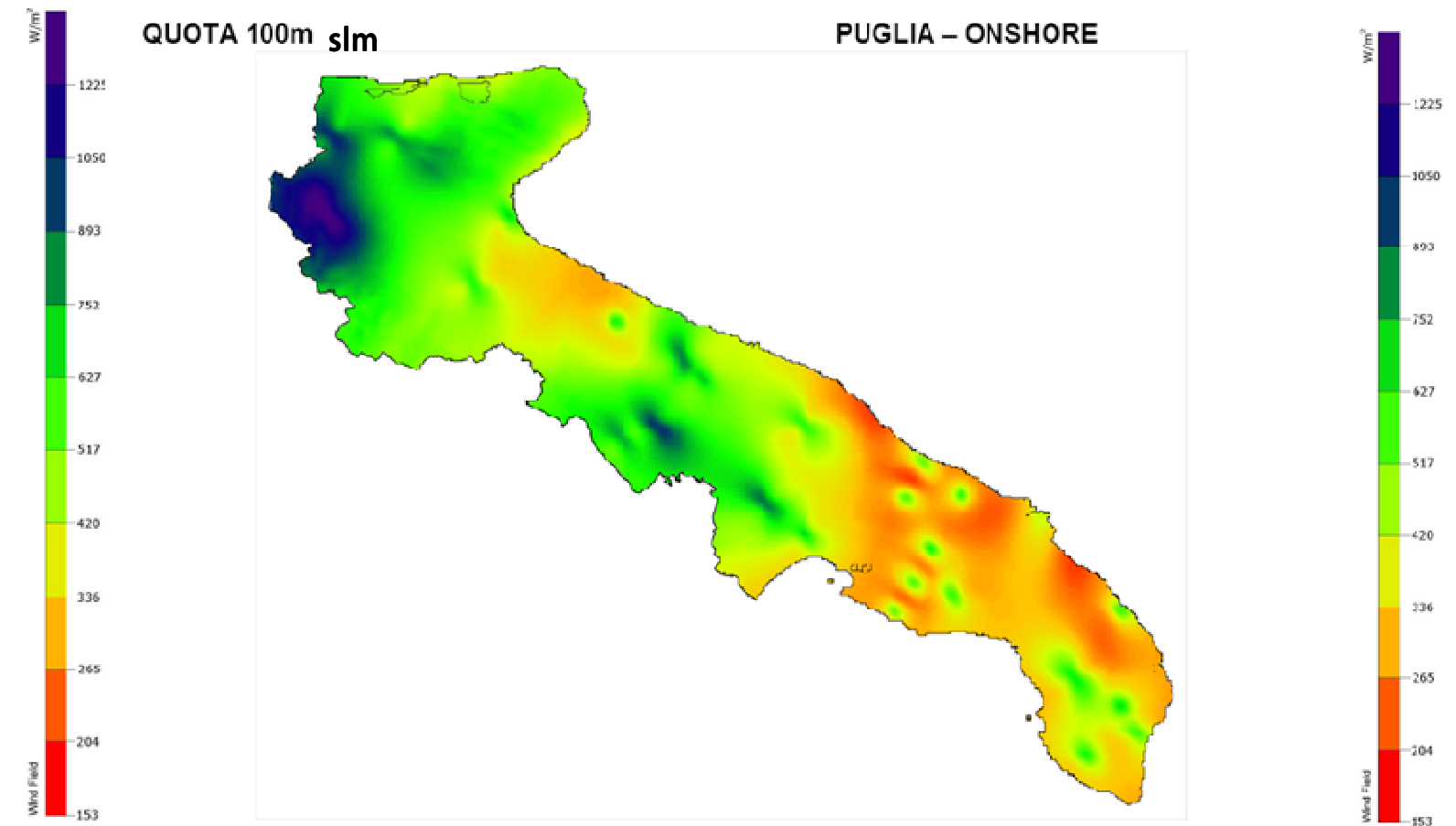
QUOTA 80m slm

PUGLIA – ONSHORE

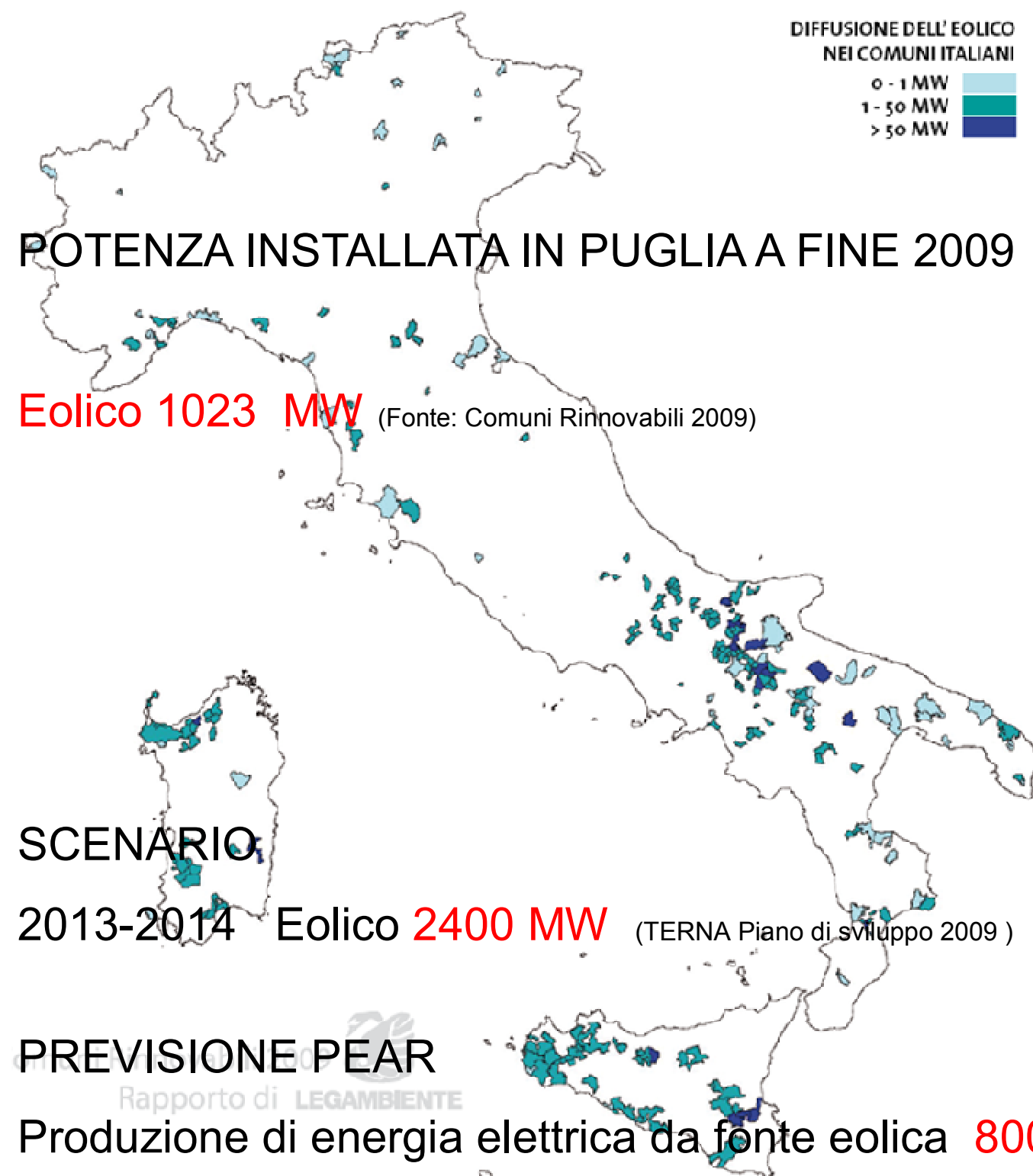


QUOTA 100m slm

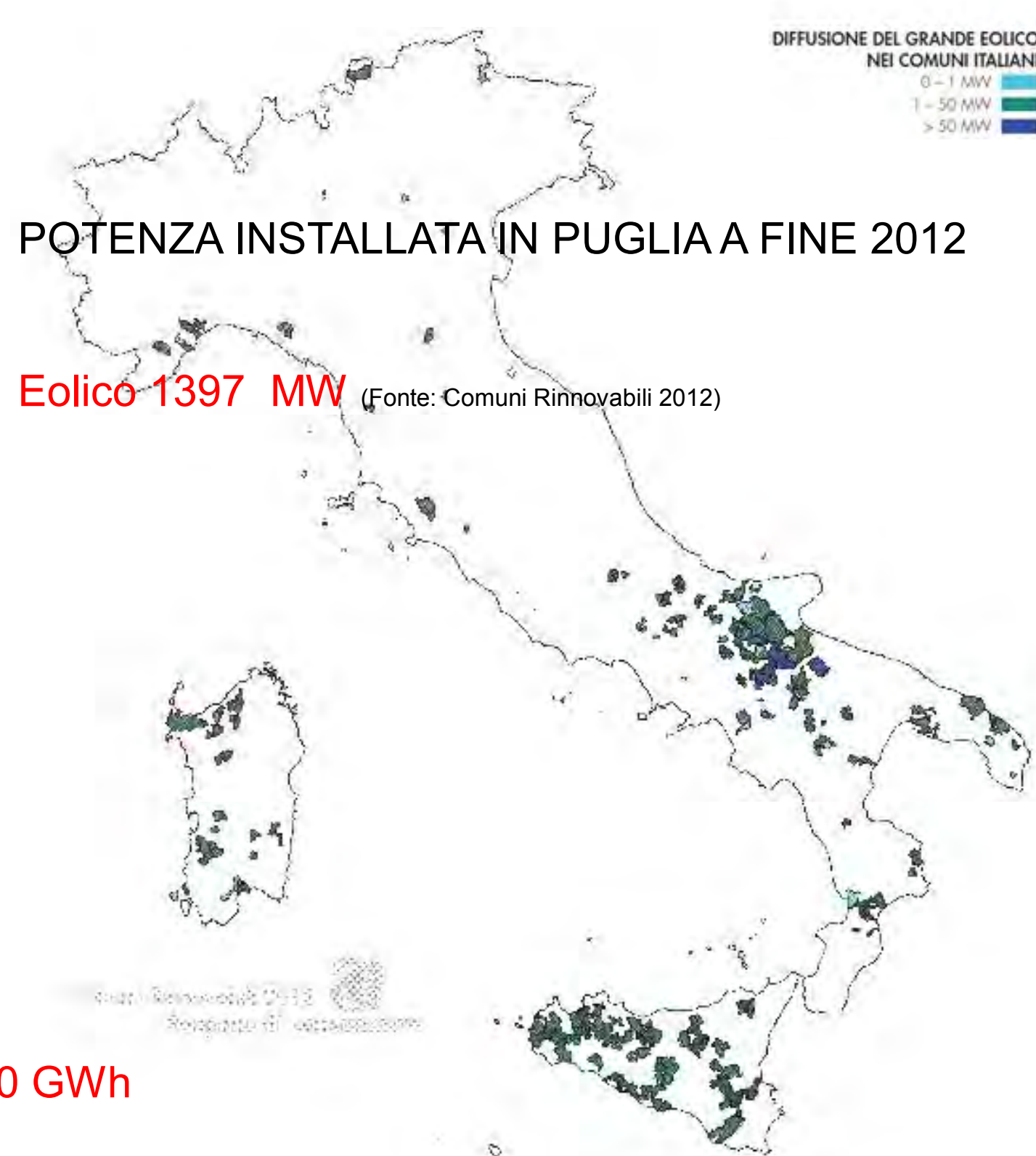
PUGLIA – ONSHORE



Eolico di media grande taglia



Fonte "Comuni Rinnovabili 2009" Rapporto di Legambiente



Fonte "Comuni Rinnovabili 2012" Rapporto di Legambiente

EOLICO

Eolico di piccola taglia

Le mappe della diffusione di eolico nei Comuni italiani elaborate da Legambiente mostrano un'elevata concentrazione di impianti nelle regioni meridionali in particolare Sicilia, Puglia e Campania i cui territori costituiscono ad oggi i più grandi bacini eolici su scala nazionale. In queste regioni si contano diversi Comuni con una potenza eolica installata superiore ai 50 MW. La regione con maggiore potenza installata è la Sicilia con 1681 MW al 2011; ad essa seguono la Puglia e la Campania rispettivamente con 1394 MW e 1067 MW di potenza installata.

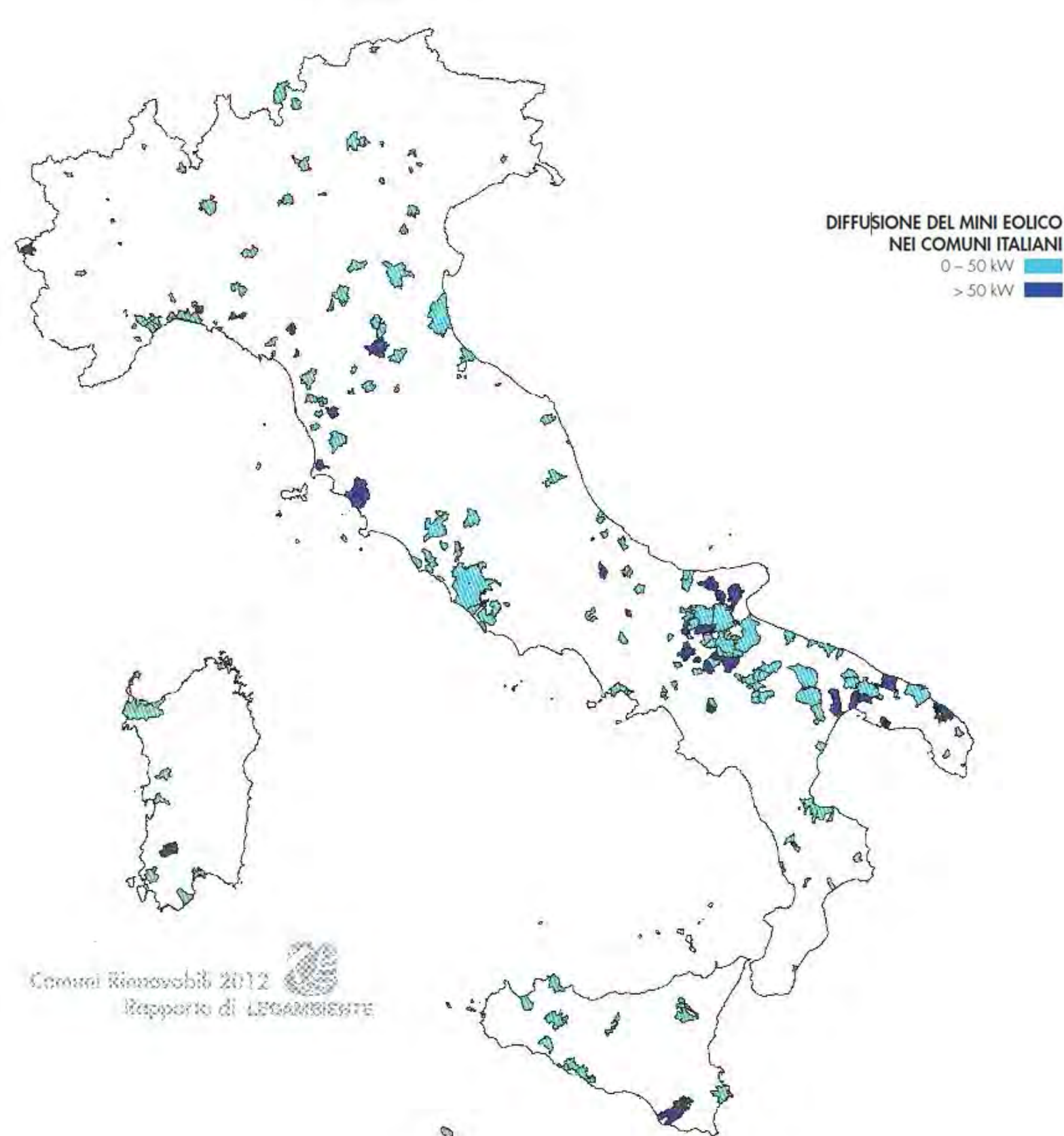
Se si osservano i dati su scala provinciale, inoltre, Foggia detiene il primato nazionale con il 17,4% della potenza eolica installata ed il 20% di produzione energetica da fonte eolica.

Dalla lettura dei dati di Legambiente e GSE emerge quale altro fenomeno interessante riguardante i suddetti bacini eolici, il notevole incremento di impianti costruiti in uno stretto arco temporale. La potenza eolica installata in Puglia passa da 1023 MW nel 2009 a 1397 MW nel 2012. Sullo sfondo di una situazione già critica rispetto all'incidenza sui territori comunali e sulle risorse paesaggistiche del numero crescente di impianti di grande taglia, vi sono le previsioni del Piano di sviluppo TERNA del 2009 che prevede una crescita della potenza eolica installata fino a 2400 MW e del PEAR (Piano Energetico Ambientale Regionale) che prevede un incremento della potenza installata fino a 4000 MW e di energia elettrica prodotta da fonte eolica fino a 8000 GWh.

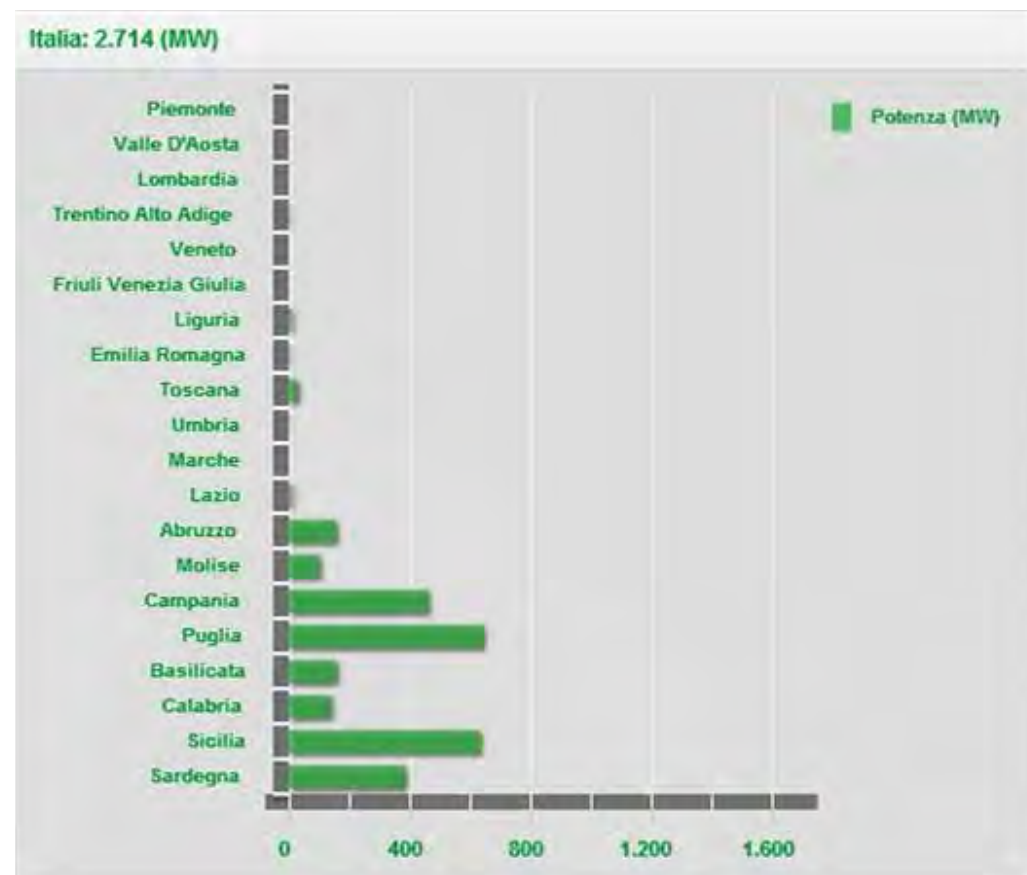
I dati del GSE mostrano infine un aumento del numero di impianti in Puglia che dal 2010 al 2011 passano da 134 a 257 corrispondenti in percentuale ad un aumento del 91% e ad un incremento dell'8% in termini di potenza. Ciò vuol dire che nell'arco di un anno sono di molto aumentati gli impianti caratterizzati da una potenza nominale inferiore.

Si assiste dunque negli ultimi anni allo sviluppo dell'eolico di piccola taglia (impianti compresi tra 0 e 50 kW e impianti maggiori di 50 kW) che si distribuisce in modo tendenzialmente più omogeneo su tutto il territorio regionale a prevalente servizio diretto delle aziende agricole.

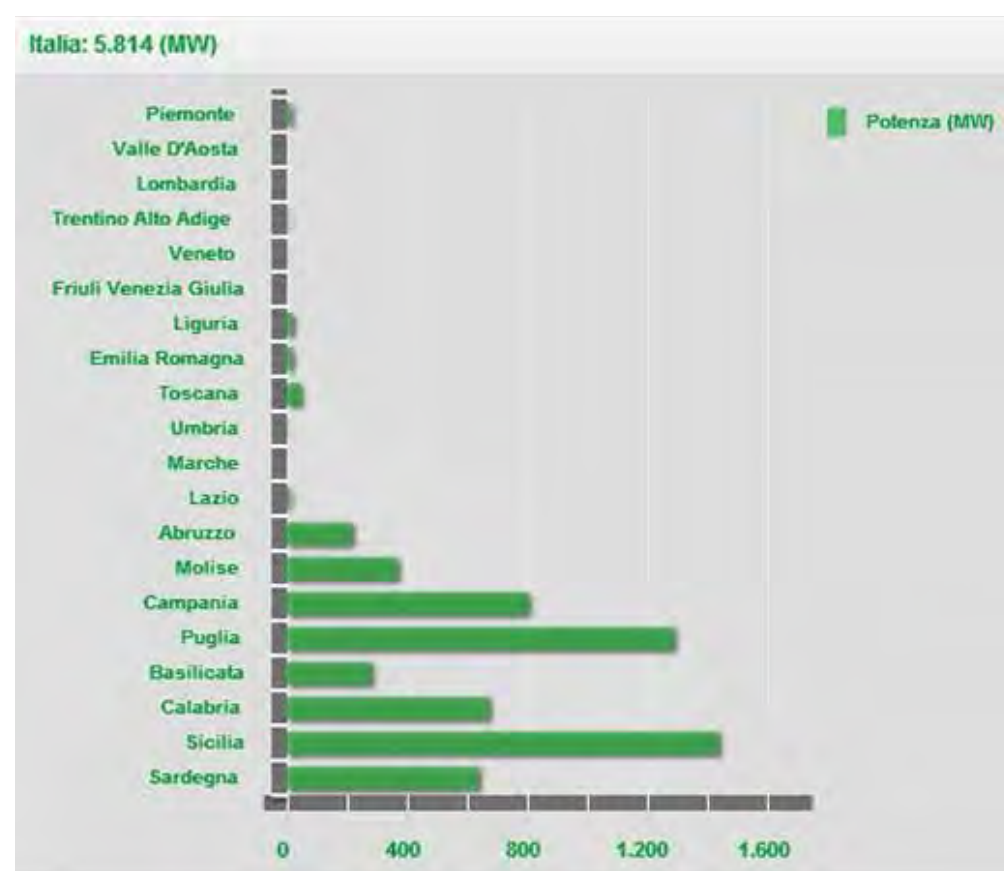
Questo aspetto risulta particolarmente interessante se si considera che la produzione energetica per autoconsumo possa divenire obiettivo prioritario della pianificazione energetica regionale.



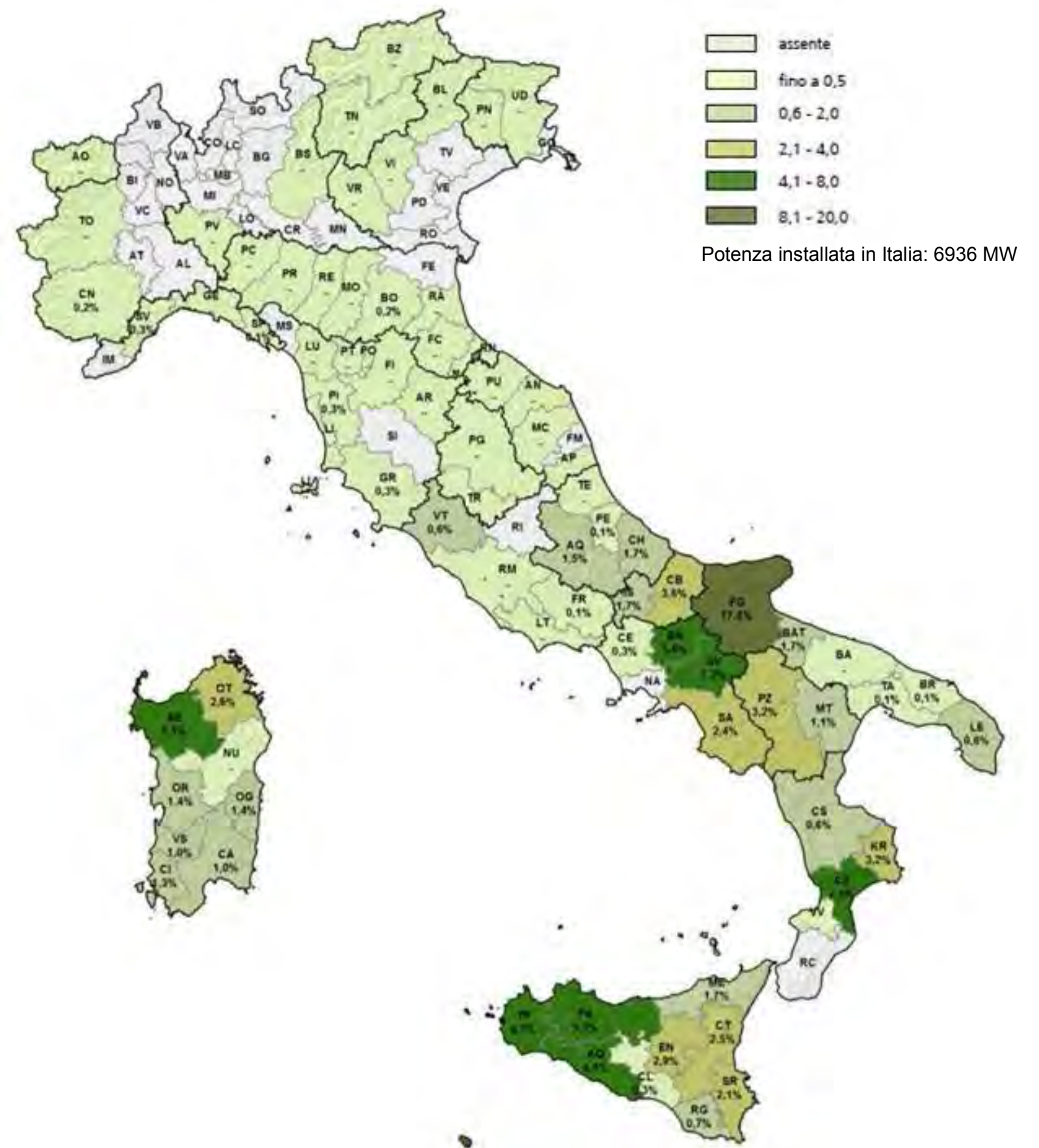
Fonte "Comuni Rinnovabili 2012" Rapporto di Legambiente



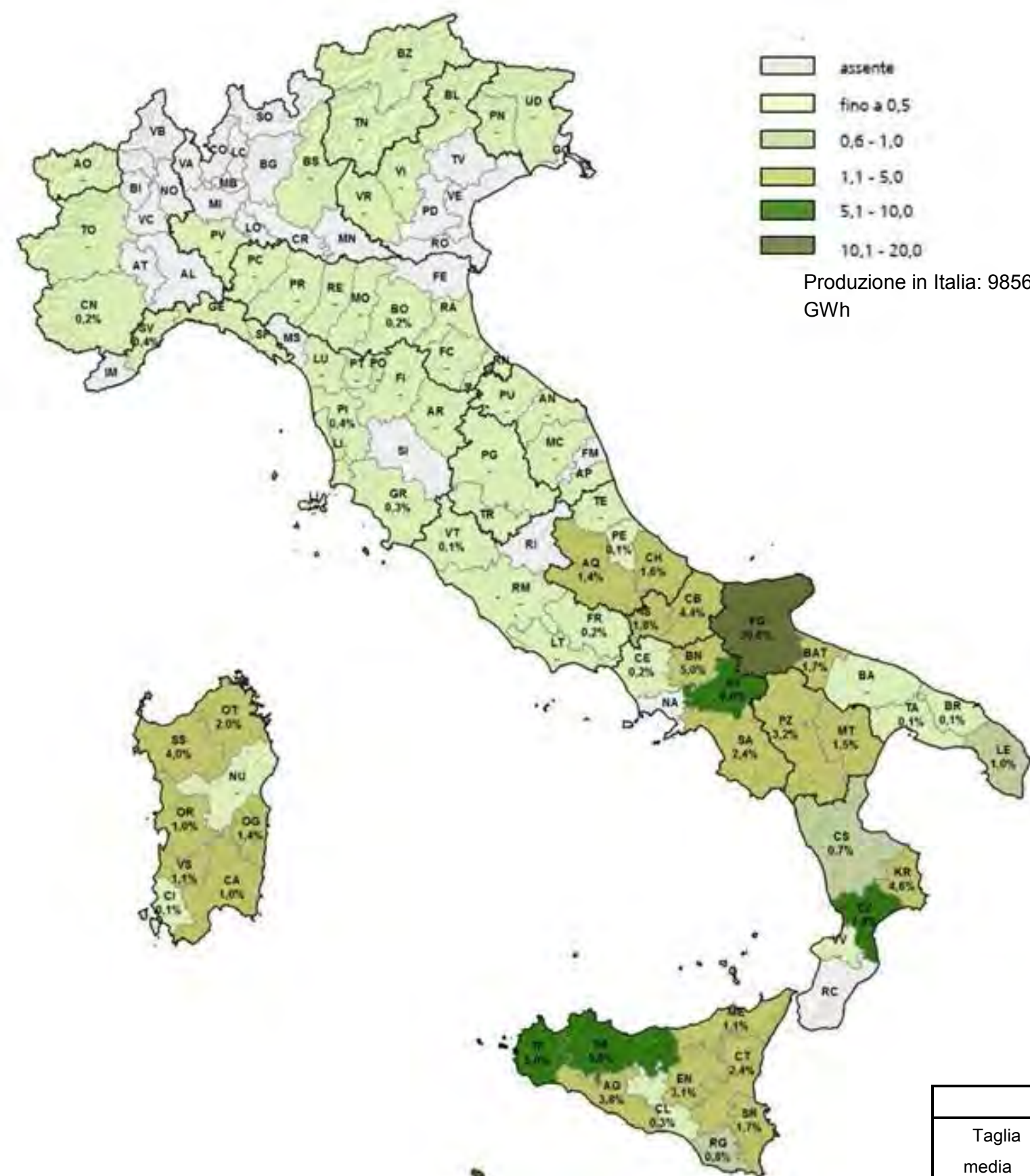
Potenza eolica installata per Regione al 2007 (fonte GSE)



Potenza eolica installata per Regione al 2010 (fonte GSE)



Distribuzione provinciale della potenza eolica a fine 2011 (fonte GSE rapporto rinnovabili 2011): suddivisione per classe percentuale



Distribuzione provinciale della produzione eolica a fine 2011 (fonte GSE rapporto rinnovabili 2011): suddivisione per classe percentuale della produzione

	2010		2011		2010/2011	
Regione	n.	MW	n.	MW	n.	MW
Piemonte	7	14,4	7	14,4	0,0	0,0
Valle d'Aosta	1	0,0	1	0,0	0,0	-16,7
Lombardia	1	0,0	3	0,0	200,0	400,0
Trentino Alto Adige	5	3,1	8	3,1	60,0	0,9
Veneto	5	1,4	9	1,4	80,0	0,6
Friuli Venezia Giulia	-	0,0	2	0,0	-	-
Liguria	15	19,0	23	23,1	53,3	21,3
Emilia Romagna	15	17,9	29	18,1	93,3	1,0
Toscana	17	45,4	48	45,6	182,4	0,4
Umbria	1	1,5	4	1,5	300,0	0,7
Marche	3	0,0	17	0,7	466,7	2.991,3
Lazio	7	9,0	12	51,0	71,4	465,2
Abruzzo	25	218,4	27	220,4	8,0	0,9
Molise	23	367,2	26	367,2	13,0	0,0
Campania	76	803,3	114	1.067,1	50,0	32,8
Puglia	134	1287,6	257	1.393,5	91,8	8,2
Basilicata	28	279,9	54	301,9	92,9	7,9
Calabria	31	671,5	45	783,9	45,2	16,7
Sicilia	62	1435,6	82	1.680,9	32,3	17,1
Sardegna	31	638,9	39	962,2	25,8	50,6
ITALIA	487	5.814,3	807	6.936,1	65,7	19,3

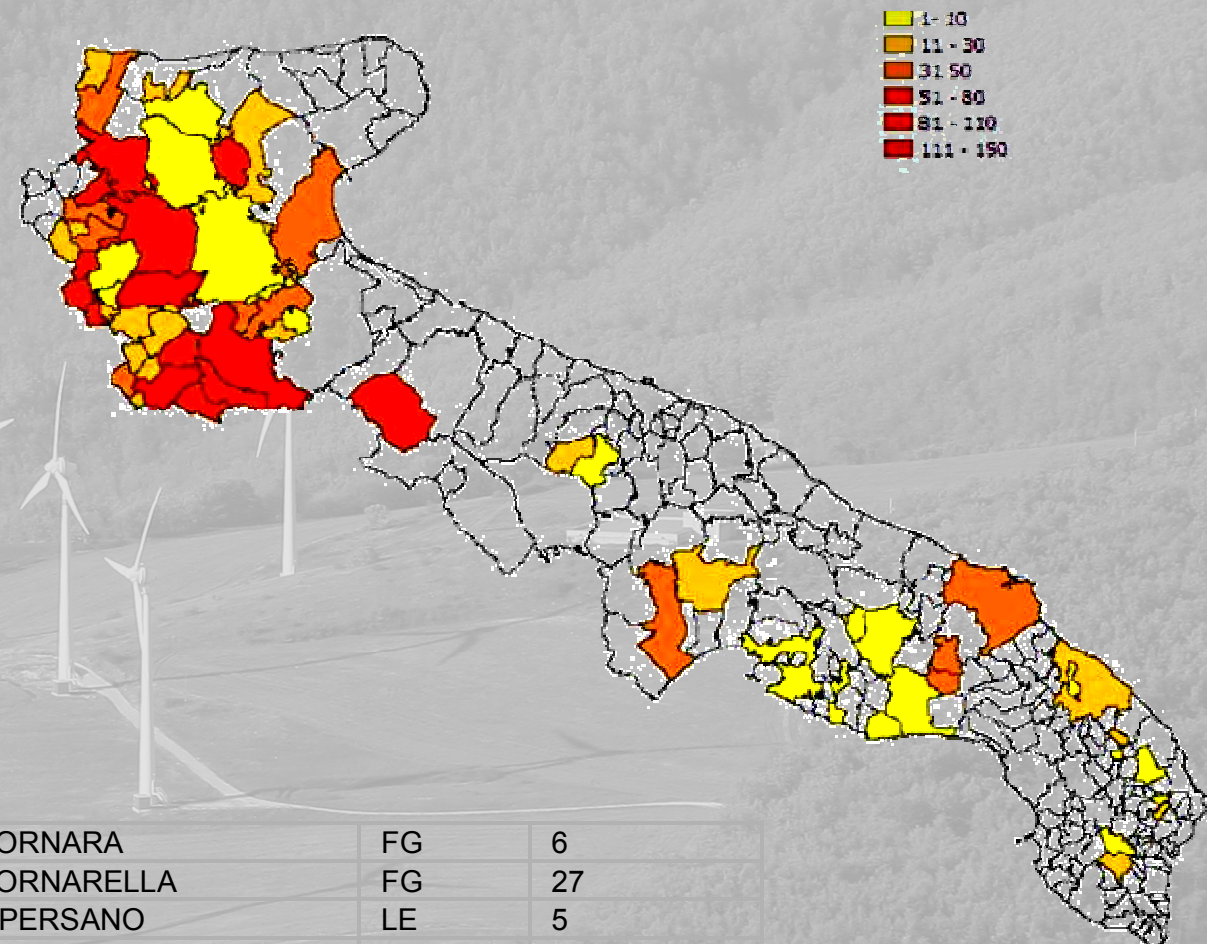
Potenza eolica installata per Regione: confronto tra 2010 e 2011 (Fonte GSE)

La tabella estratta dal Rapporto Rinnovabili 2011 del GSE mostra alcuni dati interessanti. Dal 2000 al 2011 la taglia media della potenza degli impianti eolici è cresciuta da 6,6 a 8,6 MW.

A partire dal 2010 si evidenzia un decremento della taglia dovuto sia al rilevamento di impianti di taglia inferiore a 200KW (tra 2009 e 2010) non considerati in precedenza nelle statistiche, sia all'aumento (tra 2010 e 2011) di impianti eolici installati di piccole dimensioni con potenza inferiore ad 1 MW.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Taglia media impianti MW	6,6	8,2	7,9	8,2	9,4	11,1	11,3	13,4	14,6	16,7	11,9	8,6

AEROGENERATORI REALIZZATI		AEROGENERATORI NON REALIZZATI	AEROGENERATORI IN CORSO DI REALIZZAZIONE	TOTALE AEOGENERATORI
FOGGIA	935	656	14	1605
BARI		21		21
BAT	59			59
BRINDISI	4	116		120
LECCE	26	49	11	86
TARANTO	5	67		72
TOTALE	1.029	909	25	1.963,00



Distribuzione degli aerogeneratori per Provincia (fonte SIT Puglia)

ACCADIA	FG	24	LUCERA	FG	66
ALBERONA	FG	76	MANDURIA	TA	5
ANZANO DI PUGLIA	FG	12	MANFREDONIA	FG	48
APRICENA	FG	1	MARTIGNANO	LE	10
ASCOLI SATRIANO	FG	89	MARUGGIO	TA	6
BICCARI	FG	6	MINERVINO MURGE	BT	59
BOVINO	FG	25	MONTELEONE DI PUGLIA	FG	42
BRINDISI	BR	35	MOTTA MONTECORVINO	FG	18
CANDELA	FG	60	MOTTOLA	TA	18
CARAPELLE	FG	9	NOCIGLIA	LE	1
CARPIGNANO SALENTINO	LE	7	ORDONA	FG	45
CASTELLANETA	TA	41	ORSARA DI PUGLIA	FG	30
CASTELLUCCIO VALMAGGIORE	FG	4	ORTA NOVA	FG	35
CASTELNUOVO DELLA DAUNIA	FG	58	PALMARIGGI	LE	3
CASTRI DI LECCE	LE	11	PANNI	FG	30
CELLE DI SAN VITO	FG	30	PIETRAMONTECORVINO	FG	50
CHIEUTI	FG	18	POGGIO IMPERIALE	FG	15
DELICETO	FG	63	RIGNANO GARGANICO	FG	70
ERCHIE	BR	38	ROCCHETTA SANT'ANTONIO	FG	63
FAETO	FG	71	ROSETO VALFORTORE	FG	61
FOGGIA	FG	6	RUFFANO	LE	11
FRANCAVILLA FONTANA	BR	1	SAN MARCO IN LAMIS	FG	23
GIUGGIANELLO	LE	14	SAN SEVERO	FG	2
GRUMO APPULA	BA	6	SANT'AGATA DI PUGLIA	FG	150
LECCE	LE	18	SERRACAPRIOLA	FG	31

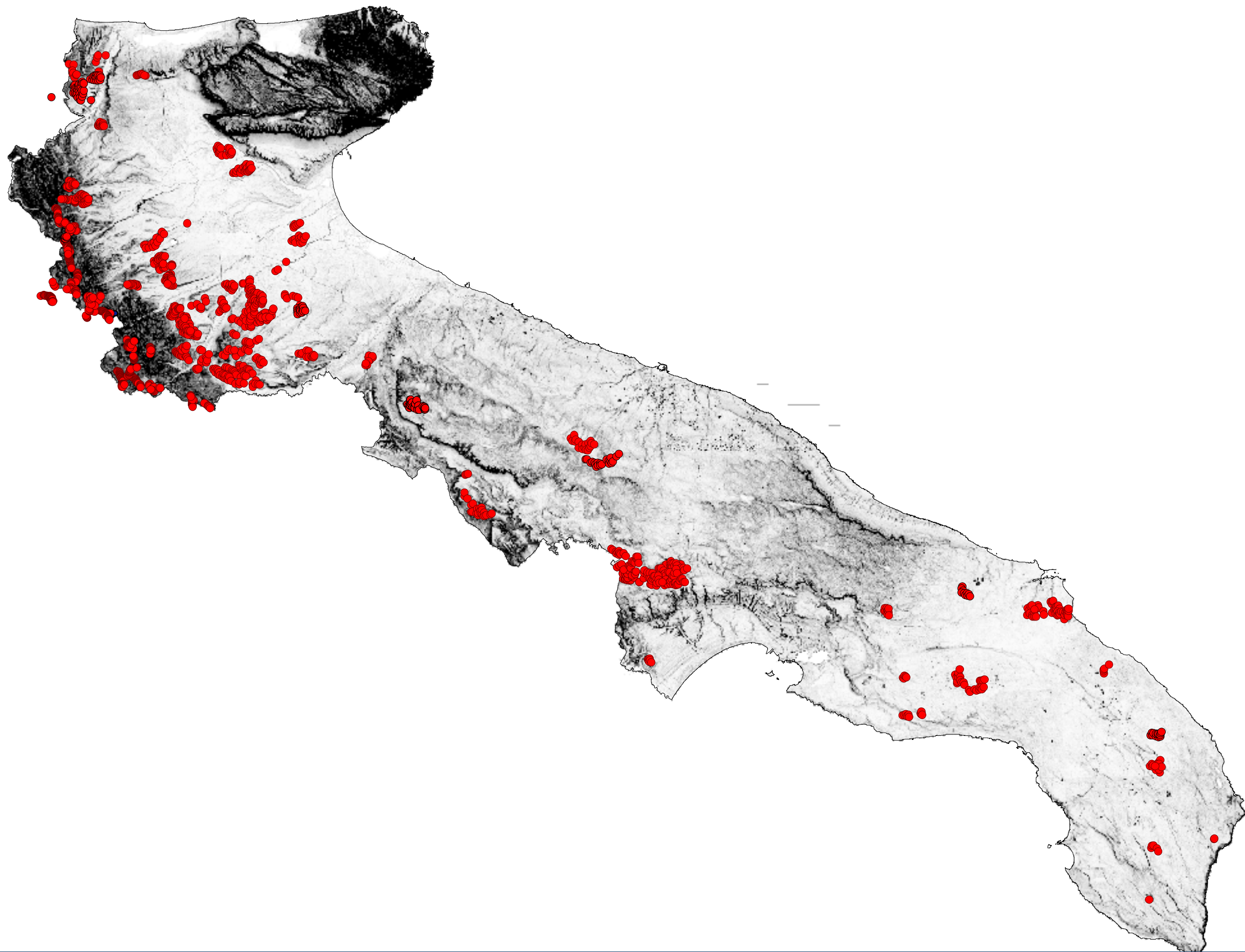
STORNARA	FG	6
STORNARELLA	FG	27
SUPERSANO	LE	5
SURBO	LE	6
TARANTO	TA	2
TORITTO	BA	15
TORRE SANTA SUSANNA	BR	36
TORREMAGGIORE	FG	77
TROIA	FG	91
VILLA CASTELLI	BR	10
VOLTURARA APPULA	FG	26
VOLTURINO	FG	47

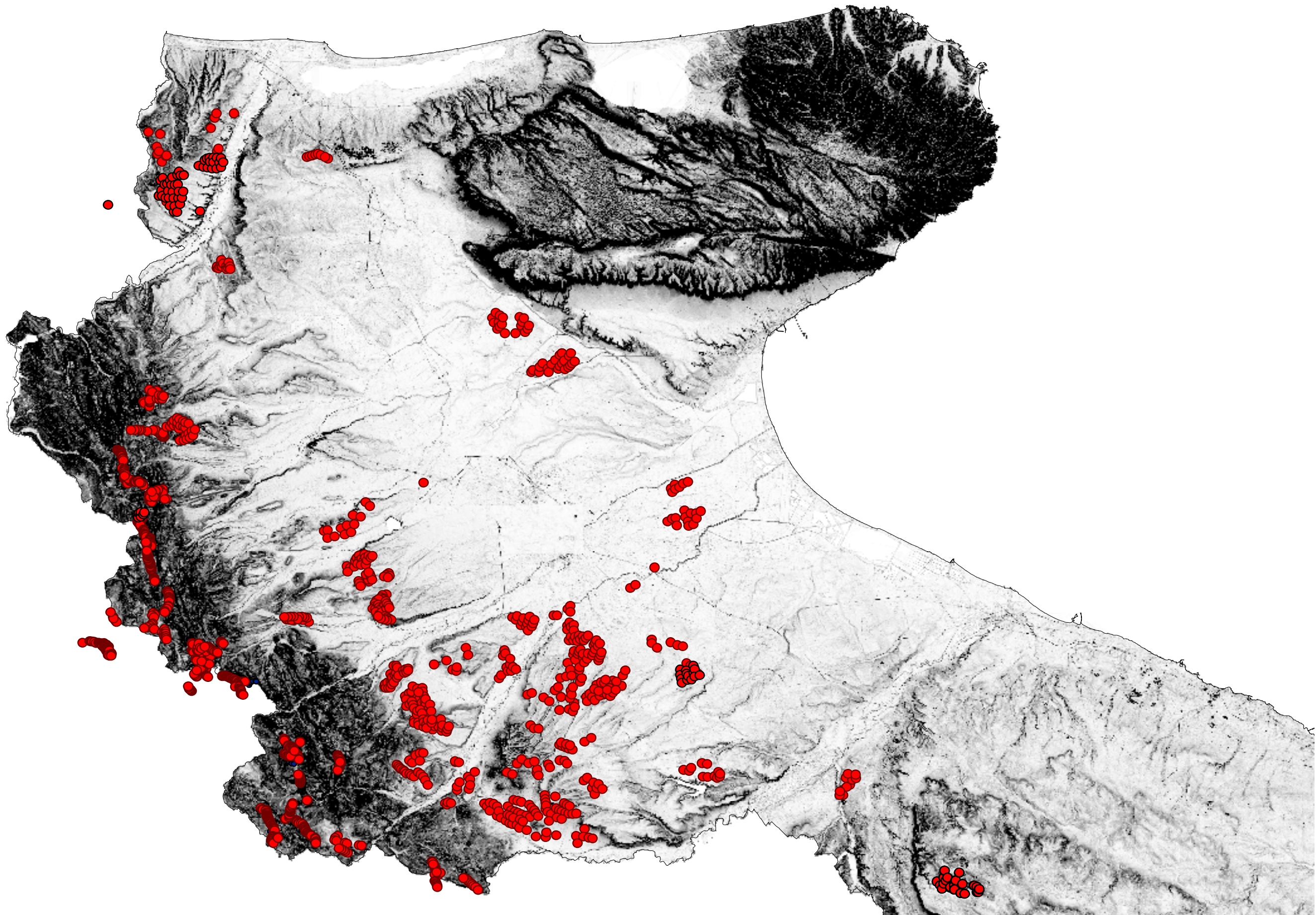
I dati qui riportati si riferiscono al censimento degli impianti eolici autorizzati ed infase di autorizzazione, effettuato dal SIT Puglia su tutto il territorio regionale. Tale censimento si è basato sui dati delle autorizzazioni uniche, su quelli forniti da alcuni comuni e sull'ortofoto 2010. Frutto di un monitoraggio in itinere e non ancora completo il censimento del SIT conferma quanto già evidenziato da GSE e Legambiente mettendo in luce alcune specificità della distribuzione degli aerogeneratori a scala comunale.

La Puglia conta nel 2012 , 1029 realizzati, 909 non realizzati, e 25 in corso di realizzazione; tra quelli realizzati alcuni provengono da autorizzazioni uniche, gli altri sono precedenti all'introduzione di tale procedura oppure assentiti con DIA e quindi rilevabili da ortofoto o da dati comunali.

Appartengono invece alla categoria "impianti non realizzati" quelli con autorizzazione unica rilasciata ma non ancora cantierizzati e quelli il cui iter autorizzativo risulta ancora in Conferenza di Servizi.

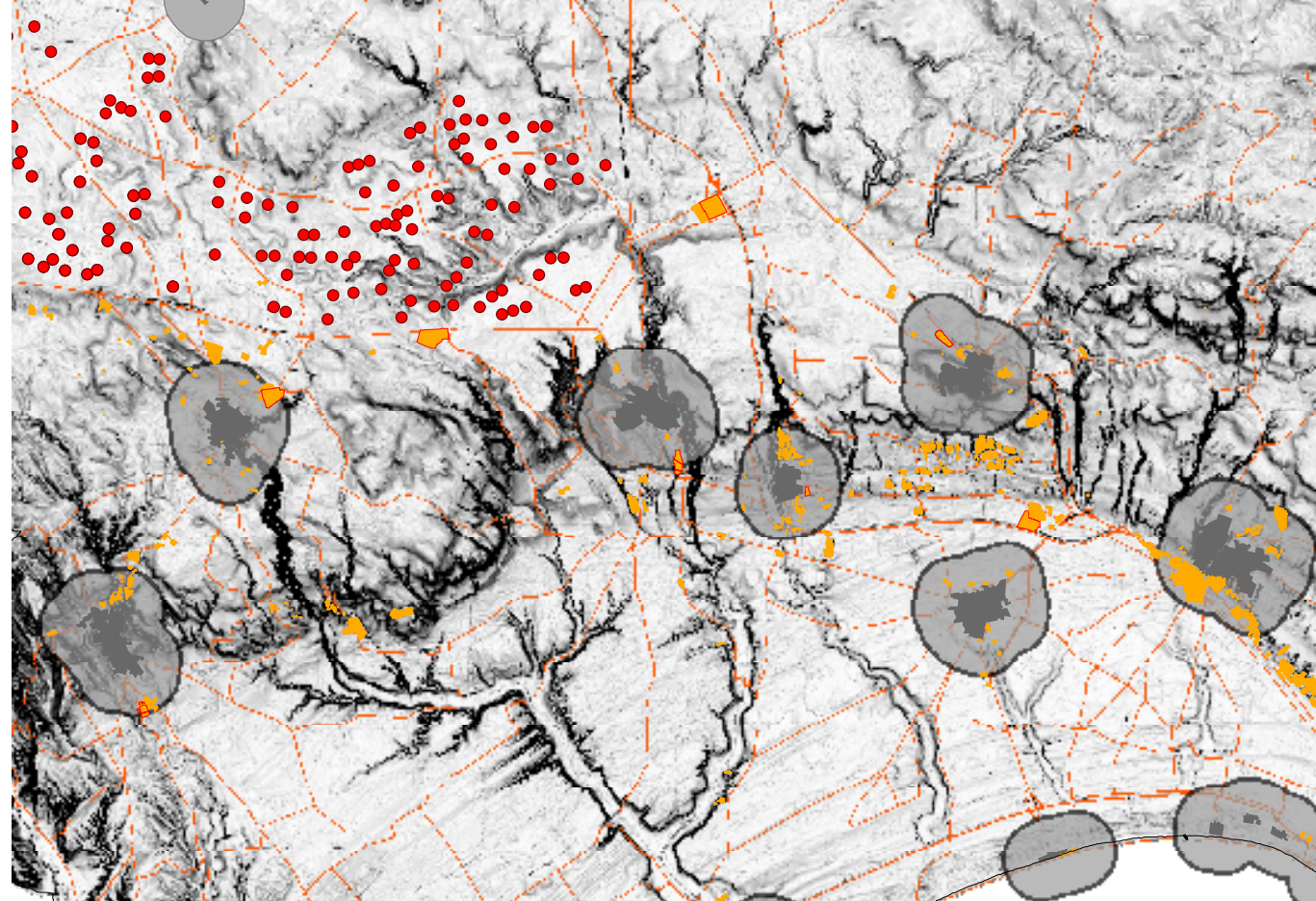
Gli aerogeneratori sono per lo più concentrati nella Provincia di Foggia che vede tra i Comuni a più alta concentrazione: Sant'Agata di Puglia con 150 aerogeneratori di cui 134 già realizzati, Troia con 91 e Ascoli Satriano con 89. Confrontati con l'estensione delle superfici territoriali comunali questi dati mettono in luce alcune forti criticità che interessano dal punto di vista paesaggistico, i Comuni del Sub Appennino Dauno e del Tavoliere



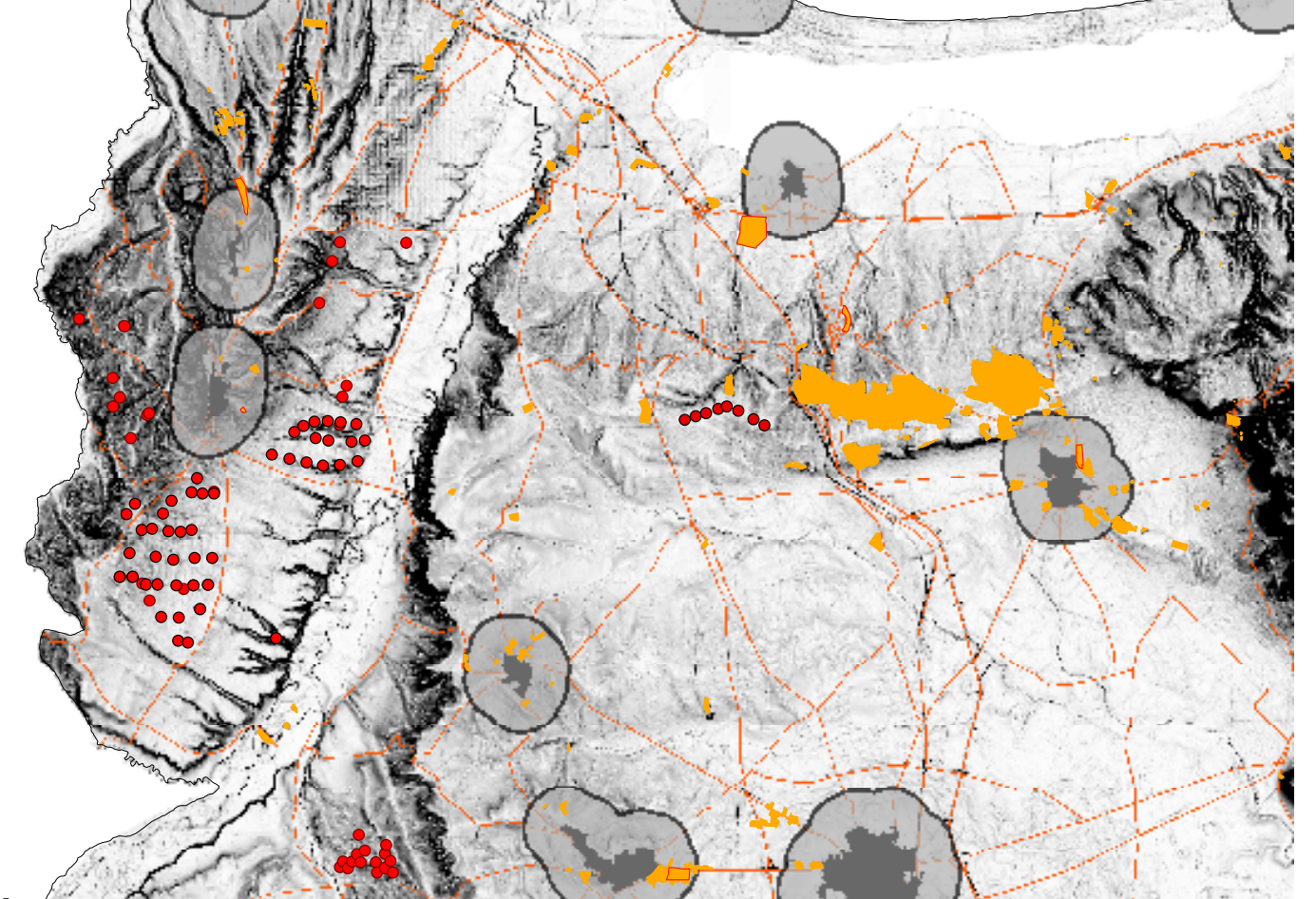


Le mappe delle figg. 1,2,3,4 evidenziano gli impianti eolici in relazione ad aree produttive , cave (in arancione) e centri urbani con un buffer di 1 Km.

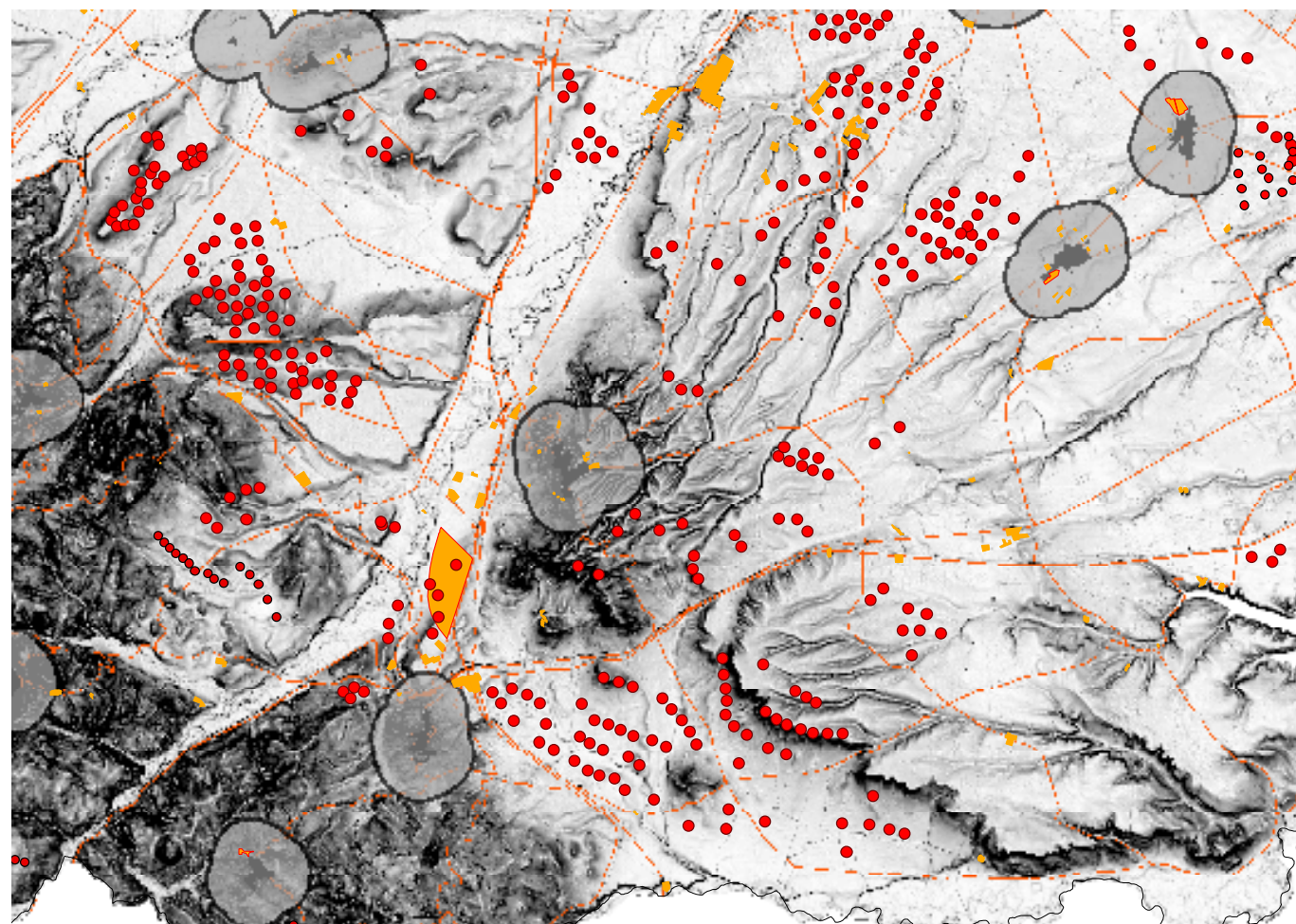
EOLICO



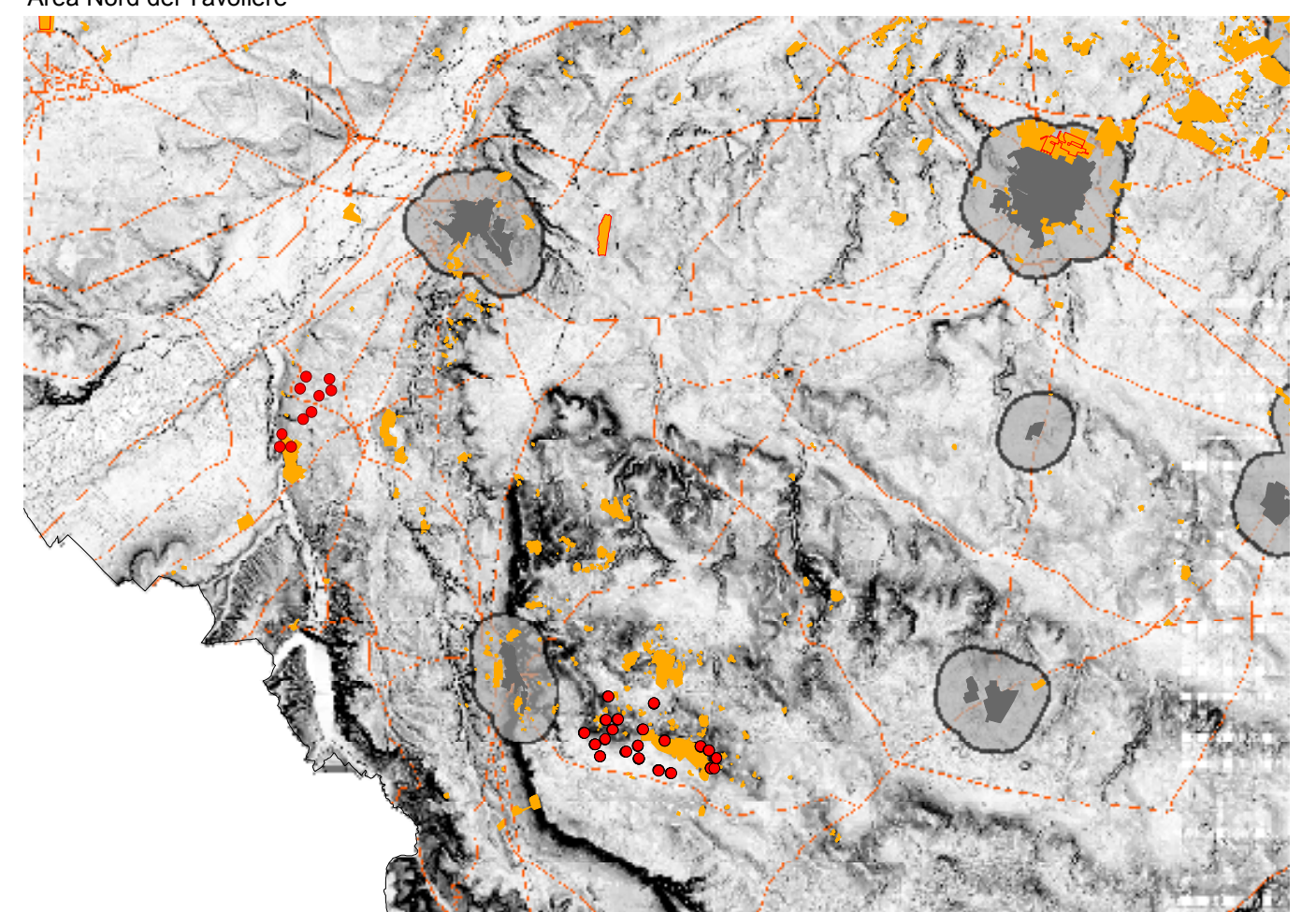
1 Arco Ionico Tarantino



2 Area Nord del Tavoliere



3 Subappenino dauno



4 Minervino Murge

b.1.1.2 Criticità

Le criticità che gli impianti eolici generano sul paesaggio sono in principal modo legate alle dimensioni delle macchine, alla loro localizzazione e disposizione.

Impianti multi megawatt sono costituiti da macchine che raggiungono altezze superiori ai 100 m e spesso a tali considerevoli dimensioni si accompagna una disposizione non coerente con gli elementi strutturanti del paesaggio in cui si inseriscono, provocando confusione e disturbo percettivo (*effetto selva*).

Oltre alle criticità di natura percettiva la costruzione di un impianto comporta delle trasformazioni che possono modificare in modo irreversibile il paesaggio.

Problemi legati alla percezione visiva sono soprattutto evidenti nell'ambito del sub appennino dauno dove è presente la più alta concentrazione di impianti regionale e gli aerogeneratori sono visibili a distanza di diversi chilometri in tutta la piana del tavoliere. Sono poche le zone dalle quali per ragioni orografiche non è visibile la fitta trama di impianti. Altre aree regionali particolarmente critiche per la presenza di un elevato numero di impianti eolici in costruzione e/o programmati sono la piana brindisina e il territorio agricolo tra il Parco Regionale delle Gravine e il Parco dell'Alta Murgia nei Comuni di Laterza e Castellaneta. I problemi più rilevanti in questi contesti sono determinati dagli impatti cumulativi che generano disturbo visivo sia di tipo statico che dinamico, ad esempio da punti di osservazione di notevole valore paesaggistico quali le gravine e dalle strade panoramiche o paesaggistiche di attraversamento.

Gli effetti di un impianto eolico sul paesaggio possono essere di varia natura: diretti/indiretti, temporanei/permanenti, riducibili, reversibili/irreversibili, positivi/negativi. Tali effetti sono dovuti non soltanto all'introduzione nel paesaggio degli aerogeneratori ma anche di tutte le componenti ad esse connesse (cabine di trasformazione, elettrodotti, cavidotti, strade e piste di servizio) e possono verificarsi sia in fase di cantiere che di esercizio dell'impianto.

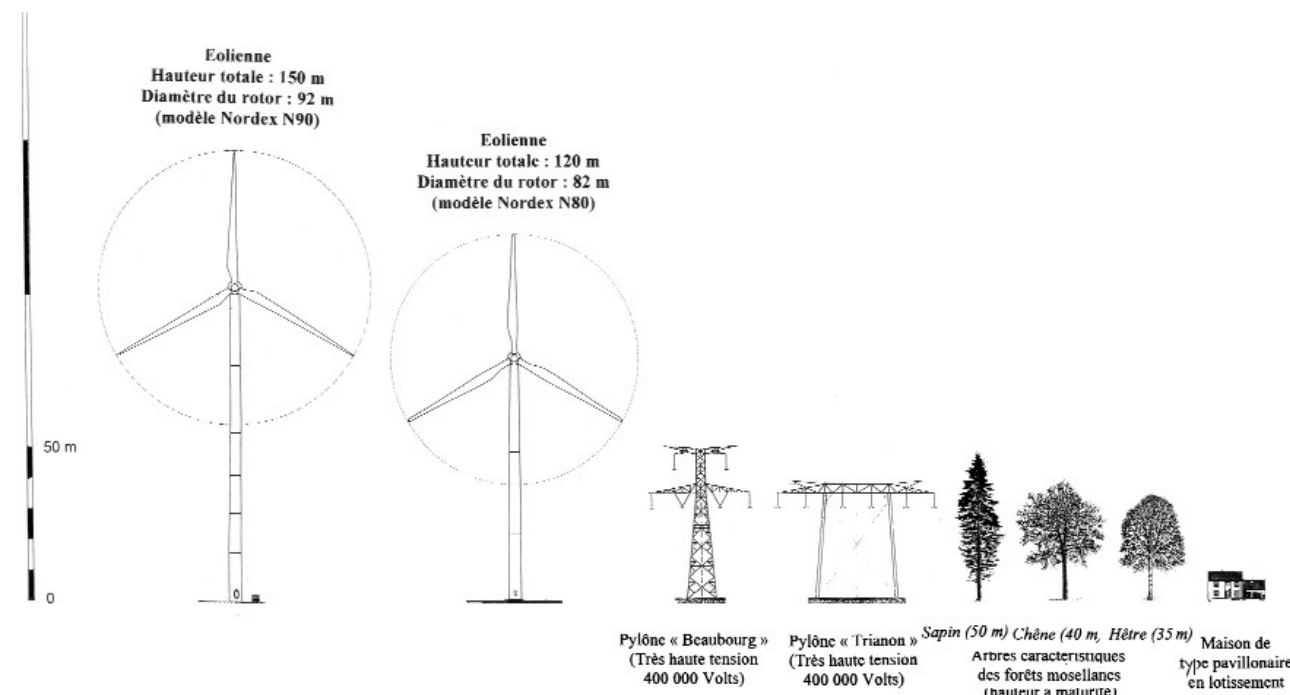
La modifica del paesaggio è spesso data dall'apertura di nuove strade non attenta ai caratteri naturali del luogo o a problemi di natura idrogeologica, o ai caratteri storici del sito di installazione dell'impianto.

L'apertura di nuove strade può interrompere, la continuità ecologica di aree naturali o contribuire ad incrementare la frammentazione degli ambienti naturali e ridurre la biodiversità.

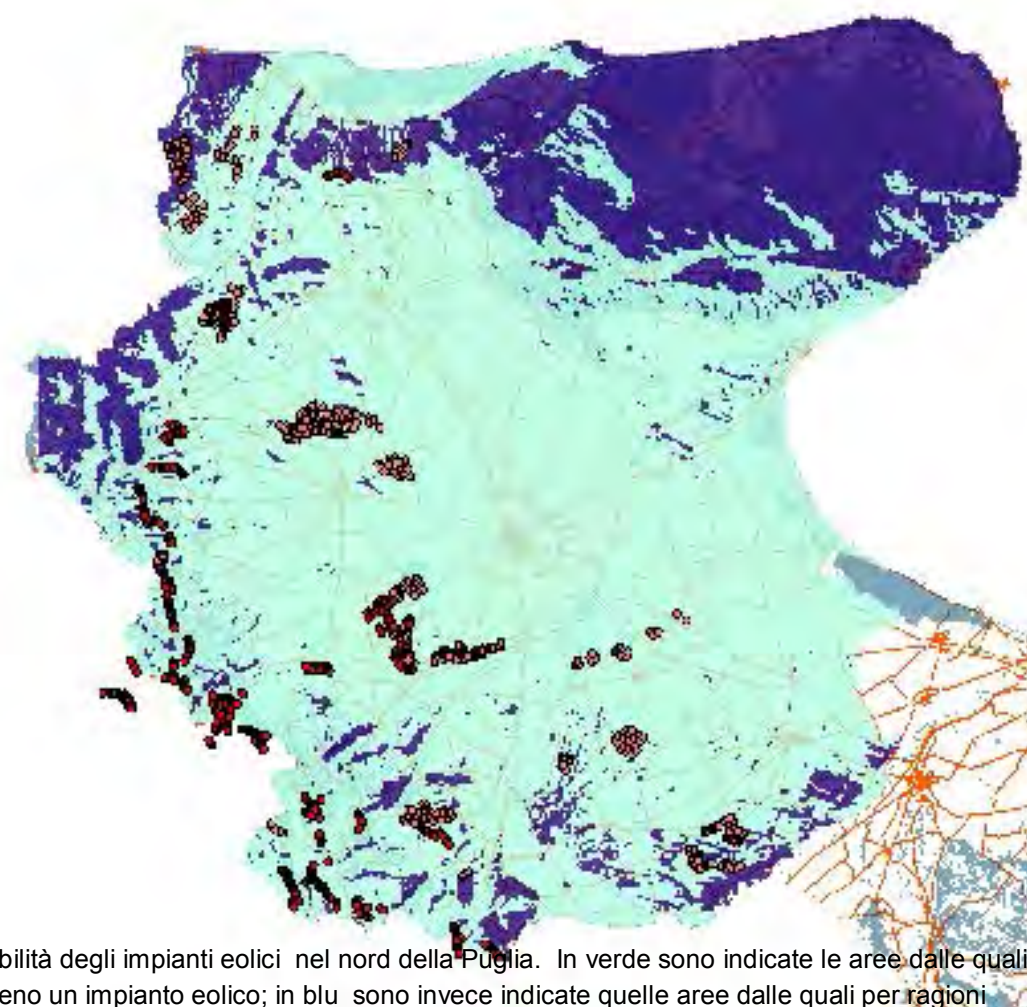
In altri casi gli impianti e le strade di servizio se localizzate in aree a pericolosità geomorfologica possono contribuire all'indebolimento dei versanti.

Rispetto ai caratteri storici e insediativi la prossimità di centrali eoliche a siti archeologici di rilevante interesse rende difficile se non impossibile la loro fruizione e/o la valorizzazione.

Altro aspetto da controllare è la prossimità degli impianti ai centri urbani. Spesso una posizione poco attenta agli elementi strutturanti il paesaggio urbano e agli elementi identitari, può generare forte criticità e disturbo visivo.



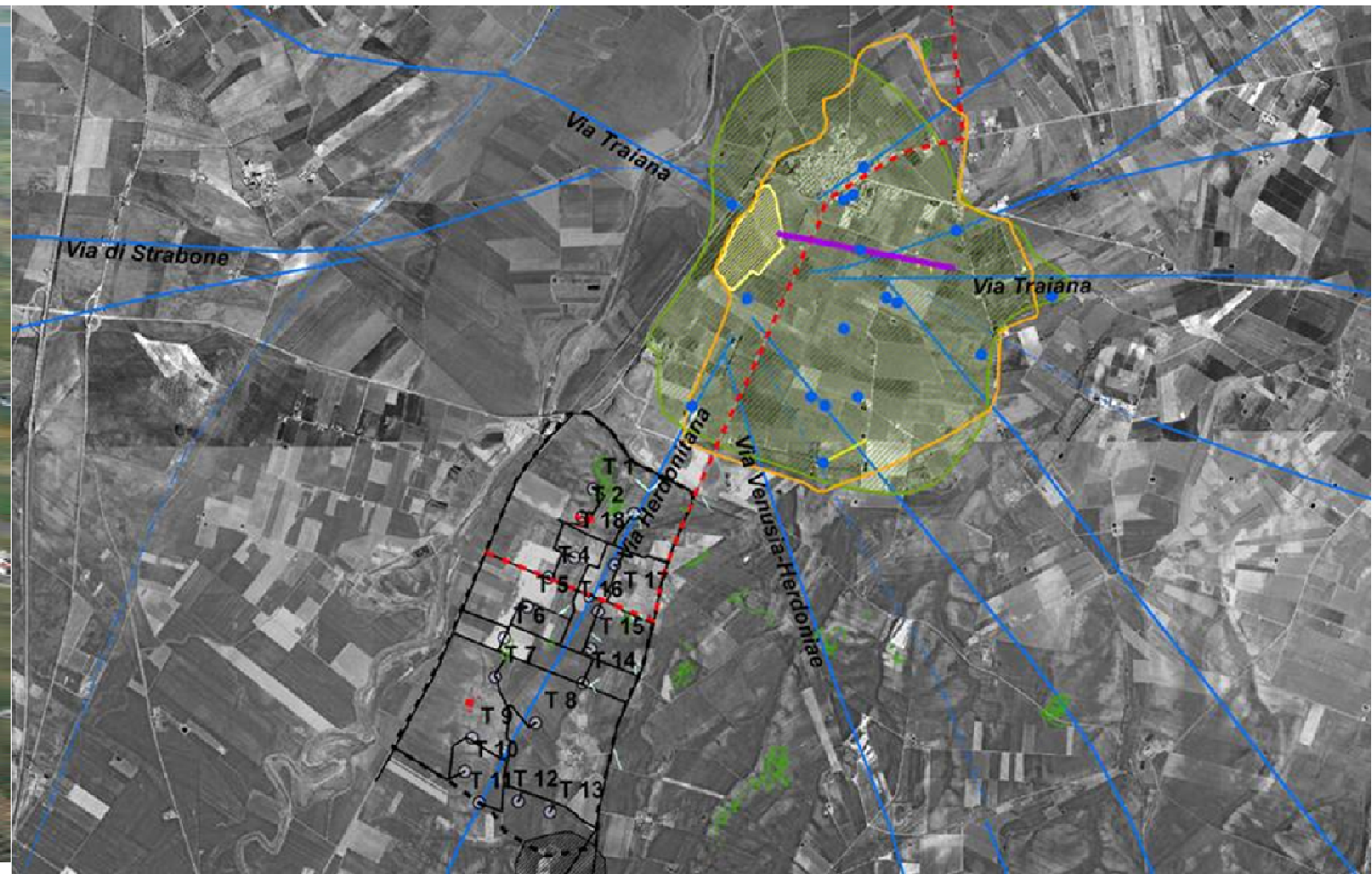
Diverse altezze comparate da, Prefecture de la Moselle *Les Parcs éoliens dans les paysages de Moselle*



Mappa di intervisibilità degli impianti eolici nel nord della Puglia. In verde sono indicate le aree dalle quali si percepisce almeno un impianto eolico; in blu sono invece indicate quelle aree dalle quali per ragioni orografiche gli impianti non sono visibili



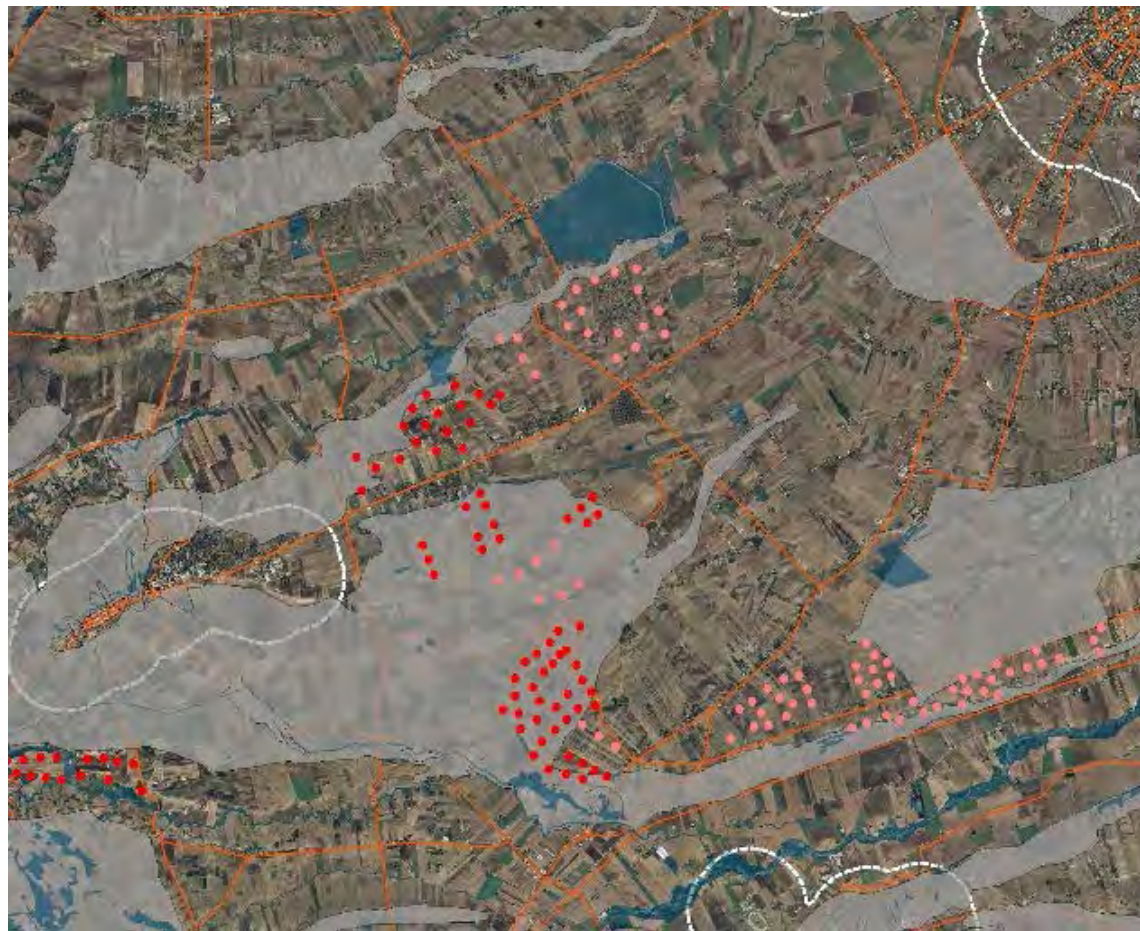
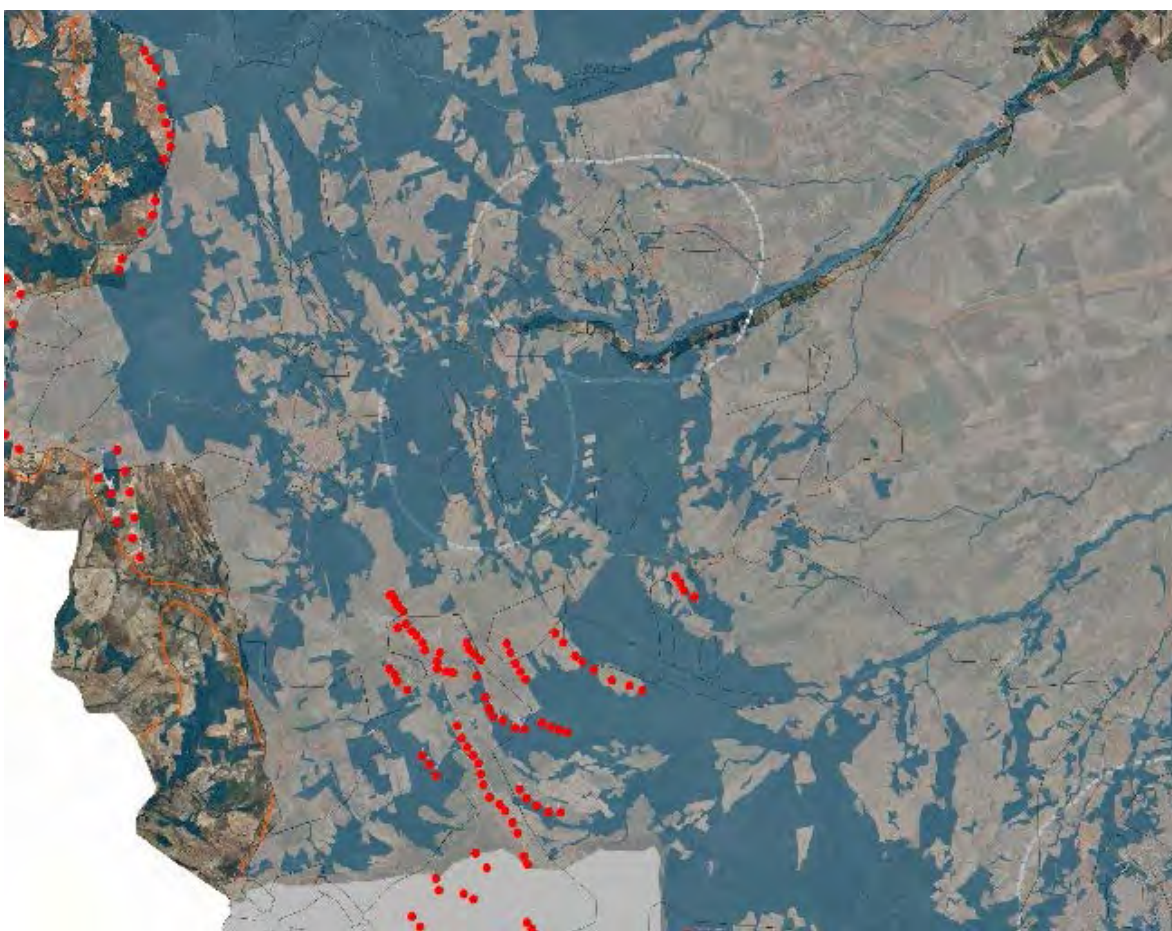
Gli impianti eolici del Subappennino Dauno visti dalla piana del Tavoliere generano nell'osservatore quella confusione percettiva definita *effetto selva*



Prossimità degli impianti eolici ad un'area archeologica . Monte San Vincenzo e la Valle del Celone (Giuliano Volpe, Carta dei Beni Culturali della Puglia)



Impianti eolici e aree di naturalità nel Subappennino Dauno



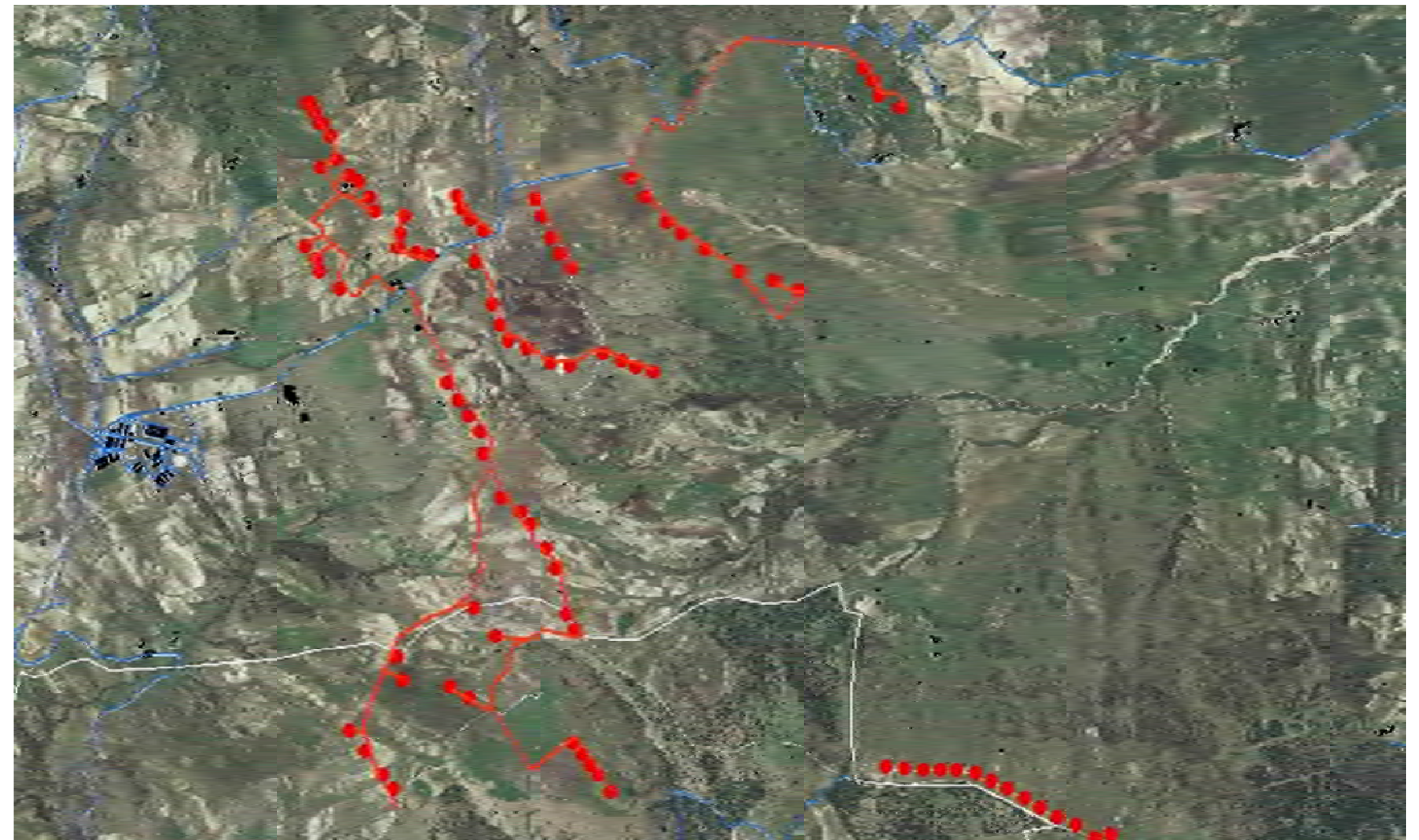
Impianti eolici e aree ad alta pericolosità geomorfologica nel Subappennino Dauno

EOLICO

Da non trascurare tra gli effetti negativi sul paesaggio è l'occupazione di suolo sia diretta che indiretta, che la costruzione di nuovi impianti comporta. Sebbene un impianto eolico impegni una quantità inferiore di suolo rispetto ad altre forme d'uso del territorio e ad altre tipologie di impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili, come ad esempio il fotovoltaico, se si considerano parametri quali le distanze di sicurezza che da esso dovranno essere rispettate, la sua costruzione preclude diversi usi del territorio comportando un'occupazione indiretta del suolo.

L'occupazione diretta corrisponde a circa 0,2 Ha (calcolata sulla proiezione al suolo di un aerogeneratore tipo da 3 MW di potenza con diametro di rotore 112 metri), quella indiretta a circa 2,5 ha (calcolati in base ad una distanza di 200 m valutata su diversi parametri: sicurezza per le abitazioni, pericolo ribaltamento pale, distanza dalle strade ecc.) ovviamente utilizzabili anche per altri usi, ma, altrettanto ovviamente, non per tutti gli usi.

Tutto ciò vuol dire che le trasformazioni dovute alla realizzazione di nuovi impianti eolici dovranno essere compatibili con le trasformazioni previste dalla pianificazione locale e sovralocale per il contesto oggetto di intervento.



Impianti eolici strade di servizio nel Subappennino Dauno



Impianti eolici di grande taglia nel Subappennino dauno

B1.2 Il progetto

B1.2.1 Obiettivi

-Eolico come progetto di paesaggio.

A ridosso delle criticità causate dalla rapida espansione di impianti eolici nel territorio e dal forte dissenso da queste generato nell'opinione pubblica, un progetto energetico che si pone come obiettivo generale lo sviluppo delle fonti rinnovabili e tra queste dell'eolico dovrà confrontarsi in modo sempre più chiaro con il territorio e costruire contemporaneamente un progetto di paesaggio.

La ricerca di una integrazione dell'eolico al paesaggio è cosa vana, piuttosto l'eolico diviene parte del paesaggio e le sue forme contribuiscono al riconoscimento delle sue specificità.

La localizzazione di nuovi parchi eolici si inserisce secondo le linee guida del ministero francese in un quadro di *gestione* del paesaggio e non di *protezione*. La questione non è tanto legata a come localizzare l'eolico per evitare che si veda, ma a come localizzarlo producendo dei bei paesaggi. Obiettivo deve necessariamente essere creare attraverso l'eolico un nuovo paesaggio o restaurare un paesaggio esistente.

Per questo lo studio di impatto ai fini di nuovo impianto deve contenere ben più di un'analisi degli effetti sull'ambiente e non va visto come un catalogo di costrizioni ma come aiuto al progetto.

Il progetto dell'impianto diviene progetto di paesaggio con l'obiettivo di predisporre anche una visione condivisa tra gli attori che fanno parte dello stesso.

*- Sviluppare le **Sinergie**: orientare le trasformazioni verso standard elevati di qualità paesaggistica*

L'eolico diviene occasione per la riqualificazione di territori degradati e già investiti da forti processi di trasformazione. La costruzione di un impianto muove delle risorse che potranno essere convogliate nell'avvio di processi di riqualificazione di parti di territorio, per esempio attraverso progetti di adeguamento infrastrutturale che interessano strade e reti, in processi di riconversione ecologica di aree interessate da forte degrado ambientale, nel rilancio economico di alcune aree, anche utilizzando meccanismi compensativi coi Comuni e gli enti interessati.

*-**Concentrare** la produzione da impianti di grande taglia*

Dai campi alle officine: si prevede la concentrazione dell'eolico nelle aree industriali pianificate, attraverso la localizzazione di impianti di grande e media taglia lungo i viali di accesso alle zone produttive, nelle aree di pertinenza dei lotti industriali, in prossimità dei bacini estrattivi; del mini eolico sulle coperture degli edifici industriali.

*-**Articolazione dell' eolico verso taglie più piccole maggiormente integrate al territorio*** E' necessario ad esempio inquadrare le politiche di sviluppo dell'eolico in una strategia più ampia rivolta ad articolare ed estendere le sue potenzialità alla media e piccola taglia in un'ottica di produzione rivolta all'**autoconsumo** meglio articolata: l'eolico di grande taglia a servizio dei Comuni e delle zone industriali, il mini eolico anche di tipo consortile per i singoli utenti o gruppi di essi in aree agricole oltre che industriali.

*-Orientare l'eolico verso forme di **parternariato e azionariato diffuso*** per redistribuire meglio costi e benefici e aumentare l'accettabilità sociale degli impianti contribuendo a fornire maggiori rassicurazioni sui profili di tutela ambientale e sociale.

*-Promuovere strumenti di **pianificazione intercomunali*** che abbiamo un visione ad un scala territoriale delle relazioni che oltre i limiti amministrativi gli impianti eolici avranno con il territorio, con i suoi elementi strutturanti ed i caratteri identitari (Piani Energetici Intercomunali e Provinciali).

Dalle royalties ai Progetti di Comunità

Nell’ambito dello sviluppo delle rinnovabili in Italia e in Europa si stanno sperimentando diversi schemi di partecipazione pubblico-privato, con tre obiettivi:

- coinvolgere attori locali nell’accesso ai ricavi e ai margini
- valorizzare l’impatto occupazionale e l’impatto economico indiretto degli impianti, favorendo quindi uno sviluppo locale sostenibile
- migliorare l’accettabilità degli impianti (nel caso dell’eolico superando la logica delle royalties che hanno raggiunto il 5-6% dei ricavi)

Le principali differenze in questi meccanismi dipendono dalla natura dell’investitore, dal partenariato con gli enti pubblici e dalla partecipazione dei cittadini al processo di investimento.

La tabella che segue illustra brevemente alcuni casi che possono essere presi ad esempio per incentivare, anche in Puglia, forme di compartecipazione tra promotori, enti pubblici e cittadini.:

Tutti questi schemi, alternativi rispetto al mero intervento di un operatore privato che ottiene autorizzazioni e versa royalties, permettono di redistribuire meglio costi e benefici e aumentano l’accettabilità sociale degli impianti (contribuendo a fornire maggiori rassicurazioni sui profili di tutela ambientale e sociale).

In particolare, le forme di parternariato pubblico – privato - comunità (**Progetti di Comunità**) crediamo possano rispondere bene alle esigenze di tutela dell’ambiente, empowerment delle comunità, sostenibilità economica e ricadute sul territorio.

I progetti di sola origine pubblica (o eventualmente con la presenza minoritaria di cittadini – azionisti) potrebbero invece mostrare qualche elemento critico:

- relativo ai finanziamenti. Un parco eolico ha un costo di realizzazione di diverse decine di milioni di euro. Anche se si trovassero convenzioni con la Cassa Depositi Prestiti oppure mutui agevolati, l’indebitamento per piccoli comuni sarebbe decisamente significativo.
- relativo alla competenza e capacità di gestione. Anche se gli impianti fotovoltaici, a biomassa e eolici sono piuttosto semplici, la manutenzione ordinaria e straordinaria, la gestione degli eventi imprevisti e l’operatività richiedono competenza e specializzazione, che solo operatori consolidati possono assicurare, specie sugli impianti di media e grande scala.
- relativo al ruolo della pubblica amministrazione. La PA dovrebbe infatti rilasciare le autorizzazioni ed eventualmente ricoprire un ruolo di azionista (di minoranza). Altri ruoli, come ad esempio quello dell’azionista di maggioranza e addirittura di operatore industriale espongono politici e tecnici al rischio di conflitto d’interesse. La riforma dei servizi locali (e l’Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas), ancora incompiuta, ha progressivamente sancito questa separazione.

Fonte e taglia impianto	Chi investe	Esempio	Meccanismo
Eolico, piccola taglia	Amministrazione locale + privati cittadini	Comune di Specchia (Lecce)	Azionariato diffuso: a investire nel progetto è il Comune, che permette ai cittadini di contribuire al finanziamento del progetto, acquisendo quote della società che gestisce l'impianto
Solare, media taglia	Spa a prevalente capitale pubblico + privati cittadini	Belvedere Spa. Azionista di maggioranza, Comune di Peccioli (Pisa).	Azionariato diffuso: la società permette ai cittadini di acquistare “un ettaro di cielo”, investendo 3000 euro a persona nell'impianto. In questo modo si è finanziato il 20% dell'investimento, cedendo azioni ai privati cittadini
Eolico, taglia medio grande	Spa private + amministrazioni locali	San Sostene, Catanzaro (in costruzione)	Compartecipazione nella gestione e accesso ai ricavi/profitti
Eolico, taglia medio grande	Spa private + associazioni che riuniscono privati cittadini	Vari progetti in Regno Unito, tra cui Cefn Croes (Galles) e Kilbraur (Scozia)	Produttore privato concede ad associazioni no profit che raggruppano privati cittadini di acquistare fino al 4% delle azioni della società che gestisce l'impianto.
Solare/Mini Hydro, piccola taglia	Cooperative che raggruppano produttori e consumatori	Retenergie, Cuneo Cooperativa elettrica di produttori e utilizzatori	Utenti e consumatori creano una cooperativa che investe nella realizzazione di un (piccolo) impianto (generalmente fotovoltaico o idroelettrico). I progetti nascono dalla volontà di privati cittadini di investire nelle rinnovabili.

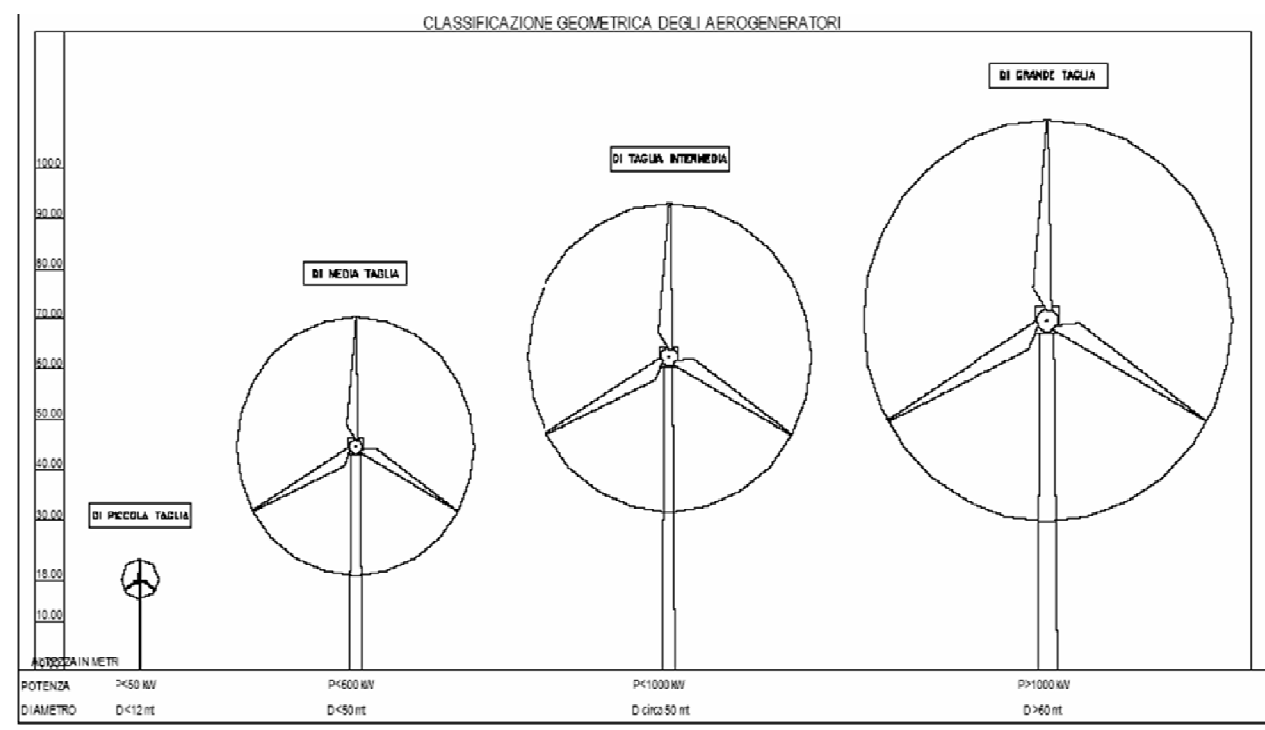
Le fonti rinnovabili nel PPTR della Regione Puglia: verso i Progetti di Comunità.
(Da Matteo Bartolomeo, Avanzi e Politecnico di Milano)

b.1.2..2 Ruolo del PPTR nella costruzione del nuovo paesaggio energetico

Le linee guida in oggetto assumono un duplice ruolo nella costruzione del nuovo paesaggio energetico:

- stabiliscono i criteri per la definizione delle aree idonee e delle aree sensibili alla localizzazione di nuovi impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili
- costituiscono una guida alla progettazione di nuovi impianti definendo regole e principi di progettazione per un loro corretto inserimento paesistico

La prima parte si inserisce nell'articolato quadro istituzionale della Regione Puglia fornendo indicazioni precise per la localizzazione degli impianti (RR n.24/2010). Questa sezione delle linee guida ha una scala di riflessione territoriale ed è rivolta in principal modo a Comuni e Province; la seconda parte, invece, fornisce suggerimenti ad una scala di maggior dettaglio per la progettazione degli impianti e si inserisce nella fase successiva dell'iter di approvazione quella cioè della progettazione definitiva dell'impianto. *Ubicazione, densità, concentrazione, distanza, mitigazione, dismissione* sono alcuni dei temi trattati accompagnati da schemi e-semplificativi e *best practices*.



Confronto dimensionale tra aerogeneratori di diversa taglia.

Turbine Potenza (kW)

1. Microeolico < 1
2. Minieolico < 50
3. Media Taglia < 1.000
4. Grande Taglia > 1.000

Classificazione degli aerogeneratori secondo l'ASME

EOLICO

b.1.2.3 Criteri per l'individuazione delle aree sensibili

L'individuazione delle aree sensibili e quindi non idonee alla realizzazione di impianti eolici si basa su criteri di valutazione di natura paesaggistica piuttosto che strettamente energetica.

A partire da analisi di tipo vincolistico nonché in attuazione del DM 10 settembre 2010 “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, il Regolamento Regionale n. 24/2010 individua le aree ed i siti non idonei alla localizzazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili e delle opere connesse. L'inidoneità (art.4) delle singole aree o tipologie di aree è definita tenendo conto degli specifici valori dell'ambiente, del paesaggio, del patrimonio storico e artistico, delle tradizioni agroalimentari locali, della biodiversità e del paesaggio rurale. Sulla base della ricognizione dei valori paesaggistici operata dal PPTR e contenuta nell'Atlante del Patrimonio Ambientale e Territoriale e Paesaggistico, le presenti linee guida individuano aree particolarmente sensibili per la localizzazione di impianti di grande taglia.

Per ciascuna tipologia di impianto si definiscono le aree sensibili e non idonee per l'inserimento nel paesaggio di impianti eolici.

Con riferimento alle categorie di impianti riportate nel Regolamento regionale n. 24 sono stati suddivisi gli impianti in due grandi categorie:

-impianti di piccola taglia: contengono tutti gli impianti fino a 60 KW

-impianti di media e grande taglia: comprendono gli impianti tra i 60 ed i 200 KW e quelli superiori ai 200 KW

Tale suddivisione è strumentale non solo all'individuazione delle aree non idonee ma anche alla definizione di aree preferibilmente idonee definite sulla base del rapporto tra le dimensioni dell'impianto e il contesto in cui si inserisce.

Sono ad esempio sensibili per impianti di media e grande taglia: le aree vincolate, i parchi, le aree a pericolosità geomorfologica, i centri urbani. A queste si aggiungono su suggerimento del PPTR, la costa, la campagna urbanizzata, i pascoli.

Nell'ottica perseguita dal piano di concentrare piuttosto che disperdere, i grandi impianti dovranno preferibilmente concentrarsi in corrispondenza delle aree produttive e dei grandi bacini estrattivi.

Per quanto riguarda la piccola taglia le aree idonee si allargano anche alle zone vincolate, alla campagna urbanizzata, nell'ottica di favorire l'autoconsumo.

b1.2.3.1 On shore di piccole dimensioni con potenza fino a 60 KW

Impianti con potenza fino a 20 KW

Impianti senza opere di connessione. Aree non idonee (come definite nella Parte Seconda delle presenti Linee Guida): riserve naturali statali, riserve naturali regionali + 100m, aree umide, aree protette regionali, SIC , ZPS, siti UNESCO, beni culturali (ex vincolo 1089) +100m, boschi + 100m, prati e pascoli naturali, formazioni arbustive in evoluzione naturale, zone archeologiche+100m, tratturi+ 100m, aree a pericolosità idraulica (insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golenali, AP, MP), aree a pericolosità geomorfologica PG2 e PG3, siti censiti dalla Carta dei Beni Regionale + 100m, con visuali fino a 4 Km, cono visuale del Castel del Monte fino a 6 Km, grotte + 100m, lame e gravine, versanti , geositi, inghiottitoi, cordoni dunari , sorgenti.

Impianti con opere di connessione. Aree non idonee (come definite nella Parte Seconda delle presenti Linee Guida): parchi, riserve naturali statali, riserve naturali regionali + 100m, aree umide, aree protette regionali, zone Ramsar, SIC, ZPS, siti UNESCO, immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del Dlgs 42/2004, beni culturali (ex vincolo 1089) +100m, boschi + 100m, prati e pascoli naturali, formazioni arbustive in evoluzione naturale, costa+ 300m, laghi+ 300m, fiumi e torrenti+ 150m, reticolo idrografico di connessione della RER+ 100m, zone archeologiche+100m, tratturi+ 100m, aree a pericolosità idraulica (insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golenali, AP, MP), aree a pericolosità geomorfologica PG2 e PG3, siti censiti dalla Carta dei Beni Culturali + 100m, con visuali fino a 4 Km, cono visuale del Castel del Monte fino a 6 Km, grotte + 100m, lame e gravine, versanti.

Aree idonee: il PPTR privilegia l'utilizzo di impianti eolici di piccole dimensioni finalizzati all'autoconsumo. Tali impianti possono essere localizzati sia in aree urbane che extraurbane a servizio delle aziende agricole preferibilmente senza opere di connessione o a servizio di capannoni industriali e di quartieri residenziali.

Impianti con potenza tra 20 e 60 kW

Aree non idonee (come definite nella Parte Seconda delle presenti Linee Guida): parchi, riserve naturali statali, riserve naturali regionali + 100m, aree umide, aree protette regionali, zone Ramsar, SIC, ZPS, siti UNESCO, immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del Dlgs 42/2004, beni culturali (ex vincolo 1089) +100m, boschi+ 100m, prati e pascoli naturali, formazioni arbustive in evoluzione naturale, zone archeologiche+100m, costa+ 300m, laghi+ 300m, fiumi e torrenti+ 150m, reticolo idrografico di connessione della RER+ 100m, tratturi+ 100m, aree a pericolosità idraulica (insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golenali, AP, MP), aree a pericolosità geomorfologica PG2 e PG3, siti censiti dalla Carta dei Beni Culturali + 100m, con visuali fino a 4 Km, cono visuale del Castel del Monte fino a 6 Km, grotte + 100m, Lame e gravine, versanti, geositi, inghiottitoi, cordoni dunari , sorgenti, paesaggi rurali .

Aree idonee: sono consentiti impianti eolici on-shore nelle aree definite idonee, comprendenti aree agricole, aree produttive pianificate, aree estrattive, realizzati direttamente dagli enti locali, nonché quelli finalizzati



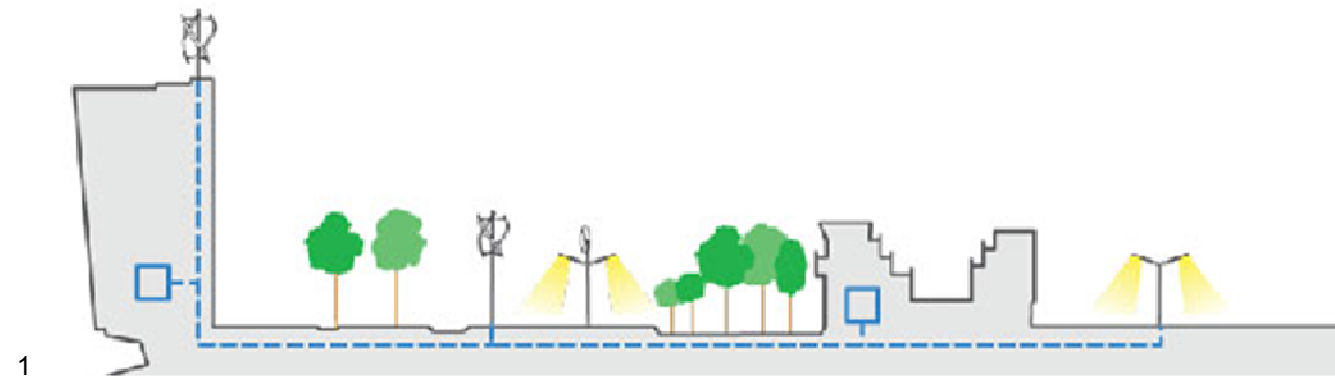
Mini eolico in territorio di Ginosa (TA)



Mini eolico nel tavoliere salentino

all'autoconsumo.

Ai fini di agevolare anche la concentrazione degli impianti per autoconsumo è privilegiata la localizzazione di pale di tipo consortile nelle aree agricole e nelle aree classificate come *campagna abitata* e *urbanizzata* (rif. 3.2.8 Morfotipologie urbane, in *Atlante del patrimonio ambientale, territoriale e paesaggistico. Descrizioni strutturali di sintesi*) per servire più aziende agricole e /o più abitazioni. E' favorita infatti la realizzazione di impianti di tipo consortile, ossia l'installazione di un unico generatore, di taglia opportuna, in grado di soddisfare il fabbisogno energetico di più consumatori limitrofi, visti quali auto produttori/auto consumatori, piuttosto che l'installazione distribuita di più generatori di piccola taglia, a servizio dei singoli.



1



3



2



4

Diverse applicazioni di mini eolico con turbina ad asse verticale e triplice elica (modello Quiet Revolution QR5 altezza 5m e diametro 3m, modello QR12 altezza 12m e diametro 6m) utilizzabile anche in contesti urbani sul tetto di un edificio residenziale, per la pubblica illuminazione degli spazi condominiali come nel caso della City House a Croydon (figg. 1-2), per insegne pubblicitarie, in un parco pubblico come ad esempio nel progetto di ARUP per l'ecocity DongTan sull'isola di Chongming vicino Shanghai (fig.3). Interessante anche l'applicazione di questa tipologia di aerogeneratore alle nuove residenze progettate da Mario Cucinella Architects insieme ad un team di sociologi (fig. 4) e frutto di una ricerca più complessa che ha visto impegnato il team sul tema delle

residenze a zero emissioni di Co2. Il progetto in quest'ultimo caso esplora la possibilità di utilizzare anche la tecnologia eolica ad asse verticale a servizio dell'architettura residenziale puntando alla sua integrazione con l'architettura già in fase di progettazione.

Best practices

Applicazioni dell'eolico di piccola taglia in ambiente urbano



Las Palmas Gran Canaria



Blackpool Promenade



Ysgol Graig Primary School



Concessionario auto presso la stazione di Preston



Salisbury Store Greenwich



Colchester Barracks



Tindale Towers



EOLICO

Applicazioni dell'eolico di piccola taglia alle infrastrutture



Giovinazzo. Mini eolico in una stazione di servizio AGIP

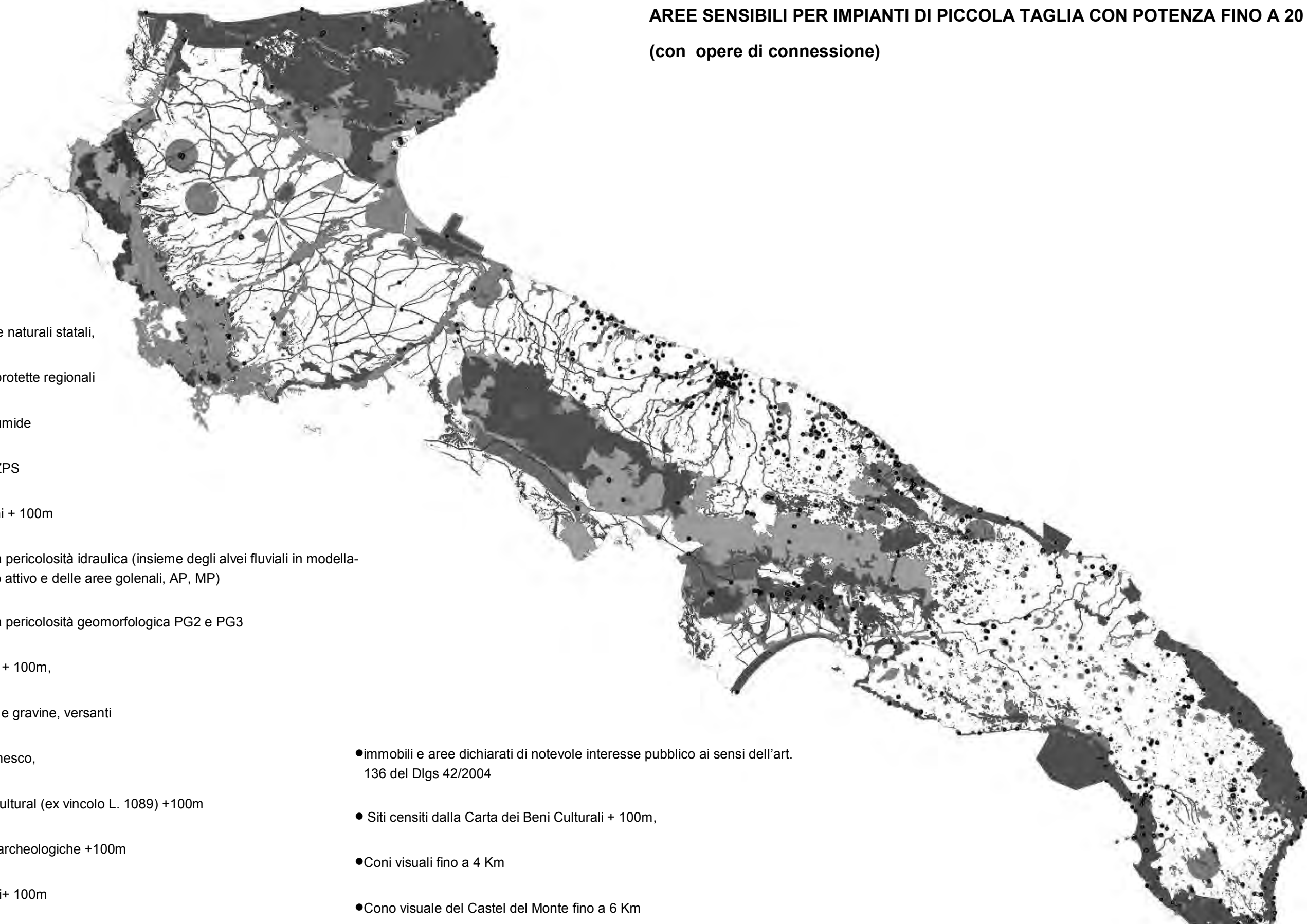


Aprilia stazione di ricarica auto elettriche alimentata da un impianto eolico

La turbina eolica Skypump è stata progettata dal dipartimento turbine eoliche della General Electric con lo scopo di ricaricare le batterie delle auto elettriche. Le sue dimensioni ridotte (altezza totale di 12.80 m) ne consentono la localizzazione nelle aree urbane ad esempio nelle aree a parcheggio dei centri commerciali o industriali o dei distretti finanziari.

Best practices

AREE SENSIBILI PER IMPIANTI DI PICCOLA TAGLIA CON POTENZA FINO A 20 KW
(con opere di connessione)

- 
- parchi
 - riserve naturali statali,
 - aree protette regionali
 - aree umide
 - SIC, ZPS
 - Boschi + 100m
 - aree a pericolosità idraulica (insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golenali, AP, MP)
 - aree a pericolosità geomorfologica PG2 e PG3
 - grotte + 100m,
 - Lame e gravine, versanti
 - Siti Unesco,
 - beni cultural (ex vincolo L. 1089) +100m
 - zone archeologiche +100m
 - tratturi+ 100m
 - immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del Dlgs 42/2004
 - Siti censiti dalla Carta dei Beni Culturali + 100m,
 - Coni visuali fino a 4 Km
 - Cono visuale del Castel del Monte fino a 6 Km

b1.2.3.2 On shore di medie e grandi dimensioni

Fanno parte di questa prima categoria gli impianti con le seguenti caratteristiche:

- potenza complessiva da 60 a 200 kW ,numero di aerogeneratori massimo 3, altezza massima della torre 30 m, diametro rotore massimo 18 m in aree agricole senza opere di connessione (rif. E2c RR 24/2010)
- potenza complessiva da 60 a 200 kW e numero di aerogeneratori massimo 3 (rif E4a RR 24/2010)
- potenza complessiva da 60 a 200 kW e numero di aerogeneratori maggiore di 3 (rif E4 b RR 24/2010)

Fanno parte di questa prima categoria gli impianti con le seguenti caratteristiche:

potenza complessiva da 200 a 500 kW e numero di aerogeneratori minore di 2 (rif E4 b RR 24/2010)

potenza complessiva da 200 a 500 KW e numero di aerogeneratori maggiore di 2 (rif E4c RR 24/2010)

potenza complessiva da 500 a 1000 KW (rif. E4c RR 24/2010)

potenza complessiva maggiore di 1000 KW (rif. E4d RR 24/2010)

Aree non idonee (come definite nella Parte Seconda delle presenti Linee Guida):

parchi, riserve naturali statali, riserve naturali regionali + 100m, aree protette regionali, zone umide, SIC, ZPS, IBA, Siti Unesco, immobili e aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del Dlgs 42/2004, beni culturali (ex vincolo 1089) +100m, costa+ 300m, laghi+ 300m, fiumi e torrenti+ 150m, reticolo idrografico di connessione della RER+ 100m, boschi+ 100m, arbustive in evoluzione naturale, zone archeologiche+100m, tratturi+ 100m, aree a pericolosità idraulica (insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golenali, AP, MP), aree a pericolosità geomorfologica PG2 e PG3, area edificabile urbana + buffer di 1 Km , siti censiti dalla Carta dei Beni Culturali + 100m, con visuali fino a 10 Km, grotte + 100m, lame e gravine, versanti, geositi, inghiottitoi, cordoni dunari , sorgenti, paesaggi rurali .



Impianti di media taglia in Danimarca

Aree idonee: nuovi impianti eolici potranno localizzarsi nelle aree idonee previo accertamento dei requisiti tecnici di fattibilità fra cui l'anemometria del sito, da provare mediante certificazione rilasciata da enti di ricerca e/o società accreditate nel settore e fatte salve tutte le verifiche di compatibilità ambientale e paesaggistica (ivi compresa quella sugli impatti cumulativi) previste dalla normativa vigente.

In accordo con le indicazioni delle Linee Guida Ministeriali, il PPTR privilegia le localizzazioni in aree idonee già compromesse da processi di dismissione e abbandono dell'attività agricola, da processi di degrado ambientale e da trasformazioni che ne hanno compromesso i valori paesaggistici. Pertanto, sono da considerarsi come idonee:

- le aree agricole caratterizzate da una bassa produttività, fermo restando la conservazione o meglio il ripristino dell'uso agricolo dei suoli laddove possibile;

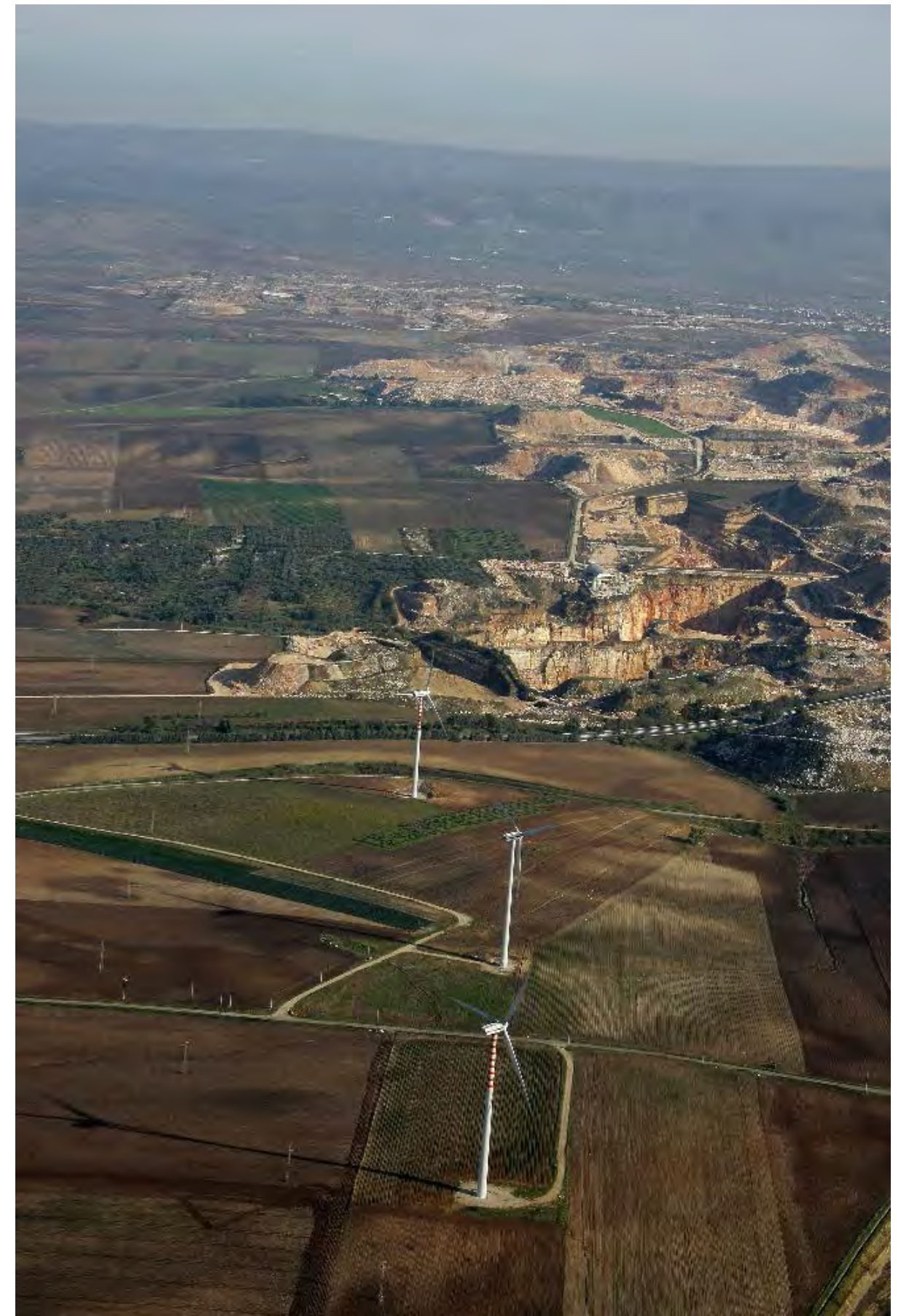
- le aree produttive pianificate ove, previa verifica della compatibilità con gli edifici residenziali limitrofi, e le distanze di sicurezza previste da normativa vigente e il rispetto della compatibilità acustica, sarà possibile localizzare gli aerogeneratori lungo i viali di accesso e di distribuzione ai lotti industriali, nelle aree di pertinenza dei singoli lotti, nelle aree a standard urbanistico. Per gli impianti con potenza superiore a 60 KW sarà fatta salva la distanza di 1 Km dalle aree urbane residenziali. Si privilegia la produzione di energia da fonte eolica in aree produttive se finalizzata all'autoconsumo ed integrata ad altri sistemi di produzione energetica in cicli di simbiosi produttiva a vantaggio delle stesse aziende che usufruiscono di energia e calore prodotti (Linee Guida APPEA).

- nelle aree prossime ai bacini estrattivi se comunque non in contrasto con i valori di paesaggio persistenti;

Sarà necessario inoltre seguire le raccomandazioni delle presenti linee guida per la realizzazione di nuovi impianti eolici di media e grande taglia riguardanti alcuni parametri utili alla progettazione quali la densità, le distanze, il rapporto con l'orografia e con gli elementi strutturanti il paesaggio.



Specchia (LE) impianto eolico comunale (potenza 660 kW altezza torre 50m)



Impianto eolico nei pressi del bacino estrattivo di Apricena

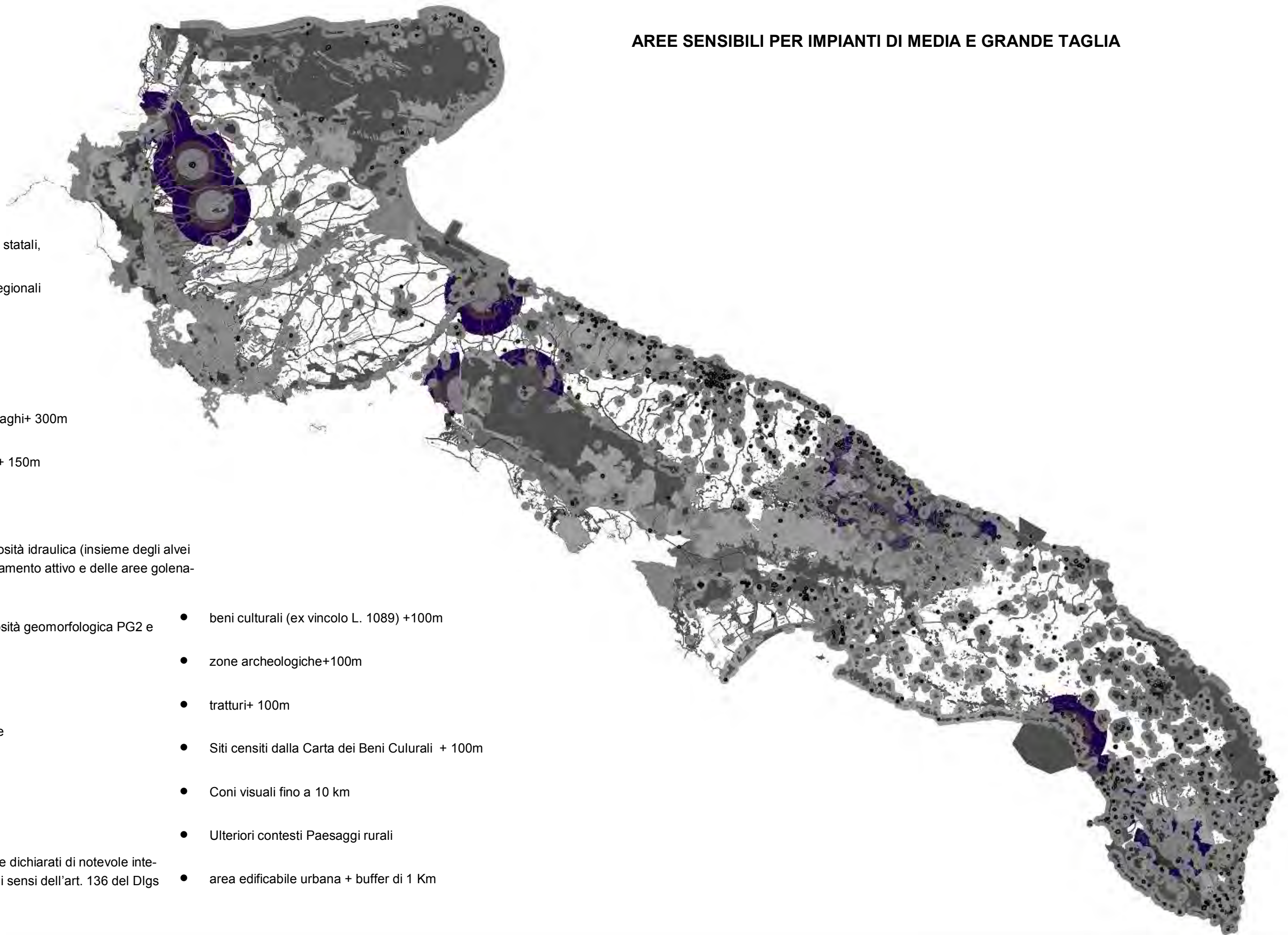
EOLICO

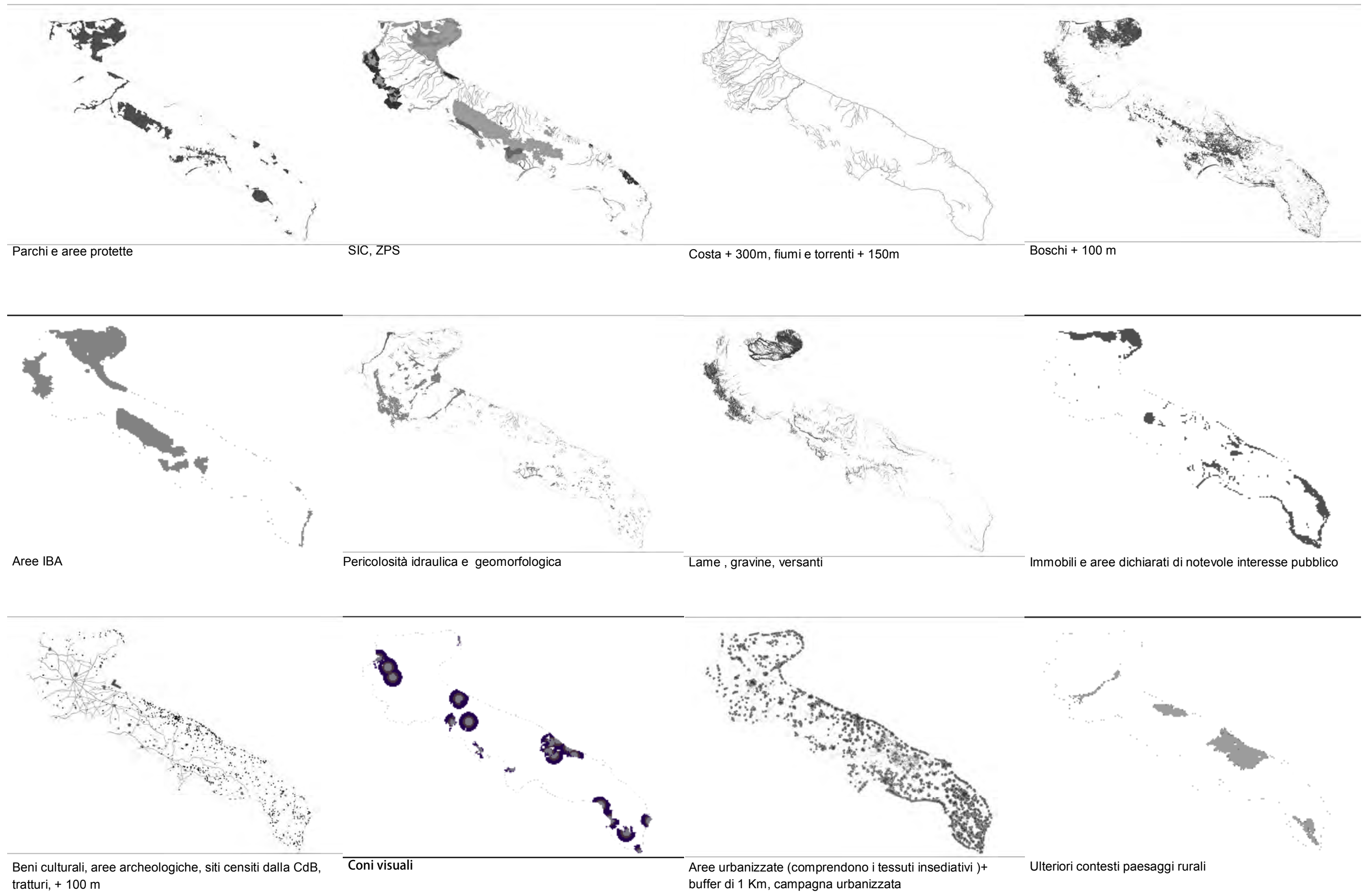


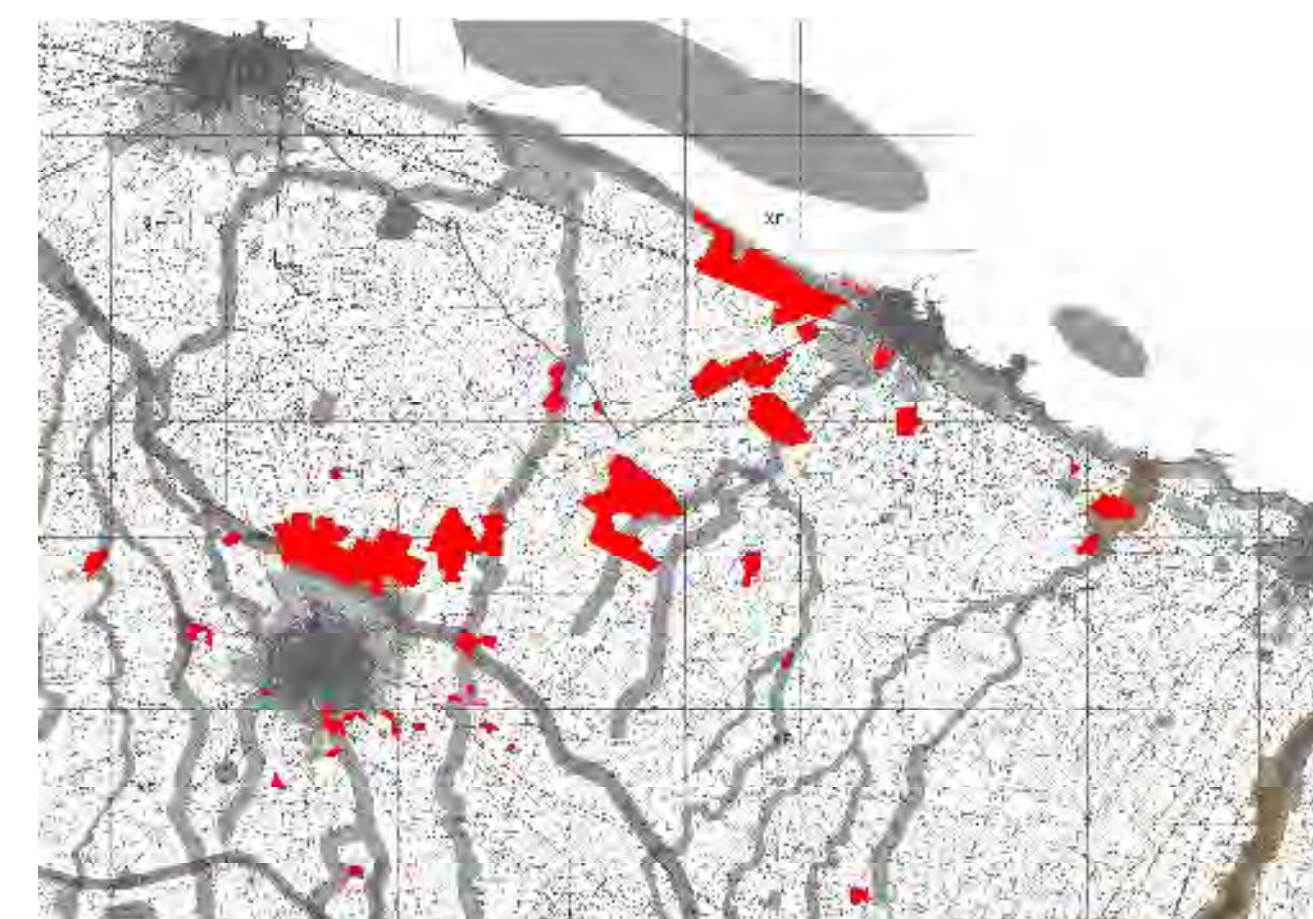
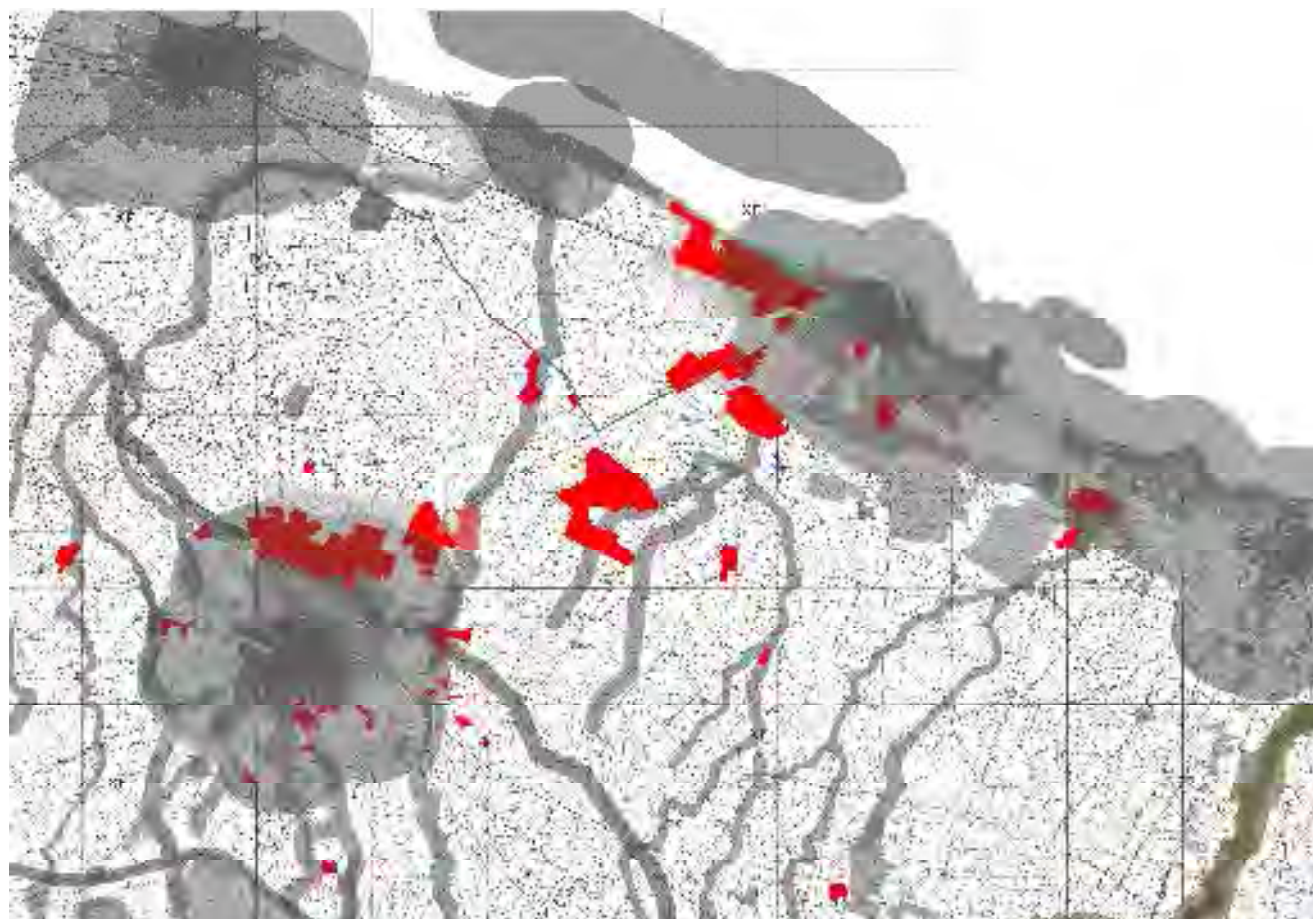
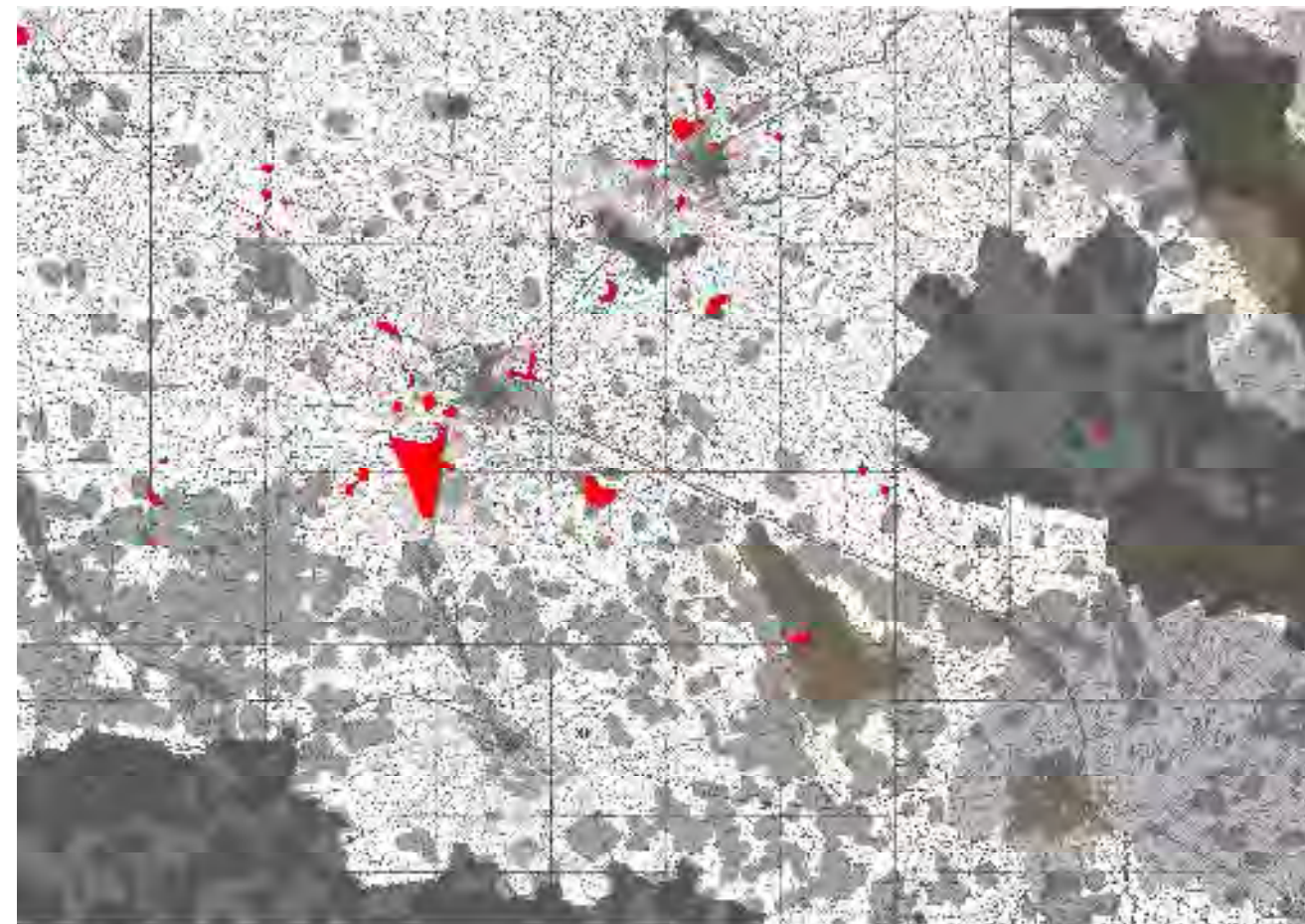
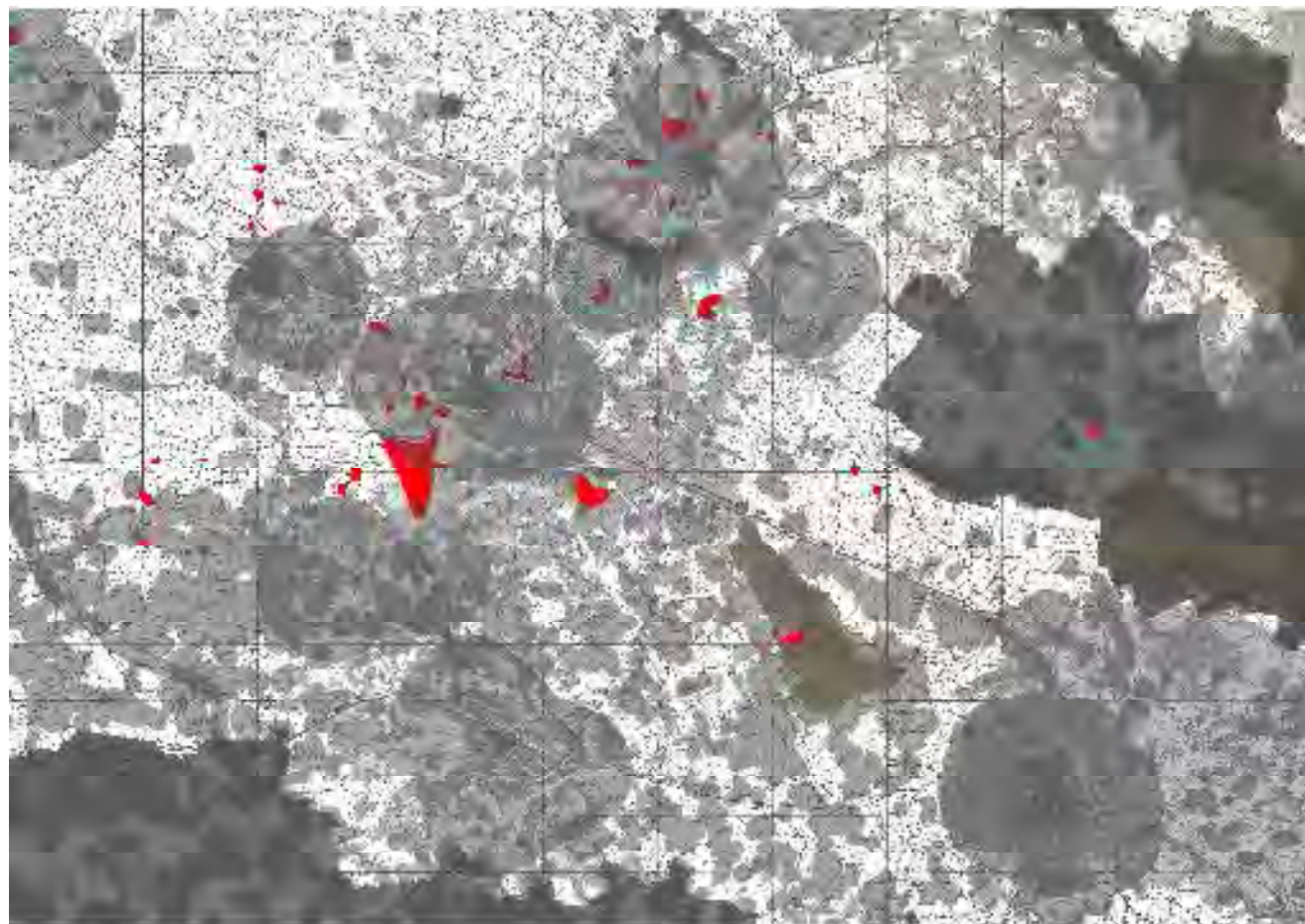
Il nuovo Parco Eolico di Pontedera (PI), sito nella zona industriale nei pressi della Piaggio lungo il canale Scolmatore, potenza di 2 MW per ciascuna torre

AREE SENSIBILI PER IMPIANTI DI MEDIA E GRANDE TAGLIA

- parchi
- riserve naturali statali,
- aree protette regionali
- aree umide
- SIC, ZPS, IBA
- costa+ 300m, laghi+ 300m
- fiumi e torrenti+ 150m
- boschi+ 100m
- aree a pericolosità idraulica (insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golena-
li, AP, MP)
- aree a pericolosità geomorfologica PG2 e
PG3
- grotte + 100m
- Lame e gravine
- Versanti
- Siti Unesco
- immobili e aree dichiarati di notevole inte-
resse pubblico ai sensi dell'art. 136 del Dlgs
42/2004
- beni culturali (ex vincolo L. 1089) +100m
- zone archeologiche+100m
- tratturi+ 100m
- Siti censiti dalla Carta dei Beni Culturali + 100m
- Coni visuali fino a 10 km
- Ulteriori contesti Paesaggi rurali
- area edificabile urbana + buffer di 1 Km







EOLICO

B1.2.3.3 Eolico off-shore

Le centrali eoliche off-shore potranno essere localizzate ad una distanza minima dalla costa di 4 km, previo accertamento dei requisiti minimi di ventosità ed acquisizione delle autorizzazioni di competenza del Demanio Marittimo.

Non sarà inoltre consentita la localizzazione di impianti off-shore

-in aree SIC mare ed in aree marine protette

-in corrispondenza di aree dove si riscontri la presenza di poseidonieti e biocenosi marine di interesse conservazionistico

-nell'ambito dei coni visuali dei paesaggi costieri di particolare valore.

In considerazione delle caratteristiche dei fondali pugliesi, con particolare riferimento alle biocenosi presenti, nonché all'andamento delle isobate, si privilegia l'uso di strutture galleggianti che consentano l'installazione degli aerogeneratori a profondità maggiori dei 60m e che richiedano un ancoraggio ad impatto limitato.

La fattibilità di impianto ed opere accessorie, oltre che da un punto di vista ambientale, dovrà essere verificata e dimostrata da un punto di vista tecnico. In particolare la producibilità di ogni singola macchina d'impianto dovrà essere certificata da enti di ricerca e/o società accreditate nel settore e non dovrà essere inferiore alle 2000 ore equivalenti.

Dovranno effettuarsi indagini mirate ad accertare le interferenze dei cavidotti sottomarini con le specie biocenosi esistenti, e adottare tecniche di posa ed approdo mirate alla minimizzazione dell'impatto. La posa interrata dei cavidotti sottomarini è consentita esclusivamente su fondali a fango, privi di biocenosi rilevanti.



Esempi di impianti eolici off-shore in Nord Europa



PROVINCIA DI PERUGIA

Area Ambientale e Territoriale
Servizio PTCP e Urbanistica

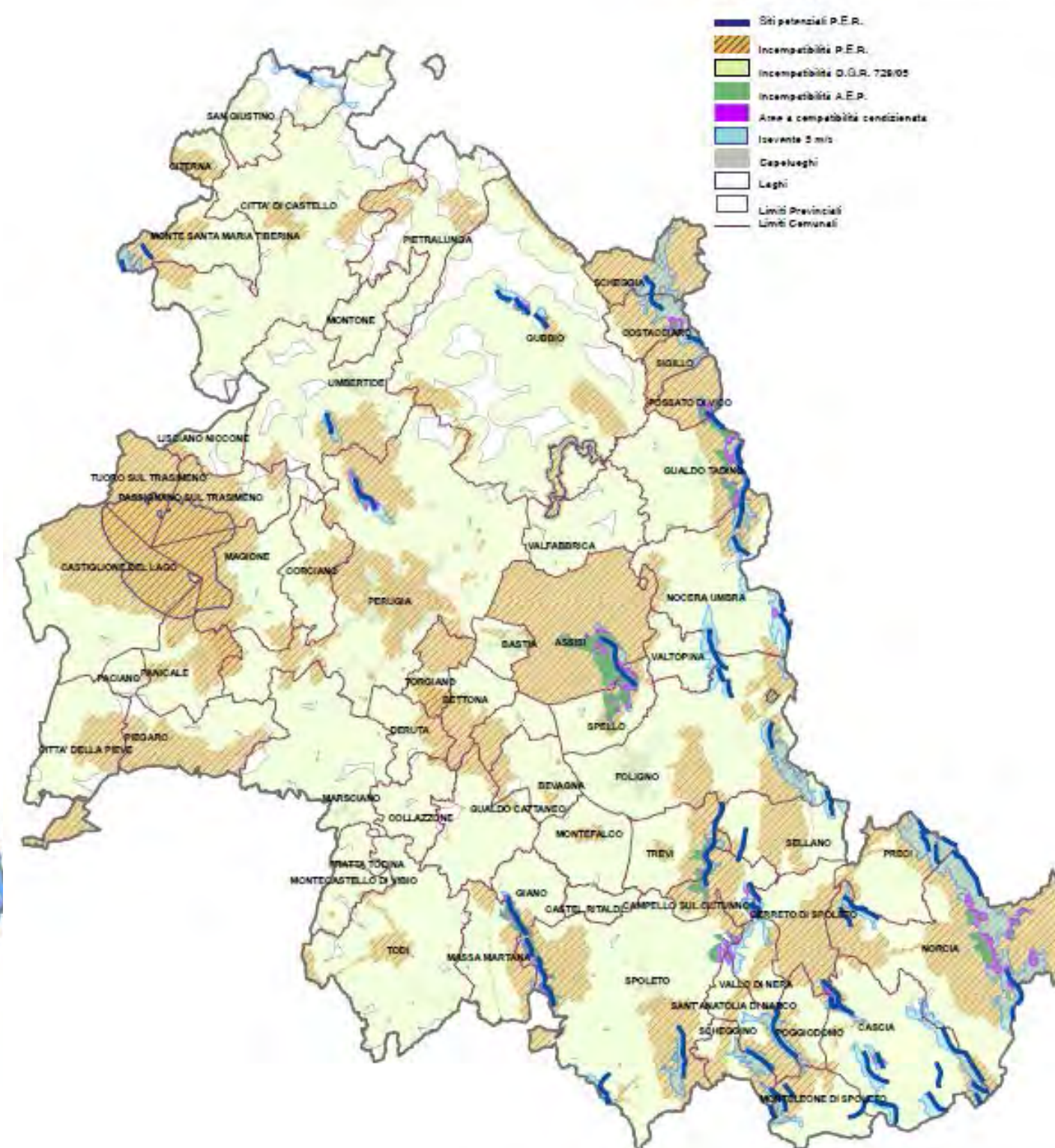
Allegato 1. CARTA EOLICA PROVINCIALE
Scala 1:400.000



PROVINCIA DI PERUGIA

Area Ambientale e Territoriale
Servizio PTCP e Urbanistica

Allegato 3. QUADRO DI SINTESI DELLE DISPOSIZIONI
REGIONALI E PROVINCIALI IN TEMA DI
IMPIANTI EOLICI
Scala 1:400.000



EOLICO

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Perugia.

I documenti del PTCP di Perugia comprendono anche uno studio sulle soglie di incompatibilità allo sviluppo di energia eolica ed alcune mappe dei potenziali siti per l'installazione di impianti. Lo studio parte dagli indirizzi già fissati dal Piano Energetico Regionale e specifica con maggior dettaglio rispetto alle specificità territoriali, le regole per l'individuazione di aree idonee all'installazione di aerogeneratori.

A partire dalle aree a più alta ventosità il PTCP distingue le aree incompatibili in base all'alta esposizione panoramica dei luoghi, dalle zone a compatibilità condizionata dove si prevede uno sviluppo del mini eolico pur verificando la non conflittualità con l'esposizione panoramica. Le aree potenzialmente compatibili sono infine quelle votate alla localizzazione di grandi impianti.

Il PTCP infine contiene uno scenario che dalle aree potenzialmente compatibili desume il numero di pale installabili nel territorio provinciale e la potenza massima raggiungibile.

Individuazione dei bacini di utilizzo dell'energia eolica in Sardegna

La Regione Sardegna ha elaborato una mappa dei bacini per l'energia eolica a valle del Piano Energetico Regionale che prevedeva uno sviluppo di produzione di energia da questa fonte rinnovabile fino a 5000 GWh per il 2012.

Per Bacino eolico si intende in questo documento un'area di estensione grande che contiene più siti eolici, un'area cioè capace di accogliere più impianti eolici separati da aree libere.

I criteri utilizzati per la selezione dei bacini di prelievo dell'energia del vento si basano su un'analisi dei dati anemometrici, sull'accessibilità stradale dell'area, E sulla distanza dai rami della rete di trasmissione elettrica.

Sono escluse le aree che pur interessanti dal punto di vista eolico, ricadono in zone coperte da vincoli ambientali.

BACINI DI PRELIEVO DELL'ENERGIA EOLICA

1:800.000

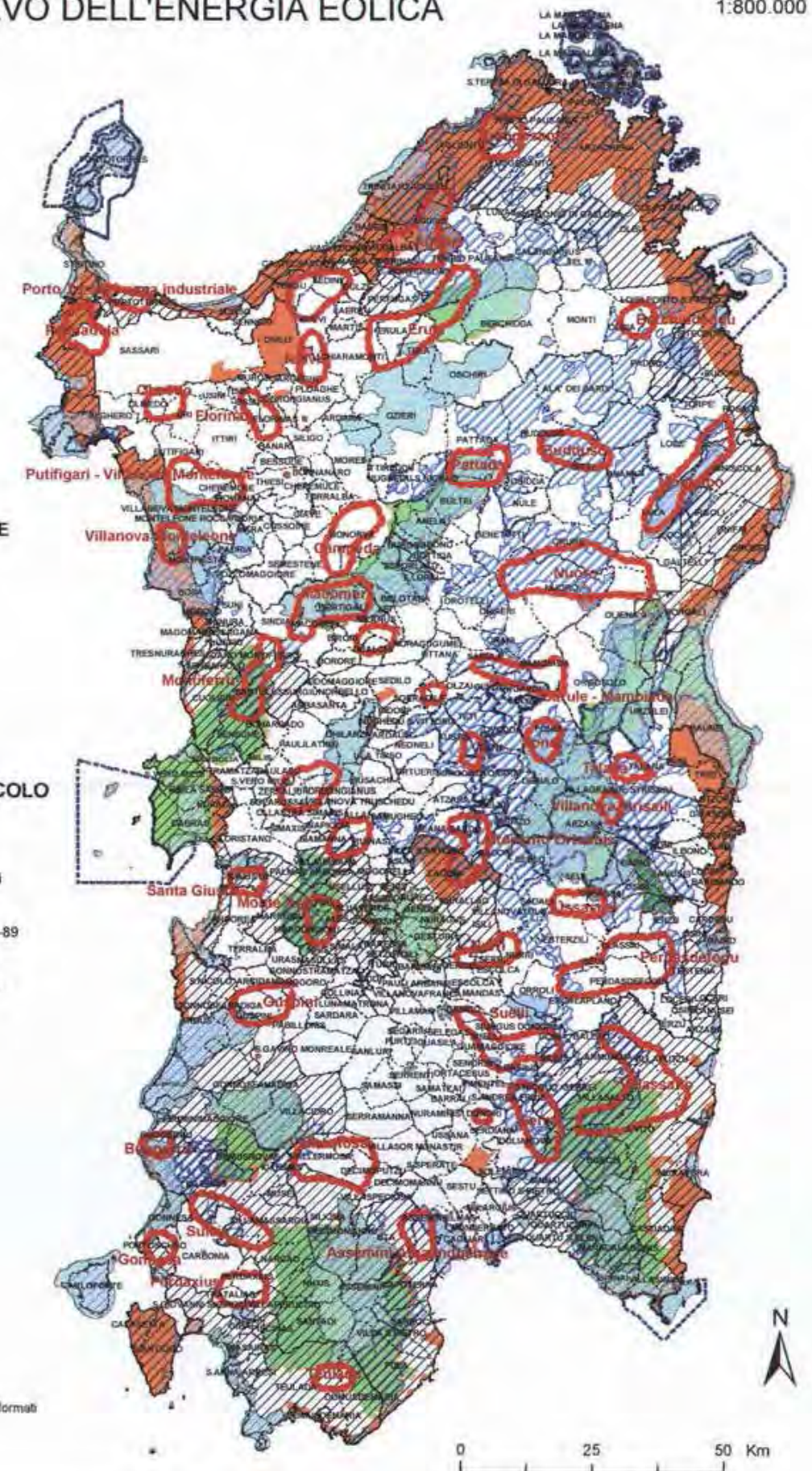
PROPOSTA PROGETTUALE



AREE SOGGETTE A VINCOLO



La presente tavola è stata riprodotta nei seguenti formati
UNI A3 (scala 1:800000)
UNI A2 (scala 1:600000)
UNI A0 (scala 1:275000)



B1.2.4 Impatti cumulativi: criteri e orientamenti metodologici

Impatti cumulativi sul patrimonio culturale e identitario

La valutazione paesaggistica di un impianto eolico dovrà considerare le interazioni dello stesso con l'insieme degli impianti eolici, presenti nel territorio di riferimento, sotto il profilo della vivibilità, della fruibilità e della sostenibilità che la trasformazione dei progetti proposti produce sul territorio in termini di prestazioni, dunque anche di detrimento della qualificazione e valorizzazione dello stesso.

Si ritiene pertanto necessario considerare lo stato dei luoghi in relazione ai caratteri identitari di lunga durata (invarianti strutturali, regole di trasformazione del paesaggio) che contraddistinguono l'ambito paesistico oggetto di valutazione e che sono identificati nelle Schede d'Ambito. A tal fine la trasformazione introdotta dall'insieme dei progetti nel territorio di riferimento non dovrà interferire :

- con l'identità di lunga durata dei paesaggi e quindi con le invarianti strutturali considerando i beni culturali come sistemi integrati nelle figure territoriali e paesistiche di appartenenza per la loro valorizzazione complessiva.
- con la struttura estetico percettiva intesa come insieme degli orizzonti di riferimento dei paesaggi del territorio regionale, e tutti quegli elementi puntuali o lineari dai quali è possibile fruire dei suddetti paesaggi.

Impatti cumulativi su natura e biodiversità

L'impatto sulla biodiversità dovuto alla presenza di più impianti eolici può essere di due tipologie:

- diretto, dovuto alla collisione degli animali con parti dell'impianto
- indiretto dovuto all'aumento del disturbo antropico con conseguente allontanamento e/o scomparsa degli individui, modificazione e frammentazione degli habitat.

Si ritiene necessario valutare l'effetto generato dall'impatto cumulativo di più impianti presenti nello stesso contesto territoriale e valutare la frammentazione degli habitat e le interferenze con i corridoi ecologici così come individuati dallo Schema della Rete Ecologica Regionale

Impatti cumulativi su suolo e sottosuolo

La valutazione degli impatti cumulativi su suolo e sottosuolo dovrà essere affrontata relativamente a diverse tematiche.

Geomorfologia ed idrologia

In merito alla valutazione dell'impatto cumulativo sarà necessario definire una possibile ricaduta estesa di fenomeni puntuali dovuti alle numerose sollecitazioni su suolo e sottosuolo indotte dai vari aerogeneratori e dalle opere connesse, che potrebbero favorire eventi di franosità superficiale o di alterazione delle condizioni di scorrimento idrico superficiale.

L'eccessiva concentrazione di impianti eolici determina una pressione su suolo che va attentamente valutata soprattutto nelle aree caratterizzate da un'elevata pericolosità geomorfologica ed idraulica.

Orografia

Da non trascurare le criticità paesaggistiche dovute ad un'alterazione della morfologia del suolo. La realizzazione di un impianto eolico e delle opere connesse (cavidotti, piazzole) genera delle trasformazioni dei caratteri orografici del sito che modificano in modo irreversibile il paesaggio soprattutto in contesti dove le differenze di quote e lievi dislivelli sono considerati tra gli elementi strutturanti del paesaggio.

Occupazione di suolo

Sottrazione di suolo agricolo ed occupazione di suolo diretta e indiretta sono due aspetti fondamentali da prendere in considerazione nella valutazione degli impatti cumulativi.

La presenza di più impianti infatti non solo sottrae suolo all'agricoltura ma frammenta le matrici agricole; l'apertura di nuove strade e le tracce dei cavidotti modificano gli aspetti culturali, e la loro omogeneità alterando il paesaggio agrario. Inoltre l'occupazione di suolo indiretta definita in base alle distanze di sicurezza che pregiudicano alcuni usi del suolo in prossimità degli impianti eolici condiziona le future trasformazioni del territorio (realizzazione di nuove strade, edilizia residenziale e produttiva, espansione di aree commerciali).



Scansano (Toscana) . Impatti negativi di un impianto eolico sul patrimonio culturale e identitario

La valutazione degli impatti cumulativi dovrà necessariamente affrontare queste problematiche da un lato considerando le trasformazioni del paesaggio agrario, dall'altro verificando la quantità di superficie occupata indirettamente dagli impianti anche in relazione agli strumenti di piano locale e sovralocale operanti sul contesto.

Impatti cumulativi sulle visuali paesaggistiche

La valutazione degli impatti cumulativi determinati dalla presenza di più impianti nello stesso ambito territoriale, considera principalmente i seguenti punti:

- a. Densità di impianti all'interno del bacino visivo individuato dalla carta di intervisibilità.
- b. Co-visibilità (l'osservatore può cogliere più impianti da uno stesso punto di vista) in combinazione o in successione.
- c. Effetti sequenziali (l'osservatore deve muoversi in un altro punto per cogliere i diversi impianti – importanti effetti lungo le strade principali o sentieri frequentati).
- d. Effetto selva (addensamento di numerosi aerogeneratori in aree relativamente ridotte).
- e. Disordine paesaggistico (impianti non armonizzati tra di loro oltre che con il contesto).

La percezione del paesaggio può essere di tipo statico e di tipo dinamico: sarà necessario individuare i punti notevoli di osservazione e gli itinerari visuali per una valutazione degli impatti cumulativi.

Le componenti visivo percettive utili ad una valutazione dell'effetto cumulativo sono: i fondali paesaggistici, le matrici del paesaggio, i punti panoramici, i fulcri visivi naturali e antropici, le strade panoramiche, le strade di interesse paesaggistico.

La rete infrastrutturale rappresenta la dimensione spazio temporale in cui si costruisce l'immagine di un territorio mentre i fondali paesaggistici rappresentano elementi persistenti nella percezione del territorio.

Possono considerarsi dei fondali paesaggistici ad esempio il costone del Gargano, il costone di Ostuni, la corona del Sub Appennino Dauno, l'arco Jonico tarantino.

Per fulcri visivi naturali e antropici si intendono dei punti che nella percezione di un paesaggio assumono particolare rilevanza come filari, gruppi di alberi o alberature storiche, il campanile di una chiesa, un castello, una torre ecc. I fulcri visivi costituiscono nell'analisi della struttura visivo percettiva di un paesaggio sia punti di osservazione che luoghi la cui percezione va tutelata. Il Castel del Monte ad esempio diventa punto di osservazione dal quale impedire la visione di impianti eolici tanto più se numerosi, ma allo stesso tempo costituisce un fulcro visivo; dalle strade panoramiche che verso di esso traggono sarà necessario evitare l'effetto ingombro generato dalla presenza di uno o più impianti eolici.

Nelle scelte localizzative dunque, dagli itinerari visuali e dai punti di osservazione prescelti dovranno essere salvaguardati i fondali paesaggistici ed i fulcri visivi naturali e antropici.



Impatti negativi di una centrale eolica a ridosso di un centro abitato dell'Irpinia.

B1.2.4 .1 Analisi e valutazione degli impatti visivi

Gli elementi che contribuiscono all'impatto visivo delle torri eoliche sono principalmente:

1. Dimensionali (l'altezza delle torri, il diametro del rotore, la distanza tra gli aerogeneratori, l'estensione dell'impianto, ecc.);
2. Quantitativi (ad esempio il numero delle pale e degli aerogeneratori);
3. Formali (la forma delle torri, il colore, la velocità di rotazione, gli elementi accessori, la configurazione planimetrica dell'impianto rispetto a parametri di natura paesaggistica: andamento orografico, uso del suolo, valore delle preesistenze e segni del paesaggio agrario)

La percezione degli aerogeneratori varia a seconda delle distanze del punto di osservazione, delle angolazioni, delle ore del giorno, degli sfondi sui quali si proietta l'impianto. Una valutazione degli impatti visivi dovrà considerare questi elementi e confrontarsi con una percezione statica e o dinamica .

Sarà necessario costruire più scenari alternativi che valutino le trasformazioni del paesaggio post operam.

La valutazione degli impatti cumulativi visivi dovrà prevedere quanto segue:

A) uno studio paesaggistico che contenga un'analisi del contesto territoriale in cui si inserisce il progetto che tenga conto e riconosca le invarianti del sistema idrogeomorfologico, botanico vegetazionale e storico culturale, il sistema delle tutele già operanti sul territorio, ed un'analisi della struttura percettiva del contesto.

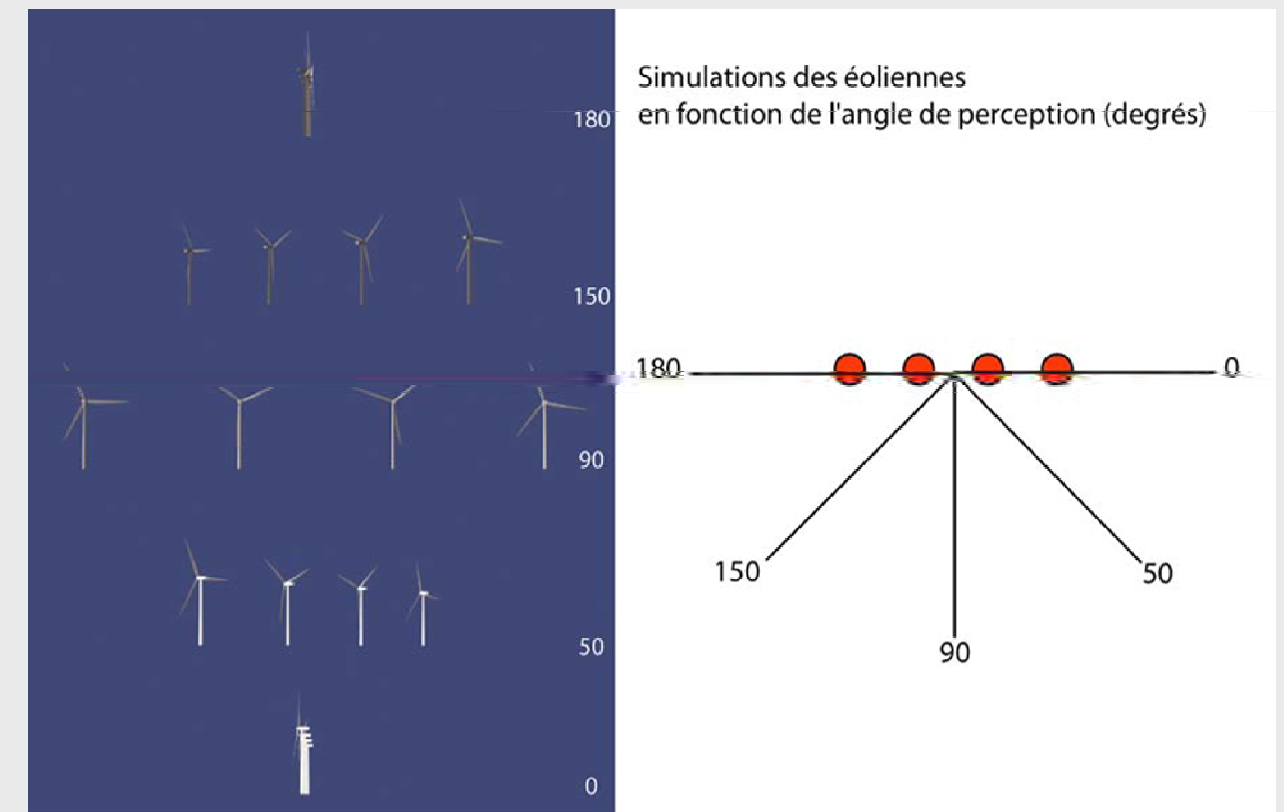
B) la descrizione dell'interferenza visiva dell'impianto consistente in:

- delle interferenze visive e dell'alterazione del valore paesaggistico dai punti di osservazione verso l'impianto tenendo conto anche degli altri impianti realizzati e già autorizzati nella Zona di Visibilità Teorica (ZTV).
- dell'*effetto ingombro* dovuto alla localizzazione dell'impianto nel cono visuale da strade panoramiche, punti panoramici e assi storici verso i beni tutelati.

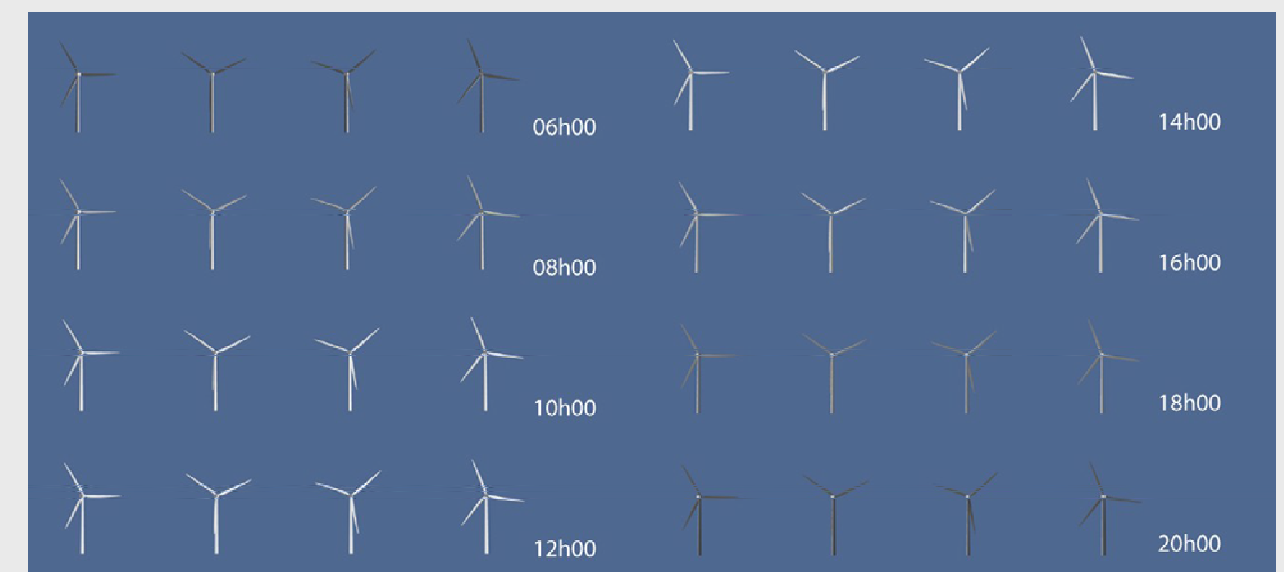
C) la costruzione e rappresentazione di scenari alternativi.

Tutto questo andrà opportunamente documentato con elaborati grafici in scala opportuna

L'impatto visivo di un impianto eolico e conseguentemente gli impatti visivi cumulativi dovranno inoltre considerare non solo le turbine ma anche gli accessi, i locali tecnici, le connessioni con la rete elettrica.



La percezione degli aerogeneratori relativa ad angolazioni diverse del punto di vista (ABIES)



La percezione degli aerogeneratori nelle diverse ore del giorno (ABIES)

Metodologia e documentazione da produrre

A valle dello studio paesaggistico che mette in luce gli elementi strutturanti dei tre sistemi idrogeologico, botanico vegetazionale e storico culturale, il sistema delle tutele e la struttura percettiva del territorio la valutazione degli impatti visivi dovrà seguire alcuni step e produrre la seguente documentazione.

1. Definizione di una zona di visibilità teorica.

La valutazione degli impatti cumulativi visivi presuppone l'individuazione di una zona di visibilità teorica (ZTV), definita come l'area in cui il nuovo impianto può essere teoricamente visto e dunque l'area all'interno della quale le analisi andranno ulteriormente specificate. L'estensione della ZTV dovrà essere tale da includere tutti i punti e le aree in cui risulti un impatto visivo significativo; tuttavia poichè tale significatività non può essere definita a priori si assumeranno inizialmente distanze convenzionali. Si può ad esempio assumere come ZTV un'area definita da un raggio di 20 Km dall'impianto proposto.

Considerando che la visibilità degli aerogeneratori deve essere considerata in funzione della loro altezza e della distanza e che il potere risolutivo dell'occhio umano ad una distanza di 20 Km è di 5,8m (Ministero per i Beni e le Attività Culturali, *Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica*) e quindi sono visibili a tale distanza oggetti superiori a 6 m si può considerare l'impatto visivo basso ad una distanza di 20 Km e dunque accettabile per l'individuazione della ZTV.

b) Carte di Intervisibilità.

Nelle mappe di intervisibilità teorica è rappresentata la porzione di territorio entro la ZTV costituita dall'insieme di tutti i punti di vista da cui sono chiaramente visibili gli aerogeneratori di un impianto o più impianti.

Tali mappe sono costruite attraverso elaborazioni che tengono conto di alcuni principali parametri: orografia del sito, altezza del punto di osservazione (1,60 m) altezza del bersaglio (aerogeneratore), angolo azimutale di visione.

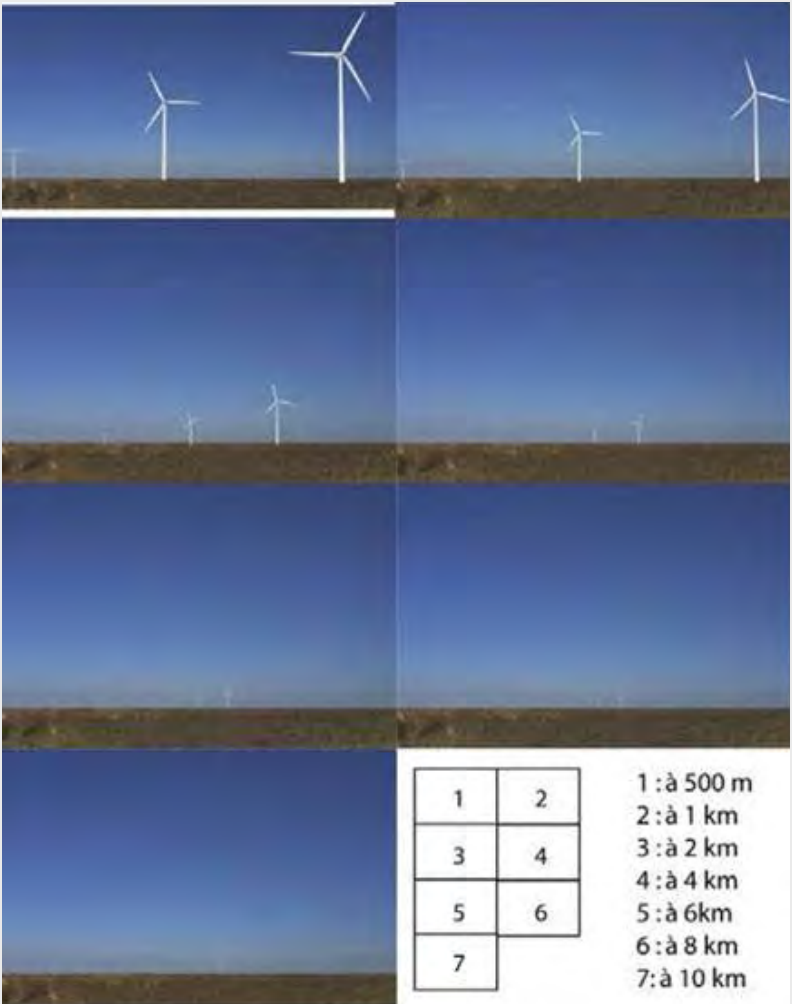
Il risultato delle suddette elaborazioni non tiene conto di altri parametri che riducono la visibilità dell'impianto in quanto costituiscono ingombro che si frappone tra l'osservatore e gli aerogeneratori come ad esempio la vegetazione ad alto fusto, le abitazioni, i capannoni ecc.

3) Definizione dei punti di osservazione

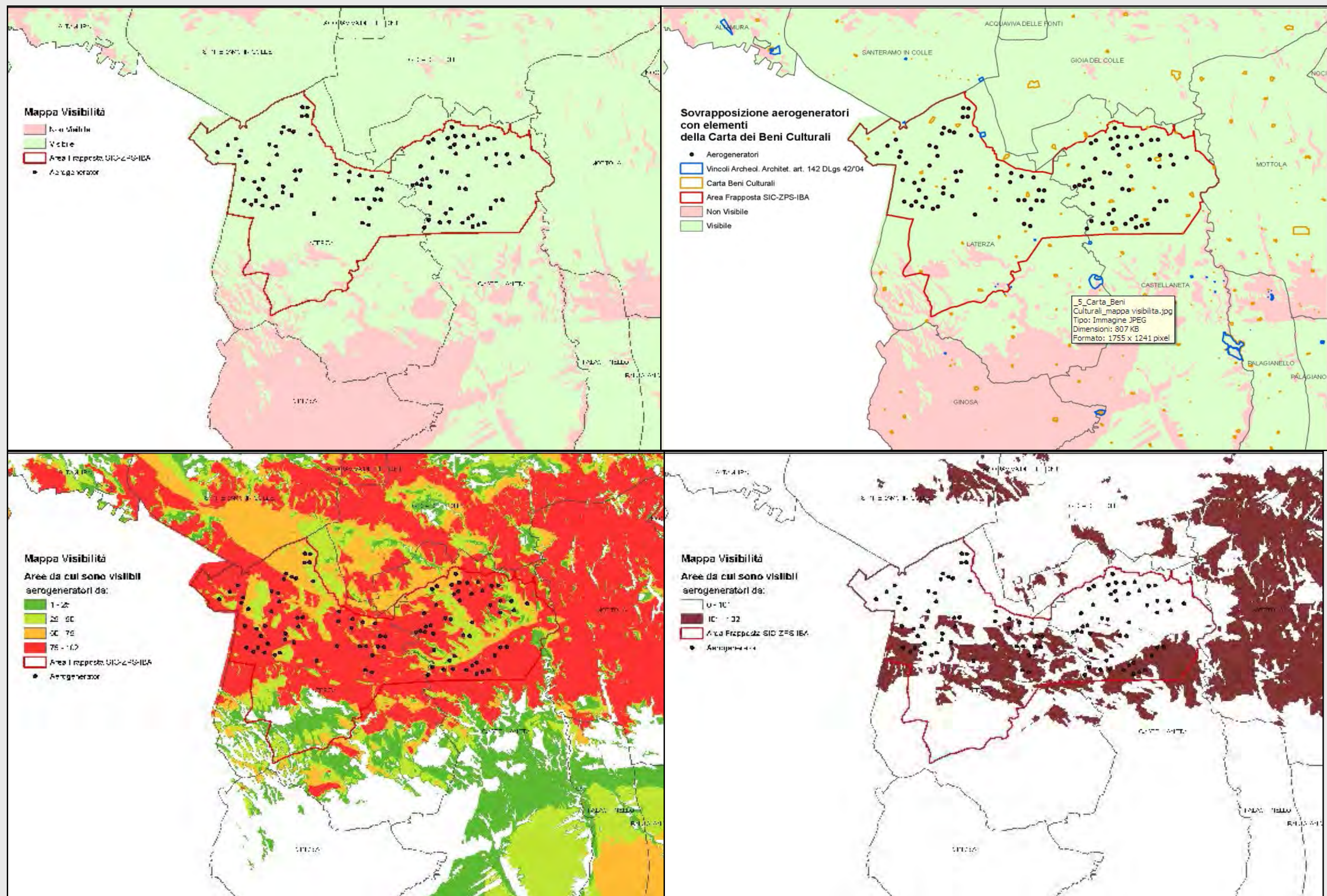
I punti di Osservazione saranno individuati lungo i principali itinerari visuali quali strade di interesse paesaggistico, strade panoramiche, viabilità principale, lame, corridoi ecologici e nei punti che rivestono un'importanza particolare dal punto di vista paesaggistico. Sono punti di osservazione anche le vie di accesso ai centri abitati, i beni tutelati ai sensi del D.Lgs 42/2004, i fulcri visivi naturali e antropici.



La percezione degli aerogeneratori su diversi sfondi del cielo (ABIES)



Mappa di Visibilità delle aree da cui sono visibili gli aerogeneratori distinti in 5 classi di numerosità (ABIES)



Mappe di Visibilità: in verde le aree in cui è visibile almeno uno degli aerogeneratori localizzati nell'area frapposta tra i siti Natura2000 ZPS-SIC-IBA Alta Murgia, ZPS-SIC-IBA Area delle Gravine, SIC Murgia di Sud-Est.

Mappe di Visibilità delle aree da cui sono visibili tutti gli aerogeneratori (102) presenti nell'area oggetto di studio

4) Carta dei Campi visivi e calcolo degli indici di visione azimuthale e di affollamento.

Rispetto alle problematiche inerenti gli impatti cumulativi è importante verificare dai punti di osservazione il numero di aerogeneratori visibili e valutarne la capacità di ingombro e percezione di affollamento che contribuisce a produrre l'effetto selva.

A questo scopo relativamente ai punti di osservazione vengono calcolati degli indici che tengono conto della distribuzione e della percentuale di ingombro degli elementi dell'impianto eolico, all'interno del campo visivo. I principali sono: l'indice di visione azimuthale e l'indice di affollamento. Il primo esprime il livello di occupazione del campo visivo orizzontale mentre il secondo esprime la distanza media tra gli elementi, relativamente alla porzione del campo visivo occupato dalla presenza dell'impianto stesso.

Nella Tavola dei Campi Visivi sono rappresentati da ciascun punto di Osservazione gli angoli di visione (gruppi di aerogeneratori si considerano discontinui nel caso in cui l'angolo azimuthale di visione libera tra i due gruppi sia maggiore dell'angolo azimuthale caratteristico dell'occhio umano e assunto pari a 50° ossia la metà dell'ampiezza dell'angolo visivo medio dell'occhio umano considerato pari a 100° con visione di tipo statico);

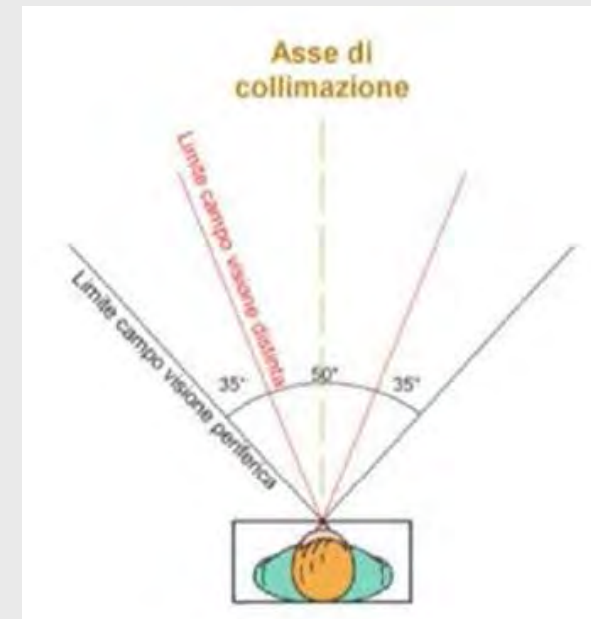
l'indice di visione azimuthale è dato dal rapporto tra l'angolo di visione e l'ampiezza del campo della visione distinta (50°). Tale indice può variare da 0 a 2 (nell'ipotesi che il campo visivo sia tutto occupato dall'impianto).

L'indice di affollamento si relaziona al numero di impianti visibili dal Punto di Osservazione e alla loro distanza e può essere calcolato in base al rapporto tra la media delle distanze che le congiungenti formano sul piano di proiezione e il raggio degli aerogeneratori (vedi fig.)

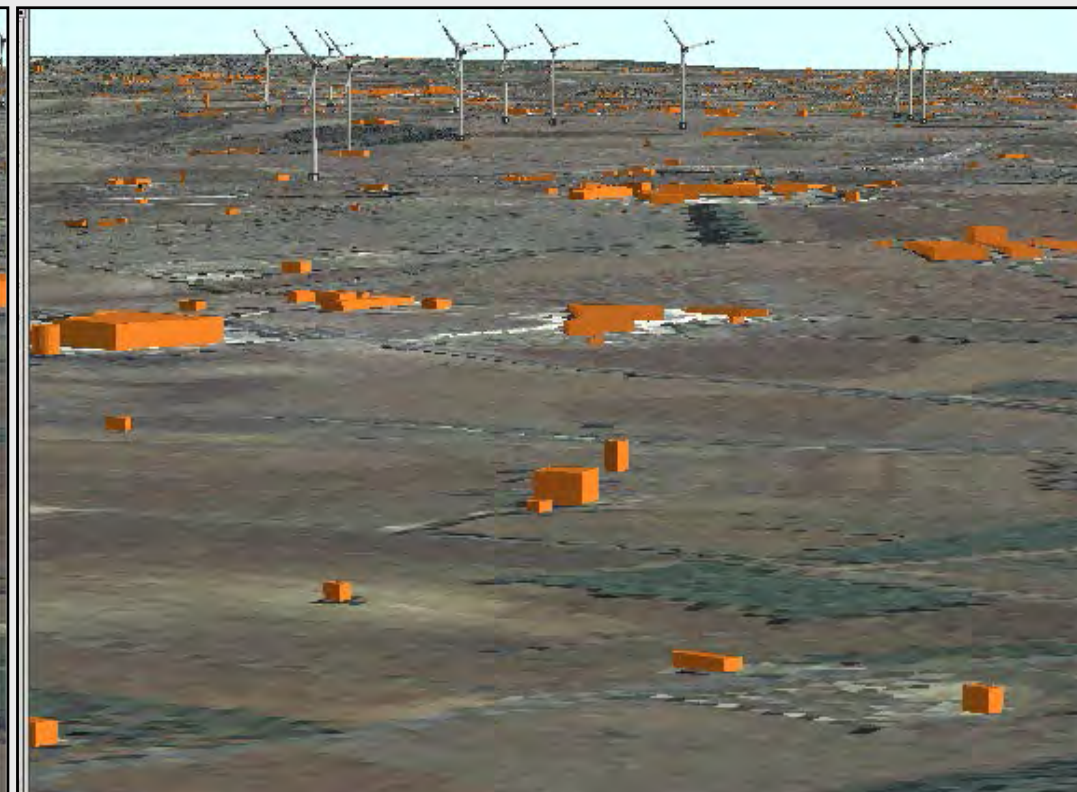
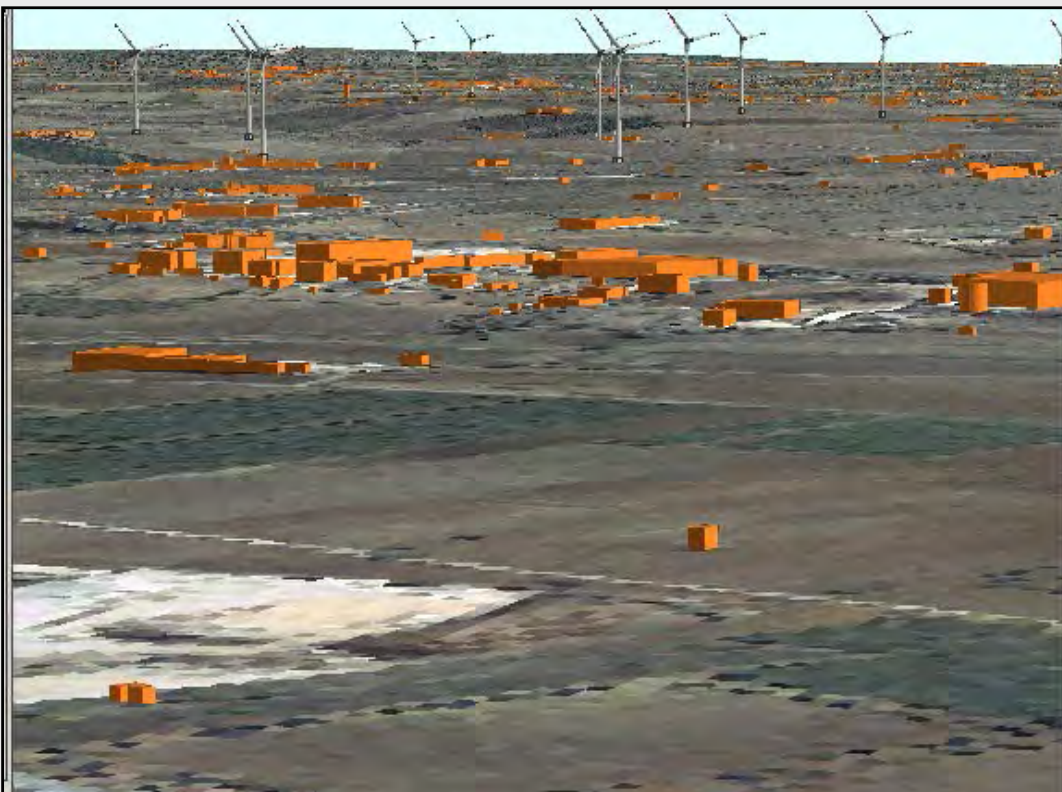
4) sezioni - skyline sul territorio interessato che verifichino il rapporto tra l'ingombro dell'impianto e le altre emergenze presenti anche al fine di una precisa valutazione del tipo di interferenza visiva sia dal basso che dall'alto, con particolare attenzione allorché tale interferenza riguardi le preesistenze che qualificano e caratterizzano il contesto paesaggistico di appartenenza.

5) Rendering fotografico *fotoinserimenti*

La descrizione delle interferenze visive attraverso i rendering fotografici e i fotoinserimenti dovrà contenere più scenari alternativi.



Mappa dei Campi visivi dal punto di Osservazione 04 l'indice di impatto azimuthale risulta 0,2 (angolo alfa di 10°)



EOLICO

B1.2.5 Raccomandazioni per la progettazione e la valutazione paesaggistica

Le raccomandazioni qui di seguito riportate si applicano indifferentemente ad impianti di grandi, medie e piccole dimensioni, poiché costituiscono dei suggerimenti utili alla progettazione degli impianti ai fini di un loro corretto inserimento nel paesaggio.

b1.2.5.1 Ubicazione

Di prioritaria importanza nella progettazione di uno o più impianti eolici è evitare l'*effetto selva* che provoca disturbo da un punto di vista percettivo a causa della distribuzione disordinata di un numero elevato di pale e della disomogeneità tipologica delle macchine. L'*effetto selva* è anche generato da una non corretta localizzazione dell'impianto rispetto all'orografia del sito e agli usi del territorio nel quale si inserisce.

È necessario dunque controllare alcuni parametri legati all'ubicazione quali ad esempio la *densità*, il *land use*, e la *land form*.

I parametri su cui basare una buona progettazione di impianti eolici sono sia di natura tecnica che territoriale: ai fini di una buona qualità paesaggistica si prenderanno in considerazione i parametri di natura territoriale.

B1.2.5.1.1 Densità

Gruppi omogenei di impianti sono da preferirsi a macchine individuali disseminate sul territorio

Si considera minore infatti l'impatto visivo di un minor numero di turbine più grandi che di un maggior numero di turbine più piccole. Il PPTR propone la concentrazione piuttosto che la dispersione degli impianti. Ad una scala territoriale si consiglia la concentrazione di impianti di grande taglia in aree definite *bacini eolici* potenziali localizzati in prossimità delle aree produttive e dei grandi bacini estrattivi in coincidenza con condizioni anemometriche vantaggiose.

Anche per gli impianti di media e piccola taglia localizzabili per autoconsumo in territorio agricolo si consiglia la concentrazione in sistemi consortili piuttosto che la dispersione di più numerosi impianti individuali.

Altro elemento da controllare rispetto al parametro densità è la distanza tra i singoli aerogeneratori e tra i differenti *cluster* di impianti.

E' preferibile una distanza minima tra gli aerogeneratori pari a 3-5 volte il diametro del rotore sulla stessa fila e 5-7 volte il diametro su file parallele.

Un buon esempio a questo proposito sono le linee guida danesi e tedesche. Le prime suggeriscono in presenza di siti sensibili di collocare le macchine in gruppi di non più di 8 turbine con una distanza relativamente ampia tra gli stessi. Le indicazioni tedesche, invece, stabiliscono una distanza tra un impianto e l'altro di almeno 5 km: è importante la giusta distanza tra i *cluster* per consentire di avere zone intermedie dove la percezione dell'impianto si riduca al minimo.



B1.2.5.1.2 Distanze

Un parametro importante nella progettazione di nuovi impianti riguarda le distanze da oggetti e manufatti già presenti sul territorio. Queste sono spesso regolate sia da fattori di tipo tecnico che prendono in considerazione fenomeni di *ombreggiamento* sia da considerazioni di tipo paesaggistico che impongono delle distanze dai siti sensibili per evitare forti interferenze percettive. In questo caso la distanza è spesso regolata da un *buffer* di diversa ampiezza .

Sarebbe opportuno proteggere la costa:

- con un buffer di 300 m da impianti di qualsiasi dimensione e numero di aerogeneratori, fatte salve le aree industriali e portuali, da regolamentare in modo opportuno in funzione dell'estensione e della collocazione delle stesse nel territorio,

- con un buffer di 3 km da impianti con potenza maggiore di 1 MW

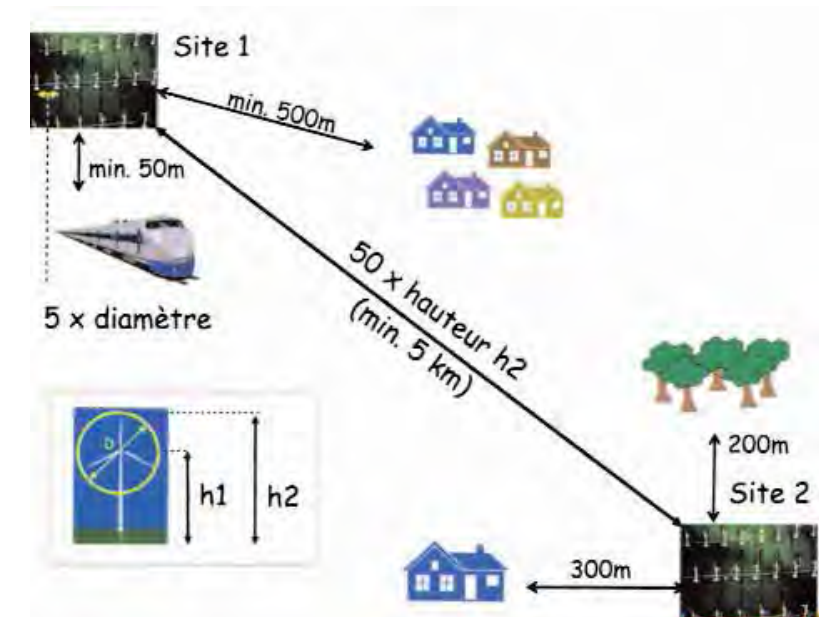
I centri abitati vanno protetti da un buffer di 1 Km per impianti eolici di media-grande taglia, sia per ragioni percettive che urbanistiche: è necessario prevedere un ampio range intorno alle città per eventuali future espansioni dell'urbanizzato.

Le aree a vincolo architettonico ed archeologico saranno invece protette da un buffer di almeno 500 m.

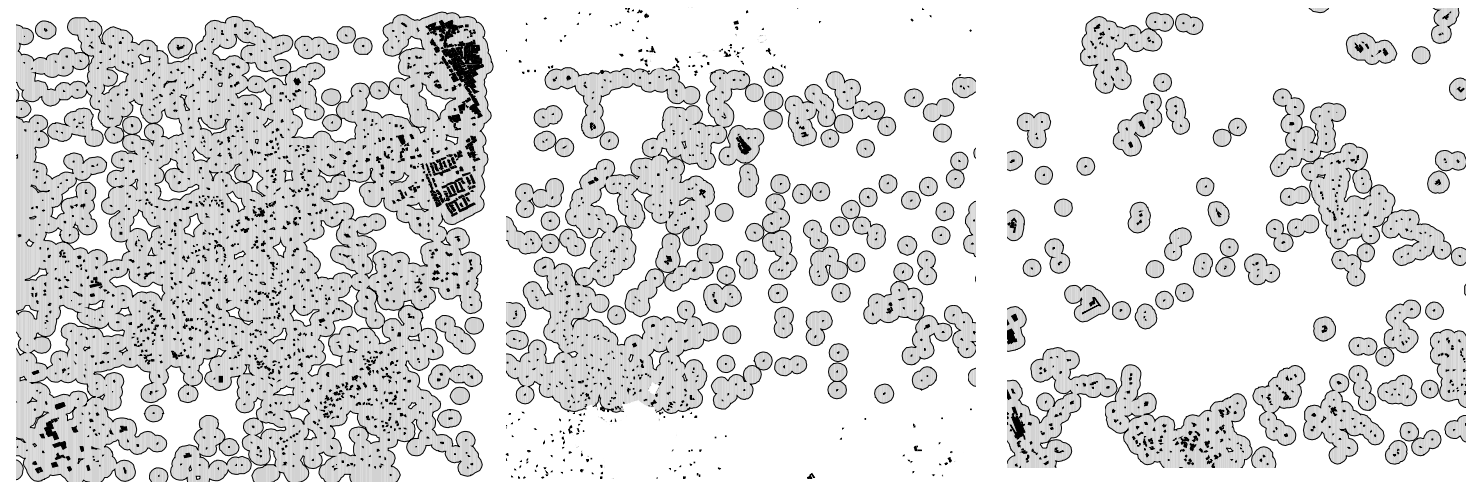
A queste distanze vanno aggiunte quelle determinate da ragioni tecniche. Ad esempio, per contesti contraddistinti da edificato sparso, gli impianti di grande taglia, fermo restando il rispetto della compatibilità acustica ed i criteri di sicurezza, dovranno avere una distanza da ogni singola abitazione, salvo ruderi privi di valenza architettonica ed archeologica, non inferiore a 2,5 volte l'altezza complessiva della macchina (altezza del mozzo più lunghezza della pala). Per impianti di piccola taglia è, invece, opportuno considerare una distanza di circa 30-50 metri dalla casa per evitare l'effetto ombreggiamento e una drastica riduzione del rendimento energetico.

Per tali ragioni nelle suddette aree contraddistinte da edificato sparso e classificate come "campagna urbanizzata" e campagna abitata" (rif. 3.28 Morfotipologie urbane) non è opportuno localizzare impianti di media-grande taglia di potenza superiore ai 60 KW.

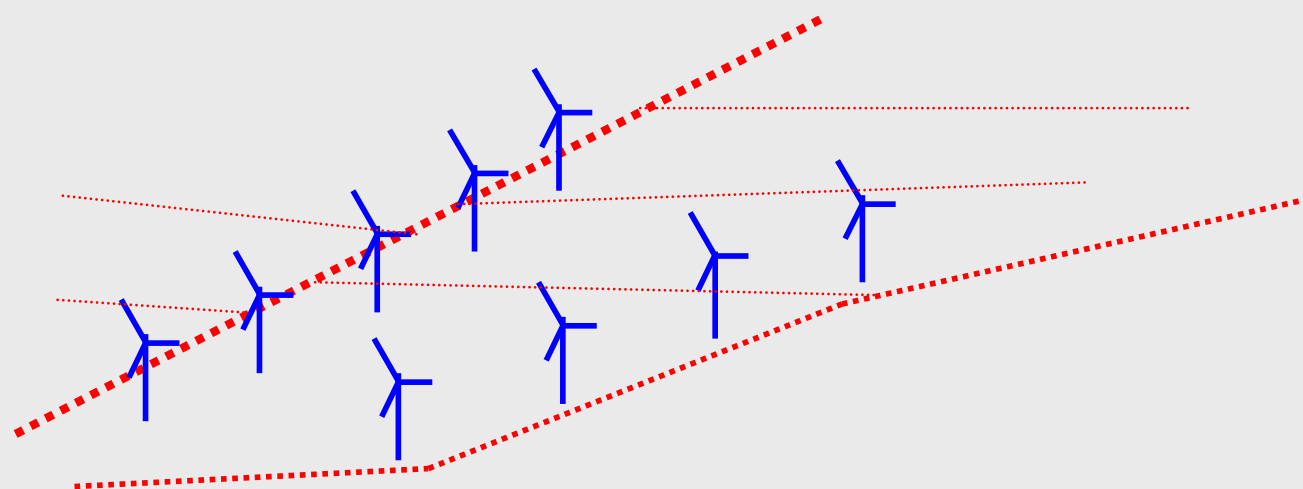
Di altro tipo sono, invece, le distanze entro le quali conviene rientrare nella scelta del sito idoneo alla localizzazione di nuovi impianti. La distanza dalla rete di alta e media tensione è di fondamentale importanza per evitare problemi di sovrainfrastrutturazione del territorio. La distanza tra impianto e punto di connessione, definito dalla soluzione di connessione fornita dai gestori di rete ed accettata dal proponente dell'impianto, non deve essere superiore a 8 km. I cavidotti a servizio dell'impianto dovranno essere interrati, secondo le disposizioni della normativa vigente in materia.



Norme di distanza utilizzate in Germania. (da Ministero per i Beni e le Attività Culturali, *Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica*.)



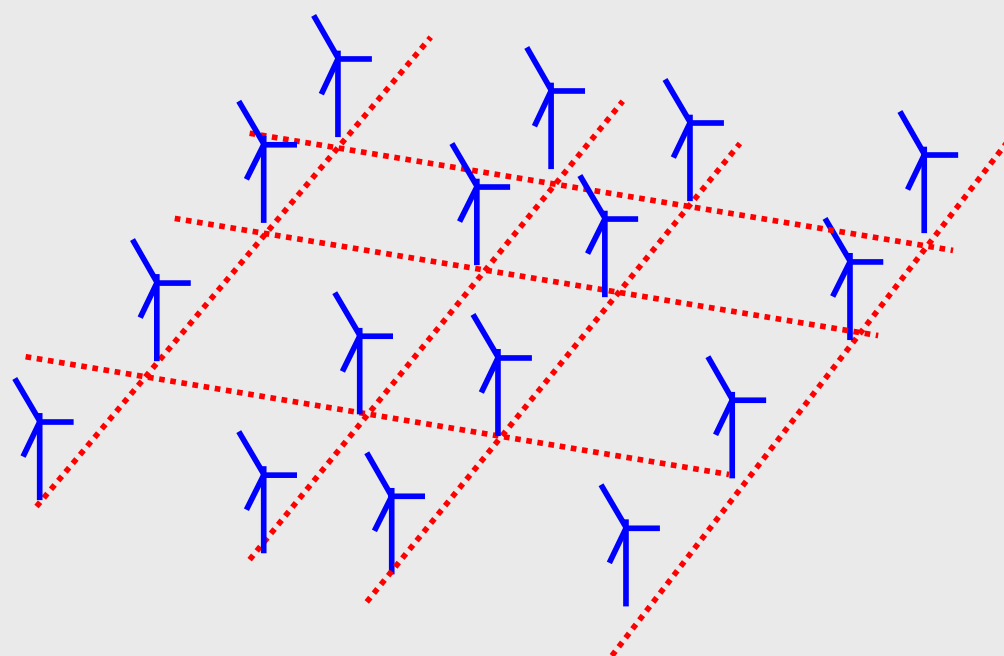
Distanze nella progettazione di impianti eolici e interazione tra densità edilizia ed aree idonee alla localizzazione di impianti eolici: alcuni esempi di tessuti insediativi dispersi nel Salento. Considerata una distanza del generatore di piccola taglia dalla casa di 50 m appare evidente che in tessuti dove più alta è la densità vi sono meno aree disponibili all'installazione di impianti di piccola taglia. In queste situazioni è consigliabile prevedere impianti eolici di media taglia di tipo consortile. (da Luigia Capurso , *Scenari energetici e costruzione del paesaggio contemporaneo. Un progetto per il Salento*)



Simulazioni di diverso posizionamento delle pale sulla base dei principali elementi che strutturano il paesaggio (strade, muri, divisioni interpoderali, ecc.)



Impianti eolici nel Tavoliere



Parametri tecnici per la progettazione di impianti eolici

Per progettare un impianto eolico è necessario in primo luogo verificare i potenziali eolici della zona interessata, assicurarsi attraverso degli accurati rilievi che il vento abbia una velocità minima annua e che sia abbastanza costante in modo da assicurare il funzionamento dell'impianto per il maggior numero possibile di ore all'anno e garantire la massima produttività. (rif. Regolamento regionale per la realizzazione di impianti eolici nella Regione Puglia, 23-06-2006).

La valutazione della idoneità allo sviluppo eolico di un sito, non può prescindere da un'attenta stima della *densità energetica* disponibile e da un'approfondita analisi della fattibilità tecnica d'impianto, intesa quest'ultima anche come indagine sulle potenziali criticità strutturali che potrebbero compromettere la vita utile dei singoli aerogeneratori e quindi inficiarne drasticamente l'efficienza. Un sito ritenuto idoneo per le condizioni del vento potrebbe non esserlo per la presenza di un tessuto insediativo compatto o per vincoli di altra natura legati alle condizioni morfologiche del sito piuttosto che a quelle anemometriche.

Progettare un impianto eolico significa confrontarsi con un paesaggio urbano radicalmente cambiato caratterizzato dalla presenza di molti oggetti, case, industrie, strade che si alternano sul territorio senza soluzione di continuità. Un primo elemento di valutazione è quello che utilizza il concetto di *rugosità* per valutare il grado di idoneità di un sito alla costruzione di impianti.

La conformazione del terreno influenza infatti la velocità del vento e la presenza di ostacoli ne riduce la sua intensità. Un terreno rugoso è un terreno che presenta brusche variazioni di pendenza, oppure un terreno caratterizzato dalla presenza di boschi, città, insediamenti sparsi.

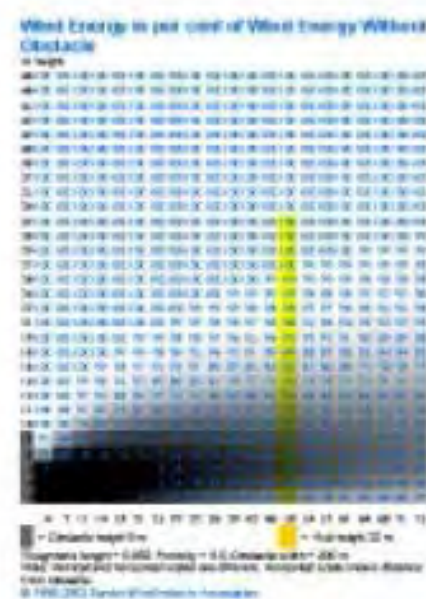
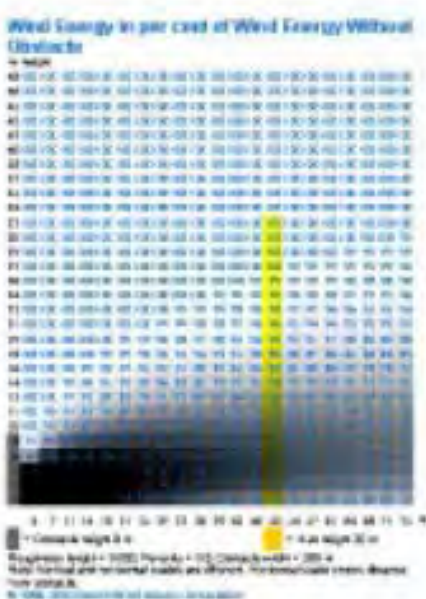
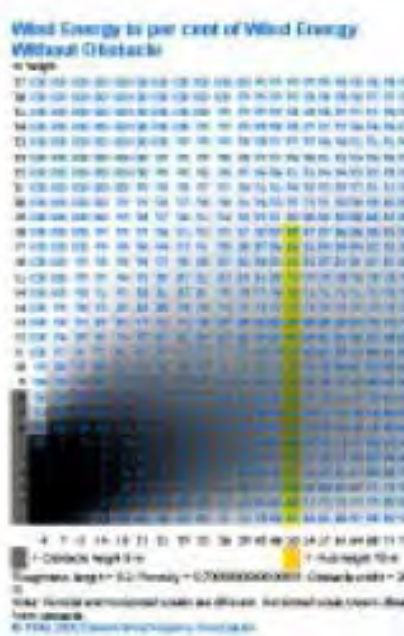
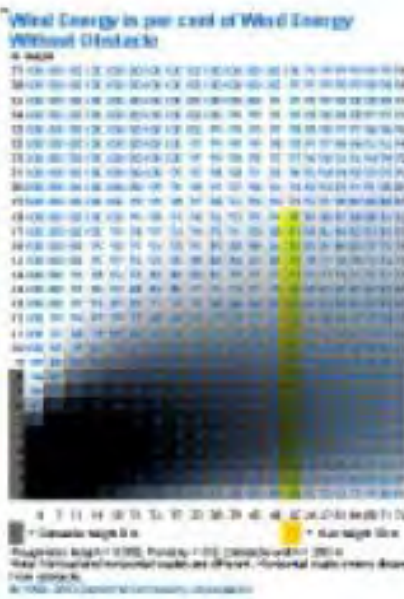
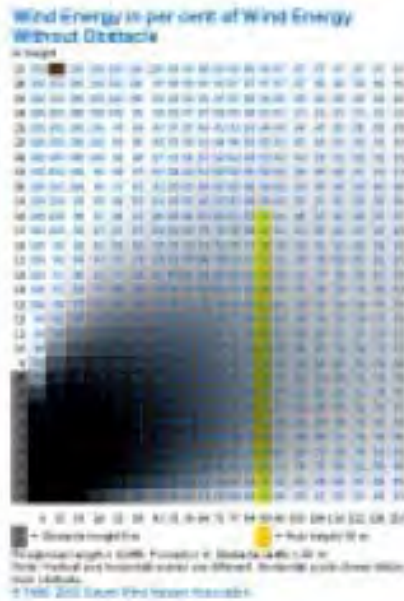
La Wind Europe Map individua differenti classi di rugosità; alla classe 0 corrisponde, ad esempio un suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose, alla classe 3, invece, un suolo rugoso caratterizzato dalla presenza di boschi e/o città.

Un altro importante parametro da controllare è quello della distanza, tra gli stessi generatori ma anche tra generatori ed edifici, vegetazione, strade e rete di distribuzione dell'energia.

Tra gli indicatori che si considerano nella valutazione delle distanze vi sono la *densità*, la *porosità*, le *emissioni sonore*. Gli ostacoli, ad esempio provocano la riduzione della velocità del vento ed un effetto ombreggiamento che riduce l'efficienza dell'impianto. Ovviamente quanto più alto e compatto sarà l'ostacolo tanto più il generatore subirà una perdita di energia. Ad esempio per generatori alti 70 metri disposti ad una distanza di 50 metri da abitazioni isolate alte circa due piani, la perdita di energia risulta minima. Ad una stessa distanza un impianto di piccola taglia alto 20 metri sarebbe inefficiente. La perdita di energia dipende anche dalla porosità degli ostacoli che il vento incontra.

Ad esempio vi è una notevole differenza tra una alberatura rada ed una fitta collocate in prossimità di un aerogeneratore; i boschi e la vegetazione più compatta presentano resistenze maggiori e comportano un notevole abbassamento del rendimento energetico se il generatore non viene collocato ad una distanza adeguata.

Un altro fattore spesso considerato importante è il rumore provocato dalla rotazione delle pale. Questo problema si è molto ridimensionato grazie a tecniche di produzione sempre più raffinate; ad ogni modo la letteratura indica come opportuna, una distanza da generatori di grande taglia di circa 150-180 metri ed è stabilito che il rumore proveniente da un generatore debba essere inferiore ai 45 dB in prossimità delle abitazioni, valore considerato corrispondente ad una conversazione a bassa voce



Danish Wind Industry Association, 1998, 2003,

Ombreggiamento: possibili interazioni tra aerogeneratori e ostacoli, con conseguente riduzione del rendimento

I diversi grafici mostrano in percentuale la perdita di rendimento energetico di una pala eolica rispetto all'altezza e alla porosità degli ostacoli prossimi ad essa.

B1.2.5.1.3 *Land form*

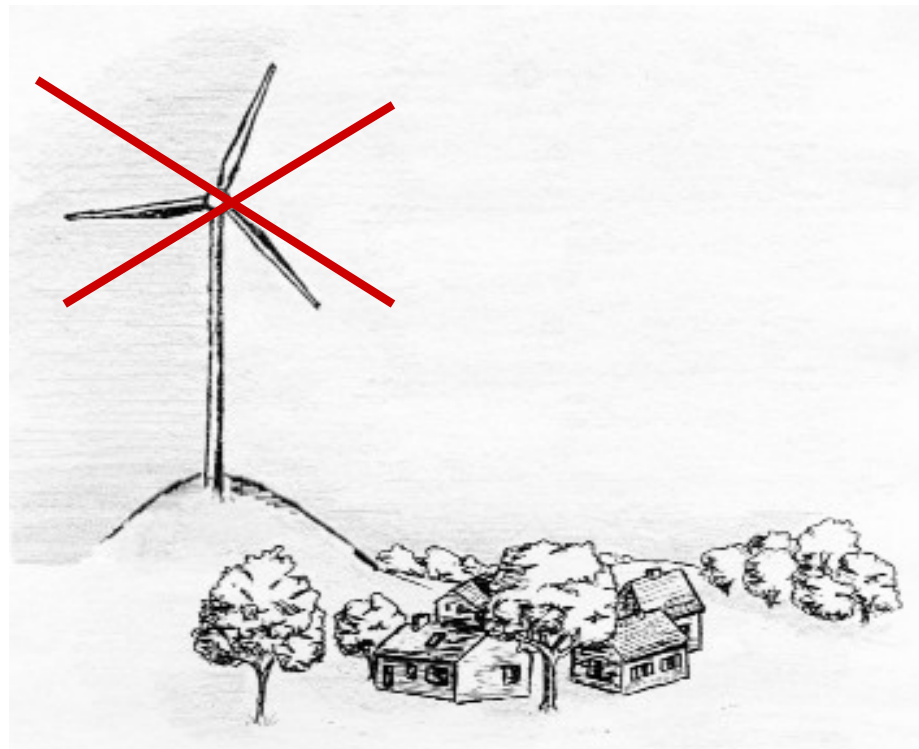
L'andamento altimetrico del suolo è un elemento di fondamentale importanza nelle scelte localizzative degli aerogeneratori. Se la forma del paesaggio domina il punto di vista l'impianto appare come elemento inferiore, non dominante e quindi più accettabile da un punto di vista percettivo. Al contrario se la wind farm non si relaziona alle forme del paesaggio ma si pone in contrasto diviene elemento predominante che genera disturbo visivo piuttosto che integrazione con il territorio circostante.

Un andamento altimetrico ondulato ad esempio può generare confusione nella localizzazione di impianti.

E' preferibile in questi casi un impianto lineare piuttosto che a *cluster* che segua l'andamento delle isoipse. In un sito invece pianeggiante è possibile progettare impianti sia di tipo lineare che a cluster.

Le Linee Guida sulla progettazione e valutazione paesaggistica di impianti eolici redatte dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, suggerisce inoltre il posizionamento delle macchine a cavallo del crinale piuttosto che su crinale in modo che l'altezza delle macchine sia in parte coperta dal fianco del rilievo.

Importante infine considerare la posizione altimetrica rispetto agli insediamenti limitrofi. Se posizionato su un crinale posto a ridosso di un centro abitato l'impianto appare incombente. E' preferibile in questo caso disporre gli aerogeneratori a valle del nucleo abitato.



Posizione problematica degli aerogeneratori rispetto agli insediamenti. Aerogeneratore posizionato su una collina a ridosso del nucleo abitato. (da *Les Parcs éoliens dans les paysages de Moselle*)



Macchine della stessa altezza, installate a quote differenti generano comunque disturbo visivo

Da Prefecture de la Moselle

Les Parcs éoliens dans les paysages de Moselle

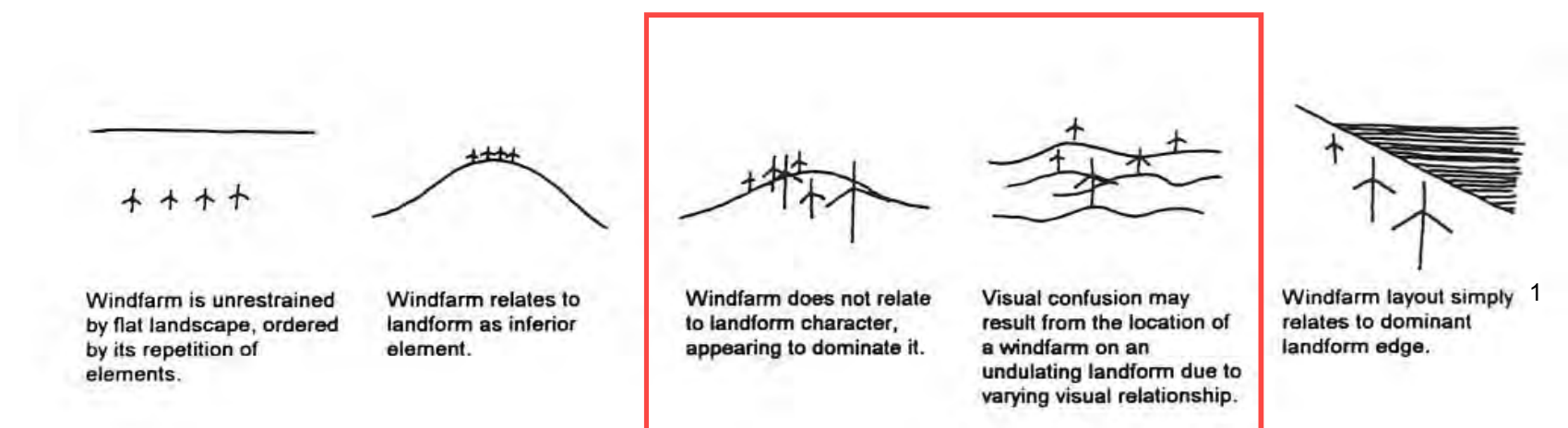
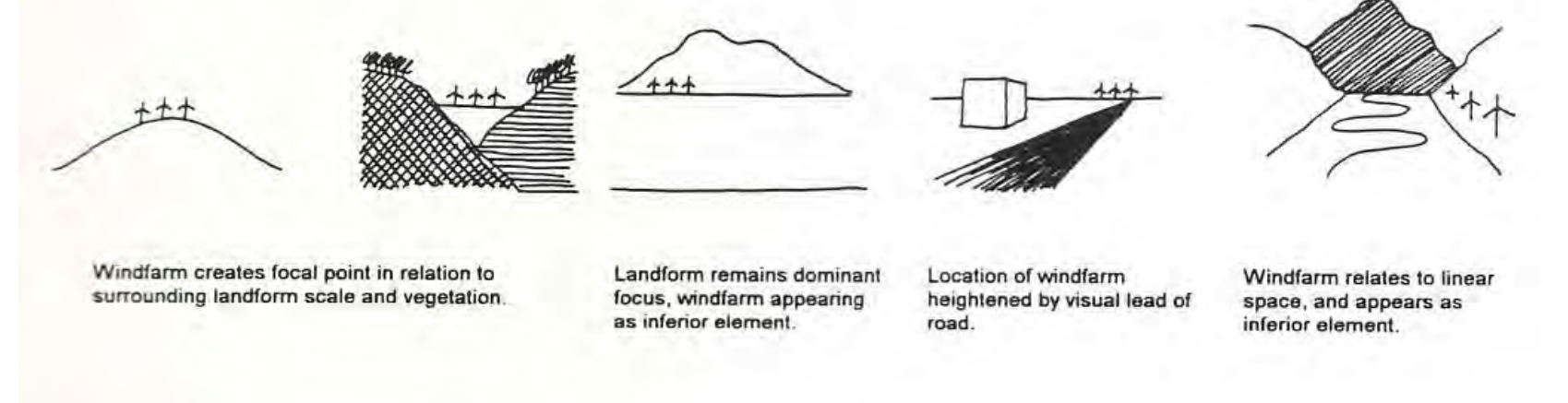


Roseto Valfortore (FG) Gli aerogeneratori disposti sulla collina a ridosso dell'abitato appaiono incombenti.

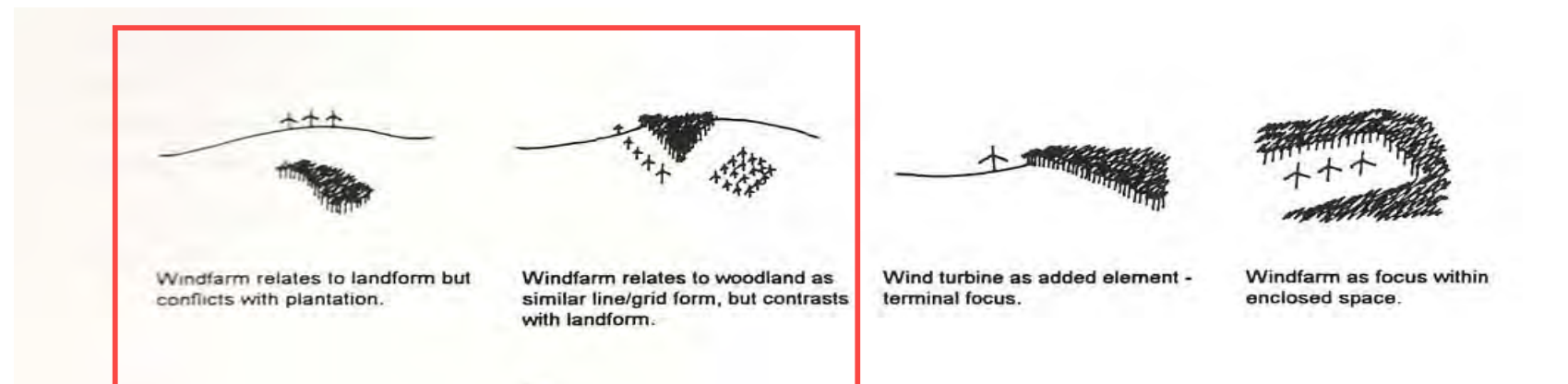
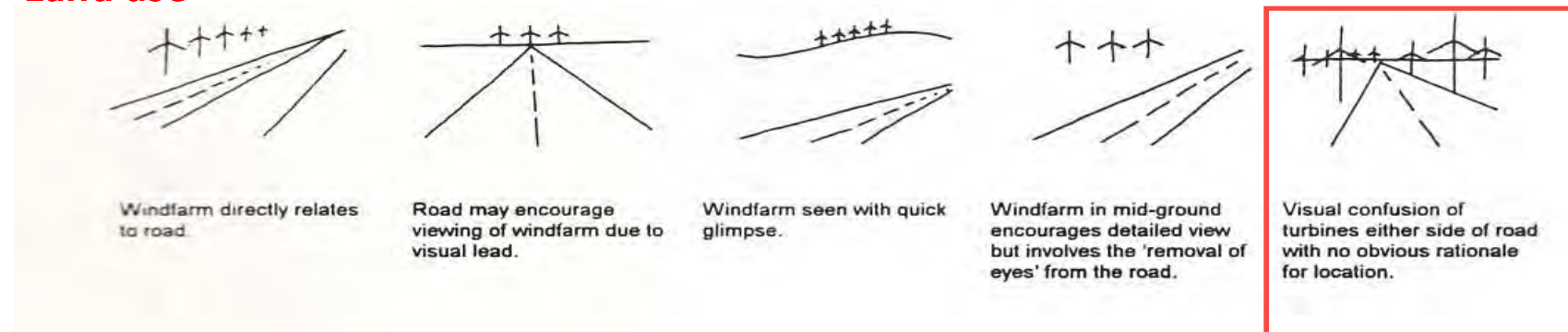


Esempi di impianti eolici di grandi dimensioni di tipo lineare e a cluster contraddistinti da uno studio attento alle forme del paesaggio

Land form



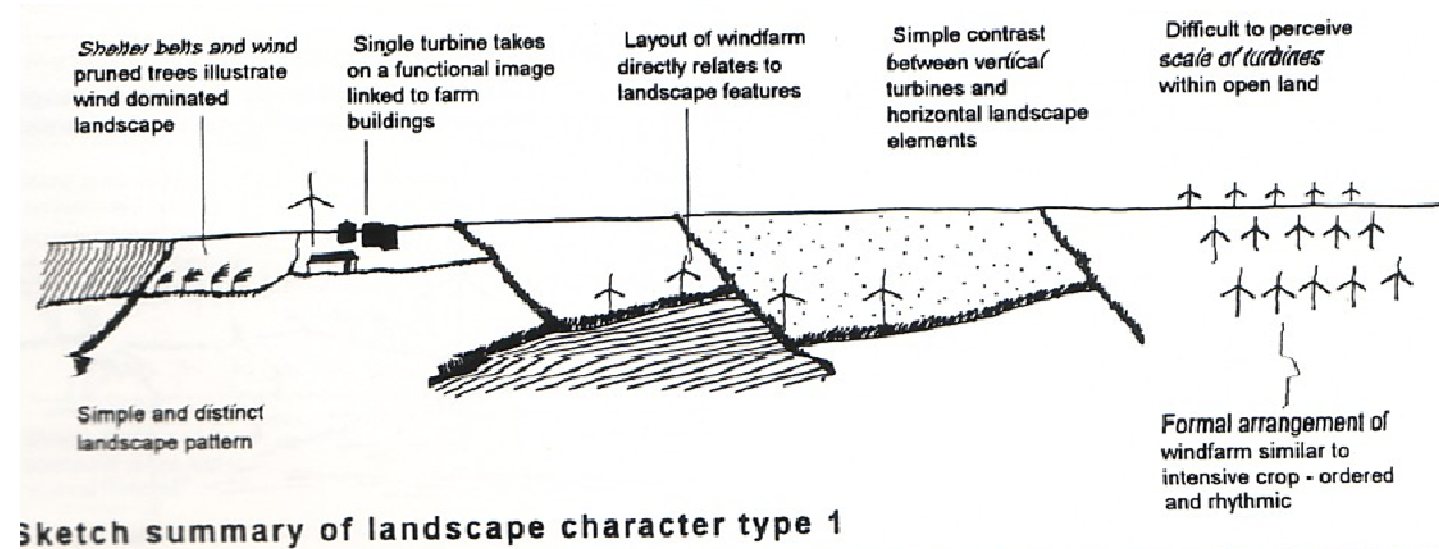
Land use



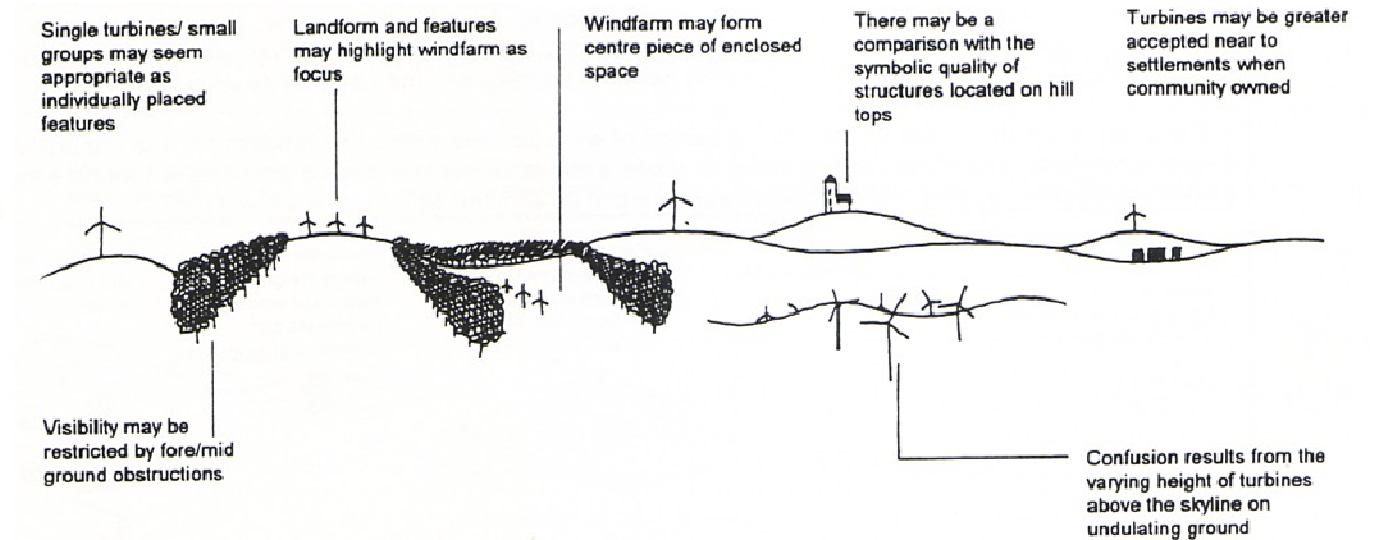
Caroline Stanton , 1996, *The landscape impact and visual design of windfarms* Edinburgh college of Art, Edinburgh

Interessante la ricerca svolta da Caroline Stanton dell'università di Edimburgo sull'impatto visivo di centrali eoliche . Il documento contiene alcuni schemi qui riportati sulla migliore posizione delle windfarm rispetto ad alcuni parametri considerati. Tra questi la land form, e il land use sui quali sono suggeriti alcuni comportamenti ed alcuni indicatori per una corretta progettazione. Infine il lavoro sintetizza le indicazioni per un corretto inserimento dell'eolico nel paesaggio rispetto ad alcuni paesaggi tipo: quello costiero, rurale, industriale, insediativo a bassa densità. La ricerca contiene anche una ricca bibliografia sull'argomento.

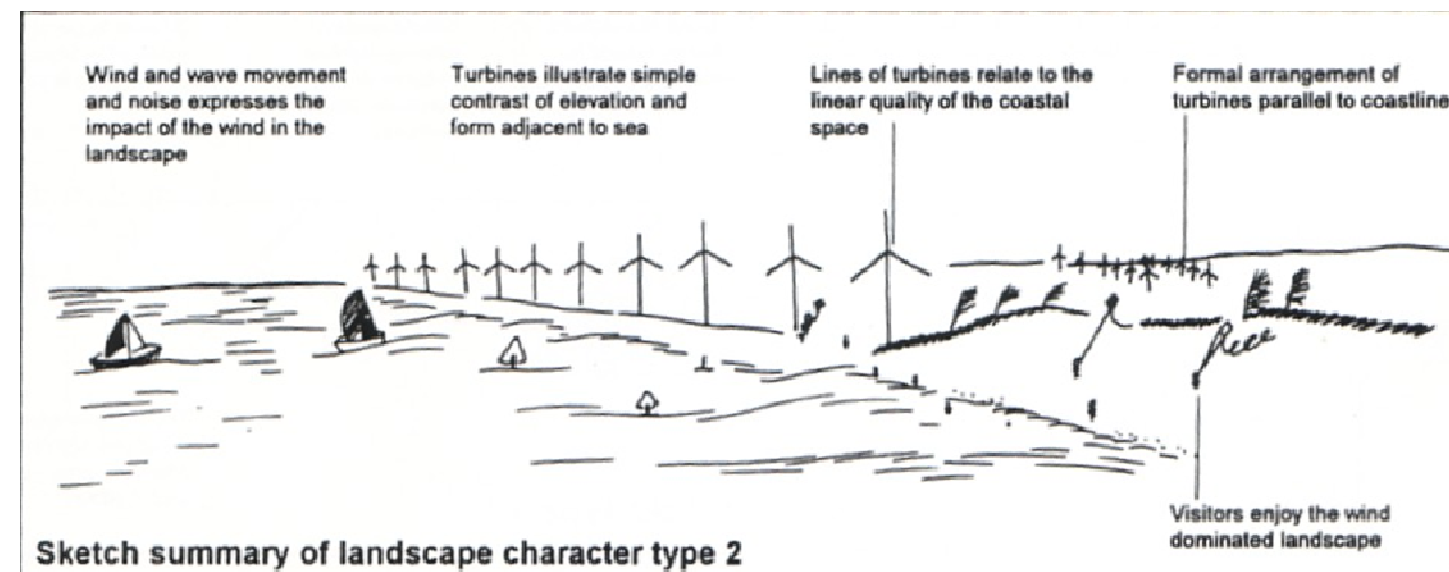
PAESAGGIO AGRICOLO



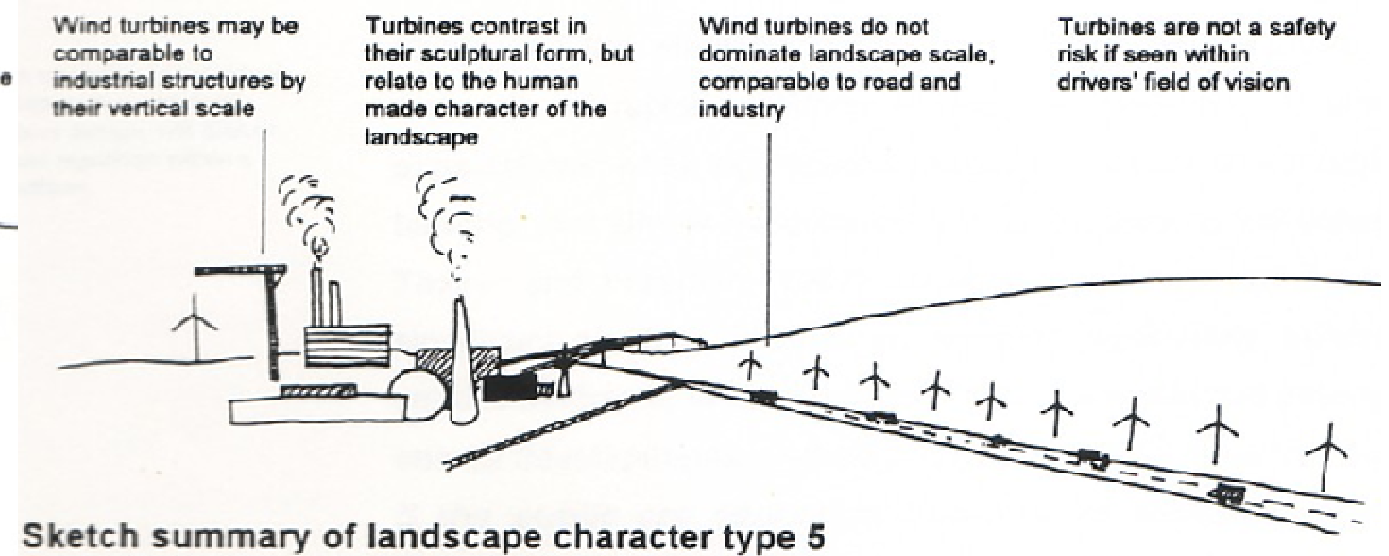
PAESAGGIO INSEDIATIVO A BASSA DENSITA'



PAESAGGIO COSTIERO



PAESAGGIO INDUSTRIALE



B1.2.5.1.4 Land use

Nella progettazione di nuovi impianti eolici vanno assecondate le geometrie consuete del territorio.

Rispetto al paesaggio agricolo: un gruppo omogeneo di macchine può essere accettato dal punto di vista visivo se percepito come una singola isolata immagine in un luogo aperto. L'impianto localizzato in un paesaggio monocolturale scarsamente segnato da elementi del paesaggio agrario appare come singolo elemento scultoreo se composto da un solo generatore, se invece è composto da più generatori deve avere un impianto regolare a griglia non un andamento casuale e disordinato.

In un paesaggio agrario caratterizzato da una forte parcellizzazione fondiaria e da un diverso uso colturale il posizionamento delle turbine dovrà seguire i confini formali e gli elementi che li contraddistinguono quali muri a secco, recinzioni, siepi, strade interpoderali secondo un andamento preferibilmente lineare.

Rispetto alle aree di naturalità ed in particolare alle superfici boscate: è consigliabile seguire le linee esterne del bosco o delle aree naturali per esaltarne il valore paesaggistico anche da un punto di vista percettivo.

Rispetto alle strade sono consigliate localizzazioni disposte parallelamente alle strade pur conservando le distanze di sicurezza previste dalla normativa regionale.

Rispetto agli insediamenti gli impianti non devono essere localizzati in asse con la viabilità storica principale del centro abitato.



Posizione problematica degli aerogeneratori rispetto agli insediamenti. Pala localizzata in asse con la viabilità storica principale del centro urbano. (da *Les Parcs éoliens dans les paysages de Moiselle*)



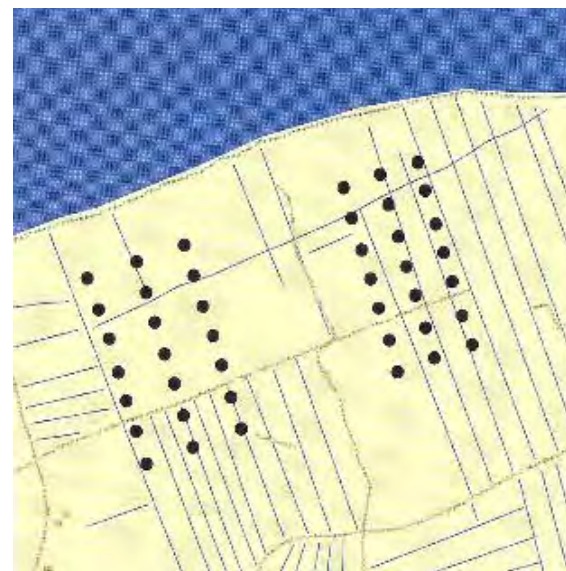
EOLICO

Alcuni impianti costruiti in Danimarca

Si tratta di impianti che partono da uno studio del paesaggio esistente e ne rafforzano gli elementi strutturanti. La rete dei canali, la presenza di una diga, i moli di attracco delle imbarcazioni, la rete viabilistica sono alcuni degli elementi che definiscono la struttura del progetto oltre agli indici di ventosità. Il progetto dell'impianto diventa in questo caso anche progetto di paesaggio. La densità e la vicinanza delle 16 torri (alte 22m e con un diametro del rotore da 16m, 1985) da 55 MW disposte lungo un molo ad Ebeltoft sottolineano il segno di un'infrastruttura perpendicolare alla linea di costa rendendolo ancor più visibile dal mare. Allo stesso modo le 21 torri alte 41 metri disposte linearmente a ridosso di una diga a Kappel demarcano con forza la linea di costa sullo sfondo di un paesaggio rurale punteggiato da poche fattorie.

Interessante anche il caso della centrale di Avedøre costruita nel 1992 in prossimità di una zona industriale alla quale fornisce energia. I 12 aerogeneratori da 300 kW sono disposti lungo la linea di costa in una fascia libera tra il mare e le industrie. Spesso si utilizzano per la localizzazione di impianti anche aree marginali a ridosso di infrastrutture viarie come a Thyholm (1985, 20 turbine da 55 kW alte 22m con un diametro di rotore di 16m) o ad Oddesund (25 turbine da 95 kW alte 24 metri e 19,4 di diametro) tra la ferrovia ed una linea ad alta tensione.

Nei rapporti tra densità e nella diversa disposizione delle torri rispetto al contesto si definisce il diverso rapporto con il paesaggio. In alcuni casi i segni del paesaggio esistente definiscono le regole, il progetto ne sottolinea e rafforza alcuni elementi, in altri casi l'impianto si sovrappone alla struttura viaria esistente ed ai segni del paesaggio agrario non alterandone il senso, ne rafforzandolo, ma semplicemente disegnando sul territorio un nuovo segno, una griglia che quasi con un processo di astrazione si poggia sul terreno integrandosi con una logica differente al paesaggio esistente. Questo si verifica spesso con impianti caratterizzati da una bassa densità del *cluster*.



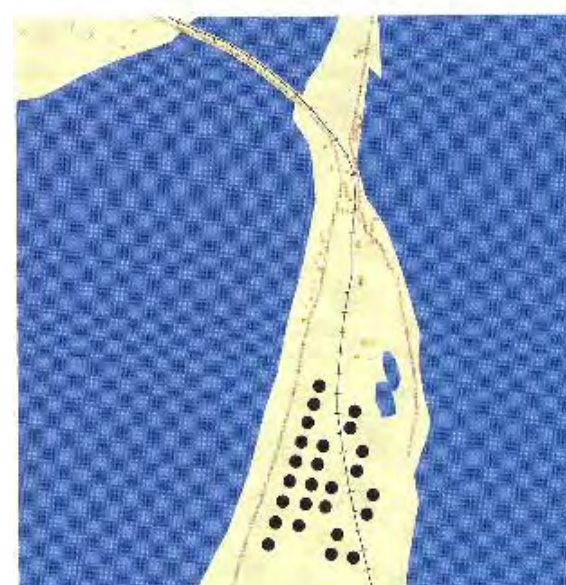
16. Nørreker Yder Enge, 42 Nordtank tube tower turbines, 300 kW, 1990, hub: 31 m, dia: 28 m. Flat, dammed, cultivated area, canal structure, close to the coast.



19. Røjsby, 10 Micon tube tower turbines, 600 kW, 1995, hub: 15 m, dia: 38 m. DK's most recent & most powerful wind farm, tight quadratic network, independent of roads and vegetation, flat terrain.



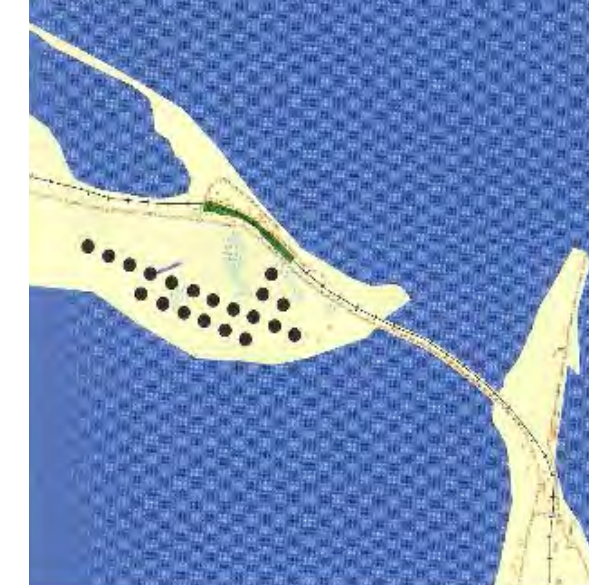
5. Ebeltoft, 16 galvanised Nordtank tube tower turbines, 55 kW, 1985, hub: 22 m, dia: 16 m. Perpendicular to the coast, pier construction related to harbour, short turbine spacing.



17. Oddesund, 25 Bonus tripod wind turbines, 95 kW, 1985-86, hub: 24 m, dia: 19.4 m. Broken row system, railway and high-tension transmission line.



1. Avedøre, 12 Bonus tube tower turbines, 300 kW, 1992-93, hub: 33.5 m, dia: 31 m. Follows the coastline, connected to Avedøre power station, industrial features.



25. Thyholm, 20 Vestas/Bonus lattice tower turbines, 55 kW, 1985, hub: 22 m, dia: 16 m. Main structure: rows interplay with power poles and infrastructure.





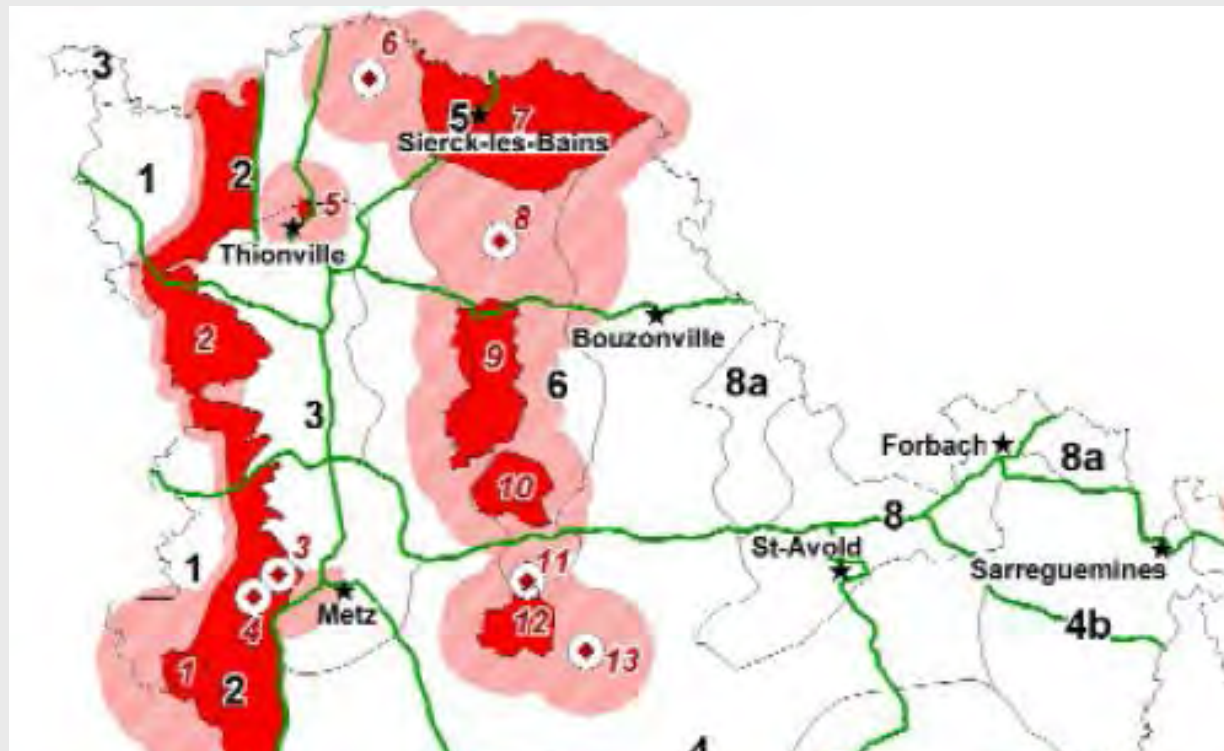
Visualizzazioni delle posizioni consigliate e sconsigliate dalle linee guida per impianti composti da più aerogeneratori

EOLICO

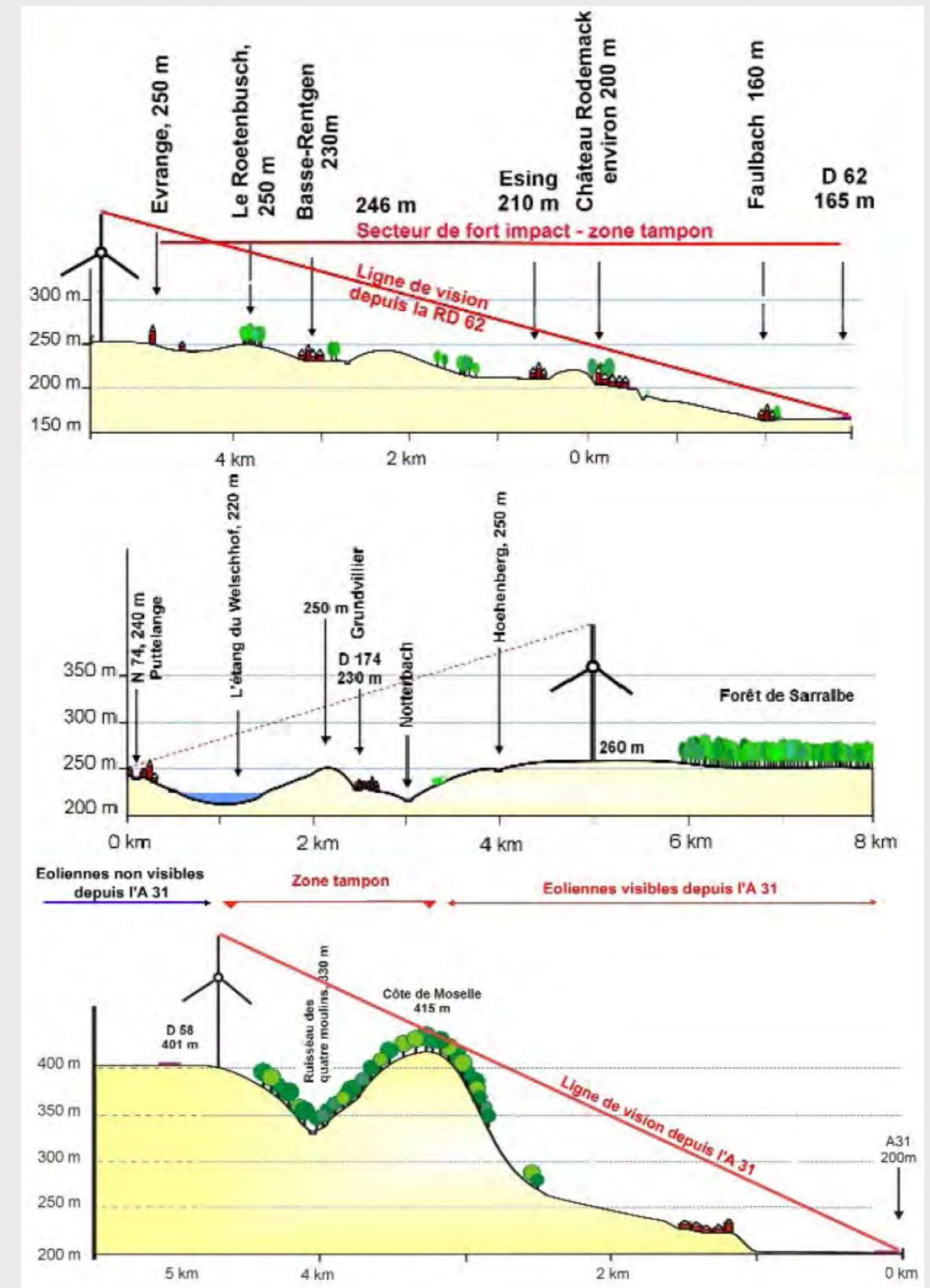
Da Prefecture de la Moselle

Les Parcs éoliens dans les paysages de Moselle

Le linee Guida redatte dalla Prefettura della Moselle sulla scorta delle guide del Ministero Francese (*Guide de l'étude d'Impact sur l'environnement des parcs éoliens*), si strutturano in due parti: la prima riguarda raccomandazioni generali alla progettazione di impianti eolici finalizzata ad un corretto inserimento nel paesaggio (su distanze, dimensioni dei parchi eolici, taglia dei generatori, relazioni con l'abitato). La seconda parte, invece, definisce la compatibilità dei parchi eolici con il paesaggio della regione. Per ciascuna unità di paesaggio si individuano i siti emblematici e si definiscono delle zone tampone di protezione (di estensione variabile tra 1 e 10 km) all'interno delle quali non è possibile localizzare impianti eolici. Ciascuna Unità di paesaggio viene analizzata nelle sue componenti identitarie rispetto ai caratteri morfologici, all'urbanizzato, ai caratteri vegetazionali, al patrimonio culturale per arrivare con una valutazione di compatibilità, a definire aree emblematiche e zone tampone e per ciascuna unità raccomandazioni specifiche rispetto alle condizioni di contesto per i progetti da localizzare nelle aree definite compatibili.



Estratto della carta sull'individuazione dei siti emblematici e sulle aree tampone.



Esempi di suggerimenti sulle distanze degli aerogeneratori dai nuclei abitati per unità di paesaggio

B1.2.5.2 Tipologia

B1.2.5.2.1 Macchine

Le tipologie delle macchine oggi presenti sul mercato sono molteplici . Si possono distinguere macchine ad asse orizzontale o verticale e tra queste mono-pala, bi-pala, tri-pala.

Non si preclude l'uso di una tipologia rispetto ad un'altra che verrà valutata in base a criteri tecnici di convenienza. Va piuttosto controllato l'uso di differenti tipologie in uno stesso contesto geografico.

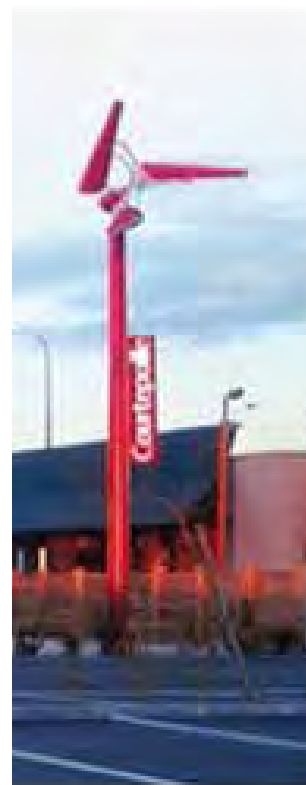
Si preferisce una omogeneità tipologica degli impianti in uno stesso ambito territoriale. L'uso di tipologie differenti genera confusione e disturbo visivo. Comuni ed enti che condividono uno stesso bacino eolico devono accordarsi sulla tipologia di impianto da localizzare nel proprio territorio.

B1.2.5.2.2 Dimensione

Ai fini di una visione armoniosa dell'impianto rispetto al paesaggio in cui si inserisce, impianti limitrofi dovranno avere simili: altezze delle torri, diametro del rotore, distanza degli aerogeneratori.



Turbina eolica multipala utilizzata come pompa idraulica a servizio dell'attività agricola.



1



2



3



4

1. Turbina minieolica 3D costituita da pale di forma conica ancorate su una staffa orizzontale che sostituiscono le tradizionali pale verticali . 2.. Amisan Observatory 2. Esempio di impianto di illuminazione pubblica misto composto da moduli fotovoltaici e mini eolico con turbina ad asse verticale e triplice elica . 3. Turbina eolica ad asse verticale combinata con pale colorate di rosso, non di grandi dimensioni ma piccole e corte. La scelta delle pale non è a caso ma dipende dalla diffusione della pressione del vento. Progettata e realizzata in Cina da **Qingdao Jinfan Energy Science & Technology Co. Ltd.** per Qingteng Trading International Co. Ltd. . 4. Realizzato dal designer finlandese Arttu-Matti Immonen, il generatore ruotante di forma sferica è composto da otto moduli fotovoltaici flessibili che catturano l'energia solare. La quantità di energia prodotta è maggiore se c'è vento in quanto il generatore ruota su se stesso. L'invenzione è stata ideata per combinare energia eolica ed energia solare ed è adatta per essere installata nelle aree urbane.

EOLICO



Impianti eolici ad asse verticale



Impianti eolici ad asse orizzontale : bipala, tripala, multipala.



B1.2.5.2.3 Colore

Non vi sono particolari indicazioni sul colore da utilizzare per gli aerogeneratori al di là di alcune disposizioni aeronautiche. Esistono tuttavia applicazioni interessanti del colore al traliccio e al rotore delle macchine eoliche. Da un punto di vista paesaggistico, considerare il colore sulla base dello sfondo su cui si colloca l'impianto potrebbe metterlo in risalto oppure mitigarlo. Sono ammesse sperimentazioni in questo senso purché motivate da scelte progettuali e da valutazioni di carattere paesaggistico.

B1.2.5.4 Mitigazione impianti

Riguarda soprattutto le nuove vie d'accesso, le linee elettriche e le cabine di trasformazione. Vanno minimizzati prevedendo linee elettriche e cabine di trasformazione interrati.

E' necessario evitare l'apertura di nuove strade, piuttosto si dovranno riutilizzare quelle esistenti prevedendo un loro adeguamento ai fini del trasporto delle macchine. L'intervento sulla viabilità esistente diviene pretesto per il miglioramento della viabilità locale e per l'adeguamento alla normativa di sicurezza prevista dal Codice della Strada.

Per la viabilità di servizio all'impianto dovranno essere utilizzati materiali permeabili.

I piazzali di pertinenza dell'impianto eolico devono determinare la minima occupazione di suolo e devono essere trattati con materiali semipermeabili o permeabili.

Dovrà essere previsto un sistema di regimazione delle acque meteoriche cadute sul piano viabile e le scarpate stradali al termine dei lavori devono essere inerbite.

B1.2.5.5 Dismissione/sostituzione impianti

Il progetto del nuovo impianto dovrà prevedere anche la fase di smantellamento dell'impianto e di ripristino e sistemazione del sito.



1



2

1. Lampada progettata dall'artista russa Olesya Smirnova per illuminare strade e piazze pubbliche e garantire un utilizzo massimo dell'energia solare ed eolica. Tale lampada infatti è composta da una turbina eolica nella parte superiore e da moduli fotovoltaici nella parte tra il paralume e le pale.
2. L'artista parigino **Patrick Raynaud** ha decorato le pale di una turbina di **Hannover**, in **Germania**, con luci colorate alimentate dallo stesso rotore. Se aumenta la velocità delle pale, aumenta l'intensità della luce.

EOLICO



Diverse sperimentazioni per la colorazione delle torri e dei rotori

Riferimenti bibliografici atlanti

- Atlante Eolico D'Italia CESI.
- L. Tornese, A. De Rossi, D. Laforgia (a cura di), Crea— centro Ricerca Energia Ambiente Università del Salento, *Atlante Eolico della Regione Puglia*.
- Legambiente, 2009, *Comuni Rinnovabili. Sole, vento, acqua, terra, biomassa, la mappatura delle fonti rinnovabili nel territorio italiano*.

linee guida e pianificazione

- A. Di Bene, L. Scazzosi, 2006, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, *Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica*, Gangemi editore, Roma.
- Agenzia dell'energia Provincia di Lecce, 2003, *Programma di intervento per la promozione delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico*.
- Assessorato all'Ambiente e Territorio Provincia di Foggia, 2003, *Greenland agenda per la Capitanata sostenibile*, Grafiche Gitto, Foggia,
- Ministere de l'Ecologie et du Développement Durable. Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, 2004, *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*.
- Prefecture de la Moselle, 2005, *Les parcs éoliens dans les paysages de Moselle*.
- Provincia di Perugia, 2005, Area Ambiente e Territorio Servizio PTCP e Urbanistica, *Variante al PTCP ai sensi della L.R. 10.04.1995, n.28*.
- Regione Sardegna, CTO Campagna per il decollo delle fonti energetiche rinnovabili in Sardegna, *Metodologia per l'individuazione dei bacini eolici*.
- Regione Toscana, 2004, *Linee guida per la valutazione degli impatto ambientale degli impianti eolici*.

-Gprogetti

- L. Capurso, 2004, *Scenari energetici e costruzione del paesaggio contemporaneo. Un progetto per il Salento*, IUAV Dottorato di Ricerca in Urbanistica.
- Area 99 Rivista di architettura e arti del Paesaggio, 2009, *Save Energy*, luglio-agosto
- Carrosio (a cura di), *I distretti rurali delle energie rinnovabili e la produzione locale di energia*, Progetto Equal Energia Solidale.
- Architettura del paesaggio, 2008, *Paesaggio energia e risorse*, n. 18 aprile-settembre
- Caroline Stanton, 1996, *The landscape impact and visual design of windfarms* Edinburgh college of Art, Edinburgh.
- P. Gipe, 1995, *Wind energy*, John Wiley Sons, Inc., Boston.
- G.M. Lo Bianco G., Vivoli F.P. (1999 a cura di), *Energia dal vento*, ISES.
- D. Moderini, 2006, *Paesaggi del vento*, in *Architettura del paesaggio* n. 14, maggio-ottobre.
- R. Oldani, 2003, *Piccoli Impianti tascabili che non deturpano l'ambiente*, n. 6 CasaEnergia, Artenergy.
- B. N. Tegnstue, 1996, *Wind Turbines and Landscape. Architecture and Aesthetics*,
- B. N. Tegnstue, Architecture & Aesthetics, 1996, *Wind turbines & the landscape*.
- E. Zanchini, 2002, *Paesaggi del vento*, Maltemi Editore srl, Roma.
- Publishing s.r.l., Cormano (MI).
- Urbanistica Informazioni, 2009, *Energia, territori, paesaggi*, marzo-aprile

Siti web

www.progettonuovaenergia.com

www.terna.it
www.enel.it/it/erga/news
www.isesitalia.it
www.minambiente.it
www.eurorex.com
www.eufores.org
www.nrel.gov
www.energy.org.uk
www.enea.it

www.quietrevolution.co.uk
www.awea.org /smallwind
www.jimp.it/
www.ropatec.com

www.windpower.dk
www.natwindpower.co.uk
www.phoenixwp.com
www.afm.dk/wind
www.texaswind.com
www.iowawind.org
www.windmill.com
www.edf.fr/htm/en
www.wind-power.net
www.afm.dtu.dk/wind/turbines/gallery.html
www.natwindpower.co.uk
www.windenergy.com
www.saebo.it/impianti/parco_eolico
www.eolica.ney/library





B2

Il progetto energetico:
solare termico e fotovoltaico

B2.1 Stato attuale

B2.1.1 Risorse

La mappa solare d'Italia mostra, in corrispondenza della Puglia, una radiazione solare giornaliera media annua sul piano inclinato di 30° sull'orizzontale e rivolto a Sud di 4.6 kWh/mq/giorno, quasi pari a quello della Sicilia che si trova nelle condizioni più vantaggiose rispetto all'intero territorio nazionale. Questi valori tradotti in termini energetici indicano grandi potenzialità per lo sfruttamento dell'energia solare attraverso l'utilizzo di collettori solari per la produzione di energia termica e di moduli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica. Il rapporto di Legambiente sui comuni Rinnovabili 2012 evidenzia come le fonti rinnovabili stanno cambiando lo scenario energetico italiano con grande velocità. La generazione sempre più distribuita e una delle novità: oltre 400 mila impianti di grande e piccola taglia, diffusi nel 95% dei comuni italiani, da nord a sud, dalle aree interne ai grandi centri e con un interessante mix di fonti differenti. I "comuni del solare" in Italia sono 7.837.

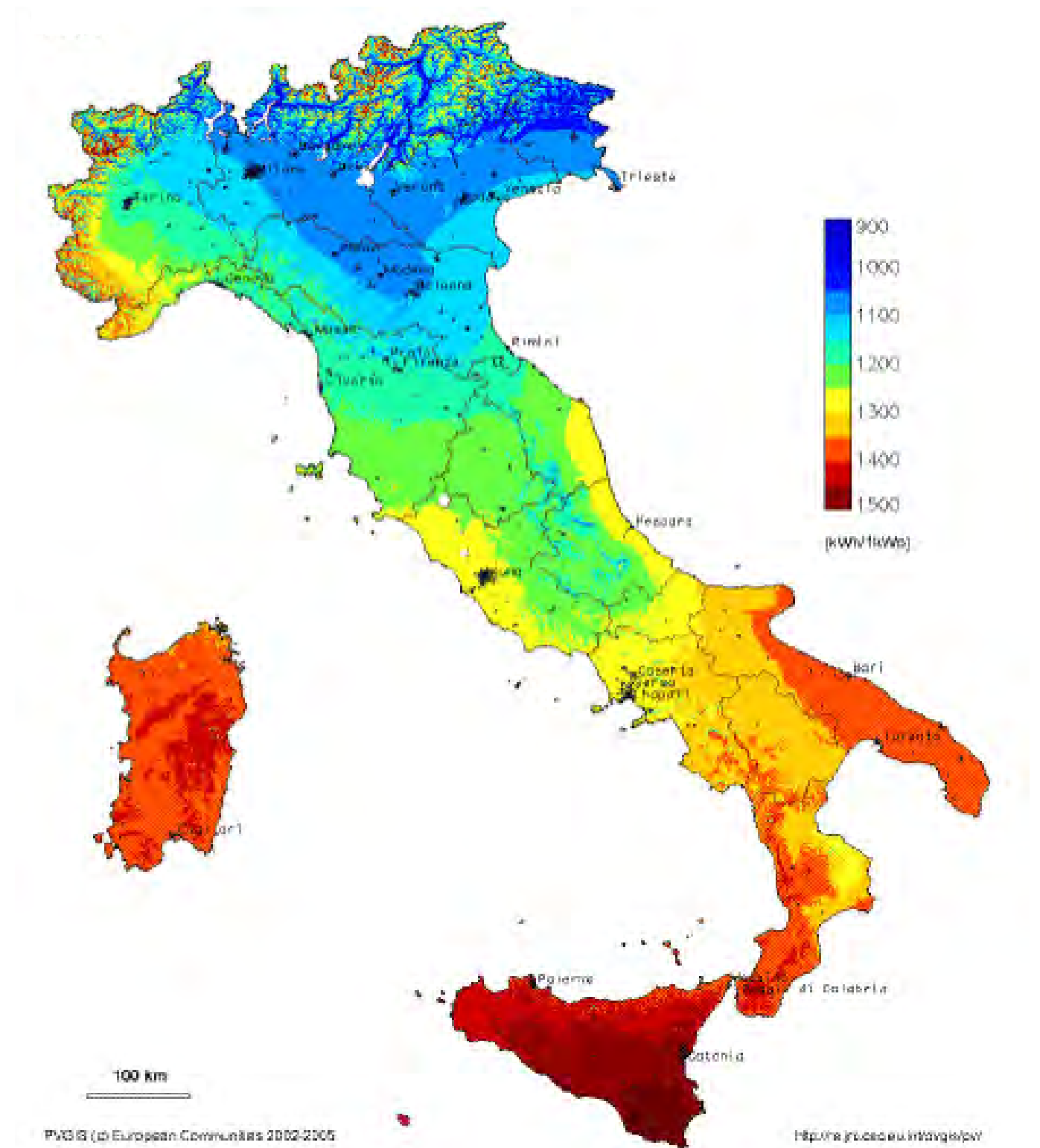
7.708 sono i comuni italiani in cui è installato almeno un impianto fotovoltaico, per un totale di circa 13mila MW di potenza fotovoltaica installata sul territorio nazionale. Questa tecnologia ha visto un consistente incremento negli ultimi anni. Il piccolo comune di Meleti (LO) ha i più alti valori di potenza fotovoltaica in Italia, con una media di 4,4 kW per abitante, grazie ad impianti installati esclusivamente su tetti e co-perture. La potenza fotovoltaica in Puglia al 2012 risulta di 2243 MW, e rappresenta il 17% dell'energia prodotta in Italia.

6.256 sono, invece, i comuni italiani in cui sono installati pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria, di questi 4.019 sono comuni con meno di 5mila abitanti. Per il solare termico nel Comune di Marradi (FI) sono installati 17.939 mq di pannelli solari termici, per una media di 5,4 mq per abitante (primo in Italia). In Puglia è Gallipoli (LE) ad essere tra i primi dieci comuni per i mq (4.562) di solare termico installato.

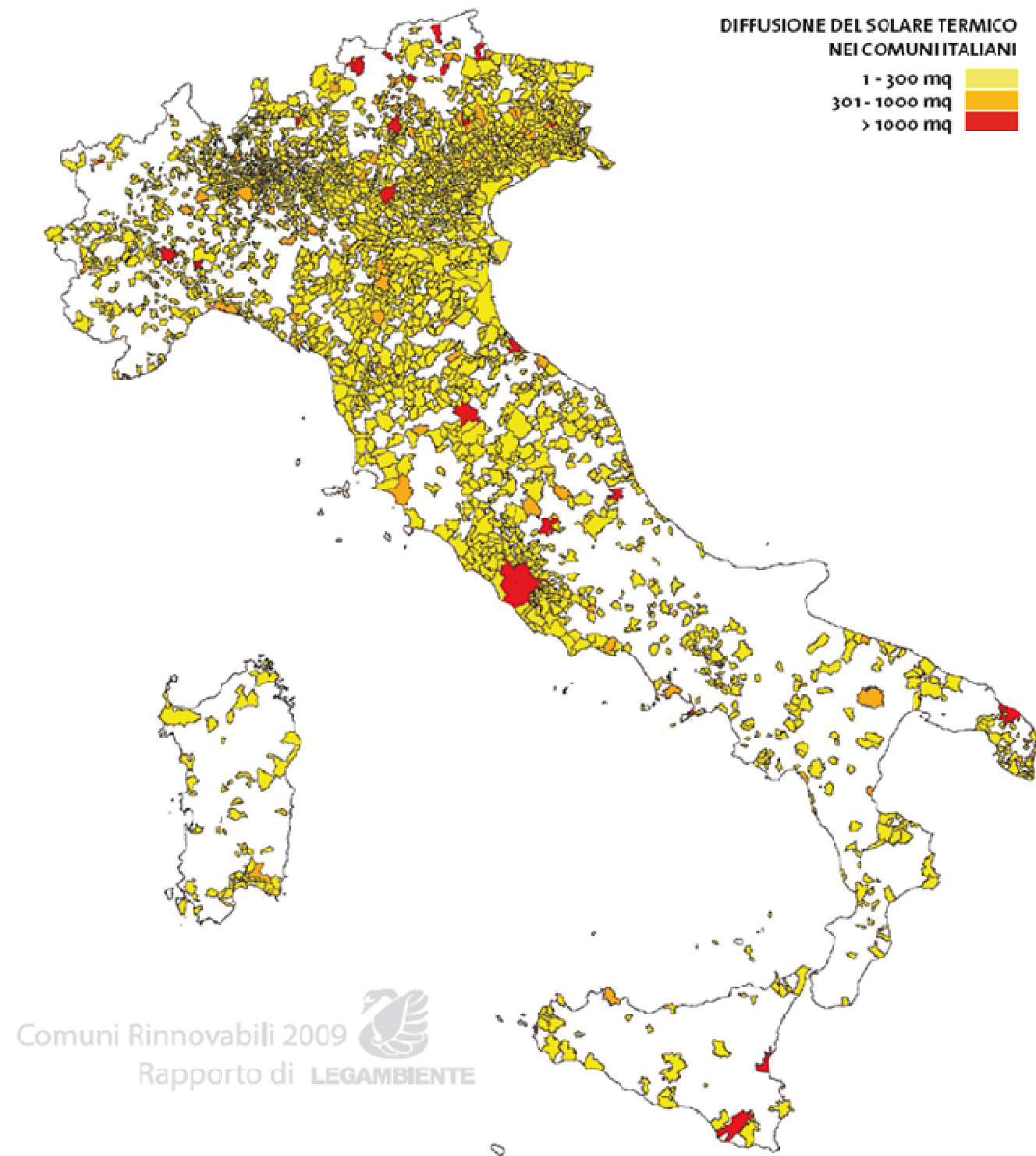
Quando si parla di impianto fotovoltaico o Solare Termico si entra nella categoria delle tecnologie rinnovabili in senso stretto ovvero utilizzo del Sole come materia prima, fonte pulita e inesauribile.

Un **Sistema Fotovoltaico** trasforma la radiazione solare in energia elettrica. L'elemento base è la cella fotovoltaica, costituita da una piccola lastra di materiale semiconduttore, generalmente silicio, che genera una differenza di potenziale tra la superficie superiore, polo negativo, drogata con fosforo e quella inferiore, polo positivo, drogata con boro. La radiazione solare incidente sulla cella è in grado di mettere in movimento gli elettroni interni al materiale, che quindi si spostano dalla faccia negativa a quella positiva, generando una corrente continua.

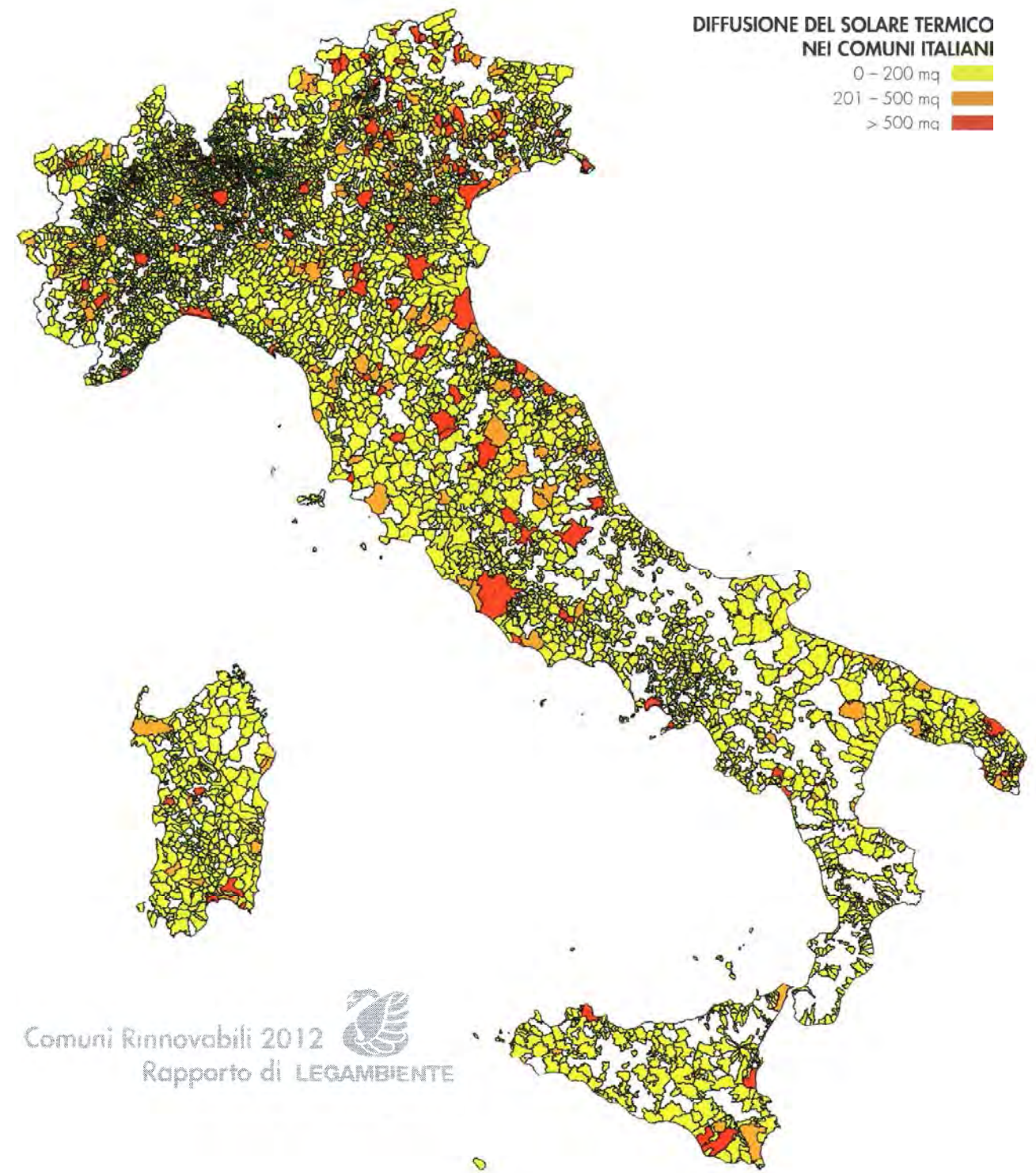
Il **Solare Termico** è una tecnologia di produzione dell'acqua calda sanitaria ed eventualmente l'integrazione al riscaldamento, utilizzando l'energia prodotta dal Sole. Un sistema solare termico trasforma la radiazione solare in calore per riscaldare un fluido a 40°- 45°C. Una tipica configurazione è composta da collettore solare, serbatoio di accumulo e collegamenti idraulici. Nel collettore avviene il riscaldamento del fluido che circola all'interno di un sistema di tubi. I tubi possono essere in rame per pannelli piani vetrati o in vetro per pannelli sottovuoto. Il serbatoio può trovarsi al di sopra del collettore e funzionare a circolazione naturale, o può trovarsi al disotto del collettore e richiedere una circolazione forzata.



Intensità della radiazione solare sul territorio nazionale (fonte: Fondazione Eni E. Mattei)

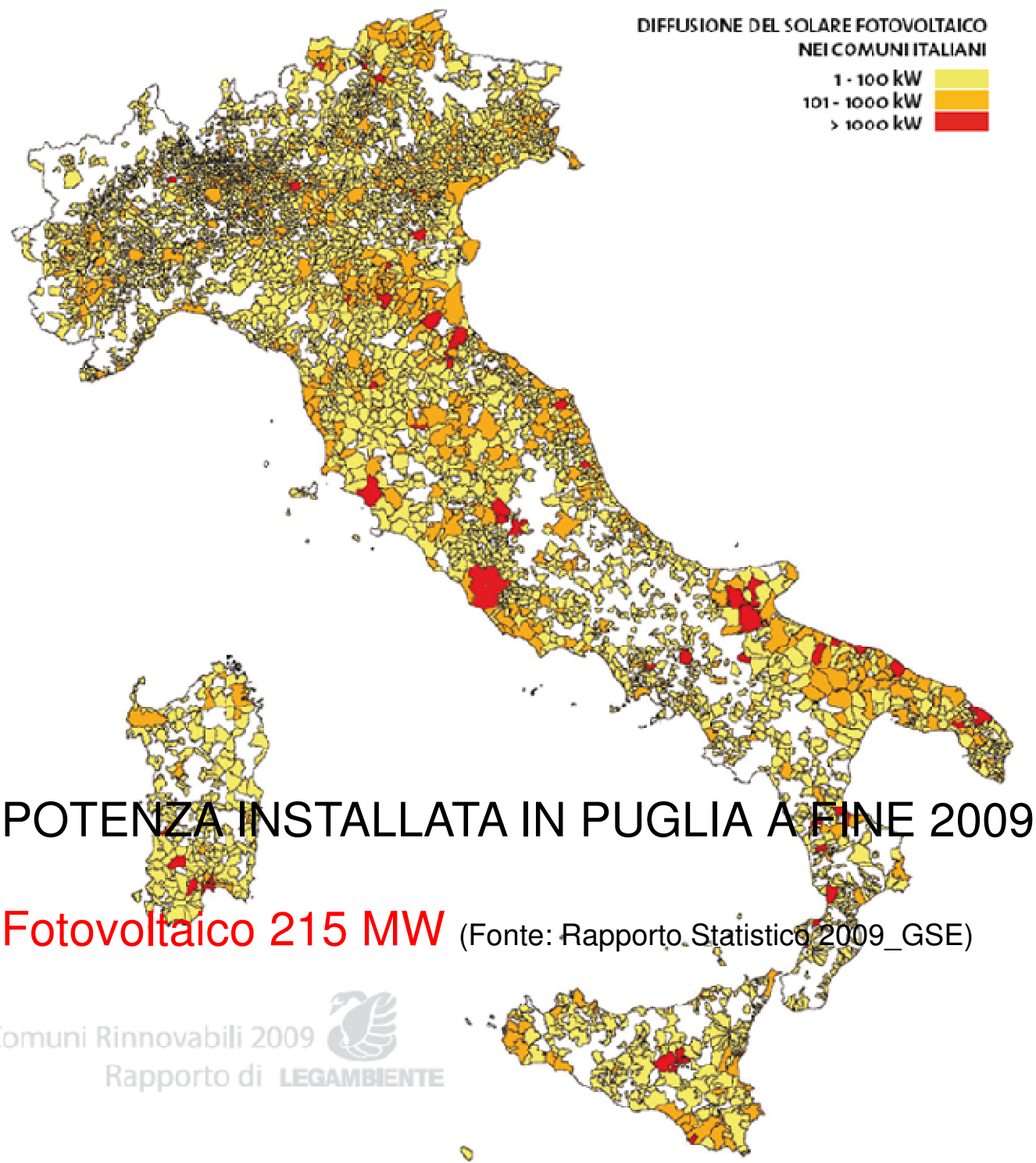


Fonte: "Comuni Rinnovabili 2009" Rapporto di Legambiente

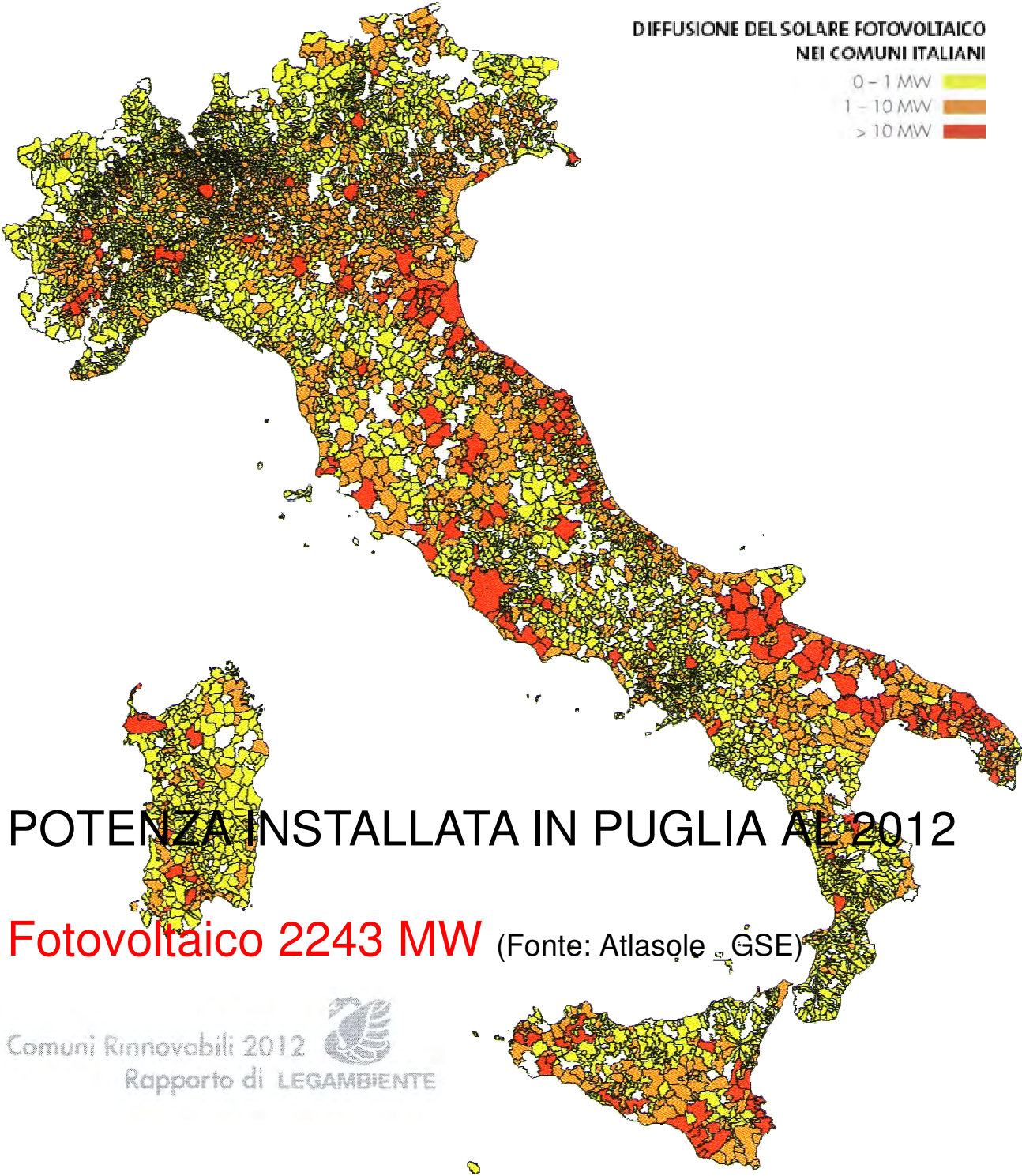


Fonte: "Comuni Rinnovabili 2012" Rapporto di Legambiente

LA PUGLIA, È LA PRIMA REGIONE PER PRODUZIONE D'ELETTRICITÀ DA FOTOVOLTAICO, MA È SOLO LA QUINTA PER NUMEROSITÀ DEGLI IMPIANTI. (Fonte GSE - 2012)



Fonte: "Comuni Rinnovabili 2009" Rapporto di Legambiente

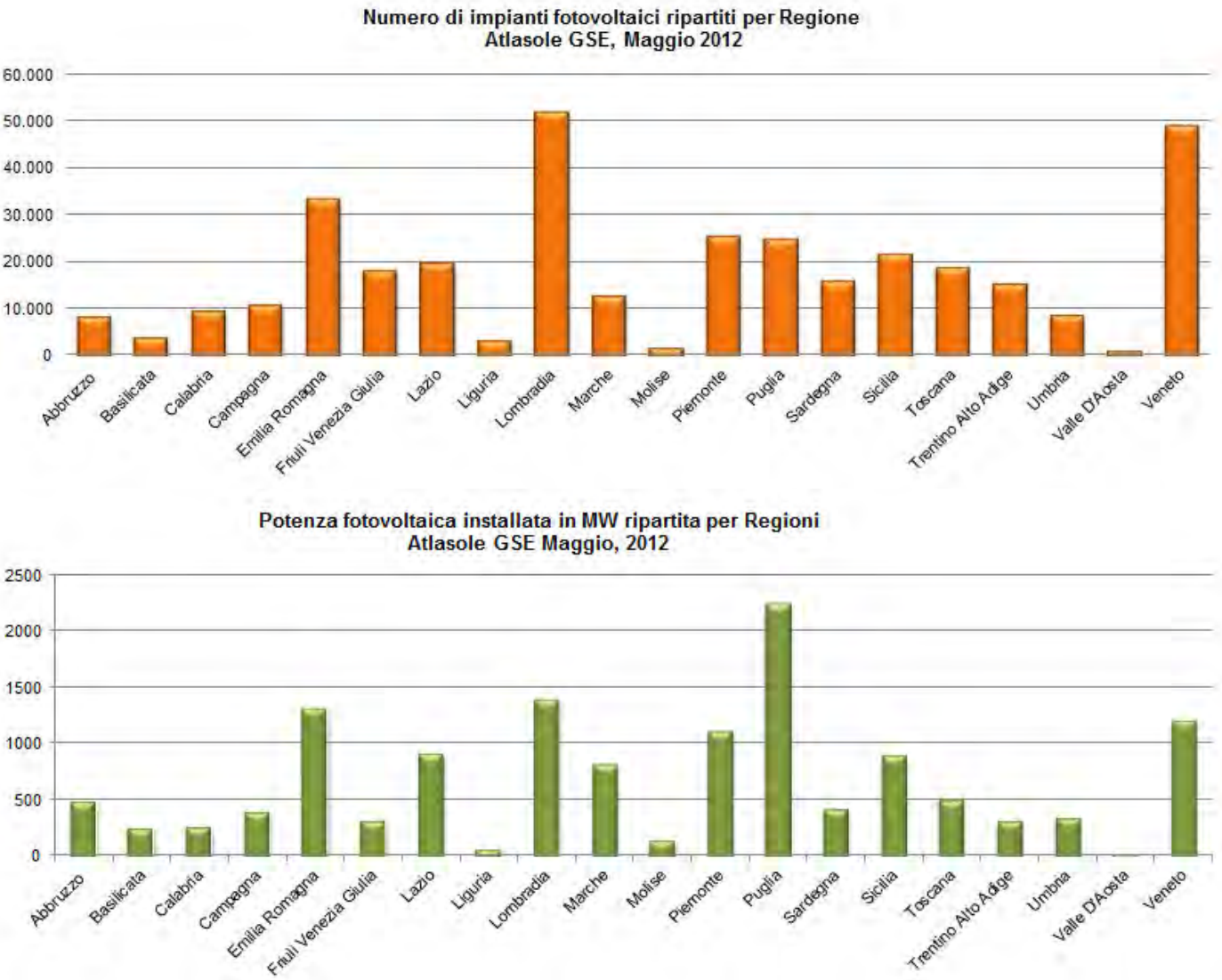


Fonte: "Comuni Rinnovabili 2012" Rapporto di Legambiente

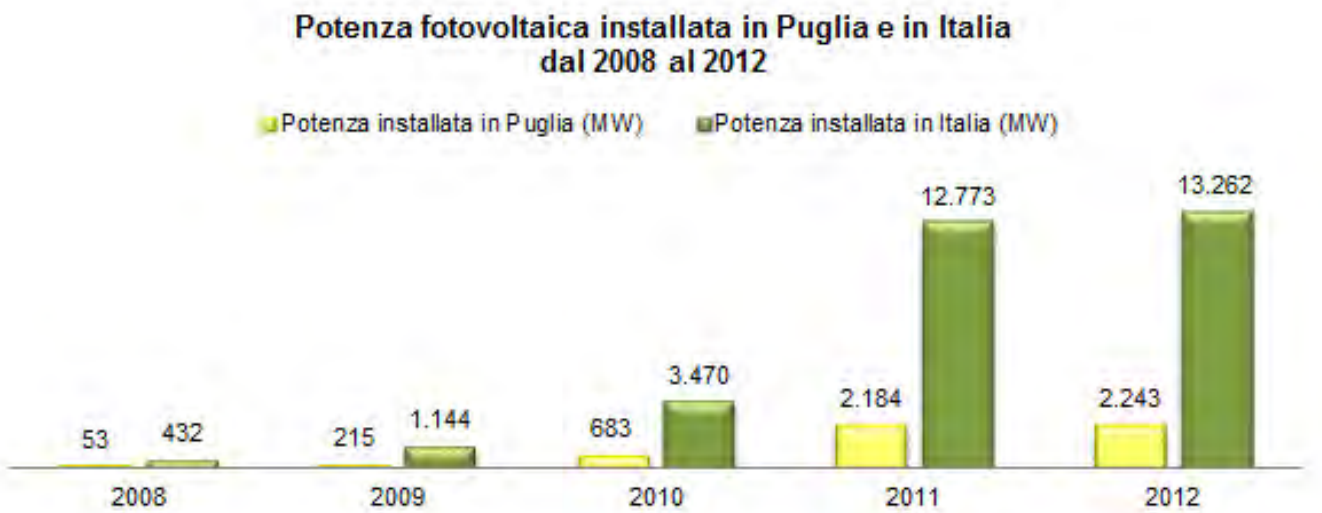
Distribuzione Impianti Fotovoltaici per numero e potenza

B2.1.2 Evoluzione degli impianti e condizione attuale

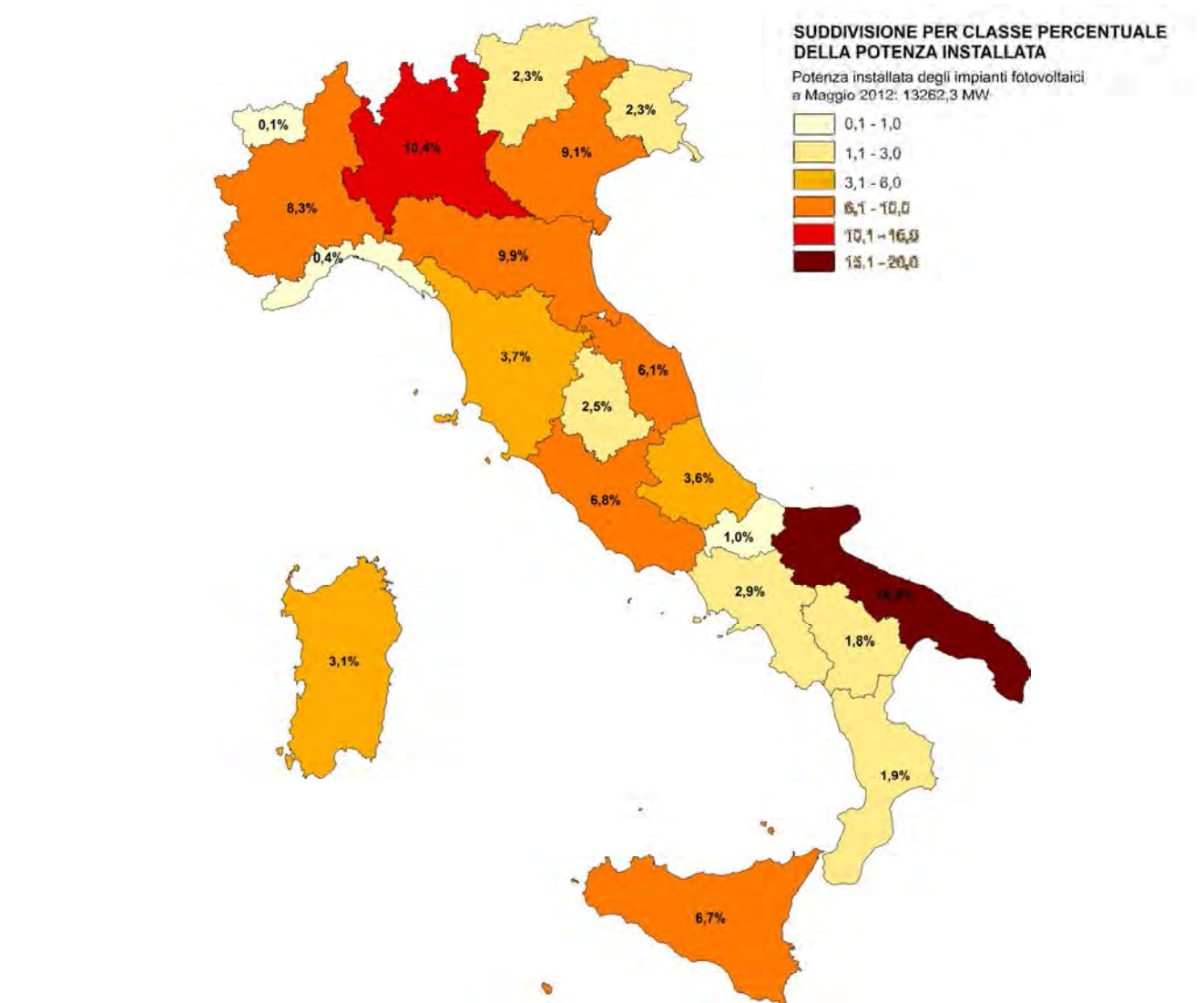
L'analisi dei dati messi a disposizione dal GSE mediante la consultazione dei Rapporti Statistici, e dei dati, aggiornati giorno per giorno, del numero di impianti e potenza fotovoltaica installata (Atlasole), ha permesso un confronto che mette in luce alcuni aspetti significativi della situazione della Puglia. Come è evidente dal grafico 1, la grande diffusione degli impianti fotovoltaici si è registrata tra il 2010 e il 2011, più che triplicando la potenza fotovoltaica, sia a livello nazionale che in Puglia. Oggi La Puglia produce ben il 17% della potenza fotovoltaica prodotta in Italia (nel 2008 il 12,4%, nel 2009 il 18,8%, nel 2010 il 19,7%, nel 2011 il 17,1%), come è ben visibile dal grafico 2, ma avendo un medio numero di impianti è evidente la predominanza di grandi impianti fotovoltaici installati su suolo agricolo. In Puglia, a livello provinciale, è il Salento ad essere maggiormente occupato da impianti fotovoltaici, si distinguono infatti Lecce e Brindisi, e in particolare quest'ultimo per la impattante diffusione di grandi impianti a terra percepibile anche dal ridotto numero di impianti in relazione alla potenza.



2. Ripartizione Regionale _ dati Atlasole GSE aggiornati a Maggio 2012

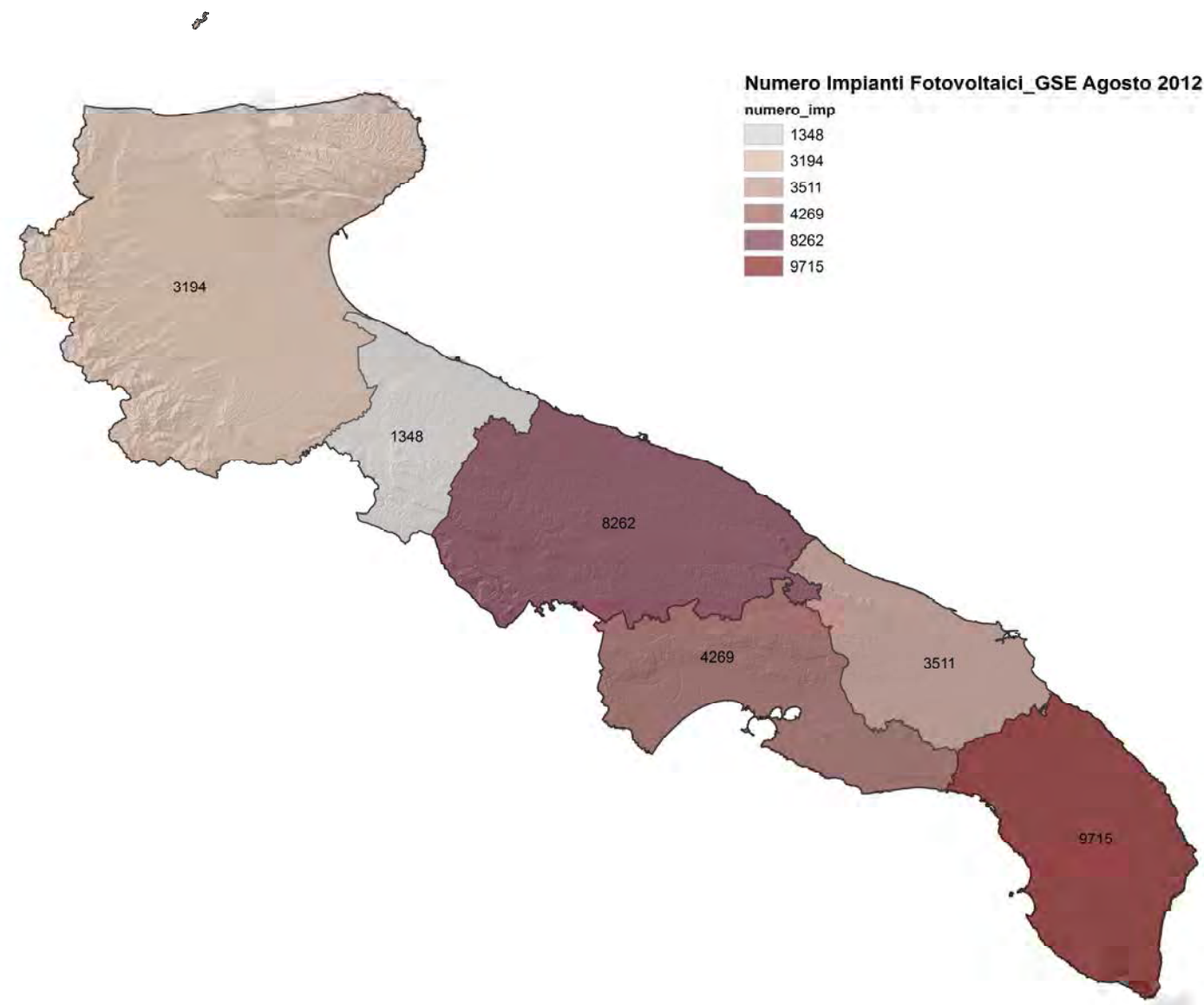


1. Dati Rapporto Statistico 2008_2009_2010_2011 GSE, e dati Atlasole GSE aggiornati a Maggio 2012



Ripartizione Percentuale Regionale _ dati Atlasole GSE aggiornati a Maggio 2012

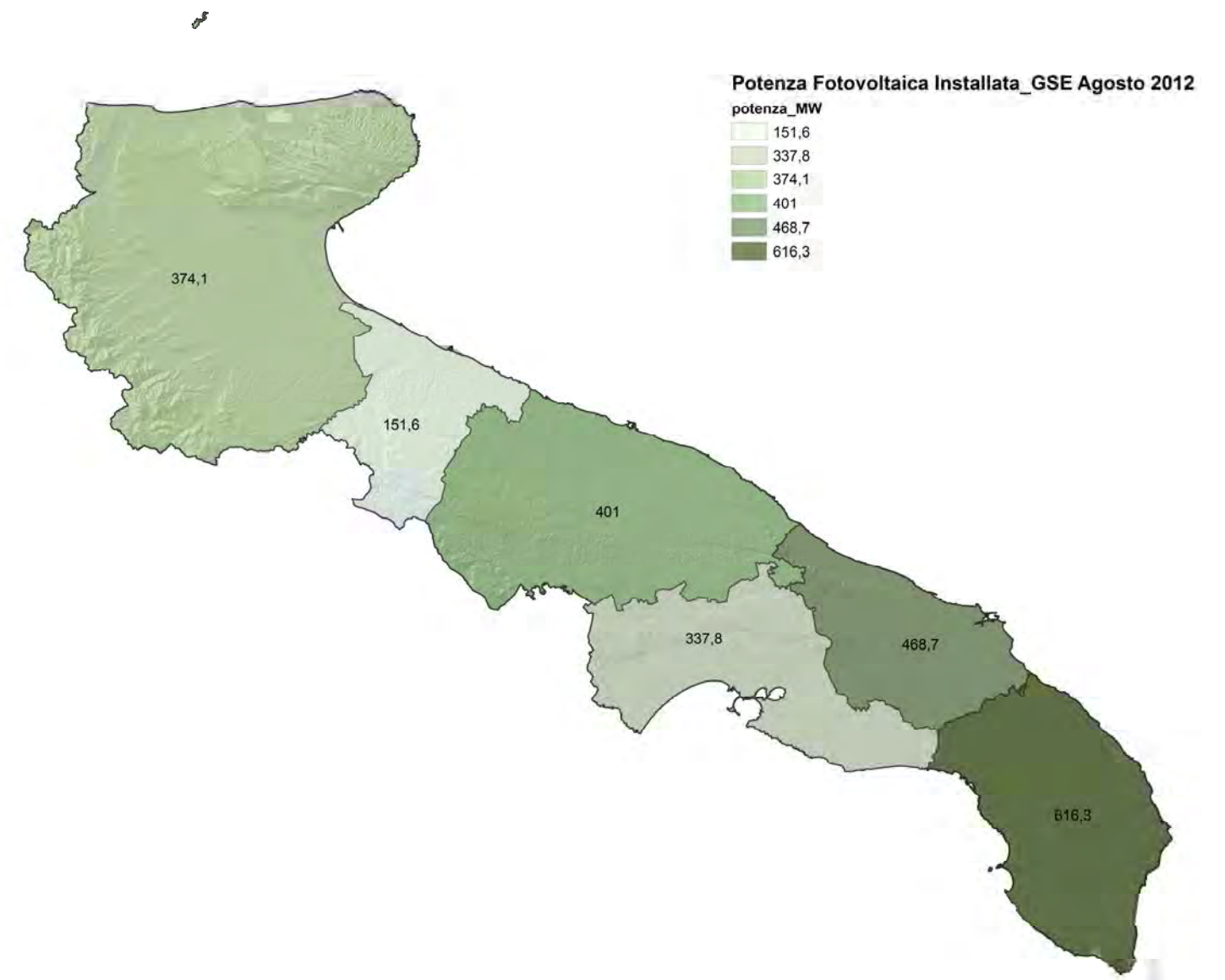
Potenza fotovoltaica e numero di impianti in Puglia per Provincia



Numero di impianti fotovoltaici ripartiti per Provincia
Tutti gli impianti | Atlasole GSE, Agosto 2012



Numero di Impianti fotovoltaici per Provincia.
Rielaborazione dati GSE Atlasole_ Agosto 2012



Potenza fotovoltaica installata in MW ripartita per Provincia
Tutti gli impianti | Atlasole GSE, Agosto 2012



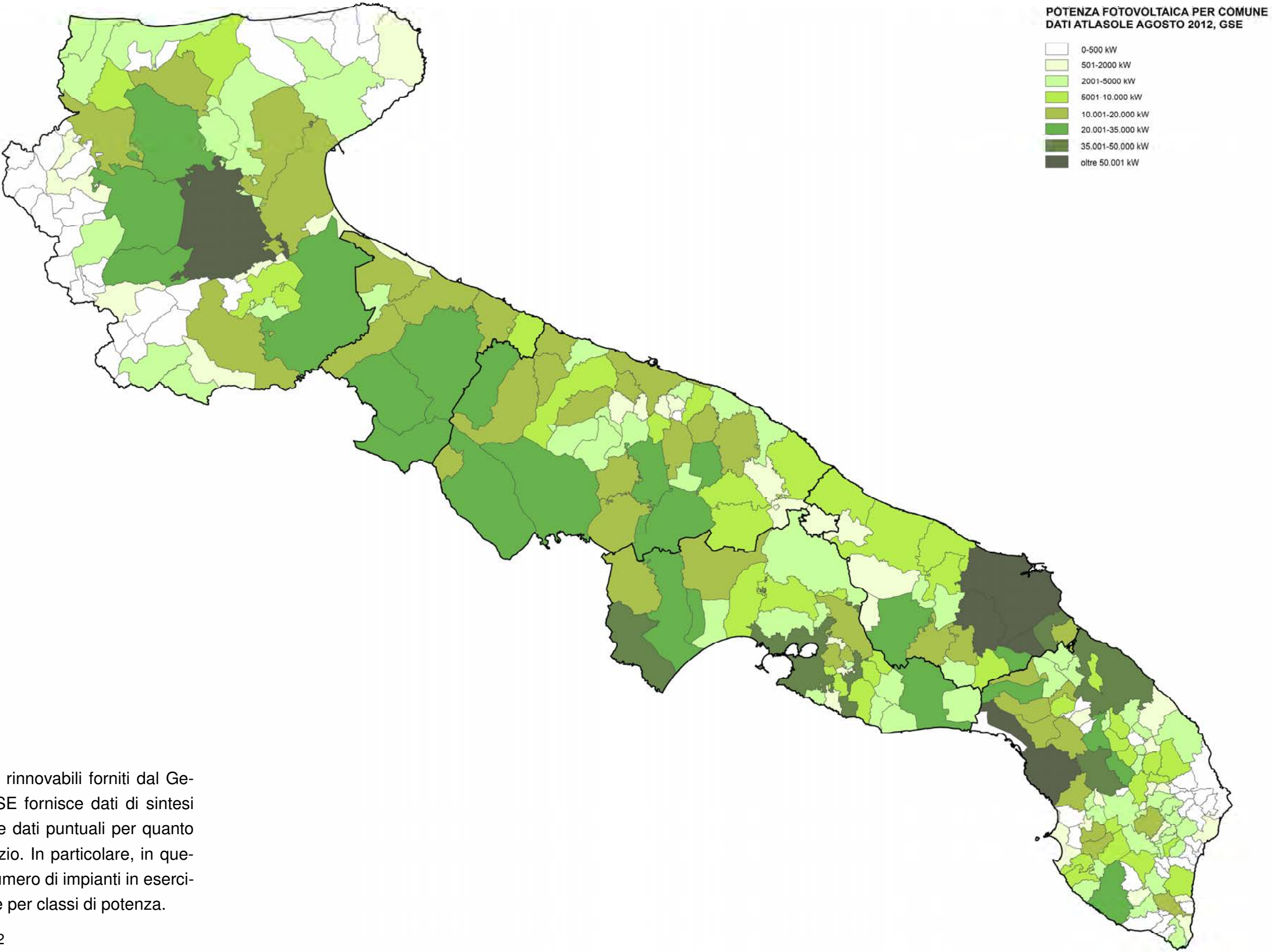
Potenza fotovoltaica per Provincia.
Rielaborazione dati GSE Atlasole_ Agosto 2012

Potenza fotovoltaica in Puglia per Comune

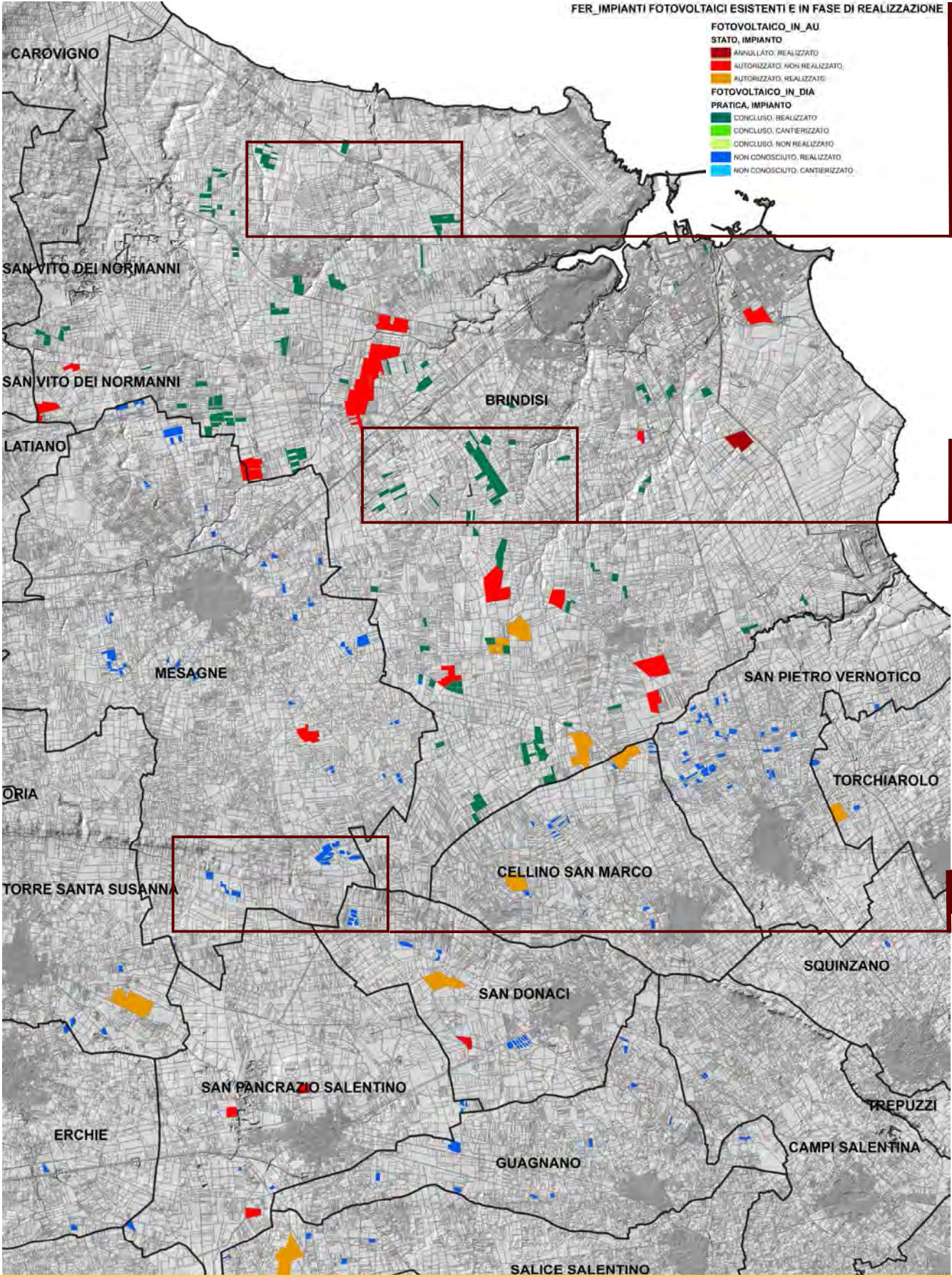
BRINDISI	176.934 MW
FOGGIA	121.327 MW
MESAGNE	60.173 MW
GINOSA	59.805 MW
CELLINO SAN MARCO	55.054 MW
NARDO'	50.171 MW
LECCE	49.836 MW
TARANTO	47.549 MW
GALATINA	44.390 MW
SAN PIETRO VERNOTICO	34.627 MW
SOLETO	34.529 MW
MINERVINO MURGE	30.310 MW
TURI	30.086 MW
CASTELLANETA	27.978 MW
ANDRIA	27.625 MW
SALICE SALENTINO	27.046 MW
GIOIA DEL COLLE	26.894 MW
TROIA	26.526 MW
LEQUILE	26.473 MW
UGENTO	26.001 MW
SAN DONACI	24.959 MW
LUCERA	24.324 MW
CERIGNOLA	23.534 MW
PALAGIANELLO	23.437 MW
SAN SEVERO	23.257 MW
FRANCAVILLA FONTANA	23.009 MW
CORATO	22.958 MW
GRAVINA DI PUGLIA	22.324 MW
ALTAMURA	21.988 MW
ACQUAVIVA DELLE FONTI	21.853 MW
MANDURIA	20.861 MW

Dati sulla produzione di energia da fonti rinnovabili forniti dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE). Il GSE fornisce dati di sintesi sulla produzione di energia fotovoltaica e dati puntuali per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici in esercizio. In particolare, in questo ultimo caso il GSE fornisce dati sul numero di impianti in esercizio e sulla potenza, ripartiti per Comune e per classi di potenza.

Rielaborazione dati GSE Atlasole_ Agosto 2012



Impianti fotovoltaici esistenti e in fase di realizzazione. L'ambito della piana Brindisina



Brindisi

Impianti fotovoltaici di dimensione inferiore al MW, autorizzati con DIA presenti sul territorio brindisino a nord del centro urbano.
Dati Sit Puglia



Brindisi

Impianti fotovoltaici di dimensione inferiore al MW, autorizzati con DIA presenti sul territorio brindisino a sud del centro urbano.
Dati SIT Puglia



Mesagne

Impianti fotovoltaici di dimensione inferiore al MW, presenti sul territorio di Mesagne e San Donaci. La pratica autorizzativa non è conosciuta.
Dati SIT Puglia



Impatto degli impianti fotovoltaici su territorio agricolo. Confronto Ortofoto 2006 – 2010/11



PROVINCIA DI BRINDISI

Impianti fotovoltaici su suolo agricolo, caratterizzato da seminativo e oliveto di impianto giovane. In sequenza, l'area come risultava rispettivamente nel 2006 e nel 2011.



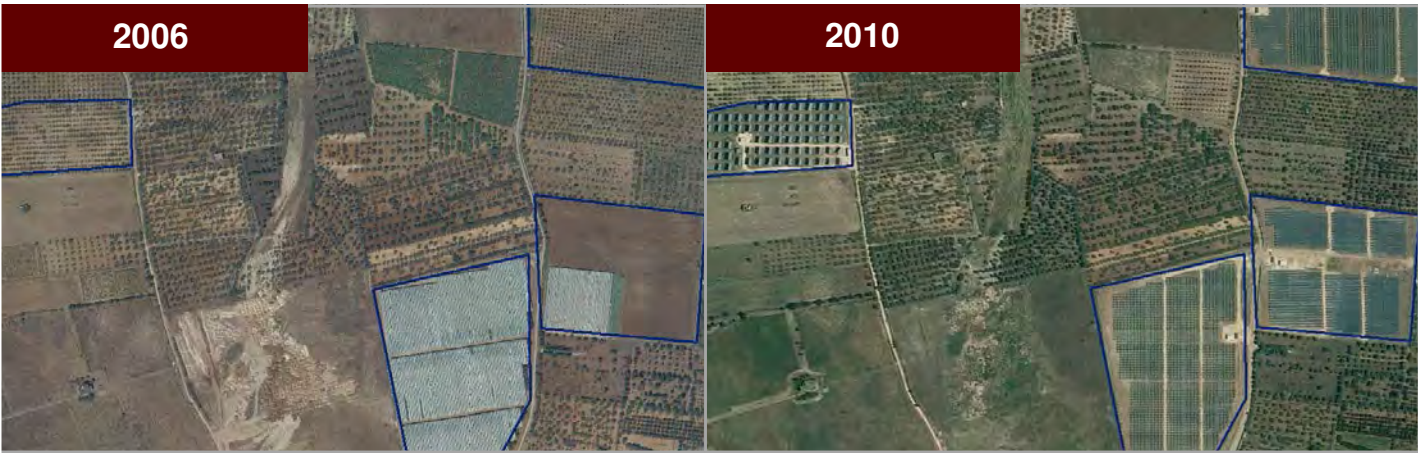
PROVINCIA DI BRINDISI

Impianti fotovoltaici su suolo agricolo, caratterizzato da ampio seminativo e oliveto di impianto giovane. In sequenza, l'area come risultava rispettivamente nel 2006 e nel 2011.



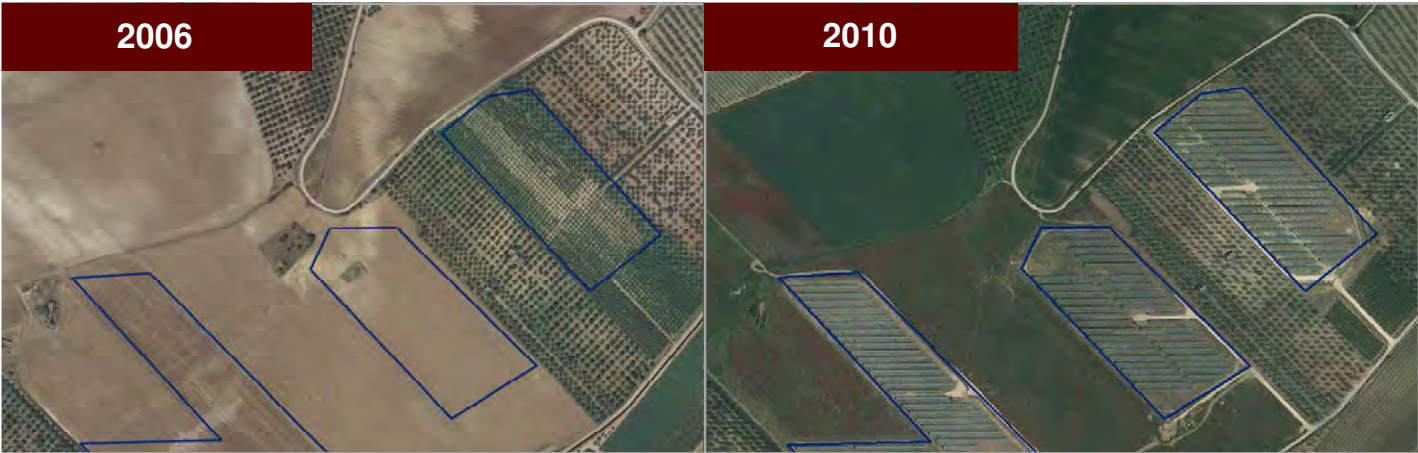
PROVINCIA DI BRINDISI

Impianti fotovoltaici su suolo agricolo, caratterizzato da seminativo e oliveto secolare e di impianto giovane. In sequenza, l'area come risultava rispettivamente nel 2006 e nel 2011.



PROVINCIA DI BARI

Impianti fotovoltaici su suolo agricolo, caratterizzato da seminativo, oliveto di impianto giovane e vigneti a tendone. In sequenza, l'area come risultava rispettivamente nel 2006 e nel 2010.



PROVINCIA DELLA BAT

Impianti fotovoltaici su suolo agricolo, caratterizzato da ampio seminativo e oliveto di impianto giovane. In sequenza, l'area come risultava rispettivamente nel 2006 e nel 2010.



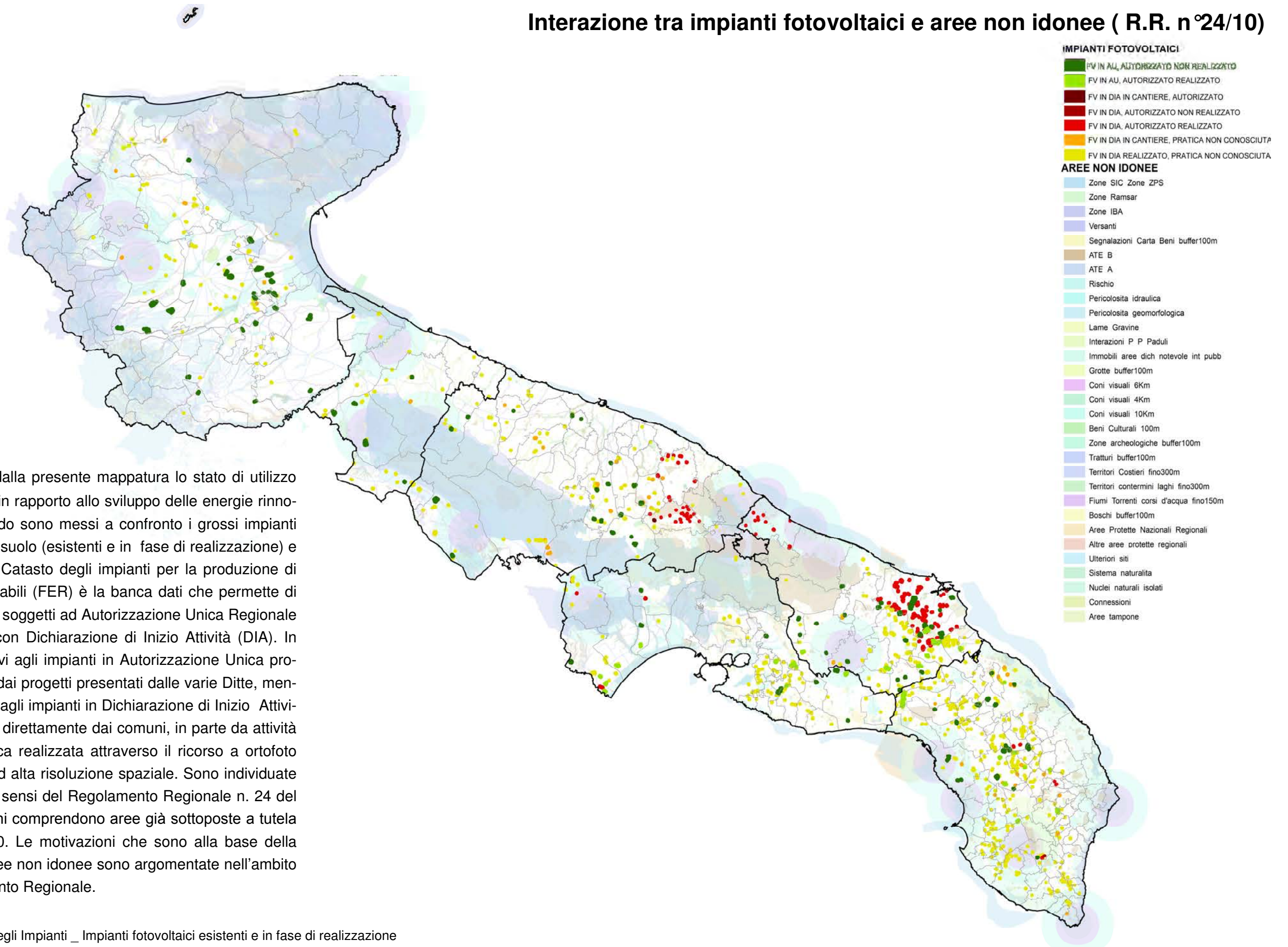
PROVINCIA DI FOGGIA

Impianto fotovoltaico in area di alto valore paesaggistico con probabile presenza di terrazzamenti. In sequenza, l'area come risultava rispettivamente nel 2006 e nel 2010.

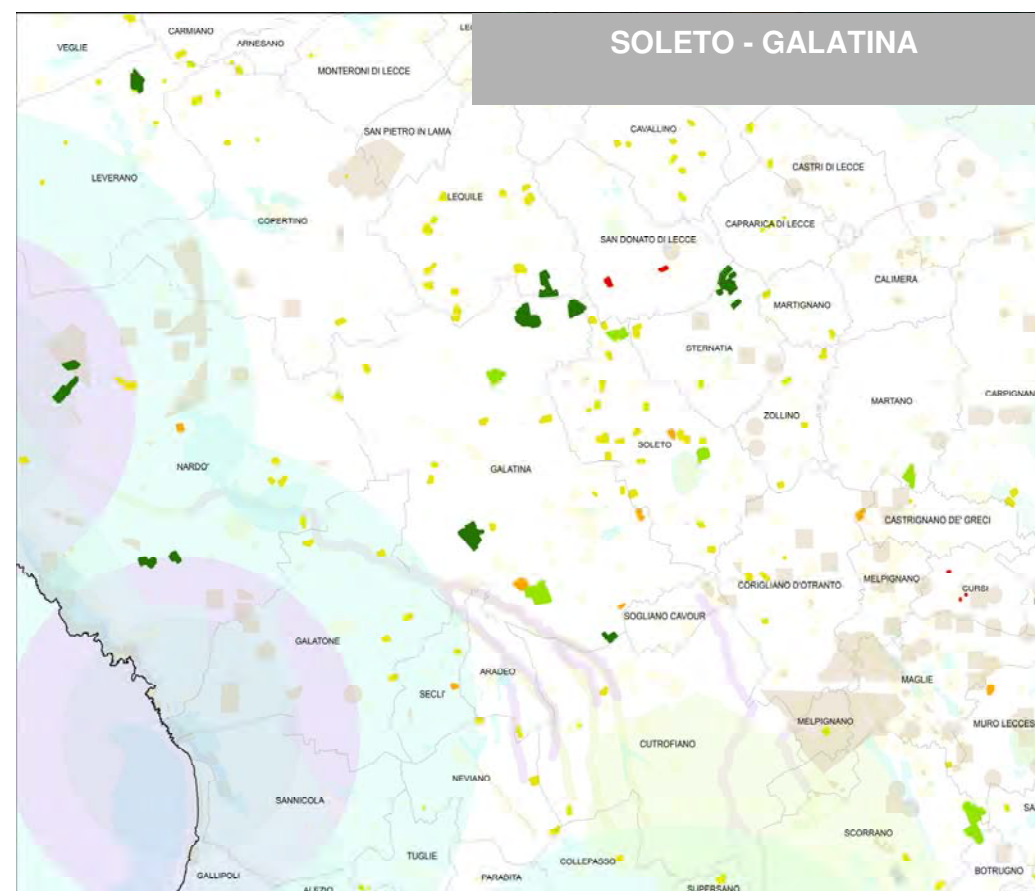
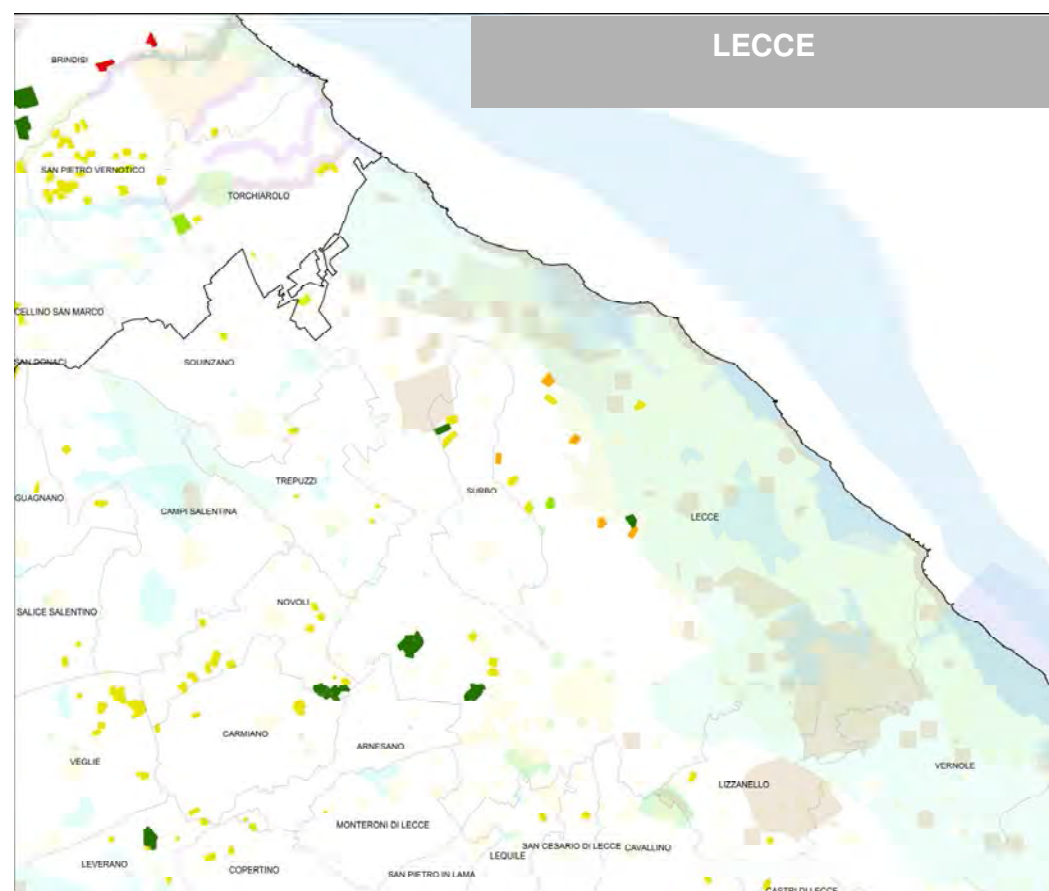
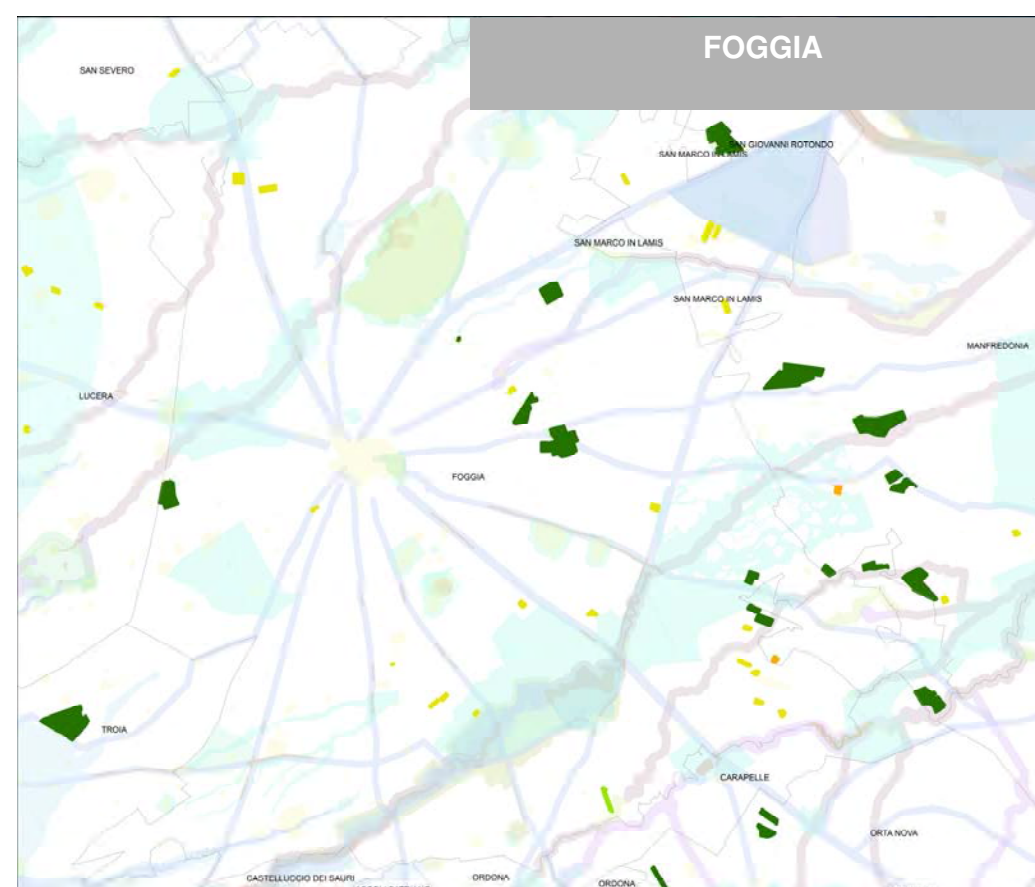
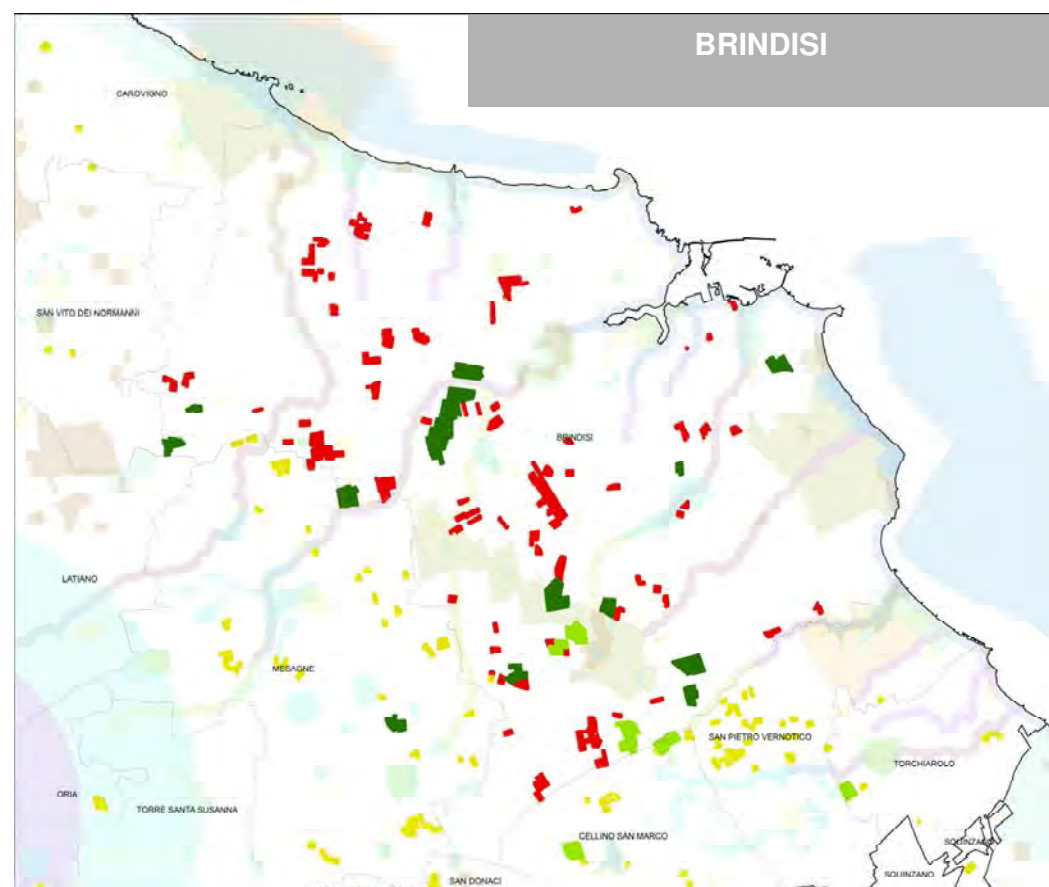
Interazione tra impianti fotovoltaici e aree non idonee (R.R. n°24/10)

E' possibile valutare dalla presente mappatura lo stato di utilizzo del territorio regionale in rapporto allo sviluppo delle energie rinnovabili. In particolar modo sono messi a confronto i grossi impianti fotovoltaici installati su suolo (esistenti e in fase di realizzazione) e le aree non idonee. Il Catasto degli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili (FER) è la banca dati che permette di valutare sia gli impianti soggetti ad Autorizzazione Unica Regionale (AU) che gli impianti con Dichiarazione di Inizio Attività (DIA). In particolare, i dati relativi agli impianti in Autorizzazione Unica provengono direttamente dai progetti presentati dalle varie Ditte, mentre invece i dati relativi agli impianti in Dichiarazione di Inizio Attività provengono in parte direttamente dai comuni, in parte da attività di ricognizione periodica realizzata attraverso il ricorso a ortofoto satellitari o da aereo ad alta risoluzione spaziale. Sono individuate le Aree non idonee ai sensi del Regolamento Regionale n. 24 del 2010; tali perimetrazioni comprendono aree già sottoposte a tutela prima del R.R. n.24/10. Le motivazioni che sono alla base della individuazione delle aree non idonee sono argomentate nell'ambito dello stesso Regolamento Regionale.

Dati SIT Puglia, Catasto degli Impianti _ Impianti fotovoltaici esistenti e in fase di realizzazione



SOLARE



IMPIANTI FOTOVOLTAICI

- FV IN AU, AUTORIZZATO NON REALIZZATO
- FV IN AU, AUTORIZZATO REALIZZATO
- FV IN DIA IN CANTIERE, AUTORIZZATO
- FV IN DIA, AUTORIZZATO NON REALIZZATO
- FV IN DIA, AUTORIZZATO REALIZZATO
- FV IN DIA IN CANTIERE, PRATICA NON CONOSCIUTA
- FV IN DIA REALIZZATO, PRATICA NON CONOSCIUTA

AREE NON IDONEE

- Zone SIC Zone ZPS
- Zone Ramsar
- Zone IBA
- Versanti
- Segnalazioni Carta Beni buffer100m
- ATE B
- ATE A
- Rischio
- Pericolosità idraulica
- Pericolosità geomorfologica
- Lame Gravine
- Interazioni P P Paduli
- Immobili aree dich notevole int pubb
- Grotte buffer100m
- Coni visuali 6Km
- Coni visuali 4Km
- Coni visuali 10Km
- Beni Culturali 100m
- Zone archeologiche buffer100m
- Tratturi buffer100m
- Territori Costieri fino300m
- Territori contermini laghi fino300m
- Fiumi Torrenti corsi d'acqua fino150m
- Boschi buffer100m
- Aree Protette Nazionali Regionali
- Altre aree protette regionali
- Ulteriori siti
- Sistema naturalità
- Nuclei naturali isolati
- Connessioni
- Aree tampone

B2.1.3 Criticità

Le criticità sono legate soprattutto ad un uso improprio del fotovoltaico, all'occupazione di suolo, allo snaturamento del territorio agricolo. Sempre più numerosi infatti, sono gli impianti che si sono sostituiti a suoli coltivati. La possibilità di installare in aree agricole, centrali fotovoltaiche, costruisce uno scenario di grande trasformazione della texture agricola, con forti processi di artificializzazione del suolo. Un impianto da 1 MW occupa ad esempio una superficie di 2-3 ettari. L'enorme quantità di superficie utilizzata per la costruzione di centrali fotovoltaiche pone anche il problema del recupero delle aree in fase di smantellamento dell'impianto.

Il processo di riconversione del suolo agricolo va dunque controllato da una pianificazione comunale attenta ai valori del proprio patrimonio e del paesaggio agrario. Sono poche le esperienze di progettazione che si sono finora sforzate di trovare misure compensative alla realizzazione di un impianto.

Essendo in Puglia installata una potenza fotovoltaica pari a circa 2.170 MW, per la classi di potenza oltre i 50 kW (Agosto 2012, Atlasole GSE) ed un numero di impianti pari a 3.100, stimando come suddetto una occupazione del territorio di circa 2 ettari per MW, si ha una occupazione del suolo regionale di circa 4.340 ettari che corrispondono a circa lo 0,22% del territorio pugliese.

Alla luce di quanto ha subito il territorio pugliese, è necessario ed urgente un cambiamento nella politica energetica, che punti su un modello decentrato, di basso impatto, e soprattutto che comporti un maggiore impulso ed un maggiore protagonismo per lo sviluppo locale. Benché la riduzione o abolizione degli incentivi per il fotovoltaico su suolo, può ridurre il fenomeno non più molto economicamente vantaggioso, è importante valutare le possibili alternative di integrazione delle fonti rinnovabili a scala urbana e paesaggistica. Da uno studio dell'ARPA si è potuto valutare quali sono le reali conseguenze che questi grandi impianti hanno sul suolo agricolo, conseguenze importanti poiché mutano profondamente le caratteristiche intrinseche del suolo, danneggiandolo. Per gli impianti su suolo, uno dei principali impatti ambientali è costituito dalla sottrazione di suolo, altrimenti occupato da vegetazione naturale o destinato ad uso agricolo. In genere, vengono privilegiate le aree pianeggianti, libere e facilmente accessibili, ovvero quelle che potenzialmente si prestano meglio all'utilizzo agricolo. Ciò comporta una sottrazione di suolo agrario piuttosto consistente e l'occupazione di suoli di medio-alta fertilità per un periodo di 25-30 anni, con conseguente modifica dello stato del terreno sottostante ai pannelli fotovoltaici. Vengono a mancare, due degli elementi principali per il mantenimento dell'equilibrio biologico degli strati superficiali del suolo: luce e apporto di sostanza organica con il conseguente impoverimento della componente biologica del terreno. Il rischio principale è che tali suoli, a seguito della dismissione degli impianti, non siano restituibili all'uso agricolo, se non a costo di laboriose pratiche di ripristino della fertilità, con problemi di desertificazione.

E' quindi sconsigliabile l'utilizzo di ulteriore suolo per l'installazione di impianti fotovoltaici, valutando anche gli impatti cumulativi di questi sul territorio. La direzione verso cui tendere deve essere l'integrazione in contesti differenti (aree produttive, siti contaminati o nelle aree urbane), tuttavia è necessario valutare il corretto inserimento delle fonti rinnovabili. Ad una scala urbana, se si osservano gli impianti solari e fotovoltaici diffusi, distribuiti sulle coperture degli edifici emergono altre criticità legate ad una cattiva integrazione della tecnologia utilizzata con l'architettura esistente che spesso genera una modifica dello skyline urbano.



Impianti fotovoltaici nella piana brindisina



Impianti fotovoltaici nella piana brindisina

B2.2 Il progetto

B2.2.1 Obiettivi

Il PPTR promuove l'utilizzazione diffusa e modulare dell'energia solare che si distribuisce sul territorio in modo omogeneo. La città, in particolare nel vasto patrimonio edilizio delle sue espansioni recenti, costituisce un vero e proprio serbatoio energetico potenziale; infatti una estesa copertura della superficie occupata da edifici con pannelli fotovoltaici e/o termici consentirebbe di produrre una quantità di energia elettrica superiore agli stessi consumi annui della Regione Puglia.

Le tecnologie solari a cui le linee guida fanno principalmente riferimento sono il solare termico e fotovoltaico; il solare termodinamico le cui applicazioni sono ancora sperimentali, rimane sullo sfondo nella costruzione di scenari che hanno tempi più lunghi.

Il PPTR si propone di disincentivare l'installazione a terra del fotovoltaico e di incentivare la distribuzione diffusa sulle coperture e sulle facciate degli edifici, privilegiando l'autoconsumo dei privati e delle aziende agricole.

Il PPTR si propone di favorire la diffusione del solare termico oltre al fotovoltaico. Nell'ottica di una riduzione drastica dei consumi è necessario promuovere anche l'uso del solare termico (applicato alle abitazioni, ad attrezzature e servizi, ad aziende in aree produttive), che non comporta trasporto a distanza di energia e ha costi di installazione molto contenuti che permettono di accedervi a tutte le fasce di reddito. È evidente che l'intento è quello di favorire la massima integrazione tra fonti rinnovabili e edificio, il quale deve comunque rispettare criteri di risparmio ed efficientamento energetico (attenzione all'involucro, all'orientamento, alle schermature, ecc.).



CNR-IRSA prima e dopo impianto fotovoltaico su copertura. Viale F. de Blasio, ZI- Modugno (BA)



Molfetta (BA) pensilina fotovoltaica in zona produttiva



Modugno (BA) Azienda Calabrese, impianto fotovoltaico su copertura a shed

B.2.2.2 Limitazioni e criteri valutativi

La Regione Puglia, in applicazione del Decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 Settembre 2010 “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, si è dotata di apposito Regolamento Regionale del 30 dicembre 2010, n. 24 “Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Puglia”.

Il PPTR prevede specifiche limitazioni nelle prescrizioni di cui all'elaborato 6 “ Il sistema delle tutele: beni paesaggistici e ulteriori contesti paesaggistici”, finalizzate a salvaguardare i valori paesaggistici espressi da detti beni e contesti.

Ai fini della valutazione degli impianti che ricadono all'esterno delle aree definite “non idonee” da Regolamento Regionale N° 24/2010, **occorre comunque fare riferimento** agli indicatori 3.2.2.2 “frammentazione del paesaggio”, 3.2.2.6 “esperienza del paesaggio rurale”, 3.2.2.7 “artificializzazione del paesaggio rurale” contenuti nell'Elaborato 7 del PPTR “Il rapporto ambientale”, al fine di valutare tutti gli aspetti intrinseci legati al contesto locale, alla continuità di alcuni contesti paesaggistici, rappresentati per esempio dalla Rete Ecologica, coerenti con la disciplina vigente in materia di conservazione e valorizzazione del progetto territoriale per il paesaggio regionale.

Il PPTR privilegia la localizzazione di impianti fotovoltaici e/o termici che sarà eventualmente accompagnata da misure incentivanti e agevolazioni di carattere procedurale nelle seguenti aree:

- nelle aree produttive pianificate e nelle loro aree di pertinenza (in applicazione degli indirizzi e direttive delle linee guida APPEA);
- sulle coperture e sulle facciate degli edifici abitativi, commerciali, di servizio, di deposito, ecc.;
- su pensiline e strutture di copertura di parcheggi, zone di sosta o aree pedonali;
- nelle installazioni per la cartellonistica pubblicitaria e la pubblica illuminazione;
- lungo le strade extraurbane principali (tipo B Codice della Strada) (fatte salve le greenways e quelle di interesse panoramico censite negli elaborati 3.2.12 , 4.2.3, 4.3.5) ed in corrispondenza degli svincoli, quali barriere antirumore o altre forme di mitigazione con l'asse stradale;
- nelle aree estrattive dismesse (ove non sia già presente un processo di rinaturalizzazione), su superfici orizzontale o su pareti verticali.



San Giovanni Rotondo Pensilina fotovoltaica su percorso pedonale

B2.2.3 Criteri e orientamenti metodologici

Occorre indirizzare i soggetti interessati verso l'uso delle migliori tecnologie FV, che consentano il raggiungimento del giusto compromesso tra investimento, occupazione superficiale, impatto ambientale e paesaggistico ed efficienza energetica.

I nuovi edifici dovranno essere progettati in maniera tale da ridurre i consumi energetici e soddisfare la quota restante con fonti rinnovabili in forma assolutamente integrata, come indicato nella Legge Regionale n.13 del 2008 "Norme per l'abitare sostenibile".

Per quanto attiene l'edilizia esistente, se di tipo storico, bisognerà verificare l'eventuale inserimento di fonti rinnovabili con il valore architettonico e paesaggistico dell'immobile, nonché con le limitazioni vincolistiche imposte.

In caso i sistemi siano progettati per edifici di nuova costruzione si dovranno prevedere piuttosto dei sistemi ad integrazione totale.

Regole e raccomandazioni per una migliore integrazione delle strutture energetiche agli edifici dovranno essere contenute nei Regolamenti edilizi Comunali.

Superfici e siti potenziali per l'installazione di pannelli fotovoltaici alternativi ai grandi impianti su suolo.

Ponendo attenzione alle problematiche ambientali è possibile utilizzare in maniera più consapevole le fonti rinnovabili, rispondendo al contempo alle salvaguardia del territorio regionale.

L'analisi svolta è rivolta alle possibili soluzioni per impianti fotovoltaici di medie-grandi dimensioni alternative all'installazione di grandi impianti a terra che oltre a sottrarre suolo agricolo producono un notevole impatto paesaggistico.

Si analizzano gli insediamenti industriali, commerciali e capannoni agricoli, riportando l'individuazione delle coperture degli edifici, illustrando possibili scenari di superfici disponibili per l'installazione di pannelli fotovoltaici.

Uno studio analogo viene fatto sulla mappatura delle coperture in amianto (superfici minori di 500 mq e minori di 200 mq che coincidono per lo più con coperture di capannoni industriali), effettuata precedentemente dall'Istituto di Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dalla Regione Puglia.

La sostituzione di tetti in amianto delle strutture industriali comporta un doppio beneficio, ossia la bonifica dell'amianto e contestualmente la produzione di energia elettrica da fonti pulite, utile per il fabbisogno elettrico dell'azienda stessa.



Bari zona industriale Azienda Carenza pensiline fotovoltaiche

Sono state, inoltre, quantificate le cave ormai abbandonate e le discariche, siti potenziali per l'installazione di fonti rinnovabili laddove vengano presentati contestualmente progetti di rinaturalizzazione dell'area in stato di degrado e abbandono.

L'integrazione delle fonti rinnovabili, solare termico e fotovoltaico, nel tessuto urbano necessita invece di considerazioni più attente al contesto e alle sue reciproche relazioni.

E' necessario considerare alcuni parametri fondamentali che variano a seconda che si stia parlando di nuova edificazione o inserimento sull'edificato esistente: livello di integrazione architettonica, problemi di ombreggiamento, di radiazione diretta o diffusa, di ostacoli di varia natura e di superfici orientate non in modo ottimale.

Nel contesto urbano sono molteplici le soluzioni progettuali e innovative che possono svilupparsi per l'inserimento intelligente delle fonti rinnovabili, non solo per l'autoapprovvigionamento elettrico, ma a servizio dei beni pubblici, della pubblica illuminazione, e nel futuro anche per la mobilità elettrica.



I consumi medi di energia elettrica in Puglia destinati alla produzione di ACS (Acqua Calda Sanitaria) per i boiler elettrici, lavatrice e lavastoviglie sono di **479.258 MWh (479 GWh/anno)** ripartiti come riportato di seguito:

118.877 MWh elettrici (lavatrice)
59.439 MWh elettrici (lavastoviglie)
300.942 MWh elettrici (boiler elettrico)

I 479 GWh/anno di fabbisogni elettrici per la produzione di ACS possono essere garantiti mediante l'utilizzo di pannelli solari termici.

Equivalenti a energia elettrica prodotta da :

133,1 pale eoliche da 2 MW
355 MW di impianto FV
72,9 MW termoelettrici

Dati di occupazione del suolo delle tecnologie rinnovabili

Puglia numero boiler	198.000
famiglie	1.415.206
Solare termico (2,5 mq per famiglia)	50 ha
Eolico	1,6 ha
Fotovoltaico	446 ha

Il solare termico richiede superfici marginali sui tetti degli edifici, installando gli impianti vicino alle utenze in assenza di reti di distribuzione del calore.

Scenario 1

La superficie coperta da edifici (esclusi i manufatti produttivi) in Puglia è **226.785.504 mq**
Quanta energia elettrica è possibile produrre da questa superficie?

La radiazione solare giornaliera media annua sul piano inclinato di 30° sull'orizzontale e rivolto a Sud è di **4.6 kWh/mq**

Applicando un opportuno fattore di rendimento (efficienza media globale del 10%) si calcola che 1 mq di pannello fotovoltaico può produrre in un anno circa **175 kWh/mq**

Alla superficie complessiva disponibile si applica una percentuale di riduzione dovuta al fattore di occupazione suolo e la densità di energia risulta quindi di circa **70 kWh/ mq**

L'energia producibile è uguale a $226.785.504 \times 70 \text{ kWh/mq} = \mathbf{15.874 \text{ GWh}}$

Consumi totali di energia in Puglia per usi domestico, terziario, agricoltura **8736 GWh** (2007 Terna)

Potenzialità in termini di produzione **15.874 GWh**

Scenario 2

La superficie coperta da edifici produttivi in Puglia è **31.120.800 mq**
Quanta energia elettrica è possibile produrre da questa superficie?

La radiazione solare giornaliera media annua sul piano inclinato di 30° sull'orizzontale e rivolto a Sud è di **4.6 kWh/mq**

Applicando un opportuno fattore di rendimento (efficienza media globale del 10%) si calcola che 1 mq di pannello fotovoltaico può produrre in un anno circa **175 kWh/mq**

Alla superficie complessiva disponibile si applica una percentuale di riduzione dovuta al fattore di occupazione suolo e la densità di energia risulta quindi di circa **70 kWh/ mq**

L'energia producibile è uguale a $31.120.800 \times 70 \text{ kWh/mq} = \mathbf{2178 \text{ GWh}}$

Consumi totali di energia in Puglia per usi produttivi **9224 GWh** (2007 Terna)

Potenziale di produzione di energia elettrica **2178 GWh**

Coperture di edifici produttivi, commerciali e agricoli



Dati SIT Puglia, CTR

SOLARE FOTOVOLTAICO

Potenziali

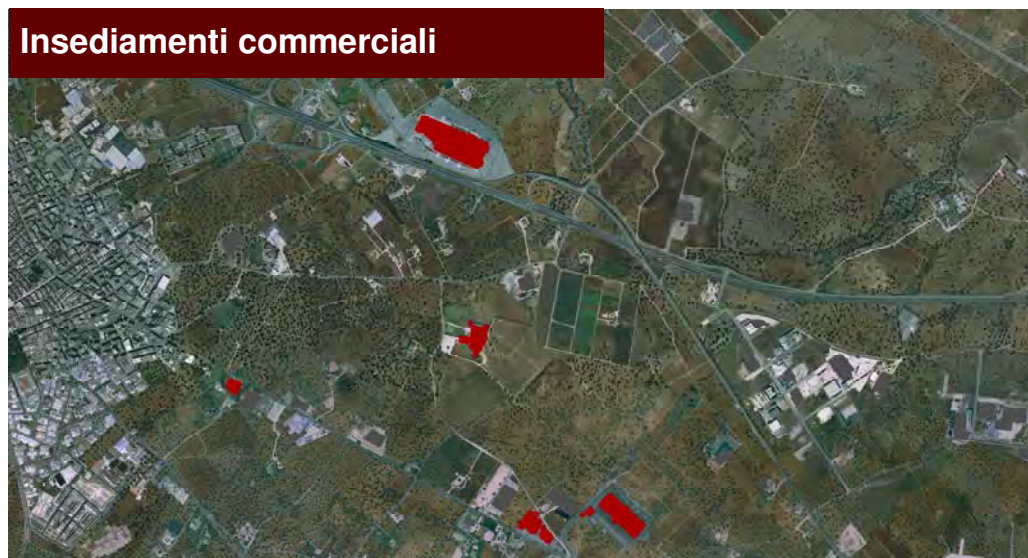
I capannoni industriali e artigianali, occupano grandi aree del territorio regionale, e ben si prestano all'utilizzo per fini energetici. Le imprese che utilizzano le coperture dei loro stabilimenti per l'installazione di pannelli fotovoltaici o integrino tale tecnologia nei medesimi edifici possono usufruire dei benefici dell'autoconsumo dell'energia elettrica prodotta in sito. Occorre in questa direzione ripensare alle aree produttive come a delle vere e proprie centrali di produzione energetica dove sia possibile progettare l'integrazione delle diverse tecnologie in cicli di simbiosi produttiva a vantaggio delle stesse aziende che usufruiscono della energia prodotta. Le superfici totali delle coperture degli stabilimenti industriali, presenti in Puglia, occupano circa 3000 ettari. Tale logica è estendibile a tutti i centri commerciali presenti nel territorio regionale che occupano circa 405 ettari.

I capannoni agricoli delle case rurali o delle aziende agricole, che occupano circa 245 ettari, sono solitamente costituiti da coperture piane o inclinate che ben si prestano alla localizzazione di pannelli fotovoltaici. La quantificazione di tali superfici permette di valutare uno scenario sulle superfici pannellabili, alternative all'utilizzo del suolo agricolo, per avere una stima potenziale dell'energia prodotta da pannelli fotovoltaici. Tali valori di superfici sono stati ridotti mediante un coefficiente che tenga conto degli ombreggiamenti a causa di ostacoli, o delle difficoltà di installazione degli impianti. Il coefficiente utilizzato per le coperture di capannoni industriali, commerciali, artigianali e agricoli è 70%. Si è quindi valutata la potenziale produzione energetica annua ipotizzando moduli in silicio policristallino con un'efficienza del pannello di circa il 12%. Si ha dunque una producibilità di energia elettrica stimata di circa 4.257.754 MWh.

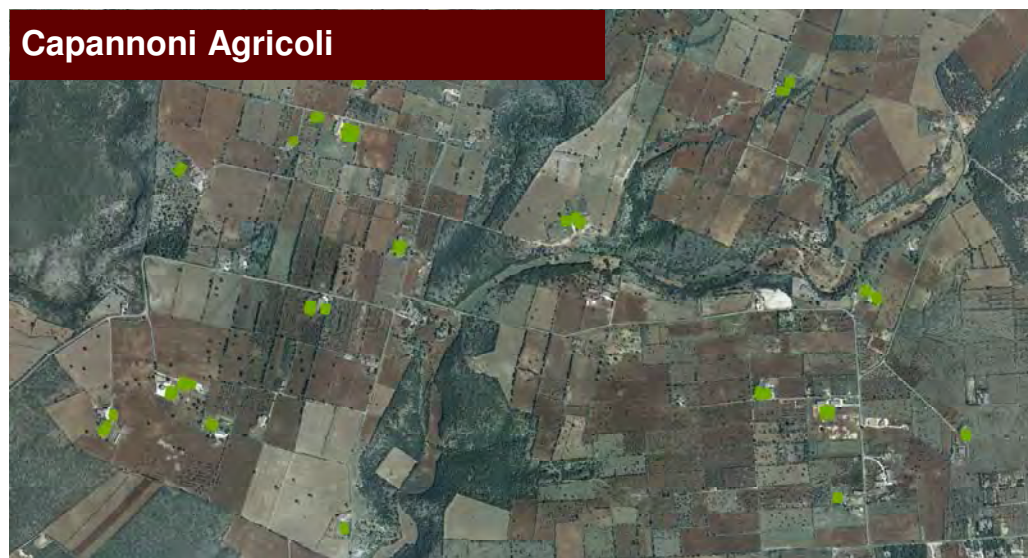
Capannoni Industriali



Insedimenti commerciali



Capannoni Agricoli



Scenario

Superfici totali delle coperture dei capannoni industriali in Puglia:

2.999,6 ettari

Superfici totali delle coperture degli insediamenti commerciali in Puglia:

405,7 ettari

Superfici totali delle coperture dei capannoni agricoli in Puglia:

244,7 ettari

Per un totale di superfici utili:

3650 ettari

Producibilità elettrica

$$\text{Prod.} = S \times E \times \eta_{\text{pan}} \times \eta_{\text{glob}} \quad \text{KWh}$$

E Radiazione globale annua sulla superficie orizzontale (valore medio regionale _ fonte enea):

-1543 kWh/mq anno

η_{pan} Efficienza dei pannelli:

-12%

η_{glob} Efficienza del sistema:

-90%

S Superficie pannellabili ridotta con un coefficiente pari al 70%:

-25.550.000 mq

Energia producibile in un anno:

4.257.754.200 KWh

Pari a Fabbisogno elettrico di circa:

21.300 edifici industriali

Considerato un fabbisogno elettrico stimato di 100 KWh/mq/anno (fonte www.energystrategy.it)

1.421.000 residenze

Considerato il consumo annuo (2004) per abitazione su una famiglia media di 3,6 persone pari a 2996 KWh/anno (fonte www.enea.it)

Discariche e Cave abbandonate e con decreto scaduto



Dati Catasto Cave e Carta Idrogeomorfologica

SOLARE FOTOVOLTAICO

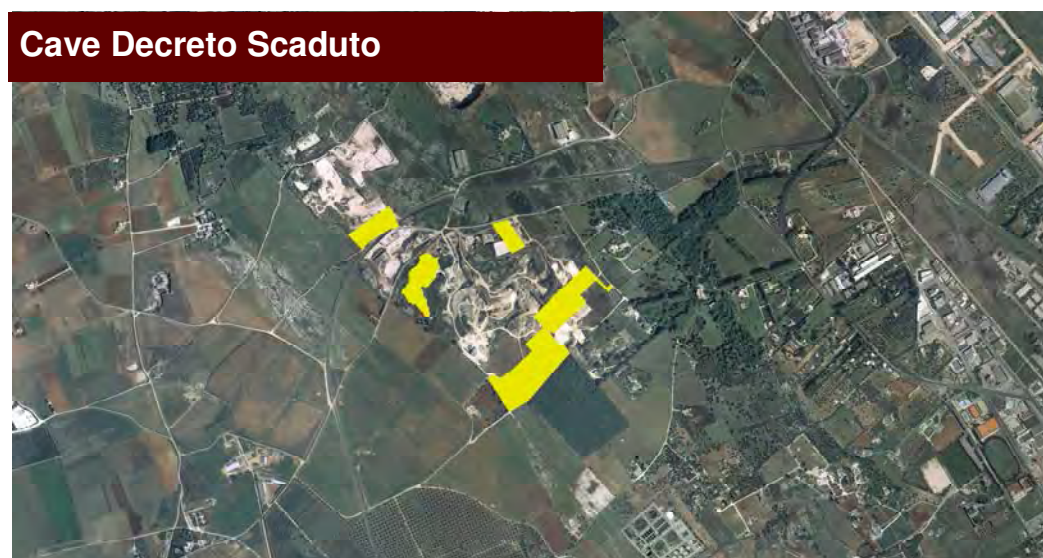
Potenziali

Le cave e le discariche presenti sul territorio regionale sono un'opportunità di sperimentazione dell'integrazione paesaggistica del fotovoltaico al loro interno, mediante un progetto più complesso che permetta di valorizzare il sito abbandonato da un punto di vista non solo energetico ma anche paesaggistico e naturalistico. Le cave che versano in stato di abbandono occupano circa 3375 ettari del territorio pugliese, di cui 1994 cave risultano abbandonate, come rilevato da ortofoto nella carta idro-geomorfologica, e 240 con Decreto Scaduto, come rilevato dalla classificazione del Catasto Cave. Sono stati messi a confronto i dati del Catasto Cave e della carta idro-geomorfologica eliminando le eventuali sovrapposizioni di dati, facendo prevalere il dato del Catasto Cave. Le discariche controllate sono state estrapolate dai dati della carta idro-geomorfologica, e occupano una superficie pari a 442 ettari. La realizzazione di un parco fotovoltaico e la relativa rinaturalizzazione delle cave o delle discariche esaurite deve essere percepita dalla comunità come un'opportunità di valorizzazione del paesaggio, essendo le cave dei detrattori ambientali che hanno operato notevoli trasformazioni al suolo e al paesaggio. Il recupero di tali superfici, non potendo ripristinare lo stato naturale e originario di questi luoghi, deve mirare a riconvertire la cava in un diverso organismo produttivo, conservando la potenzialità di risorsa economica trasformando il sito da produttore di materiali da costruzione a produttore di energia rinnovabile. Si ipotizza un ridotto utilizzo delle superfici delle cave, pari a circa il 20%, che a grandi linee potrebbero coincidere con le pareti esposte a sud. Si è quindi valutata la produzione energetica annua ipotizzando moduli in silicio policristallino con un'efficienza del pannello di circa il 12%. Si ha dunque una produzione di energia elettrica stimata di circa 1.271.512 MWh.

Cave Abbandonate



Cave Decreto Scaduto



Discariche controllate



Scenario

Superfici totali delle 1994 cave abbandonate in Puglia:

2.110,3 ettari

Superfici totali delle 240 cave con Decreto Scaduto in Puglia:

1262,3 ettari

Superfici totali delle 60 discariche controllate in Puglia:

442,4 ettari

Per un totale di superfici utili:

3815 ettari

Producibilità elettrica

$$\text{Prod.} = S \times E \times \eta_{\text{pan}} \times \eta_{\text{glob}} \quad \text{KWh}$$

E Radiazione globale annua sulla superficie orizzontale (valore medio regionale _ fonte enea):

-1543 kWh/mq anno

η_{pan} Efficienza dei pannelli:

-12%

η_{glob} Efficienza del sistema:

-90%

S Superficie pannellabili ridotta con un coefficiente pari al 20%:

-7.630.112,9 mq

Energia producibile in un anno:

1.271.512.543 KWh

Pari a Fabbisogno elettrico di circa:

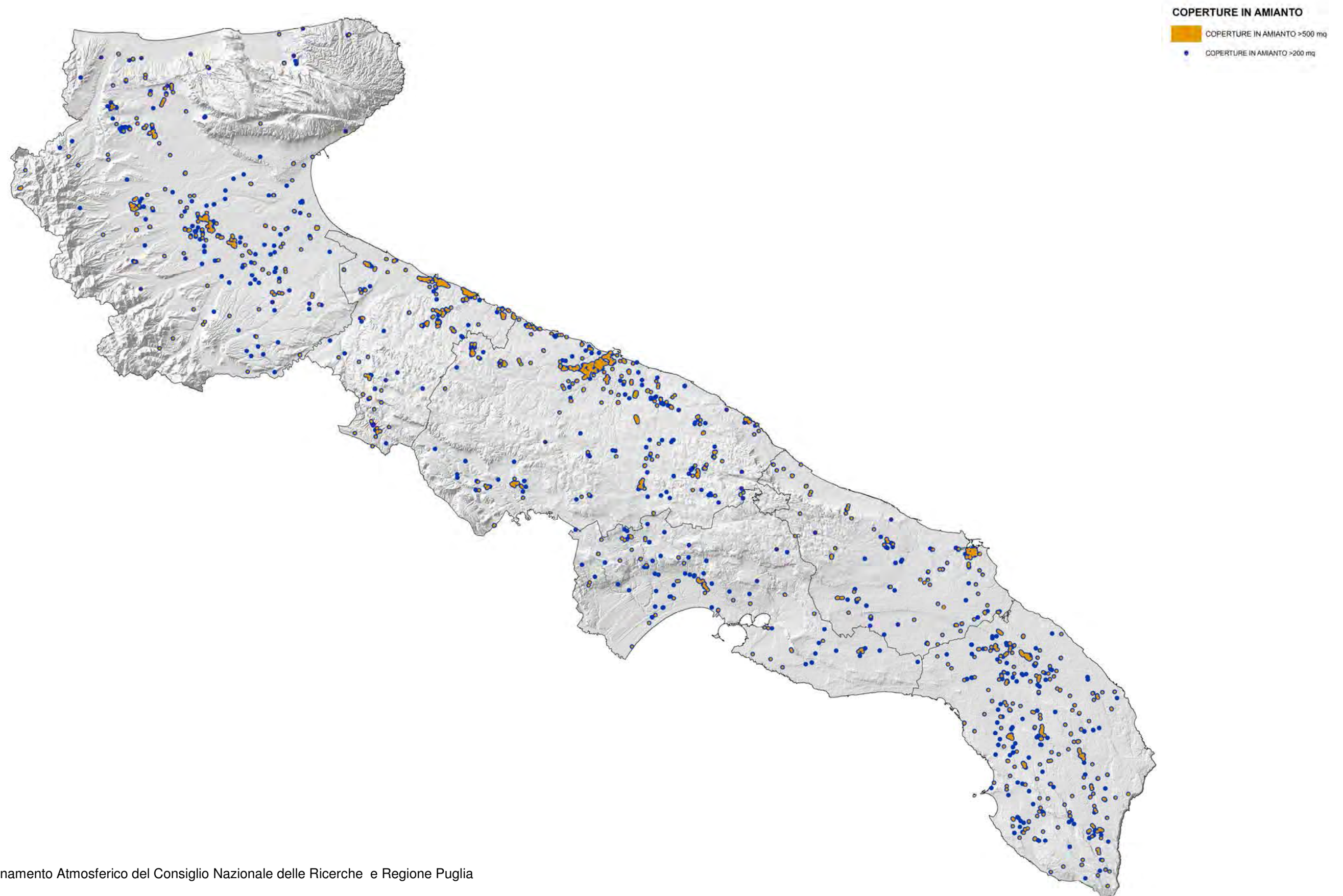
6.357 edifici industriali

Considerato un fabbisogno elettrico stimato di 100 KWh/mq/anno (fonte www.energystategy.it)

424.400 residenze

Considerato il consumo annuo (2004) per abitazione su una famiglia media di 3,6 persone pari a 2996 KWh/anno (fonte www.enea.it)

Coperture in amianto censite



Dati Istituto di Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche e Regione Puglia

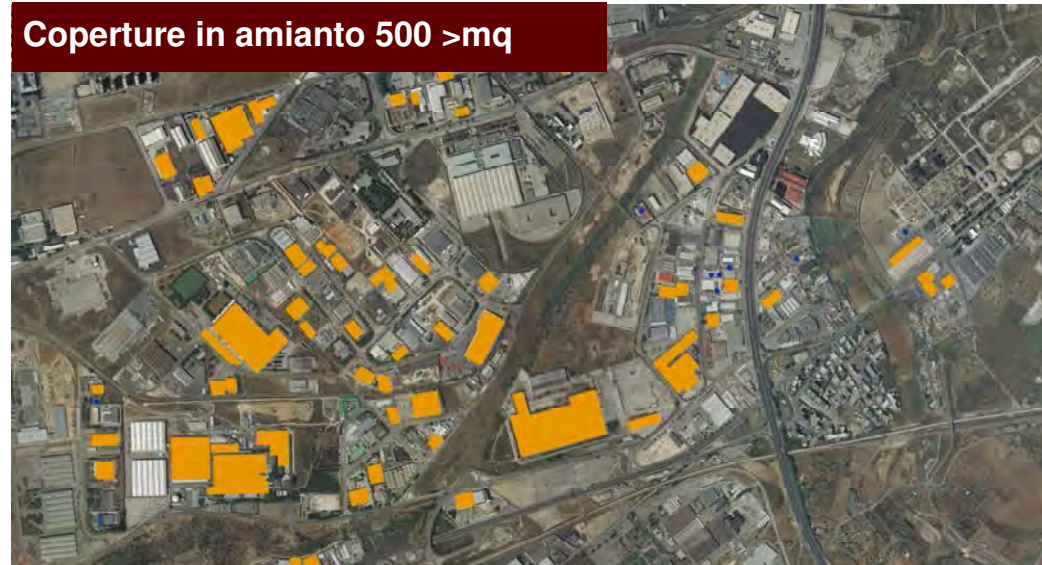
SOLARE FOTOVOLTAICO

Potenziali

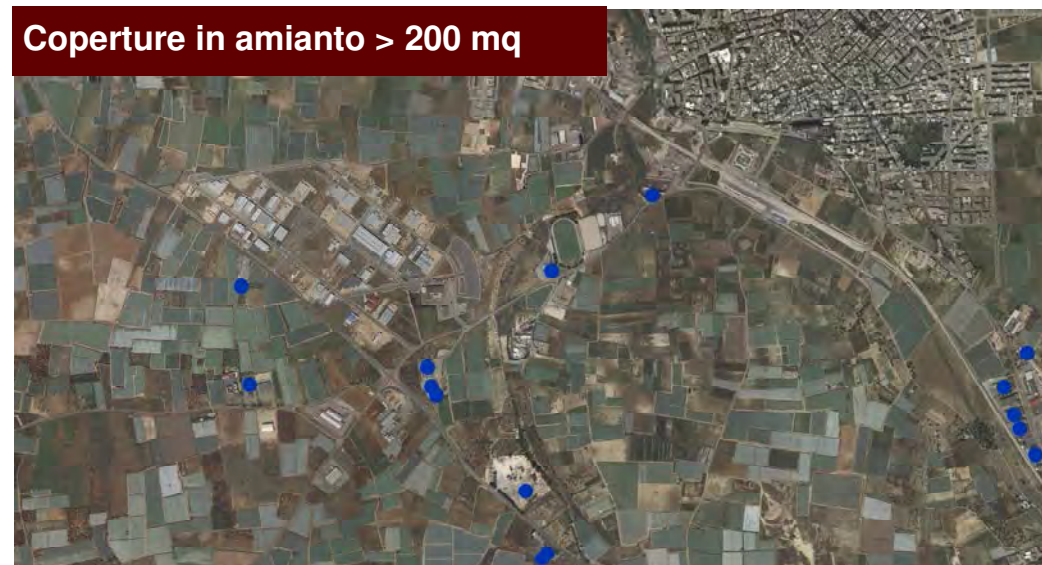
Le attività di mappatura delle coperture di cemento-amianto e dei siti inquinati da amianto, condotte dall'Istituto di Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche, sono state svolte nell'ambito dell'azione di monitoraggio dei siti potenzialmente inquinati finanziata dalla misura 1.8 del POR Puglia 2000-2006. Tale mappatura è funzionale all'individuazione di possibili coperture fotovoltaiche, dopo la bonifica dell'amianto. La base dei dati utilizzati è costituita da immagini del sensore iperspettrale aviotrasportato MIVIS (Multispectral Infrared & Visible Imaging Spectrometer) di proprietà del Consiglio Nazionale delle Ricerche, montato su aereo. L'operazione ha consentito la classificazione e di conseguenza l'individuazione dei siti contaminati grazie ad una precisa indicazione spettrale del cemento-amianto.

Il lavoro svolto ha portato all'individuazione e delimitazione di circa 5.000 tetti di amianto di cui 1.706 con dimensioni superiori a 500 mq e 2.751 con dimensioni superiori a 200 mq, per un totale di circa 421 ettari, concentrati soprattutto nella zona industriale tra Modugno e Bari, e nel comune di Brindisi. La quantificazione di tali superfici, coincidenti per lo più con edifici industriali, permette di valutare uno scenario sulle superfici pannellabili, alternative all'utilizzo del suolo agricolo, per avere una stima potenziale dell'energia producibile da pannelli fotovoltaici. Tali valori di superfici sono stati ridotti mediante un coefficiente che tenga conto degli ombreggiamenti a causa di ostacoli, o delle difficoltà di installazione degli impianti. Il coefficiente utilizzato per le coperture di capannoni industriali, artigianali o agricoli è 70%. Si è quindi valutata la produzione energetica annua ipotizzando moduli in silicio policristallino con un'efficienza del pannello di circa il 12%. Si ha dunque una produzione di energia elettrica stimata di circa 491.154 MWh.

Coperture in amianto 500 >mq



Coperture in amianto > 200 mq



Scenario

Superfici totali delle coperture in amianto con superfici maggiori di 500 mq in Puglia:

366,6 ettari

Superfici totali delle coperture in amianto con superfici maggiori di 200 mq in Puglia:

54,4 ettari

Per un totale di superfici utili:

421 ettari

Producibilità elettrica

$$\text{Prod.} = S \times E \times \eta_{\text{pan}} \times \eta_{\text{glob}} \quad \text{KWh}$$

E Radiazione globale annua sulla superficie orizzontale (valore medio regionale_ fonte enea):

-1543 kWh/mq anno

η_{pan} Efficienza dei pannelli:

-12%

η_{glob} Efficienza del sistema:

-90%

S Superficie pannellabili ridotta con un coefficiente pari al 70%:

-2.947.325,4 mq

Energia producibile in un anno:

491.154.099 KWh

Pari a Fabbisogno elettrico di circa:

2.456 edifici industriali

Considerato un fabbisogno elettrico stimato di 100 KWh/mq/anno (fonte www.energystrategy.it)

163.900 residenze

Considerato il consumo annuo (2004) per abitazione su una famiglia media di 3,6 persone pari a 2996 KWh/anno (fonte www.enea.it)

Energia solare nel contesto urbano

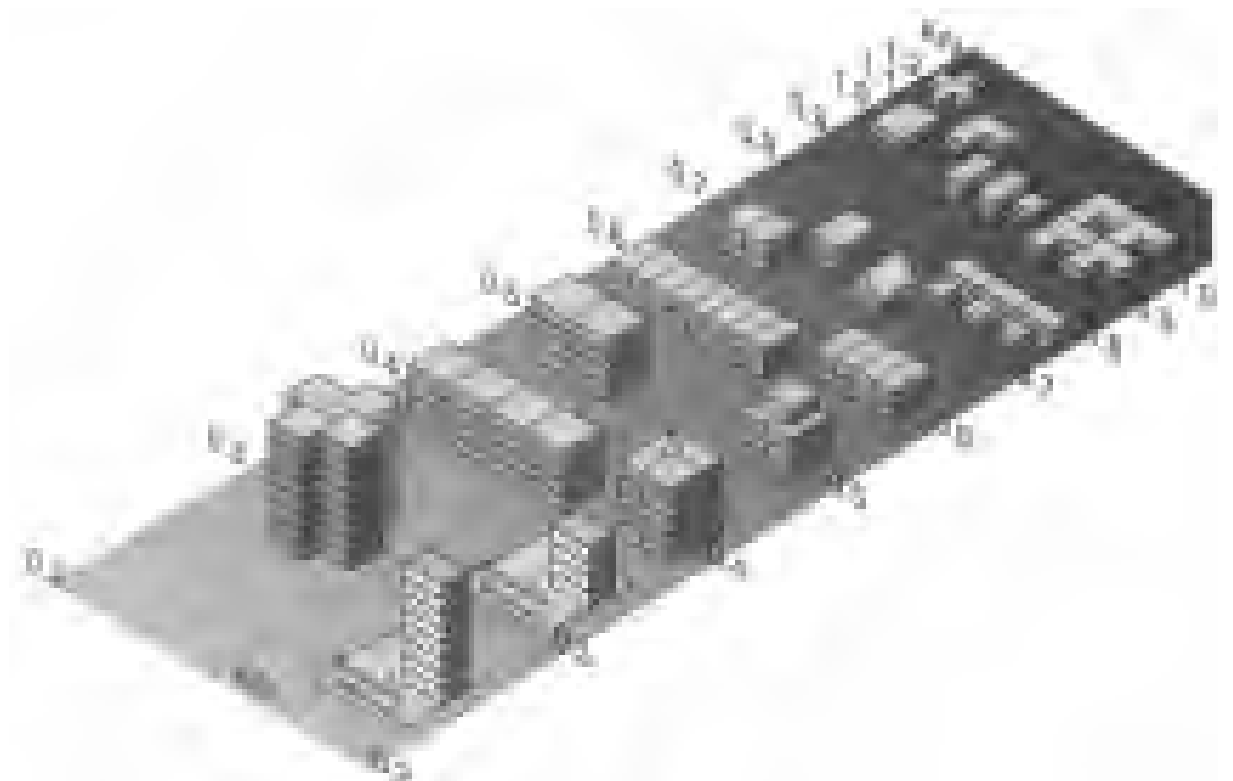
Per una valutazione dei potenziali è necessario confrontarsi con altri parametri che tengono conto delle caratteristiche territoriali in cui si inserisce un impianto. Koen Steemers sostiene che non esiste una sola progettazione ideale, bensì i diversi modelli di città esistenti o proposti comporteranno lo sfruttamento del fotovoltaico in forme diverse. Sembra interessante valutare ad una scala urbana il rapporto tra tessuti insediativi e potenziali fotovoltaici sia per l'applicazione delle tecnologie solari alla città già esistente sia per una progettazione di nuove parti di questa. Il potenziale fotovoltaico dipende dalla conformazione urbana della città e dal livello di ricettività della tecnologia nell'ambiente urbano. I fattori che maggiormente influenzano tale potenziale sono la *densità*, l'*orientamento*, l'*altezza* degli ostacoli, le caratteristiche di riflessione della luce solare dall'ambiente circostante. Si parte dal presupposto dunque che a ciascun tipo di città e a ciascuna porzione di territorio possa corrispondere un diverso modo di utilizzare e sfruttare le tecnologie solari e quindi a ciascuna porzione di questo territorio corrispondano azioni differenti nella costruzione del progetto. Se assumiamo come punto di vista preferenziale quello della città nelle sue diverse configurazioni compatta, dispersa e nelle sue differenti prefigurazioni di ampliamento, possono emergere riflessioni interessanti sulle potenzialità solari della Puglia. La città comprende il centro antico, i tessuti compatti a maglia regolare, i tessuti a maglie larghe, le piattaforme produttive e turistiche, ecc.. La città compatta a maglia regolare ed il tessuto antico caratterizzati da una minore presenza di spazi aperti e da una maggiore compattezza delle maglie edificate presentano potenziali inferiori per l'utilizzo di superfici a copertura fotovoltaica. Le caratteristiche tipologiche della città compatta spesso non consentono un adeguato inserimento dei pannelli nell'architettura, la copertura è di solito piana ad esempio e l'inclinazione dei pannelli per una migliore resa energetica porterebbe a delle trasformazioni dello skyline urbano. A maggior ragione il centro antico si presta poco per motivi di tutela del patrimonio storico alla predisposizione di sistemi solari di captazione. La città compatta a maglie larghe, localizzata ai bordi del tessuto urbano consolidato esito di un progetto unitario o di progressive aggiunte si contraddistingue per una minore densità edilizia ed una maggiore dilatazione dello spazio aperto, caratteristiche che la rendono maggiormente predisposta all'installazione di pannelli solari e/o fotovoltaici. In queste parti di città di più recente impianto, il tema si sposta sulla riconfigurazione non solo formale ma anche funzionale delle facciate, grazie ai potenziali solari di cui questa è dotata: edifici più alti, maggiori superfici rivolte a sud, minor ombreggiamento dovuto ad una gran presenza di spazi aperti e ad una minor incidenza del verde.

Lettura del contesto in chiave energetica e sostenibile

Una priorità, per i nuovi insediamenti e per gli interventi sull'esistente, dovrà essere quella di garantire l'accesso a servizi di interesse pubblico fra cui la disponibilità o la possibilità di accesso all'energia pulita grazie alla localizzazione di impianti rinnovabili nei tessuti urbani. Le nuove edificazioni e le ristrutturazioni delle unità immobiliari dovranno essere progettate e messe in opera in modo tale da contenere, in relazione al progresso della tecnica ed in modo efficiente sotto il profilo dei costi, le

le necessità di consumo di energia. Una corretta e sostenibile progettazione dell'involucro edilizio, un corretto orientamento dell'edificio che tenga conto del vento e del soleggiamento, uno studio degli ombreggiamenti e della vegetazione e dei rapporti di altezza e distanza tra i fabbricati, può divenire strategico per la riduzione dei consumi energetici, rendendo possibile l'autosostentamento energetico grazie al solo utilizzo di fonti rinnovabili, come è indicato nella sezione "La Prospettiva Ecologica" dello schema del DRAG PUE (L.R. n.20/2001), nella L.R. 13/2008 "Norme per l'abitare sostenibile" e nel Protocollo ITACA (certificazione energetico-ambientale degli edifici).

Il Decreto Rinnovabili o D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28, individua per i nuovi edifici o ristrutturazioni urbanistiche alcuni criteri da rispettare per l'installazione di fonti rinnovabili: è obbligatoria l'installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria pari almeno al 50% del fabbisogno annuale, ed è necessario inoltre garantire, in relazione alle dimensioni dell'alloggio una quota parte di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (obbligo di installare impianti alimentati da fonti rinnovabili la cui potenza P è proporzionata alla superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno S mediante la relazione $P = S/K$, ove $K = 80$, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013, $K = 65$, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016, $K = 50$, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017). L'inserimento delle fonti rinnovabili all'interno dei tessuti esistenti comporta un'attenta analisi della morfotipologia insediativa, e delle reciproche relazioni tra gli edifici



Tipologia edilizia ed efficienza energetica. Diagramma di Solarburo- Goretzky, 1997

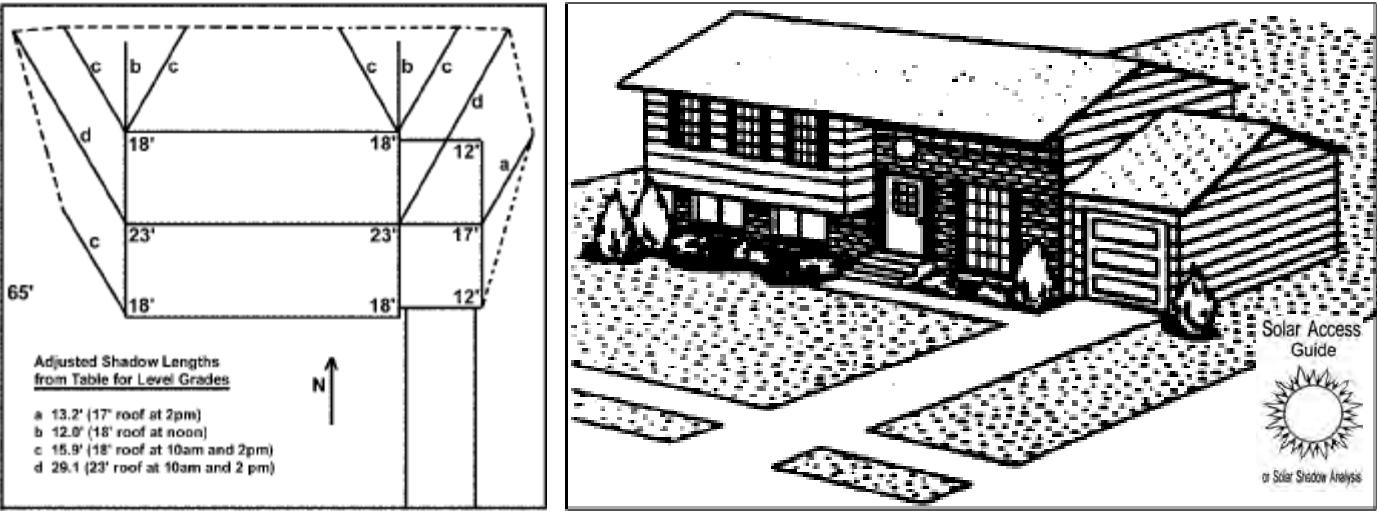
(altezza dell'edificio, densità insediativa, rapporto strade -edificato) della presenza di ostacoli o vegetazione che comporta fenomeni di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici o termici. La progettazione di nuovi assetti morfologici insediativi, derivanti da azioni di trasformazione comportanti nuova edificazione e da ristrutturazioni urbanistiche, e la progettazione degli edifici, di iniziativa pubblica o privata, deve garantire sia un accesso ottimale della radiazione solare per gli edifici e per particolari condizioni climatiche locali e legate alla morfologia del tessuto urbano e l'esposizione al sole per tutto il giorno degli impianti solari realizzati o progettati.

Per gli impianti solari fotovoltaici integrati in coperture di edifici e manufatti all'interno del contesto urbano, finalizzati all'autoconsumo, per uso domestico o per attività aziendale è necessario effettuare la verifica di compatibilità paesaggistica, anche in riferimento ai caratteri storico architettonici e insediativi e ai valori estetico-percettivi del contesto.

Particolare attenzione deve essere posta nello studio dell'involucro in rapporto alle ore di soleggiamento degli edifici; ad esempio il Comune di Boulder, in Colorado (USA), ha emanato un'ordinanza in risposta all' aumento del costo delle risorse energetiche convenzionali, per proteggere l'uso dell'energia solare.

L'ordinanza garantisce "l'accesso alle luce solare" per i proprietari e gli affittuari della città. Questo viene fatto impostando dei limiti sulla quantità di permesso di ombreggiatura sulla nuova costruzione e richiedendo per i nuovi edifici una localizzazione tale da fornire una buona accesso al sole.

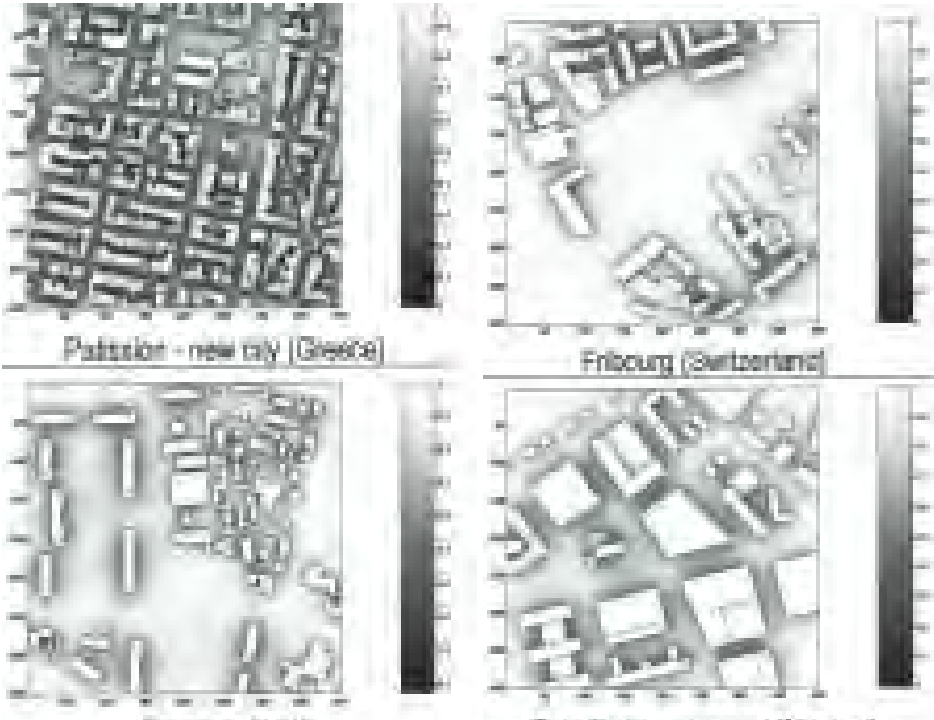
Nella suddetta ordinanza viene esemplificata la documentazione da fornire in allagato ad un permesso di costruire che riguarda in particolar modo una adeguata analisi delle ombre calcolate nel mese di Dicembre (ombre più sfavorevole), descrizione dell'edificio per quanto concerne altezza, orientamento, pendenza del terreno ed eventuale pendenza delle falde.



Studio delle ombre per garantire l'accesso al sole. Solar Access Guide, Buolder City, Colorado (USA)

Parametri di valutazione dei potenziali

La **rugosità**, la **densità**, le **distanze**, l'**esposizione** influiscono su alcune scelte che valutate ad una scala di dettaglio per le diverse parti di territorio contribuiscono alla costruzione di regole ed indirizzi per il progetto. E' buona regola, ad esempio, posizionare gli edifici con l'asse longitudinale principale lungo la direttrice est-ovest e stabilire le inter-distanze tra edifici contigui tali da garantire un grado di ombreggiamento minimo nelle peggiori condizioni stagionali. Questo potrebbe sembrare un elemento di irrigidimento nella progettazione; in realtà una tolleranza di 30° rispetto alla direttrice est-ovest consente un'ampia gamma di possibilità nella progettazione e nel posizionamento di nuovi edifici anche rispetto alle infrastrutture già esistenti o ad altri vincoli che contraddistinguono l'area di intervento. Alcuni parametri utili ad una valutazione sono: le *distanze*, il *fattore vista cielo*, il *rapporto superficie/volume*, la *rugosità*. La distanza tra gli edifici ad esempio dovrà permettere al sole di irradiare tutte le superfici nelle peggiori condizioni stagionali senza creare fattori di ombreggiamento. Edifici più alti dovranno avere una distanza tra loro maggiore, edifici più bassi potranno raggiungere un maggior grado di concentrazione. Il concetto di rugosità si utilizza, invece, per definire il grado di omogeneità delle altezze degli edifici di un tessuto urbano. In linea di massima si considerano ideali per l'installazione di pannelli fotovoltaici quelle aree urbane composte da edifici della stessa altezza, quindi con un basso indice di rugosità. Il fattore vista cielo definisce la porzione di cielo visibile da un punto della città, come una strada, una facciata o il tetto di un edificio. Ad un fattore vista cielo molto alto, ad esempio corrispondono tessuti urbani più densi, una maggiore ostruzione delle facciate ed una loro minore disponibilità all'installazione di pannelli. Valori più alti del rapporto superficie/volume, invece, indicano una maggiore proporzione di aree di facciata potenzialmente disponibili per fotovoltaico; valori più bassi indicano aree di tetti ininterrotte più ampie per una potenziale applicazione di pannelli.



Fattore vista cielo, da: K. Steemers (coordinatore) PRECis:
Assessing the potential for renewable energy in cities

B2.2.4 Best Practices

In questa sezione si sono analizzate le buone pratiche, i progetti interessanti, le iniziative e le procedure innovative di inserimento di impianti fotovoltaici in differenti contesti. La catalogazione di tali esempi è avvenuta secondo le diverse scale di inserimento: a scala territoriale, a scala urbana e a scala di involucro. Con inserimento a scala territoriale si intendono gli interventi, che seppur puntiformi, interessano le aree extraurbane del territorio. In tale sezione sono state inseriti gli esempi di progetti di fonti rinnovabili in cave, discariche, lungo la viabilità, e sulle serre. Con l'inserimento a scala urbana si sono elencati le best practices presenti nel contesto comunale e interessano esempi di pubblica illuminazione, di piazze fotovoltaiche di pensiline per parcheggi. Vi è, inoltre, un elenco di alcuni esempi che riguardano il fotovoltaico integrato nell'edificio, sia esso pubblico, privato, residenziale o industriale. Tali esempi rientrano nell'inserimento a scala di involucro e riguardano le facciate, le coperture, i sistemi di ombreggiamento, balconi e parapetti.

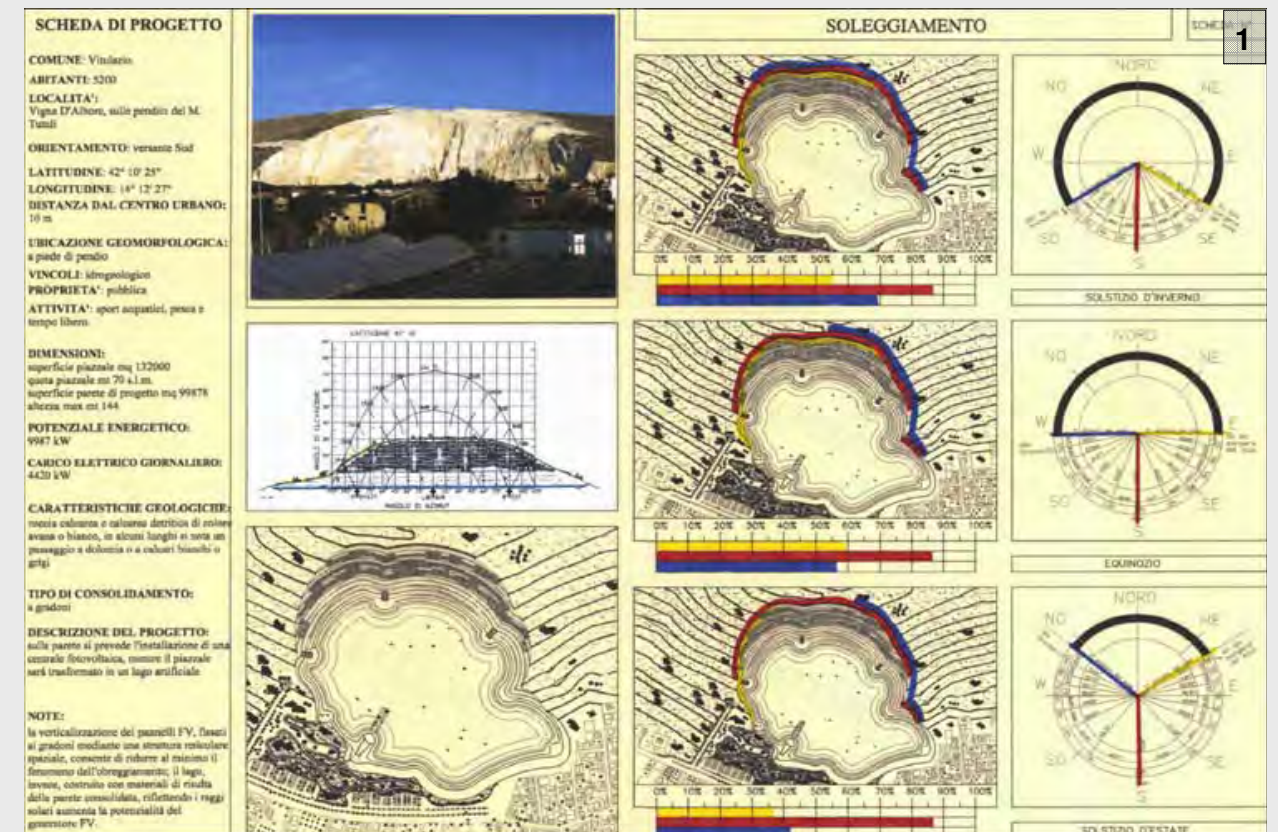
Infine è riportata una sezione riguardante le iniziative e procedure virtuose nel settore del fotovoltaico, come per esempio la rimozione di tetti in amianto o lo smaltimento a fine vita dei pannelli.



Integrazione fotovoltaico nella nuova edilizia



Progetti di impianti fotovoltaici integrati in cava



1 Recupero cava dismessa. Comune di Vitulazio (CE)

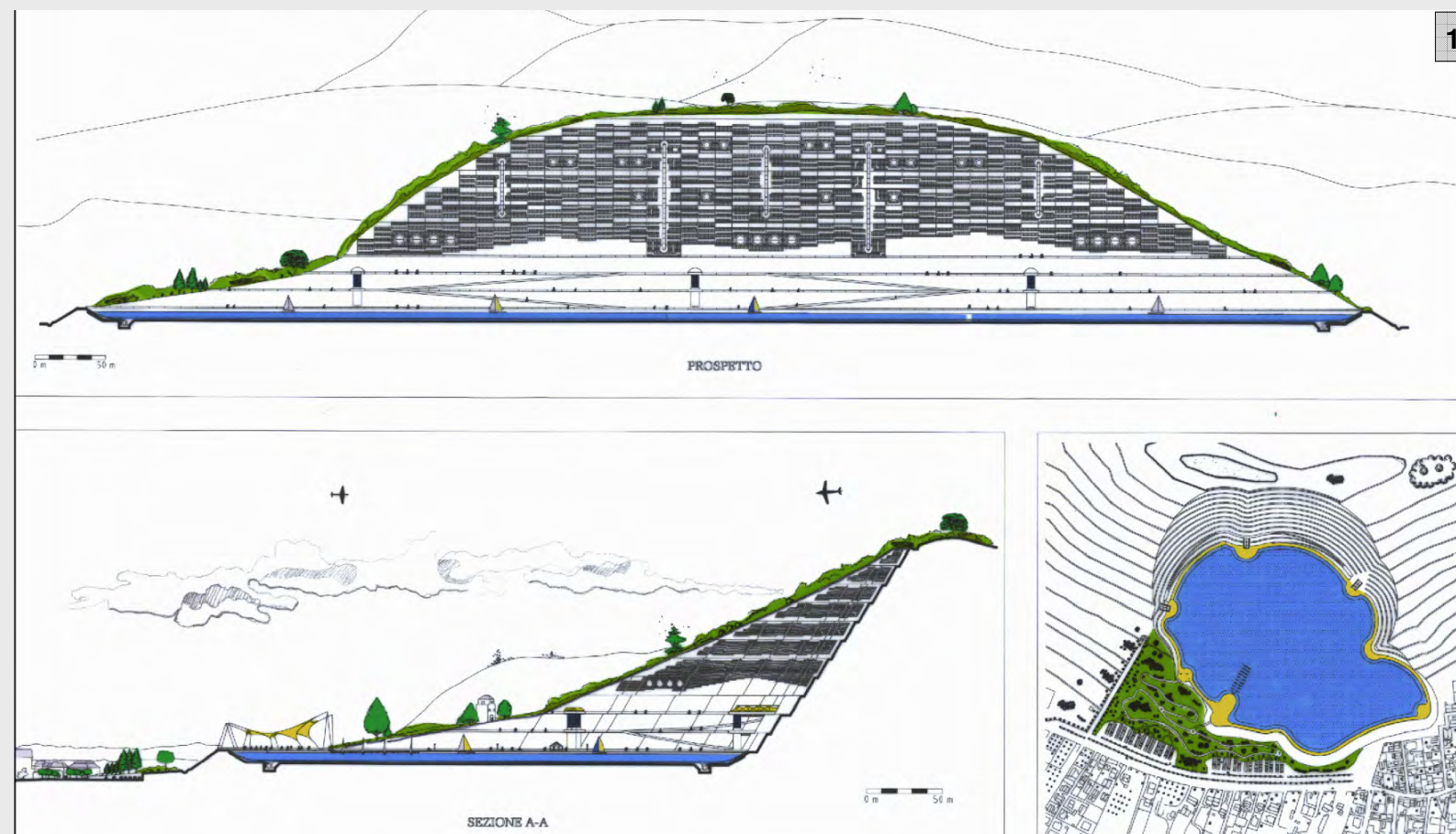
Il progetto elaborato nell'ambito di una ricerca svolta dall'Università di Napoli Federico II sull'integrazione del fotovoltaico nel territorio, si occupa del recupero di una cava dismessa situata nel Comune di Vitulazio, località Vigna D'Albore (CE). La cava presenta una parete verticale orientata a Sud di 8,6 ha e alta 144 m, con un piazzale antistante ad anfiteatro. Il progetto prevede da un lato la sistemazione della parete a gradoni con struttura per il fissaggio dei pannelli fotovoltaici, dall'altro la realizzazione di un bacino d'acqua nel piazzale antistante ad anfiteatro che diventa superficie riflettente, invasivo per l'irrigazione dei campi, riserva d'acqua per incendi o area attrezzata per il tempo libero. La centrale fotovoltaica sistemata sulla parete verticale contribuisce inoltre a migliorare la stabilità del versante e riduce il rischio di fenomeni franosi.

2 Echomaterico— Networked Architecture

Comune di Mores Concorso di progettazione per la realizzazione di piccole centrali di produzione di energia elettrica da processo di conversione fotovoltaico. Il progetto riguarda il recupero di alcune cave ed aree dismesse localizzate nel comune di Mores con l'obiettivo di integrare la produzione di energia elettrica da fotovoltaico con altri interventi mirati ad incrementare cicli virtuosi di sviluppo sostenibile. Le centrali fotovoltaiche progettate dal gruppo Echomaterico in occasione di questo concorso mirano non solo all'autosufficienza energetica ma anche ad un'integrazione tra produzione energetica, spazio pubblico e paesaggio. I pannelli fotovoltaici diventano elementi integrati nelle strutture architettoniche necessarie ad attrezzare lo spazio pubblico. I moduli fotovoltaici si amalgamano dunque con lo spazio urbano antropizzato.

SOLARE FOTOVOLTAICO

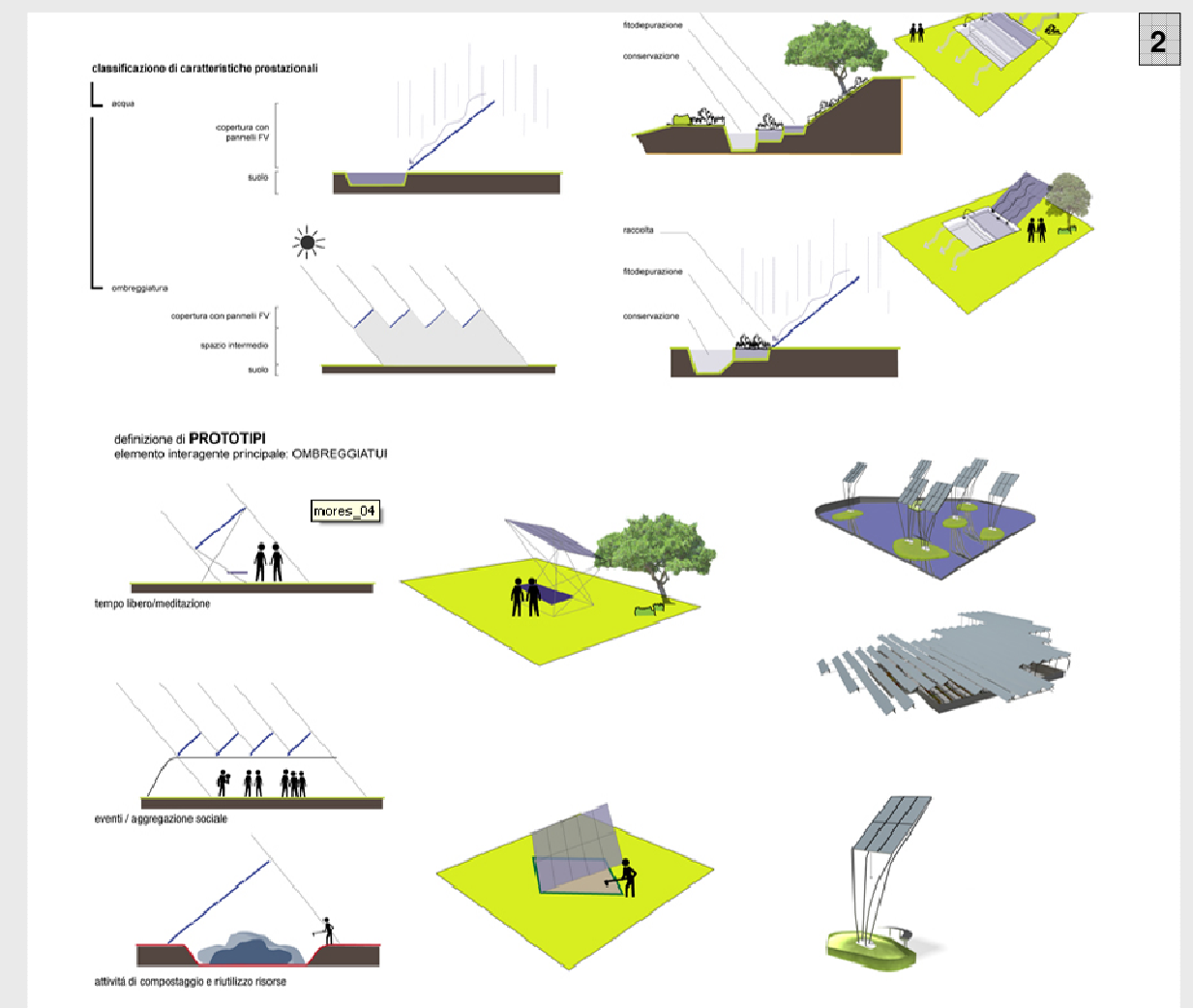
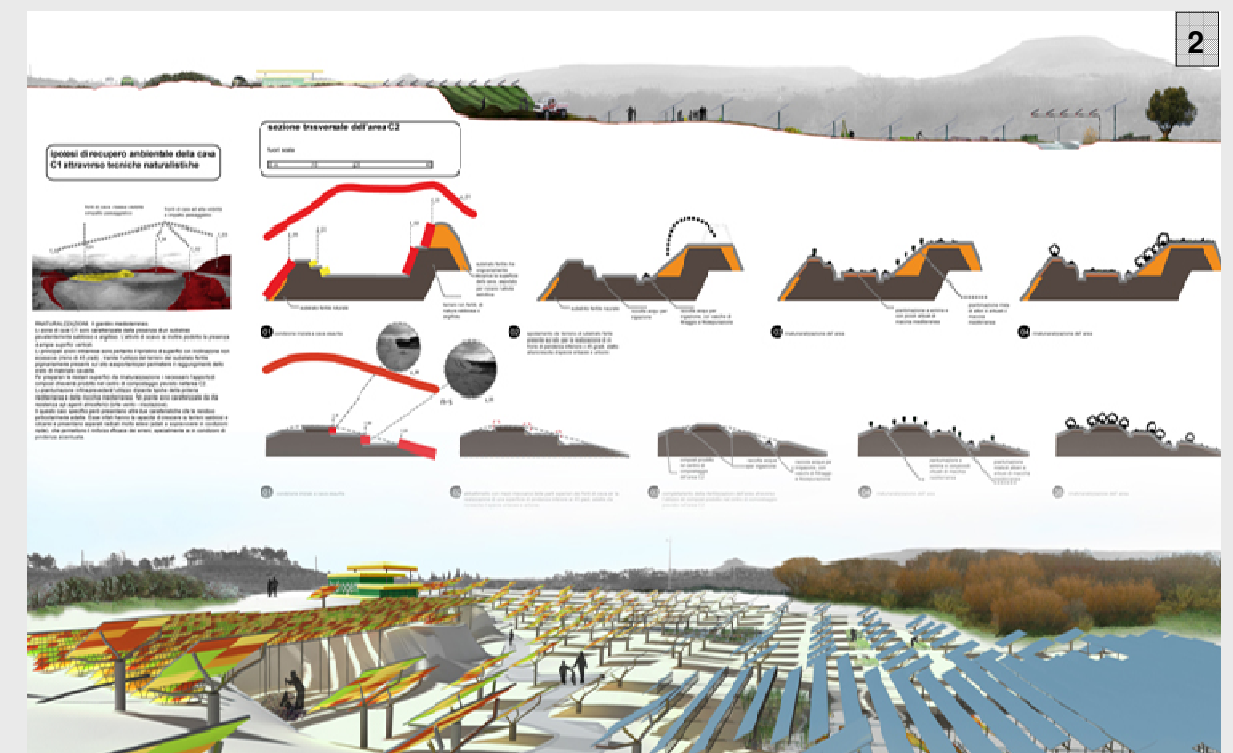




Si recuperano le cave in alcuni casi prevedendo un processo di rinaturalizzazione ed abbattimento dei fronti verticali, in altri progettando un parco a forte valenza didattica, in altri ancora un processo di rigenerazione con interventi a più forte valenza artificiale che prevedono anche la raccolta di biomasse per la produzione di compost sotto una pensilina fotovoltaica.

In ognuna delle aree oggetto di intervento la tecnologia fotovoltaica entra a far parte del progetto in misura più o meno massiccia utilizzando dei prototipi di oggetti più complessi del semplice pannello fotovoltaico che entrano a far parte del lessico urbano divenendo anche esemplari per altre esperienze di progettazione.

I pannelli fotovoltaici diventano elementi integrati in prototipi più complessi. (ombra, protezione, superficie estesa che può essere sfruttata per la raccolta delle acque meteoriche.



Best practices

Progetti di impianti fotovoltaici integrati in cava



Studio delle ombre. Orientamento cava Nord-Sud.



Progetto di integrazione territoriale di un impianto fotovoltaico in una cava a Brindisi. Potenza impianto 0,8 MW.

Il progetto, elaborato durante un lavoro di tesi, intende proporre un intervento di integrazione territoriale delle fonti rinnovabili e contestualmente un disegno di rinaturalizzazione paesaggistica delle cave, detrattori ambientali, al fine di migliorare la qualità e l'attrattività di un territorio ad oggi dismesso e abbandonato.

Le cave operano notevoli trasformazioni al suolo e al paesaggio. Il settore estrattivo, infatti determina vere e proprie "amputazioni" del territorio e lo studio progettuale di tali superfici non può ripristinare lo stato naturale e originario di questi luoghi ma può proporre valide alternative di recupero. L'obiettivo è stato quello di elaborare un progetto che riuscisse a rinaturalizzare, se pur in modo "artificiale", una cava abbandonata facendo compenetrare nella maniera più integrata possibile paesaggio, energia e architettura per ripristinare la vocazione produttiva dell'area seppur mutandone il significato: i siti estrattivi tornano ad avere una nuova identità produttiva "energetica" che può essere vissuta anche per funzioni sociali e ricreative.

Lo studio progettuale si è localizzato su una cava a Brindisi di superficie 3,5 ettari ed una profondità massima di circa 30 mt, orientata secondo l'asse nord-sud. Le pareti nord, sud ed est della cava, hanno una pendenza di circa 52°, la parete ovest ha una pendenza più graduale che progressivamente supera il dislivello. Il progetto prevede di non utilizzare le pareti della cava, ma realizzare rampe addossate, creando una struttura che alterni superfici pannellabili, inclinate a 30°, a vasche orizzontali di vegetazione autoctona medio-bassa. Integrare nel territorio naturale componenti artificiali, quali possono essere i pannelli fotovoltaici, garantendo una progettazione che sia il più possibile studiata per valorizzare le zone naturali di vegetazione e contestualmente produrre energia pulita, permette di migliorare un territorio in chiave paesaggistica ed energetica. L'intero sistema, è costituito da 3319 pannelli, pari ad una superficie di 3717,28 mq pannelli fotovoltaici, per una potenza di picco pari a 0,8 MW, e una producibilità annua pari a 690 MWh.

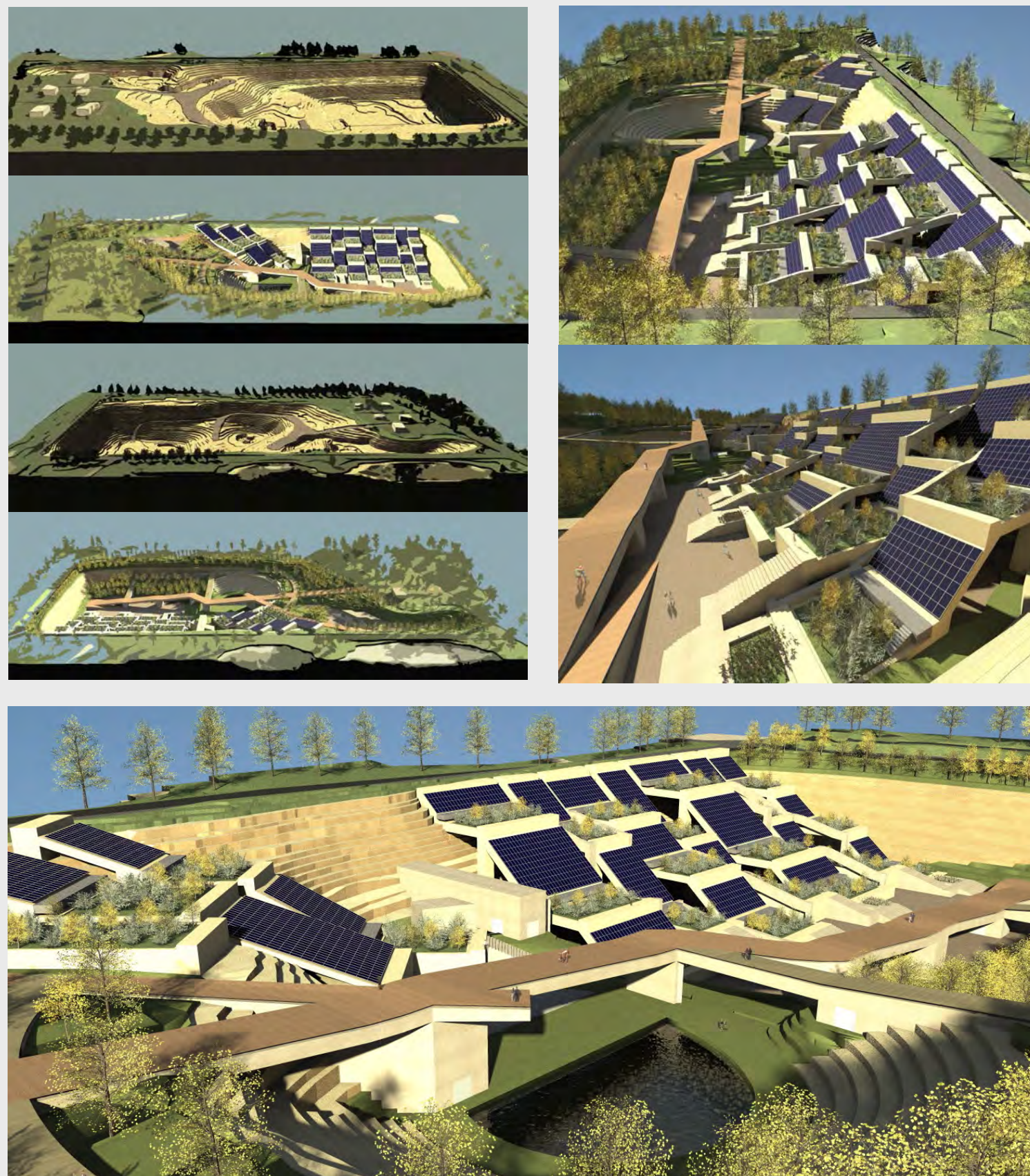
**Tesi di Laurea. Ingegneria Edile-Architettura, Politecnico di Bari*

Ing. Giovanna Mangialardi

*Relatori: Prof. Ing. Francesco Selicato, Prof. Arch. Michele Beccu,
Prof. Ing. Pietro Stefanizzi, Prof. Ing. Carmelo Maria Torre.*

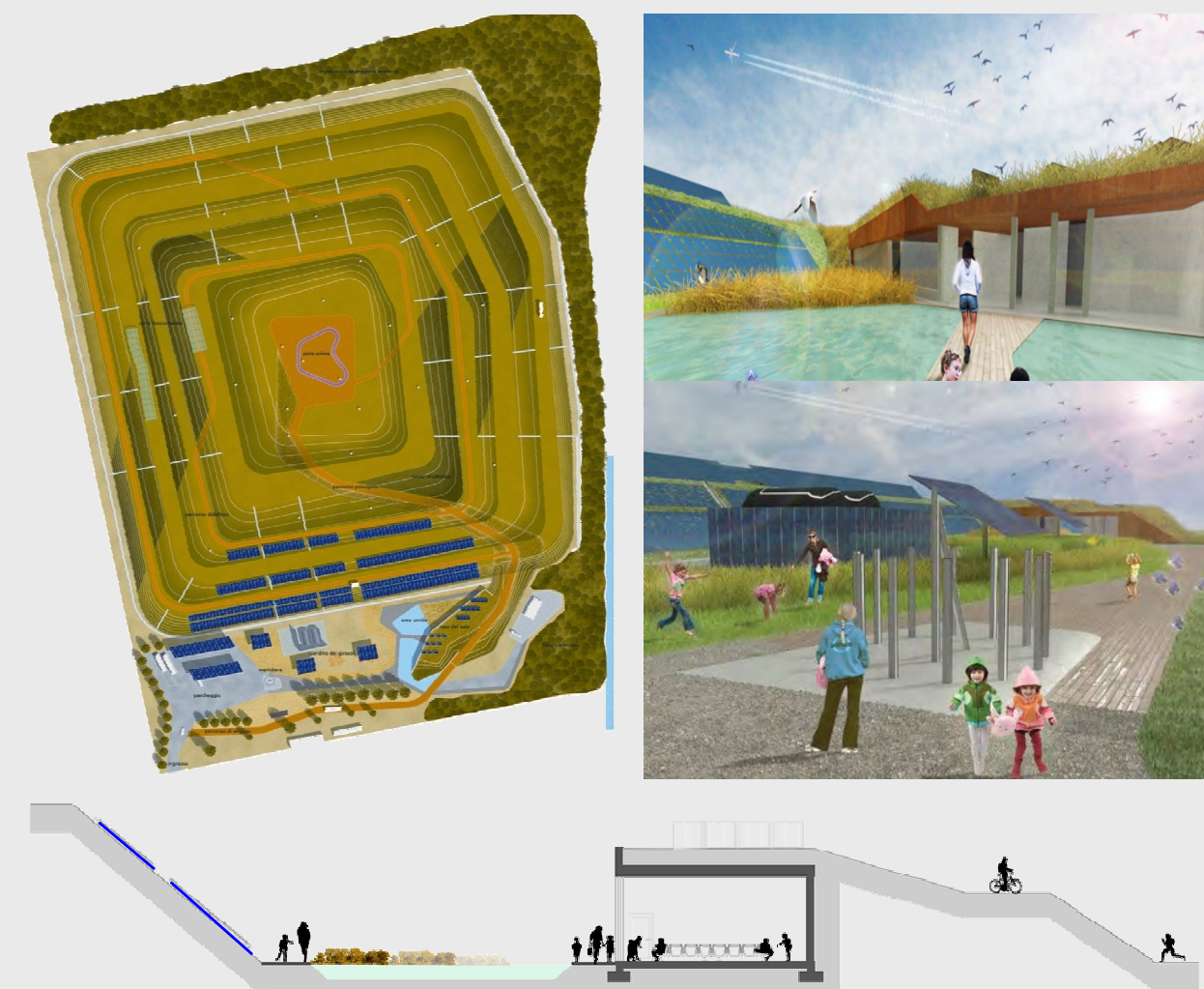
SOLARE FOTOVOLTAICO





Parco fotovoltaico presso l'ex discarica di Castelleone , Cremona.
1° Classificato | Concorso di Idee
R. Cigliano Studio Green Design, E. Capuzzo, A. Ghirelli, G. Ghilardi

Il progetto nasce con l'intento di mutare radicalmente la natura dell'area che viene ad ospitare il nuovo Parco Fotovoltaico. Da luogo degradato e insalubre da nascondere e occultare, a motivo di vanto e di eccellenza del territorio. Da discarica sporca e maleodorante a giardino tecnologico. Da area inquinata a fonte di energia pulita. Da monito ad esempio. La scelta non è solo quella di ottimizzare l'aspetto della produzione energetica, ma anche di produrre conoscenza e cultura, sia in materia tecnico-scientifica, sia nei campi delle scienze ambientali, naturali e umanistiche. Lo scopo dell'impianto è dimostrare la possibilità di realizzare un sistema a impatto ridotto sull'ambiente impiegando energia prodotta dal sole.



Best practices

Applicazioni di fotovoltaico in agricoltura



Impianto fotovoltaico su serra agricola



Impianto solare per la produzione di energia termica su serre

Serra fotovoltaica

Per serra fotovoltaica si intende una struttura leggera di ferro o legno completamente trasparente utilizzata per coltivazioni agricole o per floricoltura. Prevedere la realizzazione di serre fotovoltaiche, o integrazione di moduli fotovoltaici su serre esistenti che presentano caratteristiche idonee all'installazione dei pannelli, che garantiscano allo stesso tempo la produzione agricola e la produzione di energia elettrica. Deve essere garantito il corretto equilibrio fra un adeguato irraggiamento interno nel periodo invernale e una sufficiente protezione da eccessivo irraggiamento durante il periodo estivo. La luminosità deve essere uniforme quanto più possibile e garantita per il maggior numero di ore giornaliere possibile. Per colture che necessitano di luce diretta di notevole intensità si può considerare l'utilizzo di pannelli fotovoltaici semitrasparenti.

Purtroppo deve rilevarsi un uso distorto di tale pratica, laddove la presenza di incentivi favorisce la costruzione ad hoc di serre al fine della sovrapposizione di pannelli fotovoltaici con una produzione di energia che va ben al di là dell'autoconsumo ed un impatto paesaggistico notevole a causa della maggiore altezza e della superficie riflettente.

SOLARE FOTOVOLTAICO



Il concetto della serra applicato allo spazio pubblico



Istituto di ricerca Wageningen, Paesi Bassi. Wageningen University
Lumen Building Greenhouse. 27 Febbraio 2008. Vincent



Polo scientifico aule di Sesto Fiorentino

Università di Firenze_Energia pulita per il polo scientifico di Sesto Fiorentino

Il progetto dell'impianto fotovoltaico integrato nell'edificio aule e biblioteca al Polo scientifico universitario di Sesto Fiorentino rappresenta un nuovo modo di concepire il sistema edificio. Cofinanziato con fondi della comunità europea e della Regione Toscana, il progetto mira a dimostrare l'estrema adattabilità e flessibilità della tecnologia fotovoltaica, evidenziando i benefici che vanno oltre il risparmio energetico, incrementando anche il valore estetico dell'edificio.

Si tratta di una sperimentazione significativa per le fonti di energia alternativa, la prima di questo tipo in una sede dell'Università di Firenze e fra le prime della Regione; la sua installazione è stata co-finanziata dal Ministero dell'Ambiente, dalla Regione Toscana, nell'ambito del Programma Nazionale "Tetti Fotovoltaici", e dalla Comunità Europea, con la partecipazione al progetto di ricerca "PV Enlargement".



Agenzia federale per l'ambiente di Dessau , Germania. 2005. Architetti Sauerbruch & Hutton

Best practices

Moduli fotovoltaici lungo la viabilità



Moduli fotovoltaici utilizzati come barriere antirumore lungo arterie stradali a scorrimento veloce e lungo la ferrovia. Ferrovia di Wallisellen in Svizzera.



Tunnel ferroviario fotovoltaico lungo 3,6 km in Belgio. 16.000 pannelli solari. Producibilità pari a 3.300 MWh.



Ponte fotovoltaico. Copertura della stazione Ferroviaria di Blackfriars sul Tamigi, Londra. 4400 pannelli solari. Producibilità pari a 900 MWh.



Barriere acustiche e fotovoltaiche e le infrastrutture

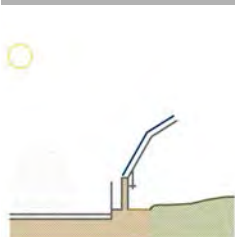
Le reti autostradali e ferroviarie possono essere un'opportunità per validi e coerenti progetti di integrazione delle fonti rinnovabili. La rete autostradale e la viabilità principale e secondaria rappresentano una risorsa per l'installazione di barriere fotovoltaiche antirumore permettendo di ridurre il rumore e l'inquinamento ambientale causato dal flusso di veicoli.

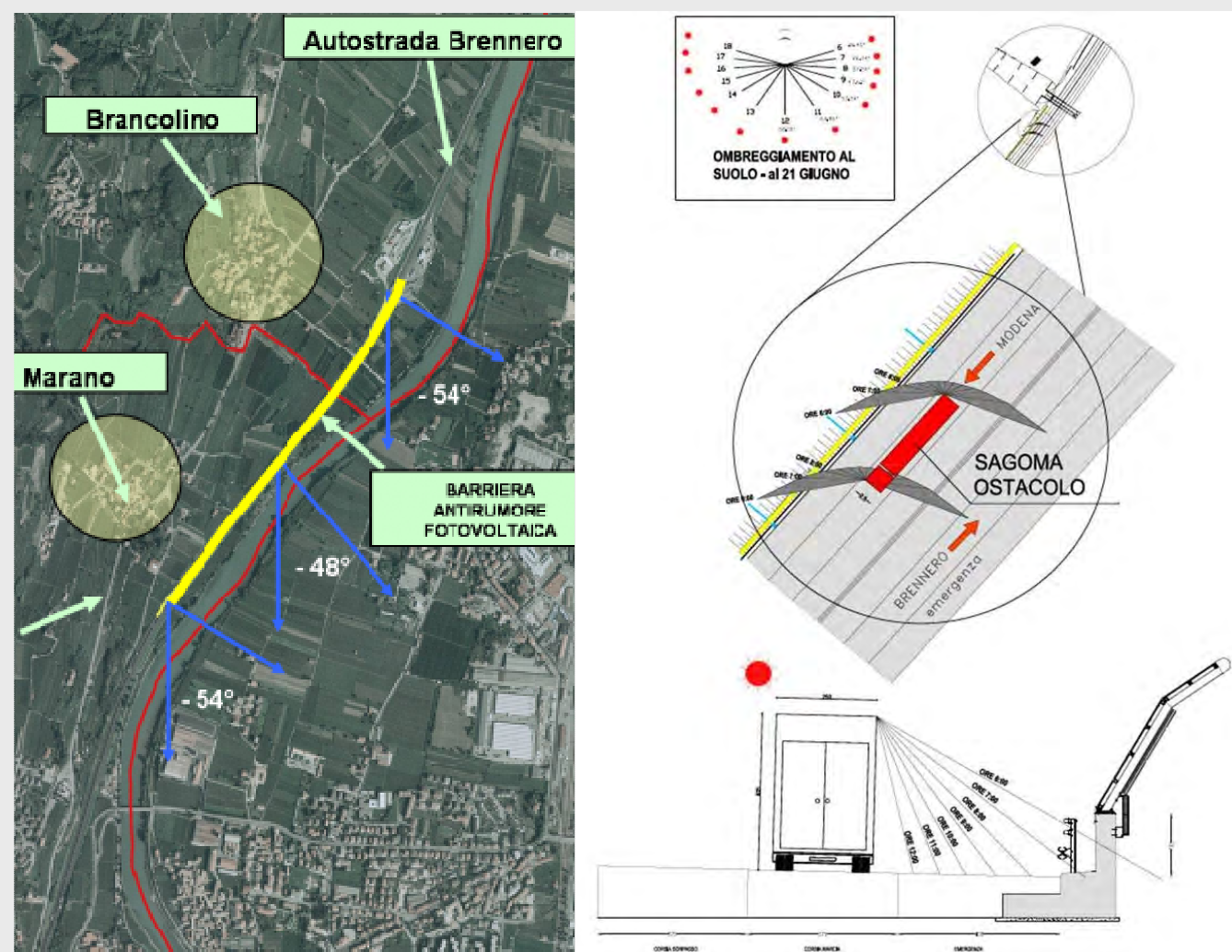


S. S. 434 "Transpolesana" in località Vallese di Oppeano Barriera Oppeano

Il progetto prevede la realizzazione di una barriera fonoassorbente e fonoisolante, lunga 1700 m e alta 4,8 m, con integrazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica. L'infrastruttura realizzata sulla S.S. 434 in prossimità dell'abitato di Vallese di Oppeano e si sviluppa longitudinalmente lungo la corsia in direzione Verona riparando acusticamente l'abitato. La potenza di picco complessiva installata del generatore è di 833,28 kWp. L'energia prodotta verrà emessa sulla rete pubblica del comune.

SOLARE FOTOVOLTAICO





Autostrada del Brennero

Barriera Antirumore Fotovoltaica ad Alta Efficienza

La barriera realizzata lungo l'autostrada del Brennero è lunga 1043 m, alta 5,6 m e copre una superficie di 5035 mq. Ubicato sulla carreggiata Sud lungo il ciglio della corsia di emergenza questo grande pannello fotovoltaico, ha la finalità di proteggere dall'inquinamento acustico il Comune di Isera che è anche beneficiario dell'energia prodotta. La potenza di picco complessiva del generatore ammonta a circa 720kWp.

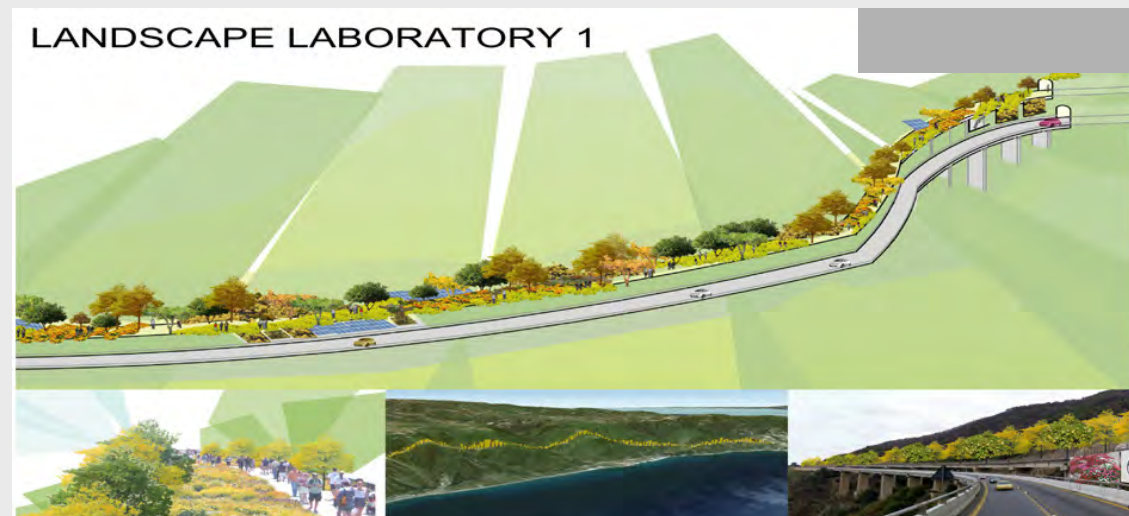
L'energia elettrica è generata da 3944 moduli fotovoltaici in silici monocristallino da 185 Wp cadauno. La produzione media annua fornita dalla barriera antirumore fotovoltaica è di circa 690.000 kWh



Moduli fotovoltaici lungo la viabilità. Idee di progetto

Il ponte sull'Autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria. Concorso Internazionale di Idee. Alcuni tra i progetti in concorso.

E' stato approvato un progetto che prevede di dismettere un tratto dell'autostrada A3 Salerno Reggio-Calabria, per costruire un nuovo asse realizzato prevalentemente in galleria. Per questo motivo è stato bandito un concorso di idee con l'obiettivo di incentivare la produzione di energia da fonti rinnovabili, sperimentando nuove tecnologie eco-compatibili.



Research + Design

Robert Bedner, Giulia Scaramuzzi, Julie Landemarre

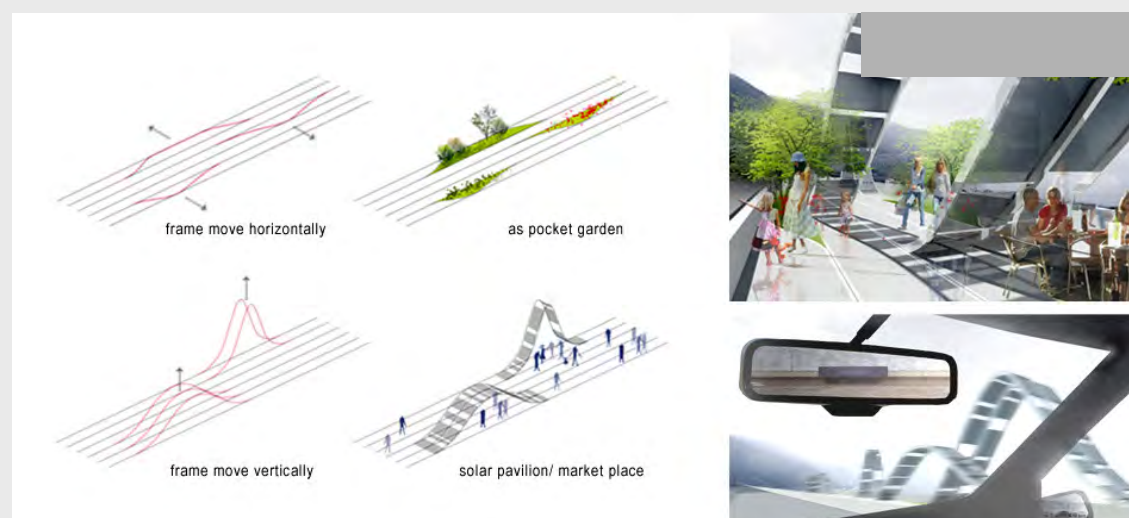
Un sistema di strade in cemento che un tempo dominava e dove la natura era ignorata è ripensato e ora supporta e migliora la natura. Un nastro di natura e costruzione rende il progetto un sistema che va ben oltre la vecchia costruzione del paesaggio, dove il sistema naturale si alterna ad aree di produzione di energia pulita.



ALM Architecture

Lorenzo Ardito, Luigino Murru

Il progetto parte dall'idea di realizzare un percorso pedonale nelle energie rinnovabili: la carreggiata si "priva" di asfalto e sarà "riempita" con la natura. Il percorso pedonale sarà un vero e proprio parco sospeso. Ma non sarà solo una passeggiata nella natura, ma anche un percorso didattico nel campo delle energie con pannelli fotovoltaici su tettoie, piazze e aree di sosta.



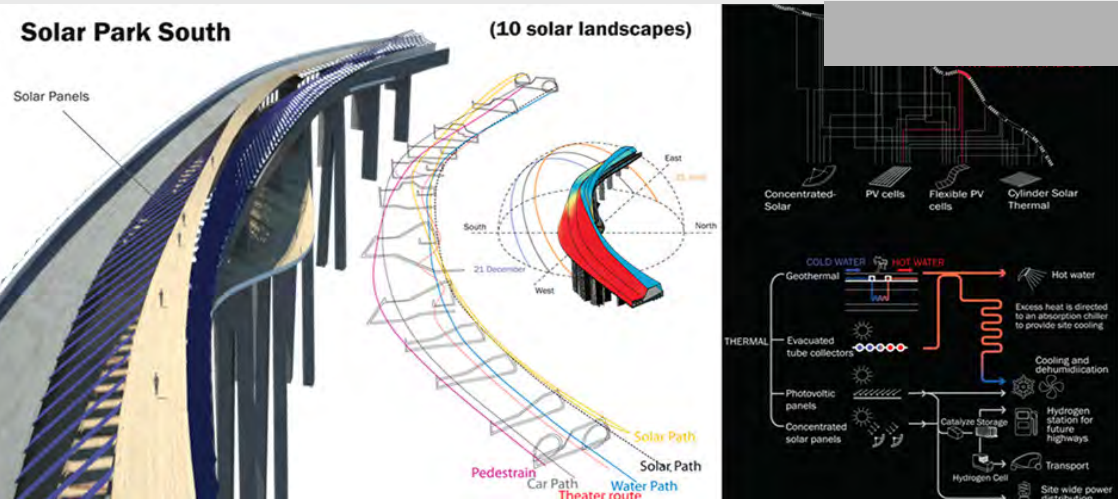
Lizijian

Zijian Li

L'idea di base è quella di progettare un sistema flessibile di specific-site per adattarsi al parco (verde vegetazione) e all'energia (pannelli solari). La struttura verrà stabilita, riflettendo il carattere lineare dell'attuale autostrada. La linearità del sistema sarà letta orizzontalmente per permettere l'inserimento di giardini, e verticalmente per la realizzazione di padiglioni fotovoltaici per la sosta dei pedoni.

SOLARE FOTOVOLTAICO

Tra i vari progetti proposti la costante è stata la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, e in particolare da eolico e fotovoltaico. I progettisti hanno calcolato che la produzione complessiva potenziale di energia elettrica sarebbe di 40 milioni di kWh/anno, in grado di garantire l'approvvigionamento energetico di 15mila famiglie. Si riportano alcuni dei progetti partecipanti al concorso di idee.



MaRa

Raul Forsoni, Marco Francucci

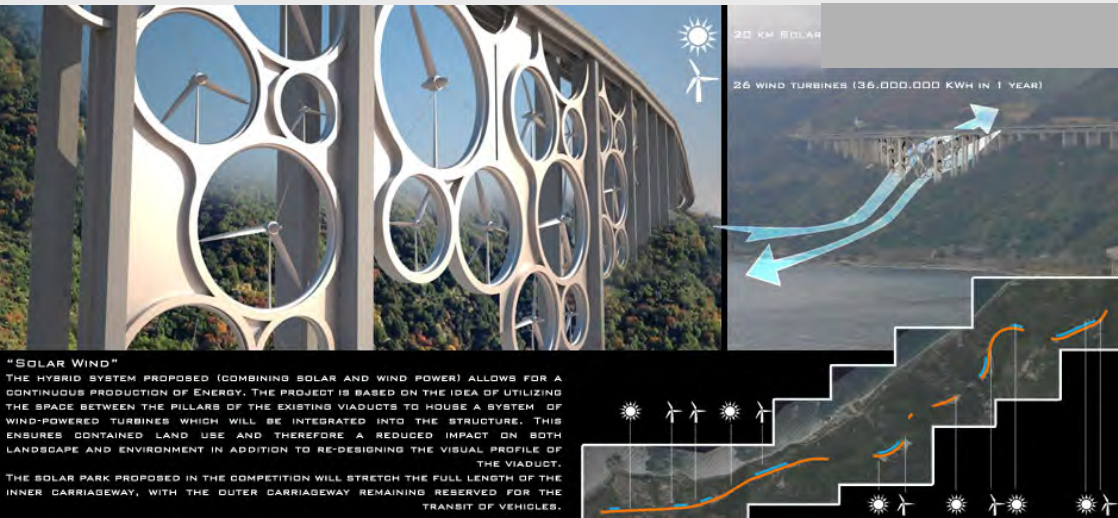
Il ponte è una combinazione di diverse sezioni "programmatica", che vengono unite in modo da attivare un paesaggio continuo. Diversi programmi sono ospitati lungo le superfici che interagiscono gli uni con gli altri. Solo un percorso programmatico è sempre presente: il "Sentiero solare". Questa particolare esperienza offre gli spazi per la sperimentazione e l'utilizzo di molte delle energie solari. Le ultime tecnologie innovative sono testate e presentate al pubblico. Come in un "giardino botanico", i visitatori percorrono una delle zone informative in cui l'impianto è descritto come realizzazione di un campo in continua evoluzione.



Alberti + Alberti Architecture

Marcelo Alberti

Il concetto è quello di sviluppare un parco solare lineare con una soluzione che integra le pratiche sostenibili. Le migliori sono rimovibili e possono essere spostati lungo il parco lineare, se necessario. Un percorso tortuoso per bici e pedoni delinea il parco con pensiline fotovoltaiche.



Coffice_Solar Wind

Francesco Colarossi, Giovanna Saracino, Luisa Saracino. Second Prize

Il sistema ibrido proposto (che combina energia solare ed eolica) permette una produzione continua di energia. Il progetto si basa sull'idea di utilizzare lo spazio tra i pilastri dei viadotti esistenti per ospitare un sistema di turbine eoliche che verranno integrati nella struttura esistente. In questo modo l'utilizzo del territorio è contenuto e si ha un ridotto impatto sul paesaggio e sull'ambiente oltre a ri-progettare il profilo visivo del viadotto. il parco solare proposto nel concorso si estenderà per tutta la lunghezza della carreggiata interna, con la carreggiata esterna rimanente riservata per il transito dei veicoli.

Moduli fotovoltaici integrati in elementi di pubblica illuminazione e strutture pubblicitarie



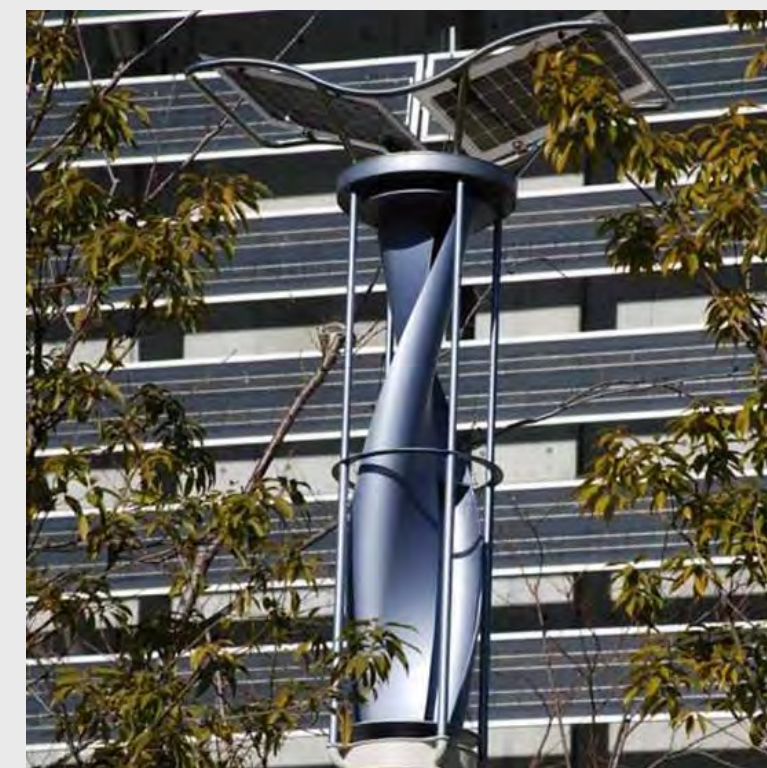
1. Vienna, Solar Trees design di Ross Lovegrove

Esempi di pubblica illuminazione sostenibile

1. Il Solar Tree è un progetto di design urbano sviluppato dallo studio di Ross Lovegrove. la forma di un albero, i cui rami ricevono l'energia dall'esterno e la trasformano in luce grazie ai pannelli circolari posti alle loro estremità.
2. Lampioni stradali fotovoltaici, sia tradizionali che progettati in modo innovativo e creativo. Ne è un celebre esempio "Sustainable City Light", un lampione stradale solare a forma di fiore, presentato in occasione dell'evento Philips Simplicity nel 2008. La struttura si chiude letteralmente durante il giorno per raccogliere energia attraverso i suoi cinque moduli fotovoltaici aperti come petali. Tali moduli fotovoltaici a forma di petale generano energia che garantisce l'illuminazione per tutta la notte, mentre l'energia eccedente viene immessa in rete per essere utilizzata altrove.
3. In Giappone sono stati costruiti lampioni che producono energia dal solare e energia da una turbina eolica, che permette di produrre energia elettrica anche in mancanza di soleggiamento.



2. Sustainable City Light



3. Lampione solare-eolico

SOLARE FOTOVOLTAICO



Moduli fotovoltaici integrati su pensiline e parcheggi



Pensiline fotovoltaiche per parcheggi in stazioni di servizio AGIP lungo l'autostrada A14



Sanyo-albero. Pensilina fotovoltaica e ricarica per auto elettriche



Tettoie per posti auto con pannelli fotovoltaici integrati e ricarica per auto elettriche

Best practices

Inserimento a scala Urbana



Moduli fotovoltaici integrati in spazi pubblici



1. Discovery Science Center, Solar Cube, Santa Ana, USA. Elementi di arredo urbano

1. Soluzione architettonica in cui le nuove tecnologie assumono connotazioni artistiche. E' il caso del Solar Cube a Santa Ana, California, che con i suoi 560 moduli a film sottile, e i suoi 20 kWp, abbellisce l'ingresso del Discovery Science Center costituendo una vera e propria icona di riferimento dell'Orange Country restando visibile da chilometri di distanza.

2. E' stato progettato in Spagna un pavimento costituito da piastrelle fotovoltaiche. La tecnologia del fotovoltaico applicata ad un pavimento è perfettamente integrata dal punto di vista architettonico. Sarà così possibile utilizzare ampi lastrici calpestabili e accessibili per le diverse funzioni, ma anche per accumulare energia. E' possibile quindi ripensare in quest'ottica ad ampie superfici e coperture di palazzi e villette, di piazze pubbliche, e di zone pavimentate dei giardini. L'uso di piastrelle fotovoltaiche in luoghi calpestabili, comporta che esse abbiano grande resistenza e durevolezza. Il prodotto potrà essere perfettamente integrato in diverse soluzioni progettuali, in quanto assolve alla doppia funzione, quella tradizionale di pavimentazione e quella innovativa di produzione di energia non danneggiando l'estetica e garantendo l'accessibilità totale degli spazi.



2. Piastrelle fotovoltaiche



2. Piastrelle fotovoltaiche

SOLARE FOTOVOLTAICO



Saluto al sole. Architetto Nikola Bašić. Zara, Croazia.

A Zara, città storica situata lungo la costa dalmata proprio di fronte alla moltitudine di isole che formano il tipico paesaggio della Dalmazia, è possibile osservare l'opera artistica d'avanguardia dell'architetto Nikola Bašić. Si tratta di 300 piccoli pannelli solari di vetro a strati, collocati all'interno di un grande cerchio con diametro di 22 metri, che si attivano grazie all'azione umana. Nello stesso momento in cui comincia a tramontare il sole, si accendono anche gli elementi illuminanti installati nel cerchio. I moduli solari fotovoltaici assorbono l'energia del sole durante il giorno per trasformarla in elettricità e distribuirla nella rete elettrica. Lo schermo informativo indica l'attuale produzione di energia elettrica, ed il sistema potrebbe arrivare ad una produzione di 46.500 kWh all'anno. Questo sarebbe una mini centrale elettrica dalla quale l'energia verrebbe usata non solo per l'impianto del Saluto al Sole, ma anche per l'illuminazione dell'intera riva per un prezzo tre volte inferiore a quello esistente, mentre il progetto è un esempio unico di unione dell'utilizzo di riciclabili fonti di energia, efficacia energetica ed assestamento dello spazio urbano.



Best practices

Moduli fotovoltaici integrati in spazi pubblici. Idee di progetto



e-QBO, Cubo fotovoltaico. Romolo Stanco e RSE. Milano, Italia

Il cubo fotovoltaico presente in Piazza San Fedele a Milano fino al 5 Maggio 2012, è un'installazione ideata da Romolo Stanco con la supervisione scientifica di RSE (Ricerca sul Sistema Energetico streetart work & videomapping performance). La sua superficie è ricoperta da pannelli fotovoltaici in materiale ceramico in grado di produrre circa 7 kW, ciascuno dei quali è intervallato da strisce LED che illuminano la piazza. e-QBO è un'isola urbana completamente off-grid, ossia non connessa alla rete elettrica: l'energia raccolta attraverso i pannelli fotovoltaici finisce in accumulatori di ultima generazione a zero impatto ambientale. Il cubo è il manifesto di SD4SC (smart design for smart cities), infatti esso fornisce oltre all'illuminazione pubblica, anche informazioni attraverso il videomapping e performance videoartistiche, offre una rete wi-fi gratuita e la possibilità di ricaricare mezzi elettrici e dispositivi elettronici.



SOLARE FOTOVOLTAICO

Moduli fotovoltaici lungo spazi esterni. Idee di progetto



1. Solar Lily Pad. Glasgow



1. Solar Lily Pad, isole fotovoltaiche galleggianti.

Peter Richardson del ZM Architettura. Glasgow

La proposta di ZM Architettura è quella di progettare delle isole galleggianti lungo il Glasgow's River Clyde in modo da sfruttare l'energia del sole lungo il fiume. Le Lily Pad di Peter Richardson del ZM Architettura hanno raggiunto il primo posto al concorso International Design Awards "Land and Sea". Un progetto che parte con un pensiero innovativo in grado di creare una proposta interessante per generare energia elettrica pubblica. Considerando che la maggior parte dei progetti che riguardano la progettazione urbana per produrre energia elettrica si concentrano su tetti fotovoltaici o turbine eoliche su edifici pubblici, le Lily Pad di ZM hanno una forte carica creativa, ispirate a forme naturali e utilizzano una fonte di energia naturale. Un'idea che considerando alcuni canali d'acqua e fiumi in disuso delle città di tutto il mondo, potrebbe creare un nuovo spazio di crescita e innovazione da utilizzare. L'obiettivo delle Lily Pad e del pensiero dello studio ZM Architetti è di stimolare le attività sul fiume e sfruttare le potenzialità dell'energia solare su larga scala. L'energia creata dalle Lily Pad, ancorate sul letto del fiume, può essere facilmente trasformata e trasmessa nella rete riducendo l'impronta ecologica della città. Il design delle Lily Pad si ispira alla natura ottimizzando l'efficienza di conversione e facilitandone gli spostamenti o lo smontaggio. Sono pannelli fotovoltaici che galleggiano sul fiume come gigantesche foglie di ninfee secondo un vero esempio di bio-mimetismo. I solar Lily Pad sono stati sottoposti all'amministrazione municipale di Glasgow, che spera di riuscire a realizzare un prototipo sul Clyde, il fiume che attraversa la città.

2. Impianto Fotovoltaico Galleggiante. Colignola, frazione di San Giuliano Terme.

In località Colignola, frazione di San Giuliano Terme, si è sperimentato un impianto fotovoltaico galleggiante che, per la prima volta, utilizza pannelli mobili a concentrazione, ed è stato attivato all'interno di un laghetto artificiale privato. L'azienda che ha realizzato l'impianto è la Scienza Industria e Tecnologia (SIT). Il progetto, a cui hanno collaborato anche il Comune e Koinè Multimedia di Pisa, si basa su una tecnologia innovativa per produrre energia elettrica tramite pannelli galleggianti, a concentrazione, mobili e raffreddati ad acqua. La volontà è quella di ridurre i costi e l'invasività degli impianti fotovoltaici tradizionali, sfruttando bacini artificiali di origine industriale (laghi di cava, bacini idroelettrici) o di raccolta delle acque per l'agricoltura. La struttura di Colignola occupa una superficie di appena 300 mq, con un peso di 7 tonnellate capace di galleggiare in acque di circa 5 metri di profondità ruotando attorno al suo ancoraggio centrale, alla ricerca della miglior posizione per ricevere i raggi del sole. Il movimento della struttura è fornito da motori ad elica di appena 300 Watt che sono alimentati dall'impianto stesso mentre il raffreddamento viene fatto, tramite pompe, con la stessa acqua del laghetto. La potenza dell'impianto è di circa 30 Kw effettivi. Rispetto ad un impianto fisso collocato a terra, i pannelli usati nei pressi di Pisa forniscono più energia perché mettono insieme la concentrazione dei riflettori (60% in più), il movimento (25% in più) e il raffreddamento (tra il 10 e il 15% in più a seconda del tipo di pannello).



2. Impianto fotovoltaico galleggiante. Colignola

Impianti ad integrazione totale su copertura



Freiburg Siedlung, Rolf Disch



Moduli fotovoltaici in facciata



Frangisole



SOLARE FOTOVOLTAICO



Moduli fotovoltaici integrati in facciata su superfici trasparenti



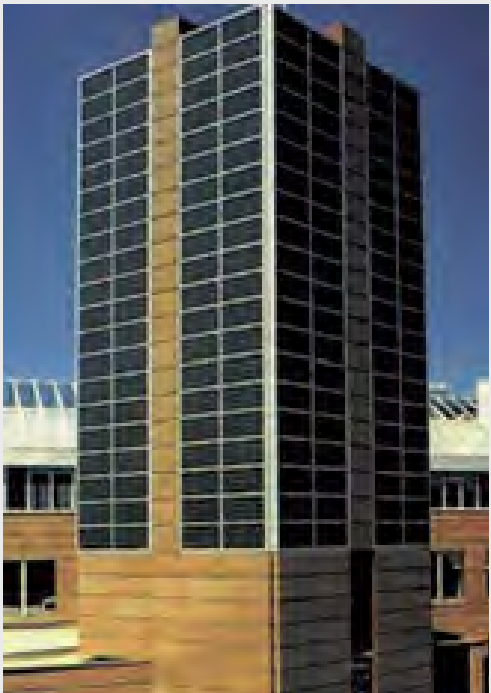
Firenze, Ospedale Meyer



Superfici fotovoltaiche trasparenti



Amersfoort, Olanda



Pirmasens, Germania, Thermie Programme, da GSE Guida agli interventi validi al riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico



Rembrandt college, Olanda, da GSE Guida agli interventi validi al riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico



Facciata ventilata fotovoltaica, 31,83 kWh/a



Heching , VS-Schwenningen, 164 kWp

Best practices

Inserimento a scala di Involucro



Moduli fotovoltaici integrati in pensiline , pergole, tettoie



Totem fotovoltaico all'ecoparco di Torino



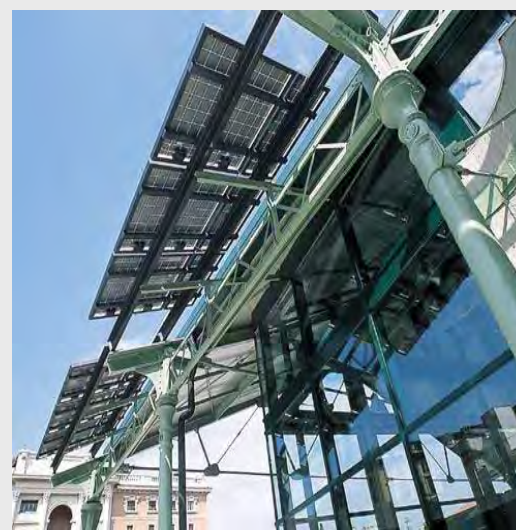
Pensilina ad Amersfoort, Olanda



Malmo, Svezia, 2001



Pensilina costituita da moduli fotovoltaici e dai relativi sistemi di supporto.
Centro Direzionale del Polo Tecnologico Industriale Tiburtino
2004, Roma, Italia.
Studi architetti Abbate e Vigevano_ AeV Architetti



Roma, Pensiline al Museo dei Bambini da GSE Guida agli interventi validi al riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico



Common & Gies, Freiburg im Breisgau, Germania



Zero Energy Housing.
Etten Leur, The Netherlands, BEAR Architecten

SOLARE FOTOVOLTAICO

Moduli fotovoltaici integrati in balaustre, parapetti e schermature



Parapetti con celle fotovoltaiche



Balconi rivestiti di moduli FV in due alberghi



Balconi con celle in silicio Policristallino a strisce verticali



Schermature e parapetti fotovoltaici. Svizzera

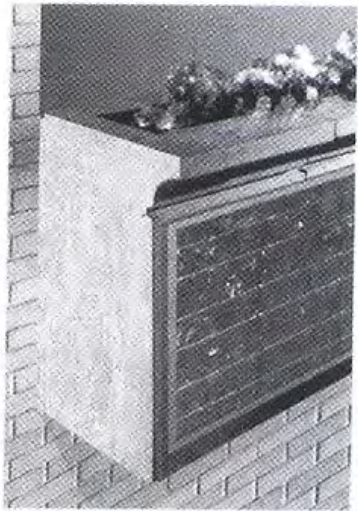
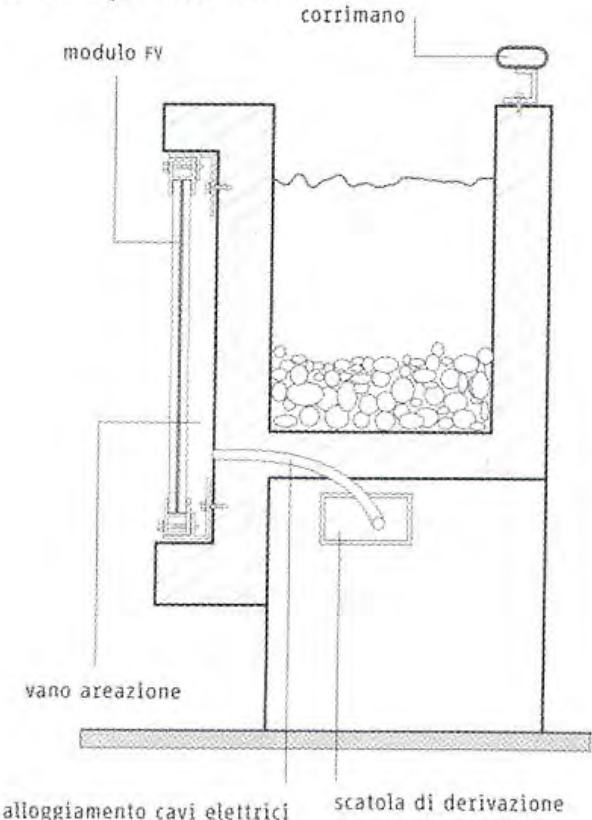


Esempio di parapetto con moduli fotovoltaici.



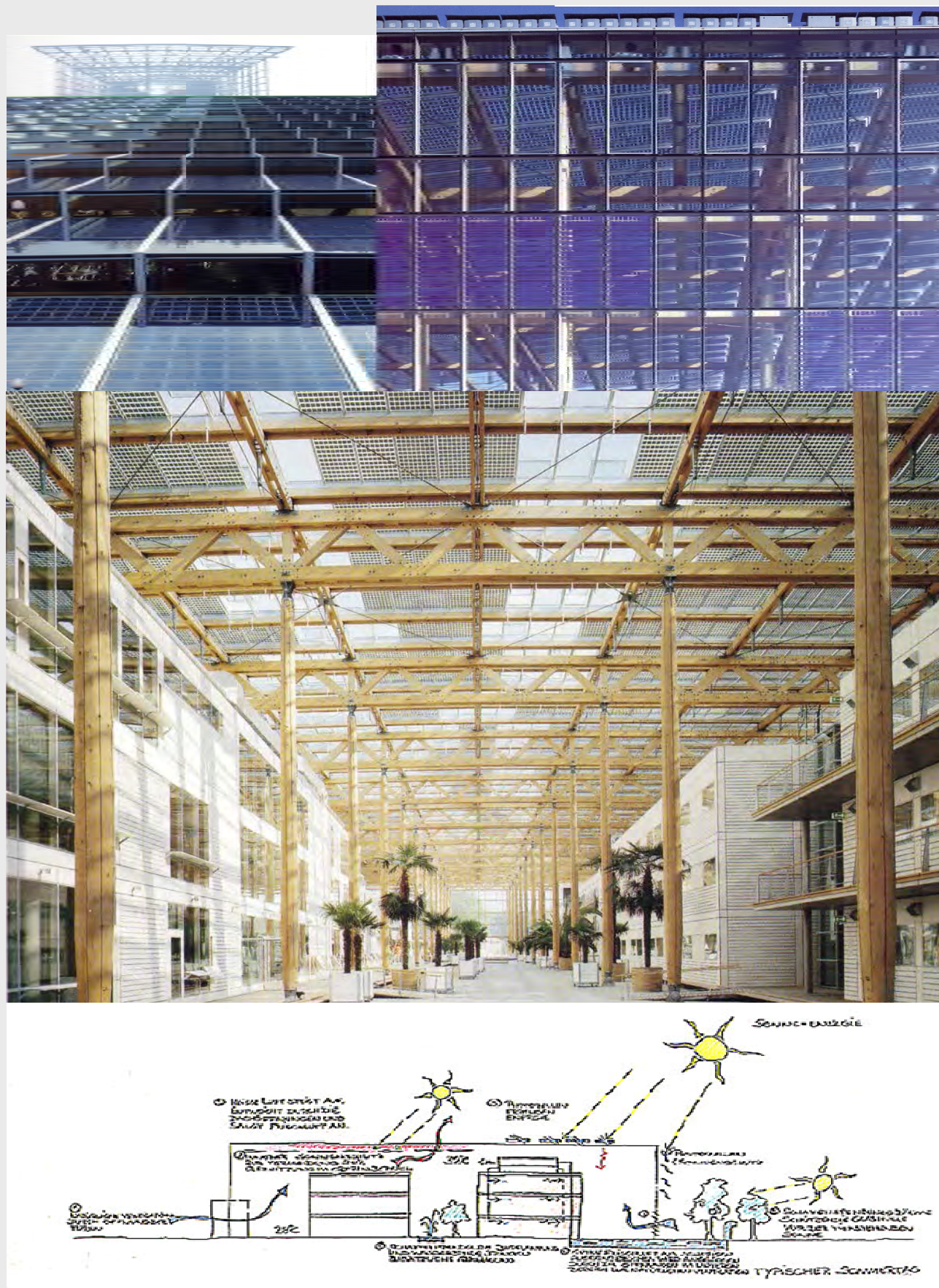
Tenda da sole fotovoltaica.

Esempio di fioriera FV



Progetto studio Spagnolo-Rocchigiani

Moduli fotovoltaici integrati in opere pubbliche



Mont-Cenis FortbildungsaKademie- Herne (Germania)

- L'edificio è situato nell'ex bacino industriale della Ruhr, in Germania.
- Nel 1991 fu bandito a cura dell'IBA Emscher Park e del Land Nordrhein-Westfalen, un concorso di progettazione del complesso di Mont-Cenis vinto dallo studio di progettazione francese Jourda & Perraudin.
- L'edificio è stato realizzato tra il 1997 ed il 1999.
- Si tratta di un grande involucro microclimatico la cui struttura in legno e vetro contiene una serie di edifici con diverse funzioni (biblioteca, edifici residenziali, centro di formazione, ristorante, palestra, edifici amministrativi, sala conferenze). Questa grande scatola di vetro misura m 180x72x16 ed oltre ad avere un sistema di ventilazione naturale ed un accurato sistema di controllo delle condizioni climatiche, rappresenta un vero e proprio generatore fotovoltaico.
- Tra gli obiettivi della costruzione di un involucro vi era quello di ottenere condizioni simili a quelle offerte da un clima mediterraneo per bilanciare le basse temperature esterne ed evitare all'interno i picchi di temperatura.
- Le celle fotovoltaiche sono disposte in facciata e in copertura per una potenza pari a circa 1 MW. Tra i dati più significativi:
- Potenza 1 MW
- Energia prodotta 750000 kWh/anno
- Superficie 10000 mq
- Orientamento: sud; sud-ovest
- Inclinazione: 5° (copertura) e 90° (facciata)

La copertura ha una superficie vetrata totale di 12100 mq e contiene 2905 moduli fotovoltaici. Ogni elemento degli shed di copertura si compone di una superficie fotovoltaica rivolta a sud inclinata di 5° e aperture verticali a Nord che consentono la ventilazione naturale dell'invaso. La facciata fotovoltaica è invece esposta ad Ovest ed è composta da 280 moduli composti da celle la cui densità attenua la luce pomeridiana all'interno dell'involucro.

SOLARE FOTOVOLTAICO



Floriade copertura fotovoltaica su spazio espositivo (NL)

Il centro espositivo di Floriade localizzato in Olanda al centro Haarlemmermeer polder, comprende oltre a numerose aree libere destinate all'internazionale mostra floristica, anche uno spazio coperto da **19.000** moduli fotovoltaici semitrasparenti. Il grande tetto fotovoltaico occupa una superficie complessiva di **30000 mq** e la potenza di picco dell'impianto è di **2,3 Mwp**. La copertura è stata realizzata da Siemens per un investimento complessivo di **17,5 milioni di Euro** e costituisce uno dei più grandi tetti fotovoltaici al mondo.

Best practices

Moduli fotovoltaici integrati in opere pubbliche

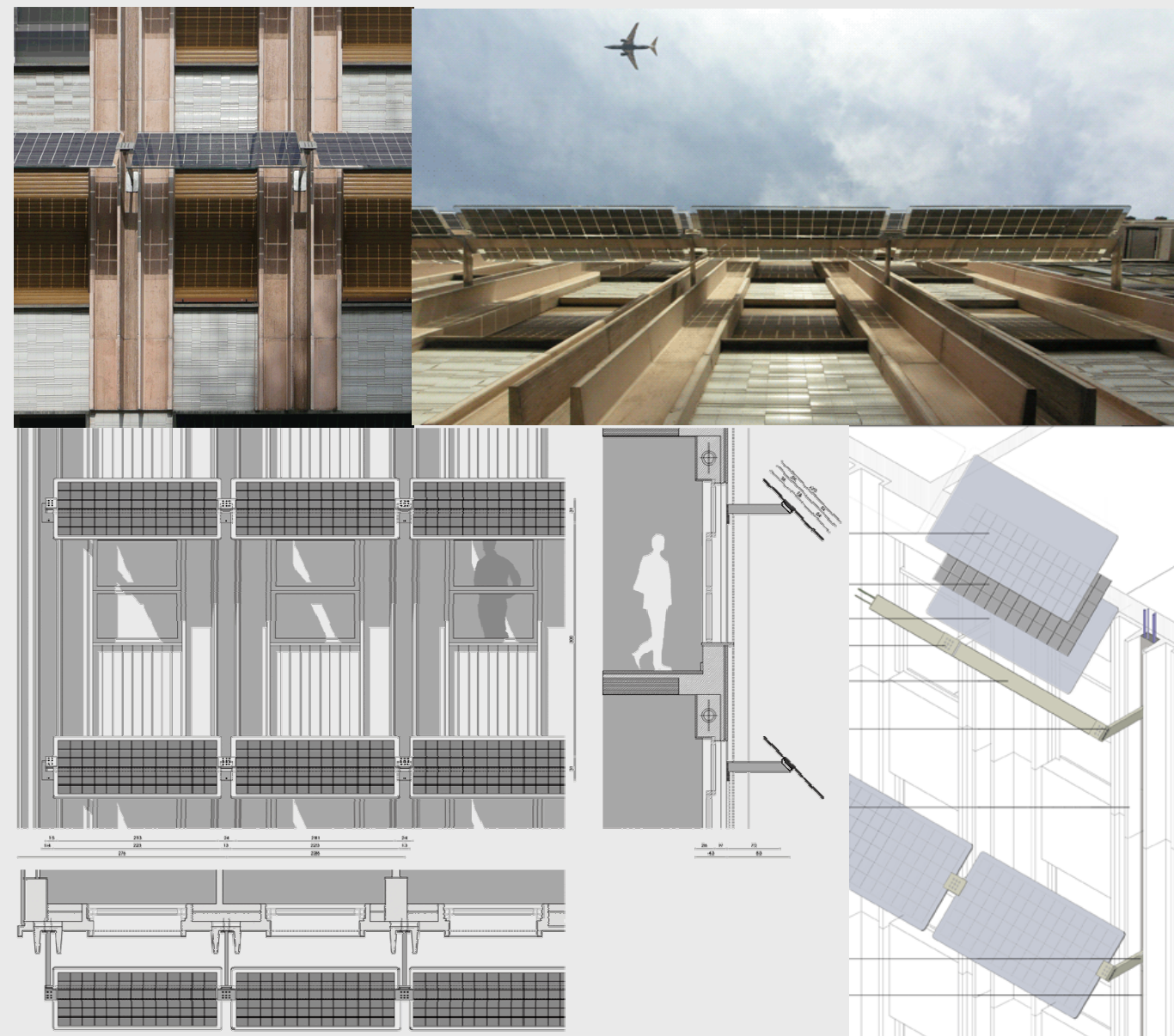


Nuova facciata fotovoltaica per l'Hotel Leon d'Oro

Bari (BA), Italia

Lorenzo Netti | Netti Architetti

Il caso in esame nasce dalla riqualificazione dei fronti dell'Hotel Leon d'Oro a Bari, collocato nella piazza della Stazione ferroviaria della città. L'intervento cardine del progetto è costituito dalla sostituzione dei frangisole esistenti in vetroresina con nuovi pannelli delle stesse dimensioni in vetro stratificato con cellule fotovoltaiche sostenuti da strutture in acciaio inox appositamente progettate. E' un esempio di integrazione architettonica totale dei sistemi innovativi di produzione dell'energia con un corpo edilizio tradizionale.



SOLARE FOTOVOLTAICO

Impianto fotovoltaico sul tetto del palasport Evangelisti di Perugia

A Perugia è stato realizzato l'impianto fotovoltaico più grande in Italia su un edificio sportivo. Si tratta del palasport Evangelisti a Pian di Massiano che vede 5573 metri quadrati di superficie complessiva, di circa 7000 moduli fotovoltaici ricoperti da pannelli fotovoltaici. L'impianto eroga una potenza di 600 kWp, è capace di produrre circa 700 mila kWh all'anno di energia elettrica, e toglie dall'atmosfera da 500 a 800 tonnellate di anidride carbonica. Il palaspo



Best practices

Moduli fotovoltaici integrati in capannoni industriali



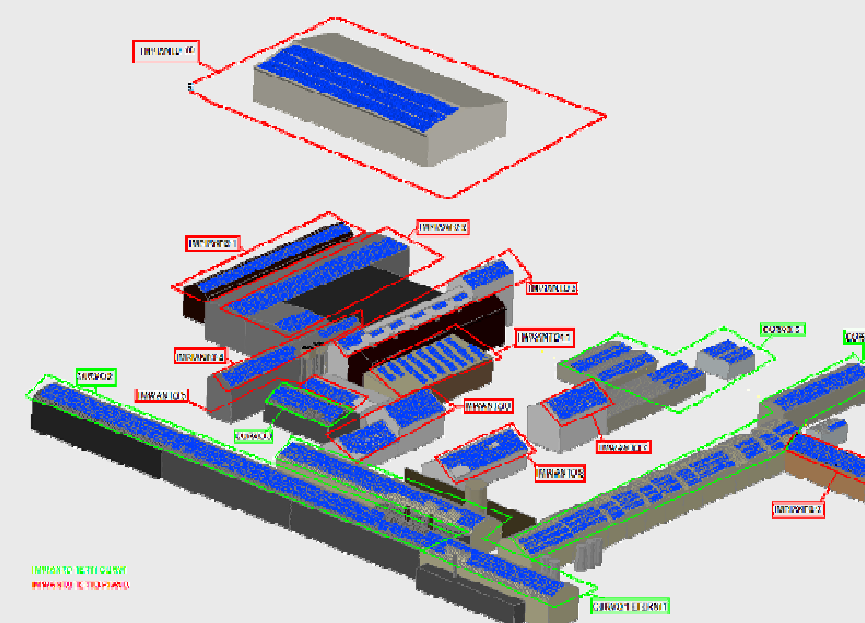
Impianto fotovoltaico italiano totalmente integrato su tetto a falda. Altamura (Bari)



Impianto fotovoltaico integrato su capannone industriale.

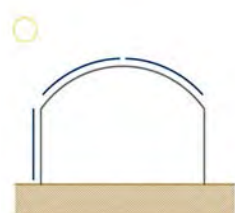


Impianto fotovoltaico integrato su capannone industriale.



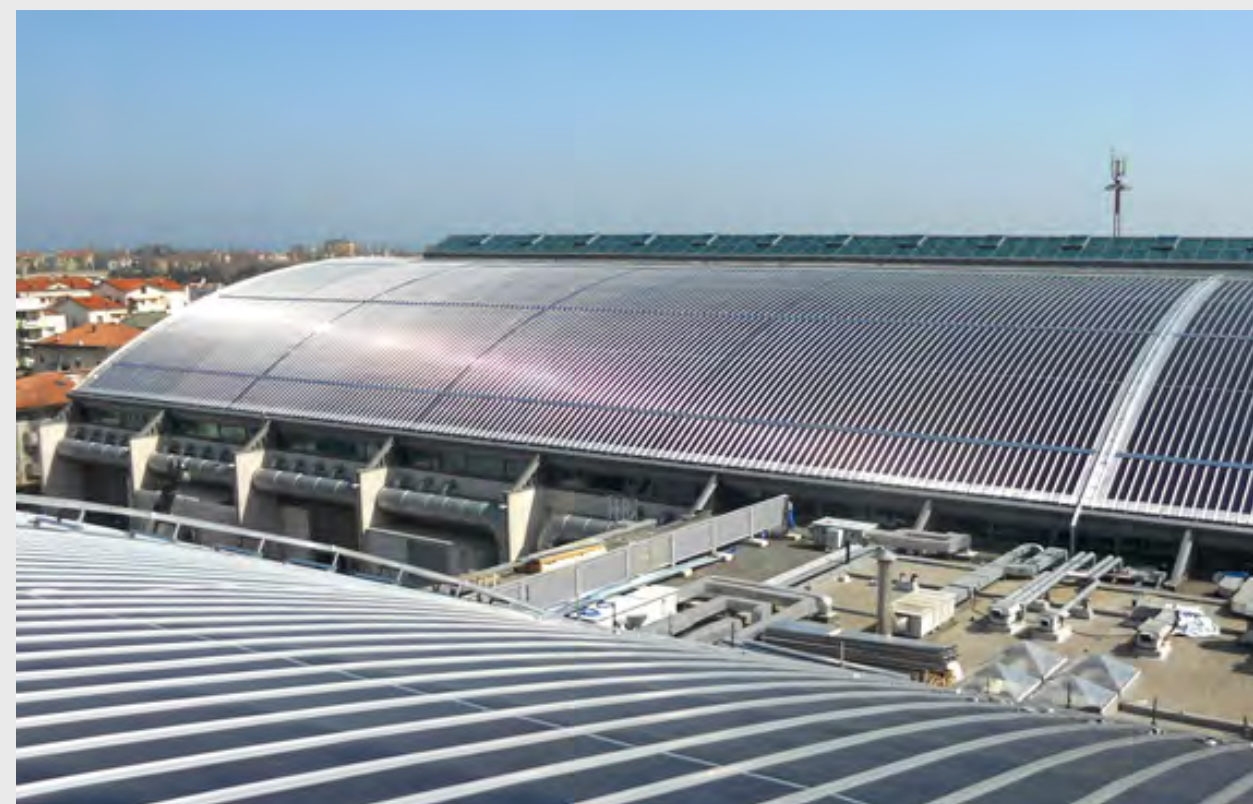
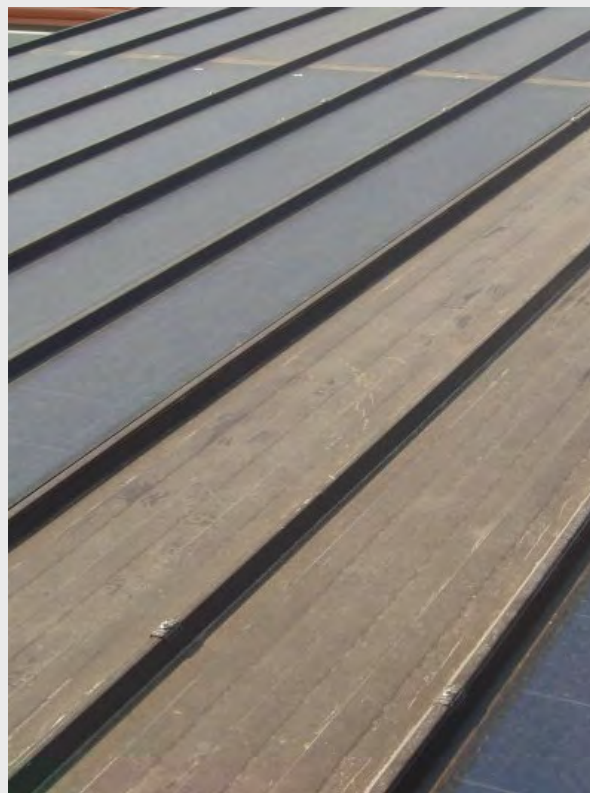
Impianto fotovoltaico
Domodossola
Progetto impianto
fotovoltaico per la
produzione di 951,61 KWp
Capannoni industriali
superficie radiante:
7137 mq

SOLARE FOTOVOLTAICO



Polo Fieristico di Rimini

Sulle coperture del Polo Fieristico di Rimini è stata avviata la realizzazione dell'impianto fotovoltaico destinato a diventare quello architettonicamente più innovativo d'Italia: il progetto prevede infatti la completa sostituzione dell'attuale copertura dei padiglioni della Fiera riminese con una nuova copertura fotovoltaica che garantirà una completa integrazione architettonica. l'impianto è della potenza complessiva di 4.332 kWp, si svilupperà su di una superficie di circa 100.000 mq., produrrà 5.000.000 kWh all'anno di energia elettrica, tanta quanta ne consumano mediamente, in un anno, circa 1.500 famiglie, ed eviterà l'emissione in atmosfera di 3.500 tonnellate/anno di CO2 equivalente a 350 ettari di bosco, superficie necessaria per abbattere lo stesso quantitativo di CO2 in atmosfera.



Best practices

Procedure / Iniziative

BORSA DEL SOLE

Problematica

Con il sostanziale blocco dei grandi impianti a terra il futuro del fotovoltaico si sposta sui tetti sia domestici, sia, e specialmente, su quelli industriali che consentono la realizzazione di impianti di medie dimensioni. Le potenzialità delle coperture sono alte soprattutto in zone, come quelle direzionali, commerciali e industriali, dove non si avrebbero fenomeni come l'impatto paesaggistico del fotovoltaico, dove è quasi sempre disponibile una buona capacità di rete ed è possibile spesso l'autoconsumo. Il proprietario del tetto è colui che concede il proprio tetto se non vuole realizzare un impianto per il proprio fabbisogno elettrico ad un investitore disponibile (soggetto esterno ed indipendente dall'organizzazione) ricevendo in cambio un compenso.

Affitto del tetto per impianto fotovoltaico.

Iniziativa Borsa del Sole

La Borsa del Sole propone i tetti inseriti nel proprio sistema ad investitori interessati, a condizione che non vi siano né rischi, né investimenti per il proprietario dell'immobile.

Un tetto può effettivamente essere affittato, in modo simile ad un appartamento. In realtà si tratta della cessione del diritto di superficie del lastrico solare dell'edificio. Molti investitori sono alla ricerca di un tetto adatto per installare e gestire un impianto fotovoltaico. Tuttavia il contratto di affitto deve avere la durata di almeno 20 anni, perché per tale durata è garantito per legge l'acquisto della corrente elettrica e l'incentivo del GSE. Sulla maggior parte dei tetti si produce molta più corrente elettrica di quanta non ne venga consumata. I presupposti per la gestione di un impianto sono la posizione ideale, orientamento verso sud, inclinazione di circa 28°, senza ombra e almeno 150 mq di superficie utile. Anche i tetti con orientamento est-ovest risultano spesso interessanti. La gestione di un impianto fotovoltaico è redditizia su tutto il territorio nazionale. Tipicamente l'affitto complessivo ammonta a 400-600 Euro/kWp per 20 anni.



Esempio di tetto in affitto



Affitto di tetti di case e capannoni per FV.



Affitto tetti per fotovoltaico. Borsa del Sole

BONIFICA COPERTURE IN AMIANTO

Problematica

La tutela della salute dei cittadini e la protezione dell'ambiente rappresentano un impegno prioritario per quanto concerne le coperture in amianto. L'inalazione di fibre di amianto che possono liberarsi nell'ambiente in seguito a deterioramento delle superfici esistenti contaminate comporterebbe gravi rischi per la salute. Le attività di mappatura della Regione Puglia delle coperture di cemento-amianto e dei siti inquinati da amianto, condotte dall'Istituto di Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche, sono state svolte nell'ambito dell'azione di monitoraggio dei siti potenzialmente inquinati. Il lavoro svolto ha portato all'individuazione e delimitazione di circa n.5.000 tetti di amianto di cui n. 1.706 con dimensioni superiori a 500m2 e n. 2.751 con dimensioni superiori a 200 m2.

Sostituzione coperture in Eternit con Fotovoltaico.

Iniziativa Eternit free

L'iniziativa "sostituire Eternit con fotovoltaico" è rivolta a tutte le imprese o enti pubblici che hanno coperture agricoli ed Industriali in eternit e che possono provvedere alla sostituzione di quest'ultimo con un sistema fotovoltaico.

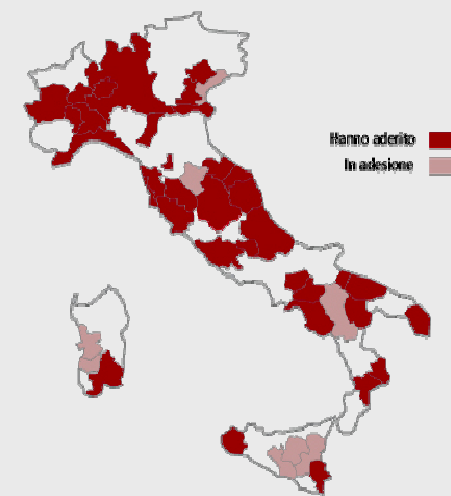
Il progetto "eternit free" della Provincia, che rappresenta un ulteriore stimolo a rimuovere l'amianto, installando però sul tetto del capannone un impianto fotovoltaico sfruttando anche gli incentivi del conto energia. La campagna nazionale di Legambiente e AzzeroCo2 «eternit free» è un progetto che prevede il finanziamento totale delle spese per la rimozione, smaltimento e rifacimento del tetto in amianto con l'installazione di pannelli solari fotovoltaici grazie ad un fondo di investimento, oppure la possibilità di aderire ad un gruppo d'acquisto per impianti di dimensioni inferiori, sempre con un'offerta «chiavi in mano». Provincia Eternit Free è un'ottima occasione per attivare sul territorio un programma che coniughi la promozione delle fonti rinnovabili, la bonifica dell'amianto e determini una riduzione della bolletta energetica del territorio.



Coperture in amianto



Coperture in amianto



Adesioni province all'iniziativa Eternit Free

Procedures / Iniziative

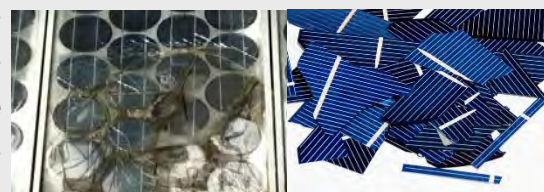
SMALTIMENTO PANNELLI FOTOVOLTAICI A FINE VITA UTILE

Problematica

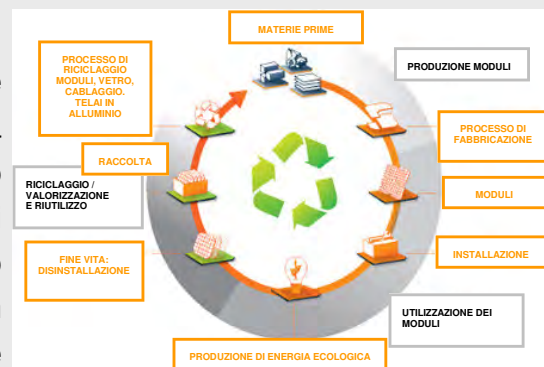
I pannelli fotovoltaici entrano nella fase della loro “maturità” attorno ai 25 anni. Dopo di che occorre pensare al loro smaltimento. Si tratta quindi di un problema non indifferente, calcolando che in Italia a oggi si contano circa 50 milioni di moduli. Dal primo luglio 2012 in poi i produttori di pannelli fotovoltaici dovranno aderire a un sistema che garantisca il riciclo dei moduli. È quanto prescrive dal DM 5 maggio 2011 e, all'articolo 11 comma 6: “per gli impianti che entrano in esercizio successivamente al 30 giugno 2012, il soggetto responsabile è tenuto a trasmettere al GSE, in aggiunta alla documentazione prevista per gli impianti che entrano in esercizio prima di tale data, la seguente documentazione: certificato rilasciato dal produttore dei moduli, attestante l'adesione dello stesso a un sistema o consorzio europeo che garantisca, a cura del medesimo produttore, il riciclo dei moduli fotovoltaici utilizzati al termine della vita utile dei moduli”.

Iniziative per lo smaltimento dei Moduli Fotovoltaici.

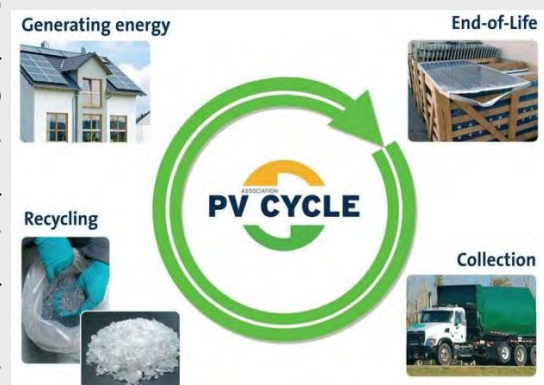
L'accordo siglato da Cobat-Consorzio Nazionale Raccolta e Riciclo e dal Comitato IFI-Industrie FV Italiane ha dato vita alla prima filiera made in Italy, denominata progetto “SunMeet”, per la corretta gestione del fine vita dei moduli fotovoltaici, che prevede quindi raccolta, riciclo e smaltimento dei pannelli. L'accordo è una buona base di partenza in quanto nel Comitato Ifi confluiscono le aziende manifatturiere che rappresentano oltre l'80% della capacità produttiva di celle e moduli fotovoltaici in Italia. In Europa invece il servizio per il recupero e il riciclaggio dei pannelli fotovoltaici, che a fine ciclo di vita si propone di rappresentare l'intero processo operativo di reportistica, raccolta e riciclaggio, incluso il relativo finanziamento è denominato PV CYCLE. L'iniziativa, nata nel 2007 su base volontaria senza scopo di lucro dai produttori di pannelli fotovoltaici, ha raccolto una notevole quantità di rifiuti provenienti da pannelli fotovoltaici in tutta Europa, tramite la sua infrastruttura globale per la raccolta e il riciclaggio presente in tutti i 27 Paesi della UE e in quelli dell'EFTA.



Riciclo dei Fotovoltaico



Ciclo di vita del Fotovoltaico



PV CYCLE. Associazione

IMPIANTI FOTOVOLTAICI DIFFUSI SUI TETTI

Problematica

Le microgrid, piccoli network elettrici locali “smart” utilizzati per l'integrazione della generazione distribuita da fonti rinnovabili, stanno proliferando in grande varietà e permettono di rendere autosufficiente elettricamente un quartiere o comune, alimentando i servizi pubblici, come illuminazione, auto elettriche o scuole, con energia pulita da fotovoltaico. Possono trovare applicazione in piccole comunità, a livello residenziale, di enti o campus universitari, in insediamenti militari o in aree remote, queste ultime ancora precluse dall'approvvigionamento energetico in quanto lontane dalle grandi autostrade elettriche e dalle reti di distribuzione. Un fenomeno accentuato da vari fattori, come il costo crescente dei combustibili fossili e una disponibilità più ampia delle tecnologie per la generazione distribuita con un conseguente calo dei prezzi.

Esempio Comune di Melpignano (LE)

A Melpignano i cittadini, costituitisi in una comunità cooperativa, hanno avviato, caso unico in tutta Italia, una rete di impianti su edifici pubblici e privati. Hanno dato avvio, caso unico in tutta Italia, alla realizzazione di una rete diffusa di impianti fotovoltaici sugli edifici pubblici e privati del territorio comunale, favorendo lo sviluppo di una nuova forma di gestione dei servizi pubblici e di nuove opportunità di lavoro. L'utile, che sarà ricavato dalla produzione di energia residua al consumo del fabbisogno domestico, potrà essere “utilizzato” per garantire quei servizi necessari al benessere della propria comunità, come la sistemazione di piazze, strade, marciapiedi, parchi urbani, oppure potrà garantire nuova occupazione, tramite ad esempio, la gestione di mense, manutenzione del verde, stradale. La green economy unisce, pubblico e privato per il benessere collettivo, garantendo per gli impianti fotovoltaici una rigorosa compatibilità con il contesto urbano.



Generazione Distribuita



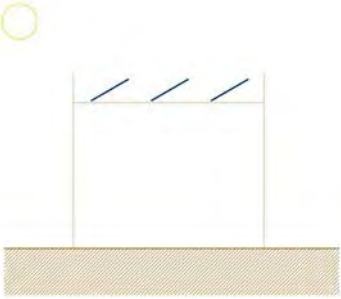
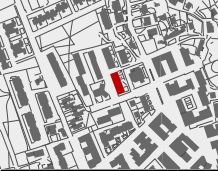
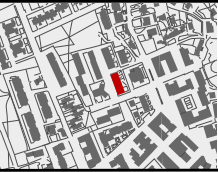
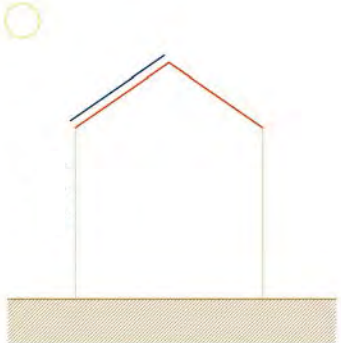
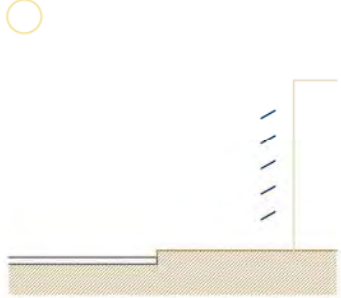
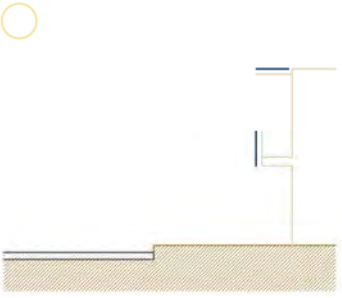
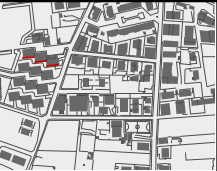
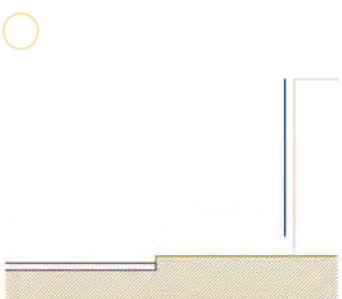
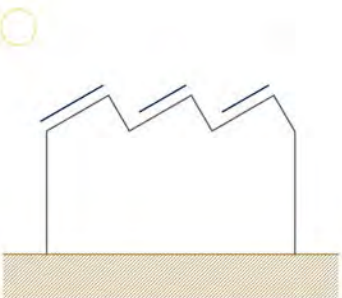
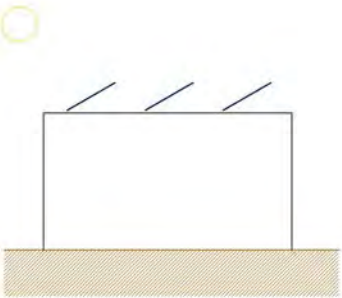
Melpignano (LE)

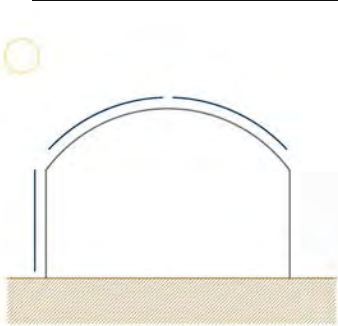
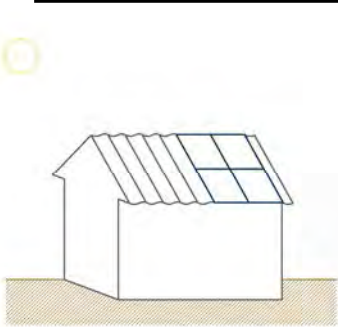
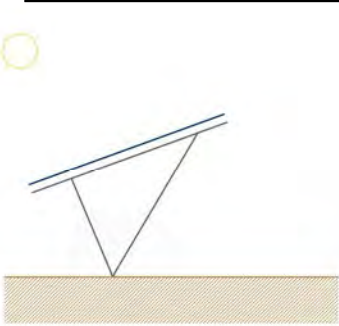
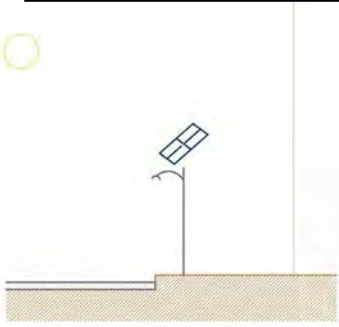
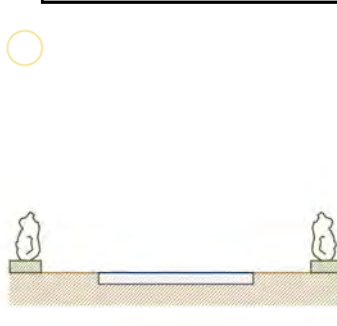
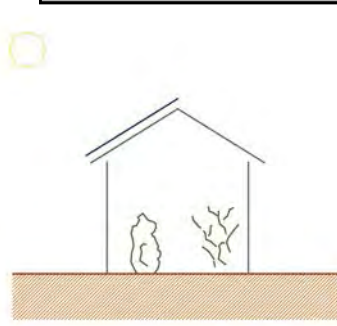
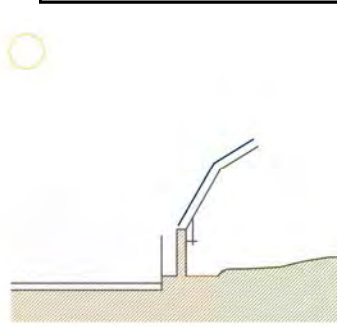


Iniziativa FV distribuito Melpignano (LE)

Best practices

b2.2.5 Abaco degli indirizzi

INSERIMENTO A SCALA DI INVOLUCRO					
Contesti Urbani	FV INCLINATO SU COPERTURE PIANE EDILIZIA RESIDENZIALE PRIVATA E PUBBLICA E DELLE ATTREZZATURE COLLETTIVE				COPERTURA PIANA Normativa UNI 8089 I tetti piani sono caratterizzati da una pendenza minima, sufficiente per assicurare lo scorrimento dell'acqua fino agli scarichi. Secondo la normativa UNI si definiscono tetti piani quelli con pendenza minore del 5%. Utilizzo di soluzioni non complanari alla copertura laddove necessario, su edifici in cui la presenza di parapetti garantisce una copertura se pur parziale dell'impianto, tale da non creare impatti visivi alteranti.
	FV COMPLANARE ALLE COPERTURE PIANE EDILIZIA RESIDENZIALE PRIVATA E PUBBLICA E DELLE ATTREZZATURE COLLETTIVE				COPERTURA PIANA Norma UNI 8089 I tetti piani sono caratterizzati da una pendenza minima, sufficiente per assicurare lo scorrimento dell'acqua fino agli scarichi. Secondo la normativa UNI si definiscono tetti piani quelli con pendenza minore del 5%. - Massimizzazione dell'integrazione architettonica. - Utilizzo di moduli flessibili che seguono l'andamento della copertura degli edifici, in totale aderenza tale da annullare l'impatto visivo e non modificare lo skyline.
	FV COMPLANARE ALLE COPERTURE A FALDA DI EDILIZIA RESIDENZIALE PRIVATA E PUBBLICA E DELLE ATTREZZATURE COLLETTIVE				COPERTURA A FALDA Norma UNI 8089 La forma geometrica di un tetto, ossia della superficie di copertura di un edificio, viene determinata da una o più facce piane inclinate, dette falde o piovanti. - Massimizzazione dell'integrazione architettonica. - Utilizzo di moduli che seguono l'andamento dei tetti a falda degli edifici, in totale aderenza tale da annullare l'impatto visivo e non modificare lo skyline, o si sostituiscono essi stessi come componenti dell'involucro. - La posizione dei moduli dovrà rispettare la geometria della falda.
	FRANGISOLE E SCHERMATURE FV				FRANGISOLE DM 6 Agosto 2010 Strutture collegate alle superfici verticali di edifici, atte a produrre ombreggiamento e schermatura di superfici trasparenti sottostanti. La lunghezza totale dell'impianto non può superare il doppio della lunghezza totale delle aperture trasparenti. Moduli fotovoltaici su frangisole che provvedono alla produzione di energia elettrica e al contempo a ombreggiare, nei periodi più caldi le vetrate dell'edificio.
Contesti Industriali	BALCONI E TETTOIE FV				TETTOIE DM 6 Agosto 2010 Strutture poste a copertura di ambienti esterni agli edifici formate da spioventi che poggiano sul muro degli edifici stessi. BALAUSTRE E PARAPETTI GSE_Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del Fv_Aprile 09 Realizzazione di balaustrate, parapetti, il cui materiale da costruzione sia sostituito con moduli fv perfettamente integrati nelle strutture di sostegno. - Massimizzazione dell'integrazione architettonica. - I parapetti e le schermature fotovoltaiche garantiscono una perfetta integrazione architettonica, sia per le nuove costruzioni che per le ristrutturazioni.
	FACCIATE FV				FACCIATA FV GSE_Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del Fv_Aprile 09 Sostituzione dei materiali di rivestimento delle facciate di edifici e fabbricati con moduli fotovoltaici aventi la medesima inclinazione e funzionalità architettonica della superficie rivestita. - Massimizzazione dell'integrazione architettonica. - Progettazione integrata coperture/facciata per gli edifici di nuova costruzione e in caso di ristrutturazione. - Le facciate fotovoltaiche devono garantire le stesse prestazioni delle facciate tradizionali (protezione dagli agenti atmosferici, isolamento termico, utilizzo della luce naturale e ombreggiatura, la forma e la protezione antirumore) permettendo al contempo la produzione di energia elettrica.
	FV SU COPERTURE A SHED DEI CAPANNONI DELLE AREE PRODUTTIVE				COPERTURA A SHED "Le strutture". A. Gottfried. Hoepli Le coperture a shed sono costituite dall'aggregazione di più elementi contigui strutturati di tipo triangolare realizzati con elementi monodimensionali. Le pendenze delle falde sono orientativamente di 60° e 30° rispetto al piano orizzontale. Le falde con maggiore pendenza ma di lunghezza più contenuta sono vetrate in modo da illuminare dall'alto gli ambienti. - Massimizzazione dell'integrazione architettonica. - Complanarità dei moduli alla pendenza delle coperture del fabbricato. - La posizione dei moduli rispetti la geometria della falda.
	FV SU COPERTURE PIANE DEI CAPANNONI DELLE AREE PRODUTTIVE				COPERTURA PIANA Norma UNI 8089 I tetti piani sono caratterizzati da una pendenza minima, sufficiente per assicurare lo scorrimento dell'acqua fino agli scarichi. Secondo la normativa UNI si definiscono tetti piani quelli con pendenza minore del 5%. Utilizzo di soluzioni non complanari alla superficie della copertura laddove necessario, su capannoni di grandi dimensioni, con coperture piane.

Contesti Industriali	FV INTEGRATO IN EDIFICI INDUSTRIALI			FOTOVOLTAICO INTEGRATO GSE_Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del Fv_Aprile 09 Integrare il fotovoltaico significa riuscire ad equilibrare gli aspetti tecnici ed estetici dei componenti della tecnologia fotovoltaica con quelli dell'involucro edilizio, senza compromettere le caratteristiche funzionali di entrambi facendo coincidere la capacità del fotovoltaico di produrre energia elettrica sul luogo della domanda con la qualità estetica dello spazio che lo contiene. - Utilizzo di moduli flessibili che seguono l'andamento della copertura delle strutture/capannoni industriali esistenti. - Progettazione integrata coperture/facciata per gli edifici industriali di nuova costruzione e ristrutturazione.
	SOSTITUZIONE DI TETTI IN ETERNIT CON IMPIANTI FOTOVOLTAICI			COPERTURE IN AMIANTO Legge 27 Marzo 1992, n. 257 Ai fini del decreto n. 257/92 si intende per amianto i silicati fibrosi di cui all'articolo 23 del decreto legislativo n. 277/91 : actinolite, amosite, antofillite, crisotilo, crocidolite, tremolite. Ai fini del decreto n. 257/92 sono vietate l'estrazione, l'esportazione, la commercializzazione e la produzione di amianto e di prodotti contenenti amianto. La sostituzione delle coperture in eternit dei capannoni industriali, agricoli o artigianali con impianti fotovoltaici permette contestualmente di bonificare la struttura e usufruire della produzione di energia elettrica per l'autoconsumo.
	INSERIMENTO A SCALA URBANA			
	PENSILINE E PARCHEGGI FV			PENSILINE DM 6 Agosto 2010 Strutture accessorie poste a copertura di parcheggi o percorsi pedonali. Non rientrano in questa tipologia specifica quelle strutture realizzate in ampi spazi aperti, anche con destinazione agricola, che risultano scollegate e non funzionali a strutture ad uso pubblico o ad edifici con qualsiasi destinazione d'uso. Realizzazione di pensiline integrate con pannelli fotovoltaici per i parcheggi, o localizzazione di moduli su pensiline esistenti.
ILLUMINAZIONE PUBBLICA DA LAMPIONI FV			ELEMENTI DI ILLUMINAZIONE GSE_Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del Fv_Aprile 09 Elementi di illuminazione in cui la superficie esposta alla radiazione solare degli elementi riflettenti sia costituita da moduli fotovoltaici. Per elementi di illuminazione si intendono i lampioni stradali e tutti quei componenti di illuminazione degli esterni la cui forma consenta un inserimento armonico del modulo fotovoltaico. - Utilizzo per l'illuminazione pubblica di componenti fotovoltaici che garantiscano l'autosufficienza del servizio. - Saranno privilegiati gli esempi in cui la morfologia stessa del corpo illuminante e il suo supporto siano stati progettati ad hoc per alloggiare il modulo e siano state utilizzate tecnologie ad alta efficienza energetica come i led.	
PROGETTO URBANO CON UTILIZZO DI COMPONENTI FV (PIAZZE, PARAPETTI, STRUTTURE PUBBLICITARIE, ECC.)			PAVIMENTO FOTOVOLTAICO Sistema di pavimento di pavimento tecnico sopraelevato fotovoltaico che utilizza un sottile e resistente vetro laminato integrato su ceramica, conferendo alla pavimentazione robustezza e durata nel tempo, offrendo la garanzia di una tradizionale piastrella da esterni. Il sistema di pavimentazione è composto da pannelli modulari fissato su una struttura di sostegno sull'estradosso del lastrico solare in modo da ottenere sotto la superficie di calpestio un'intercapedine per i cavi elettrici - Piastrelle fotovoltaiche calpestabili su pavimenti e piazze, utilizzando tali superfici come fonte di energia, non compromettendo il fattore estetico. Tale soluzione permette di sfruttare superfici pubbliche (piazze, zone pavimentate dei giardini, copertura dei terrazzi di edifici pubblici) e superfici private (terrazzi di palazzi e villette), evitando l'occupazione ingombrante delle strutture dei pannelli. - Massima integrazione architettonica. - Massima qualità architettonica	
INSERIMENTO A SCALA TERRITORIALE				
PROGETTO DI SITI DISMESSI CON USO DI FV			CAVE DM 5 Maggio 2011 Le cave, le discariche esaurite, le aree di pertinenza di discariche o di siti contaminati (art. 240 D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152) non sono considerate aree agricole, anche se ricadenti in aree classificate agricole dal pertinente strumento urbanistico. Prevedere la rinaturalizzazione del sistema delle cave, discariche o siti contaminati, integrando, laddove possibile, la tecnologia fotovoltaica come opportunità di valorizzazione del paesaggio traendo i benefici economici dall'impianto per il sostentamento dei servizi al suo interno e per un futuro investimento di un progetto di recupero della cava stessa.	
SERRI FV			SERRA FOTOVOLTAICA DM 5 Luglio 2012 Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 m, nella quale i moduli fv costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili. - Prevedere la realizzazione di serre fotovoltaiche, o integrazione di moduli fotovoltaici su serre esistenti che presentano caratteristiche idonee all'installazione dei pannelli, che garantiscano allo stesso tempo la produzione agricola e la produzione di energia elettrica. - Utilizzare, laddove possibile, tecnologie innovative (fotovoltaico semitrasparente e trasparente) che permettano l'ingresso di maggiore quantità di luce. - La luminosità deve essere uniforme quanto più possibile.	
BARRIERE FONOASSORBENTI LUNGO ASSI VIARI PRINCIPALI E LUNGO LA FERROVIA			BARRIERE ACUSTICHE GSE_Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del Fv_Aprile 09 Barriere acustiche in cui parte dei pannelli fonoassorbenti siano sostituiti da moduli fotovoltaici. - Realizzazione di barriere fonoassorbenti con pannelli fotovoltaici nei tratti di ferrovia che attraversano il centro abitato, unendo quindi alla funzione di antirumore quella di produzione di energia pulita. - Realizzazione di barriere fotovoltaiche lungo la viabilità principale. - L'esposizione dei moduli fotovoltaici dovrà risultare congruente con la funzionalità tecnica di produrre energia e di isolare acusticamente. - Dovrà essere dato ai moduli il corretto orientamento ed evitare che siano montati nelle parti basse della barriera più soggette ad ombreggiamento, deterioramento o rottura.	

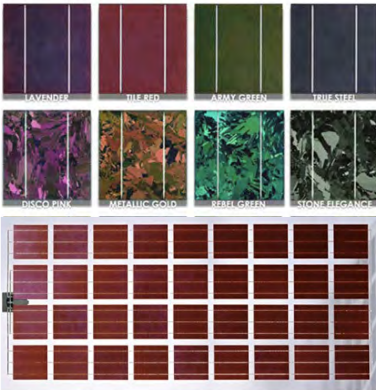
Alcune tecnologie fotovoltaiche presenti sul mercato



Materiale
Silicio Monocristallino

Tecnologia
Silicio fuso in lingotti cilindrici, a cui viene data forma esagonale e sezionato in Celle/ Wafer sottili

Descrizione
Ogni cella è realizzata a partire da un wafer la cui struttura cristallina è omogenea (monocristallo). Per produrre celle di silicio monocristallino è necessario del materiale semiconduttore altamente puro. Con del silicio fuso vengono formate delle barre monocristalline, tagliate poi a lastre sottili. Siccome la produzione è molto complessa, si tratta del tipo di celle solari più costoso, ma anche il più efficiente.



Materiale
Mono e Policristallino
Silicio Multicristallino

Tecnologia
Moduli a celle colorate

Descrizione
I moduli con celle colorate rispondono ad un'esigenza di maggiore integrazione architettonica su facciate, pensiline o coperture grazie alla mimesi cromatica resa possibile dalla colorazione del modulo. L'efficienza dei moduli realizzati con celle cristalline colorate, seppur più bassa rispetto a celle non colorate, può raggiungere valori compresi tra il 12 e il 14% nel caso di celle blu chiaro. Le celle colorate sono disponibili in silicio multiti-



Materiale
Silicio Policristallino

Tecnologia
Celle/Wafer di forma quadrata in silicio policristallino.

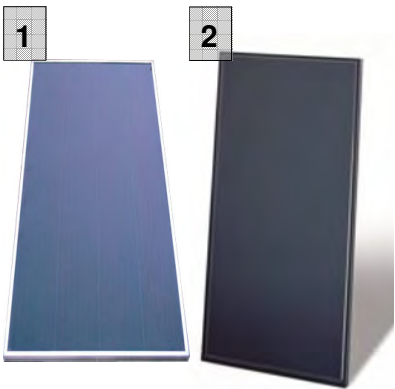
Descrizione
il wafer non è strutturalmente omogeneo ma organizzato in grani localmente ordinati (policristallo). La fabbricazione di celle policristalline è più semplice: il silicio liquido è colato in blocchi, che vengono poi tagliati in lastre. Durante la solidificazione del materiale, si formano strutture cristalline di varia grandezza, la cui superficie presenta dei difetti. A causa di queste caratteristiche il costo ma anche il rendimento sono inferiori.



Materiale
Silicio cristallino o amorfo

Tecnologia
Fotovoltaico
Semitrasparente

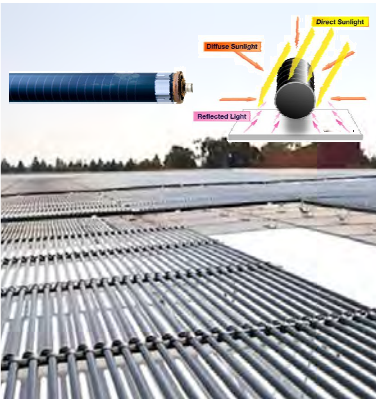
Descrizione
I moduli in silicio cristallino sono costituiti da vetro trasparente e caratterizzati da un numero variabile di celle di diverse dimensioni distribuite in modo da consentire una trasparenza variabile. Tale tecnologia è particolarmente indicata per installazioni dove è importante fornire il filtraggio della luce verso l'ambiente circostante (serre-finestre). I moduli fotovoltaici semitrasparenti utilizzano la tecnologia laser per silicio amorfo, personalizzando il grado di semitrasparenza in base alla pro-



Materiale
1. Silicio Amorfo
2. CIS o CIGS
3. CdTe

Tecnologia
Pannelli in film sottile

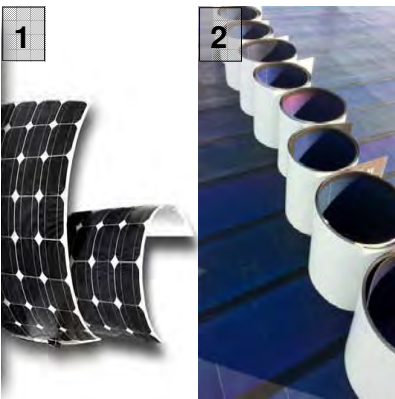
Descrizione
Il materiale base semiconduttore viene vaporizzato e depositato (micron) su lastre di vetro o lamine. I moduli in silicio amorfo dimostrano in genere un'efficienza meno costante delle altre tecnologie, ma ha costi più contenuti rispetto al silicio cristallino e si presta meglio alla radiazione solare diffusa, alle parziali ombreggiature e alle elevate temperature. Il CIS (Copper-Indium-Selenide) o CIGS (C-I-Gallium- S) e celle al CdTe (Telloruro di Cadmio) hanno buone prestazioni ma utilizzano



Materiale
CIGS a film sottile

Tecnologia
Tubi fotovoltaici cilindrici

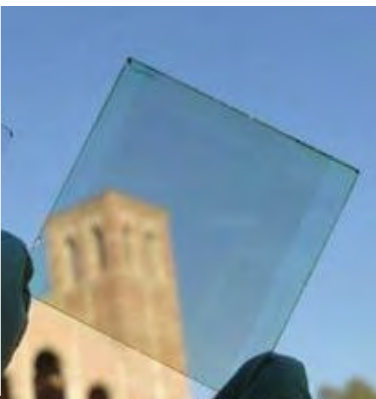
Descrizione
Si tratta di "pannelli solari" di forma tubolare ricoperti di celle fotovoltaiche a film sottile rivestite da uno strato vetroso. Tale design, oltre a non subire gli effetti del vento e dell'accumulo di sporcizia che affliggono i pannelli piani, cattura molta più luce: l'angolo di 360° lungo cui è distribuita la superficie fotosensibile, permette di raccogliere luce diretta, diffusa e riflessa da ogni direzione. I pannelli costruiti con questa tecnologia catturano più luce rispetto ai pannelli tradizionali (20% in



Materiale
1. Silicio cristallino
2. Silicio amorfo a tripla giunzione

Tecnologia
Film sottile flessibile

Descrizione
Le celle in silicio cristallino sono alloggiare in materiale plastico che consente al pannello di essere ripiegato con una freccia circa del 30%, disponendo dell'elevata efficienza del silicio cristallino, con caratteristiche di flessibilità, grazie alla minor superficie occupata a parità di potenza. Le celle solari a tripla giunzione consentono una maggiore produttività ai livelli di bassa insolazione e in condizioni di luce diffusa. Essendo flessibili, i moduli coprono anche superfici curve, associati a imper-

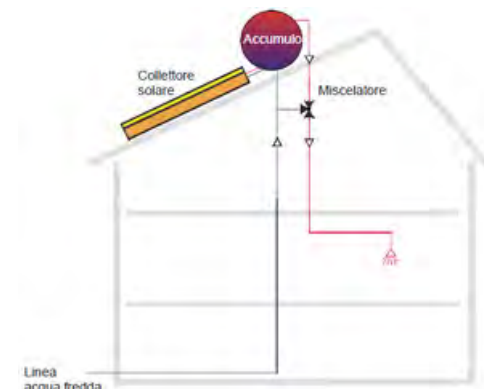


Materiale
Miscela di materiali polimerici e particelle di dimensioni nanometriche di opportuni ossidi

Tecnologia
Gel o Vernice

Descrizione
Sono sistemi fotovoltaici che si depositano sotto forma di sottilissime pellicole trasparenti su tutte le superfici lisce e piate grazie alla nuova tipologia di celle fv basata sulla tecnologia dei nanocristalli. La vernice fotovoltaica è multistrato e comprende due strati elettrodo e contro-elettrodo, ciascuno dei due è collegato all'inverter con un cavo di discesa. Il circuito elettrico è identico a quello dei pannelli tradizionali. La combinazione dei materiali ed il loro grado di purezza determinerà il rendi-

Alcune tecnologie presenti sul mercato



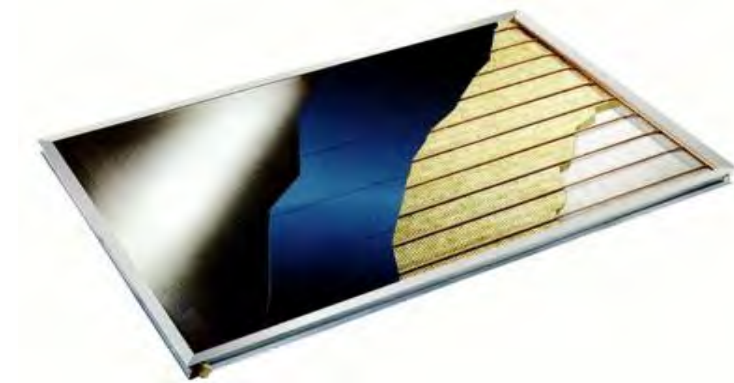
Collettore solare

Sistema che consente di catturare l'energia solare e convertirla in termica trasferendola al fluido termovettore che consente di riscaldare l'acqua, vi sono però differenti tipi di collettore solare:



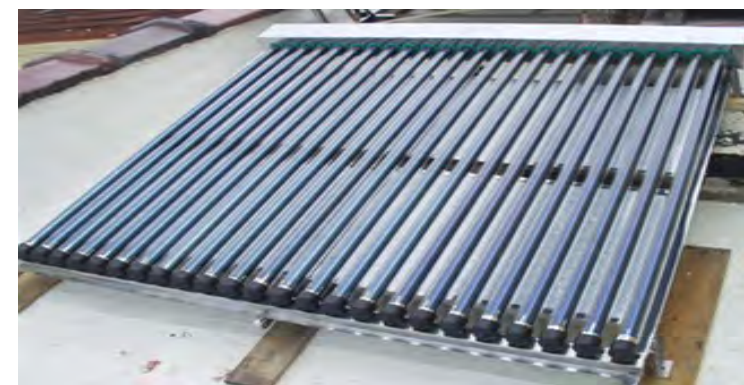
Pannelli non vetrati

Adatti per gli utilizzi nella stagione estiva: riscaldamento di piscine scoperte, acqua calda per le docce negli stabilimenti balneari, nei campeggi, negli alberghi stagionali. L'acqua passa direttamente all'interno dei tubi del pannello, dove viene riscaldata dai raggi solari ed è pronta per essere usata. Il limite è che funzionano con una temperatura ambiente di almeno 20 °C, e che la temperatura massima dell'acqua non supera i 40 °C, per questo motivo il loro impiego è ideale per le utenze stagionali.



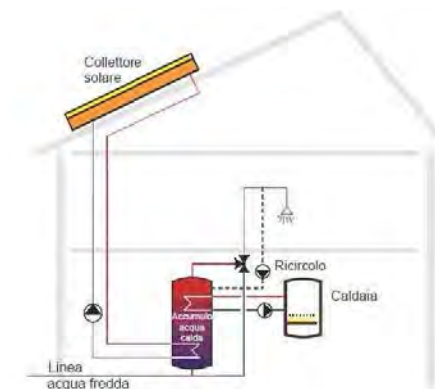
Collettore solare piano (pannello vetrato e tubi in rame)

Sono composti da assorbitori (lamiere ad alta capacità di trasmissione del calore con tubi integrati), da una copertura superiore in vetro e da uno strato di materiale coibentante sul fondo e sui lati. Il normale assorbitore di un collettore standard è di rame, di una lega rame-alluminio oppure di acciaio al nickel-cromo rivestito nella parte superiore da uno strato nero di finitura. Quando la radiazione solare colpisce l'assorbitore, per la maggior parte viene assorbita e in parte riflessa. La radiazione assorbita produce calore, il quale è ceduto dalla lamiera al tubo in rame. Nel tubo di rame scorre il fluido termovettore che a sua volta assorbe il calore. Questa re-irradiazione di calore è trattenuta dalla lastra di vetro di copertura, ma va a riscaldare il vetro stesso, producendo comunque alte dispersioni di calore. Per limitare il fenomeno della re-irradiazione del calore piuttosto che un normale assorbitore nero è utilizzato lo strato selettivo, il quale limita al 10/15% le dispersioni di calore rispetto all'assorbitore nero.



Collettore a tubi sottovuoto (tubi in vetro)

Il processo di assorbimento è essenzialmente uguale a quello del collettore piano. La differenza essenziale consiste nella composizione della coibentazione. Nei collettori a tubi l'assorbitore è inserito all'interno di un tubo di vetro sottovuoto per ridurre le dispersioni di calore. Il vuoto possiede ottime capacità di coibentazione permettendo di ridurre quasi completamente le dispersioni. Nonostante la temperatura degli assorbitori raggiunga e superi i 120 °C il tubo di vetro rimane freddo. È una tecnologia un po' più complessa, per questo i prezzi dei pannelli sono maggiori rispetto agli altri. C'è anche da dire però che il costo maggiore li rende utilizzabili anche in paesi dal clima particolarmente rigido, anche durante la stagione invernale. Ogni tubo contiene un altro tubo che è sottovuoto, senza aria. Ciò serve ad eliminare le perdite di calore conduttivo e convettivo per sfruttare al massimo l'energia solare, ecco perché sono molto performanti anche con poco sole. I tubi sottovuoto sono montati in parallelo uno all'altro ed innestati a baionetta al sistema di raccolta acqua. Ciò è un vantaggio perché se un tubo del sistema si rompe i pannelli continuano a funzionare, a differenza del sistema con collettori piani.



Impianto solare termico a circolazione forzata

Un circuito composto dal pannello, una serpentina posta all'interno del boiler ed i tubi di raccordo. Una pompa, detta circolatore, permette la cessione del calore raccolto dal fluido, alla serpentina posta all'interno del boiler. Il circuito è notevolmente più complesso, dovendo prevedere un vaso di espansione, un controllo di temperatura ed altri componenti, ed ha un consumo elettrico dovuto alla pompa e alla centralina di controllo, ma ha una efficienza termica ben più elevata, visto che il boiler è posto all'interno e quindi meno soggetto a dispersione termica durante la notte o alle condizioni climatiche avverse.

Riferimenti bibliografici

- Legambiente, 2009, *Comuni Rinnovabili. Sole, vento, acqua, terra, biomassa, la mappatura delle fonti rinnovabili nel territorio italiano.*
- Legambiente, 2012, *Comuni Rinnovabili. Sole, vento, acqua, terra, biomassa, la mappatura delle fonti rinnovabili nel territorio italiano.*
- ES Politecnico di Milano, Aprile 2012. *Solar Energy Report. Il sistema Industriale italiano nel business dell'energia solare.*

Guide

- GSE Gestore Servizi Elettrici, *Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico*
- GSE Gestore Servizi Elettrici, *Il Fotovoltaico - Risultati del Conto Energia al 31 dicembre 2008*
- GSE Gestore Servizi Elettrici, *Il solare - Dati Statistici al 31 dicembre 2008*
- GSE Gestore Servizi Elettrici, *Rapporto Statistico 2009 - Impianti a Fonti Rinnovabili*
- GSE Gestore Servizi Elettrici, *Rapporto Statistico 2010 - Impianti a Fonti Rinnovabili*
- GSE Gestore Servizi Elettrici, *Rapporto Statistico 2011 - Solare Fotovoltaico*

Progetti

- F. Butera, G. Silvestrini, 1990, *Il futuro del sole. Potenzialità delle fonti rinnovabili nella produzione di energia elettrica*, Franco Angeli, Milano
- L. Ceccherini, M. Sala, Nelli, 1993, *Tecnologie solari*, Alinea Editrice srl, Firenze
- T. Crescenzi, A. Maccari, D. Mazzei, *Note sulle possibilità di realizzazione di un impianto solare dimostrativo nell'area comunale di Specchia (LE)*, ENEA
- Commissione Europea, 2001, *La città del sole – guida al fotovoltaico nelle aree urbane*, ETA, Firenze
- Comune di Palermo, *Piano Energetico Ambientale*
- M. Gamberale, P. Frankl, P. Ferro, (a cura di), 1998, *Il fotovoltaico integrato negli edifici*, ISES Italia
- D. Gauzin-Muller, 2002, *Sustainable architecture and urbanism*, Birkhäuser – Publisher for Architecture, Basel
- A. Gioli, 1990, *Il sole e la città*, Alinea Editrice srl, Firenze
- T. Herzog (editor), 1998, *Solar Energy in Architecture and Urban Planning*, Prestel, Munich
- Paesaggio Urbano, 2002, *Bioclimatica: il progetto urbano sostenibile nella Svezia contemporanea*, Maggiori Editore, Milano
- G. W. Reinberg, 1998, *Architetture di George W. Reinberg*, Alinea, Firenze
- G. W. Reinberg, 1999, *Ecologia e architettura*, Alinea Editrice srl, Firenze
- M. Ruano, 1999, *Ecourbanismo entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*, Editorial Gustavo Gili SA, Barcellona
- K. Steemers (ed.), The Martin Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge Department of architecture, 2000, *PRECis: Assessing the Potential for renewable Energy in the cities*
- 2G, 2001, *Arquitectura y energia*, , Editorial Gustavo Gili SA, Barcellona
- NHBC Foundation, 2009, *Zero Carbon Compendium. Who's doing what in Housing Worldwide*
- Gruppo Industriale Tosoni, SAIE Energia 2009, *Architettura Energeticamente Efficiente*
- Sharp Electronics (Italia) Spa, *Energie Rinnovabili Fotovoltaico*
- Luca Siragusa, I.U.A.V. Facoltà di Architettura Dipartimento di costruzione dell'architettura Artec, *La Tecnologia Fotovoltaica*
- L. Zingarelli ENEA Area Sperimentale Monte Aquilone Manfredonia - FG, *Educarsi al Futuro- La Tecnologia Fotovoltaica*

Siti Web

www.eurobserv-er.org

www.progettonuovaenergia.com

www.inhabitat.com

www.gsel.it

www.barrierafotovoltaica.it

www.autobrennero.it

www.bear.nl

www.echomaterico.net

www.sit.puglia.it

atlasole.gse.it/atlasole

www.solaritaly.enea.it

www.europaconcorsi.com

www.azzeroco2.com/eternitfree

www.borsadelsole.it/main/Dachboerse.php

www.globalitaly.it/index.php/Chi-Siamo/PV-CYCLE

www.energystrategy.it

www.enea.it

www.enerpoint.it/solare/fotovoltaico/architettura.php



B3

Il progetto energetico:
biomasse

B 3.1 Stato attuale

B3.1.1 Risorse

Per biomassa si intende secondo la L. 387/2003 (art. 2), la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.

Una definizione più ampia di biomassa comprende tutto ciò che ha matrice organica; la biomassa utilizzabile a fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili, ovvero trasformati in combustibili solidi, liquidi o gassosi. Si prestano a questo scopo sia gli scarti della coltivazione agricola che le coltivazioni energetiche nate allo scopo di produrre materia prima per la produzione di energia. Si possono classificare diverse tipologie di biomassa in base ai seguenti criteri: il contenuto di sostanza organica, il processo di conversione utilizzato, il tempo di rinnovabilità. I processi utilizzati per la produzione di energia sono di differente tipo: metodi biochimici come la digestione anaerobica, la fermentazione alcolica, oppure metodi termochimici come la combustione diretta, la gassificazione, la pirolisi, la carbonizzazione, l'estrazione di oli vegetali. I primi ricavano energia per reazione chimica, i metodi termochimici, invece, si avvalgono del calore per la produzione di energia; la scelta del metodo da utilizzare dipende dal contenuto di carbonio e azoto e dalla percentuale di umidità presente nella materia da trattare. I residui legnosi, ed agroforestali ad esempio, sono di solito caratterizzati da un alto contenuto di carbonio e da poca umidità: per questi si utilizza spesso la combustione diretta. Per le piante ed i residui oleaginosi, invece, così come per le deiezioni animali e la parte organica dei rifiuti solidi urbani i contenuti di carbonio sono inferiori, l'umidità assume valori elevati ed il metodo più utilizzato è quello della digestione anaerobica. Si tratta di un trattamento biochimico che produce biogas in gran parte costituito da metano. Il biogas può essere immagazzinato oppure può essere utilizzato direttamente per alimentare caldaie e veicoli a gas e per produrre calore o energia elettrica. Un altro tipo di trattamento per la biomassa è la fermentazione alcolica che utilizza scarti agricoli ricchi di glucidi e produce etanolo utilizzabile come carburante. Dalle piante oleaginose, invece, è possibile estrarre oli e produrre biodiesel utilizzabili come combustibili.

La combustione diretta, infine rappresenta forse il trattamento più antico della biomassa. Utilizzare sostanze legnose per la produzione di calore a servizio della singola abitazione è un procedimento ancora molto usato in alcuni contesti rurali. La combustione viene utilizzata anche in centrali medio grandi per alimentare spesso comunità di piccole dimensioni.

Sempre più diffusi sono in Europa gli impianti di cogenerazione per la produzione combinata di calore ed elettricità che sfruttano la biomassa proveniente dalla lavorazione agricola e agroforestale o gli scarti dell'attività agro-industriale.



BIOMASSA

B3.1.2 Potenziali

Una riflessione sulle tipologie di biomassa utilizzabile a fini energetici presenti nel territorio pugliese è necessaria per comprendere quali siano i potenziali e le azioni più convenienti che il piano paesaggistico dovrà proporre.

Le risorse più consistenti sono contenute negli scarti agricoli (olivicoltura, alberi da frutta, seminativo) e nei residui delle attività agroalimentari (sansa e vinacce).

Delle biomasse fa parte anche la componente organica dei residui solidi urbani; con una buona gestione dei rifiuti sarebbe possibile produrre calore da centrali di teleriscaldamento. Si tratta comunque di un quantitativo energetico esiguo, rispetto al potenziale contenuto nel territorio agricolo che possiamo considerare da questo punto di vista un vero e proprio serbatoio. La mappa della copertura vegetazionale rappresenta in modo chiaro la mappa dei potenziali energetici da biomassa del territorio regionale. Le aree coltivate a frutteto e le grandi piantate olivetate sono considerate ad alto potenziale; un potenziale medio è invece offerto dalle aree marginali se si considera la possibilità di coltivare a biomasse le grandi estensioni abbandonate.

La disponibilità annua lorda di residui da colture erbacee ed arboree della Regione Puglia, secondo uno studio dell'Università di Bari è di circa 960000 tonnellate. Secondo una stima contenuta nello stesso documento l'energia elettrica producibile nell'ipotesi di valorizzazione energetica in centrale di tutti i residui agricoli disponibili sarebbe di 1.131.005 MWh/anno. La distribuzione comunale dei residui agricoli è caratterizzata da una maggiore concentrazione negli ambiti del Tavoliere, della Puglia Centrale e nelle aree a confine tra le Province di Lecce, Brindisi, Taranto. Più esigua risulta invece la disponibilità di biomasse forestali ed il loro relativo contenuto energetico, provenienti soprattutto dal contesto del Gargano ed in parte del Subappennino e del territorio a nord dell'arco Ionico delle gravine.

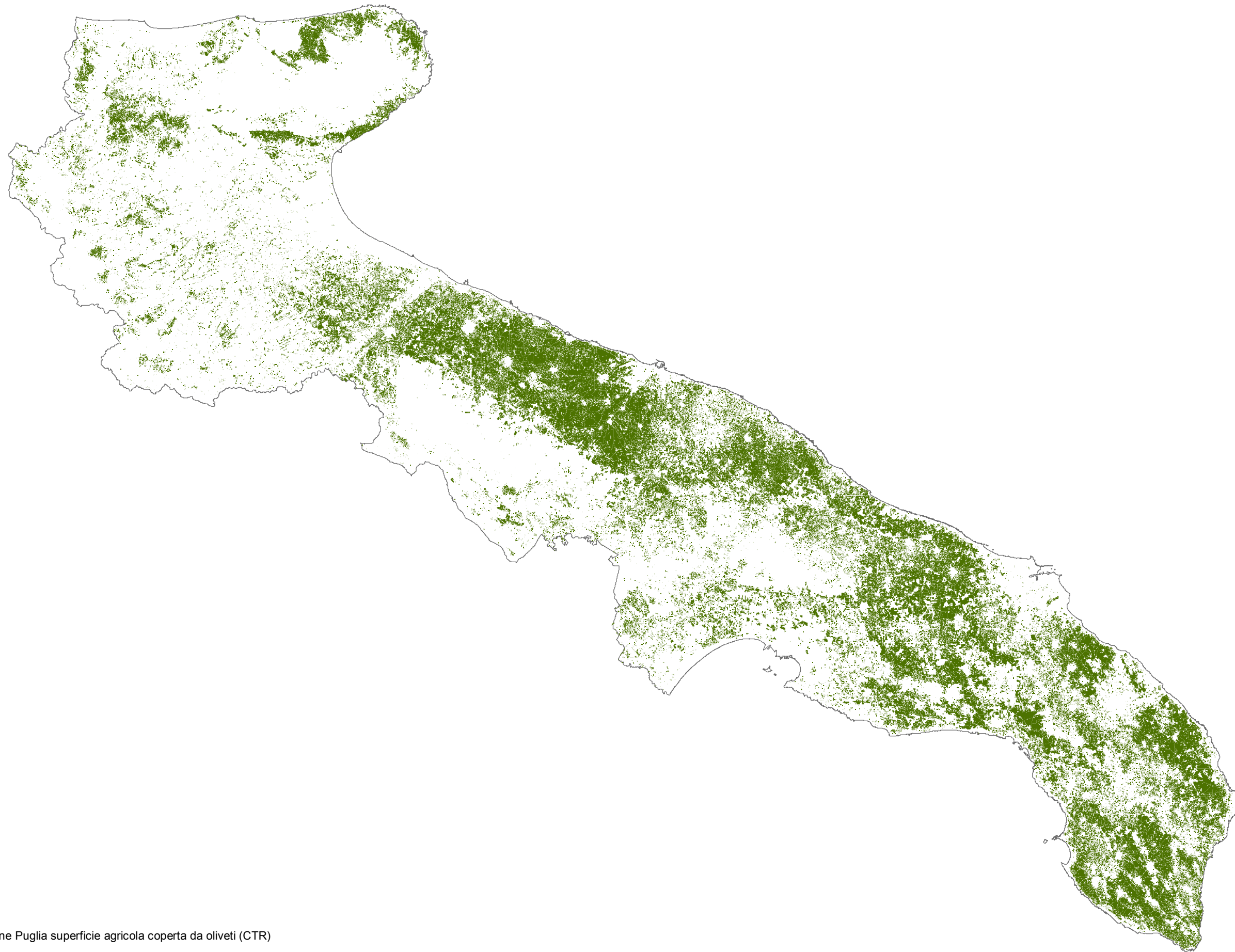
Nonostante l'enorme potenziale attualmente la risorsa biomassa è ancora poco sfruttata in Puglia. La potenza attualmente installata (2012) è di 220 MW comprendente la biomassa e i rifiuti.



Residui di potatura

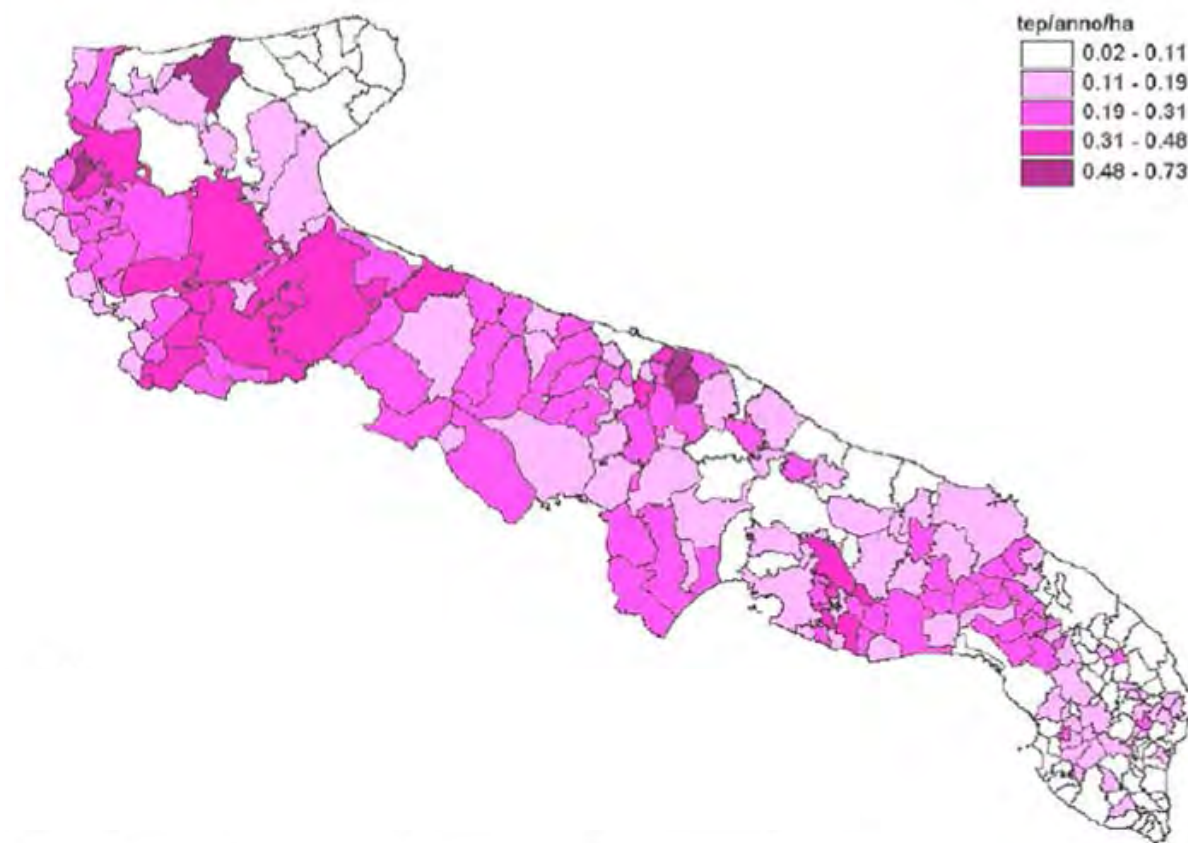


Macchina rotoimballatrice

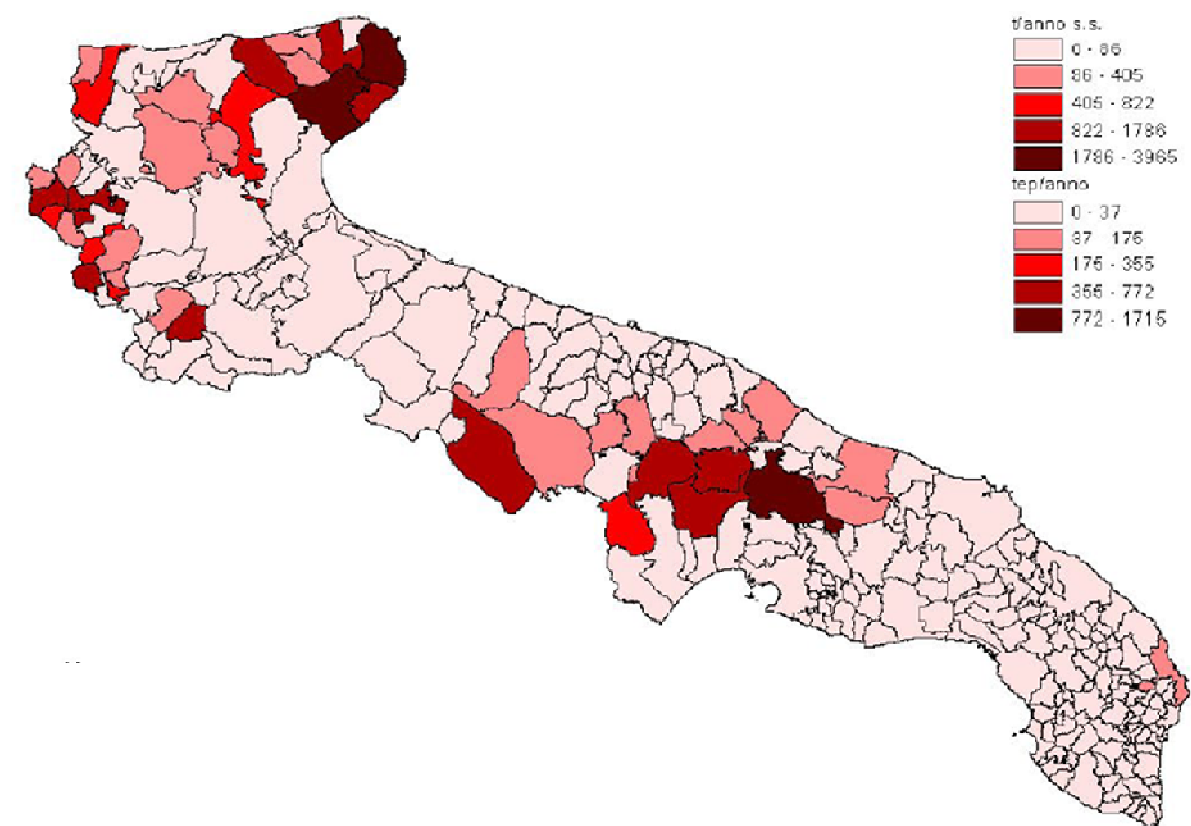


Regione Puglia superficie agricola coperta da oliveti (CTR)

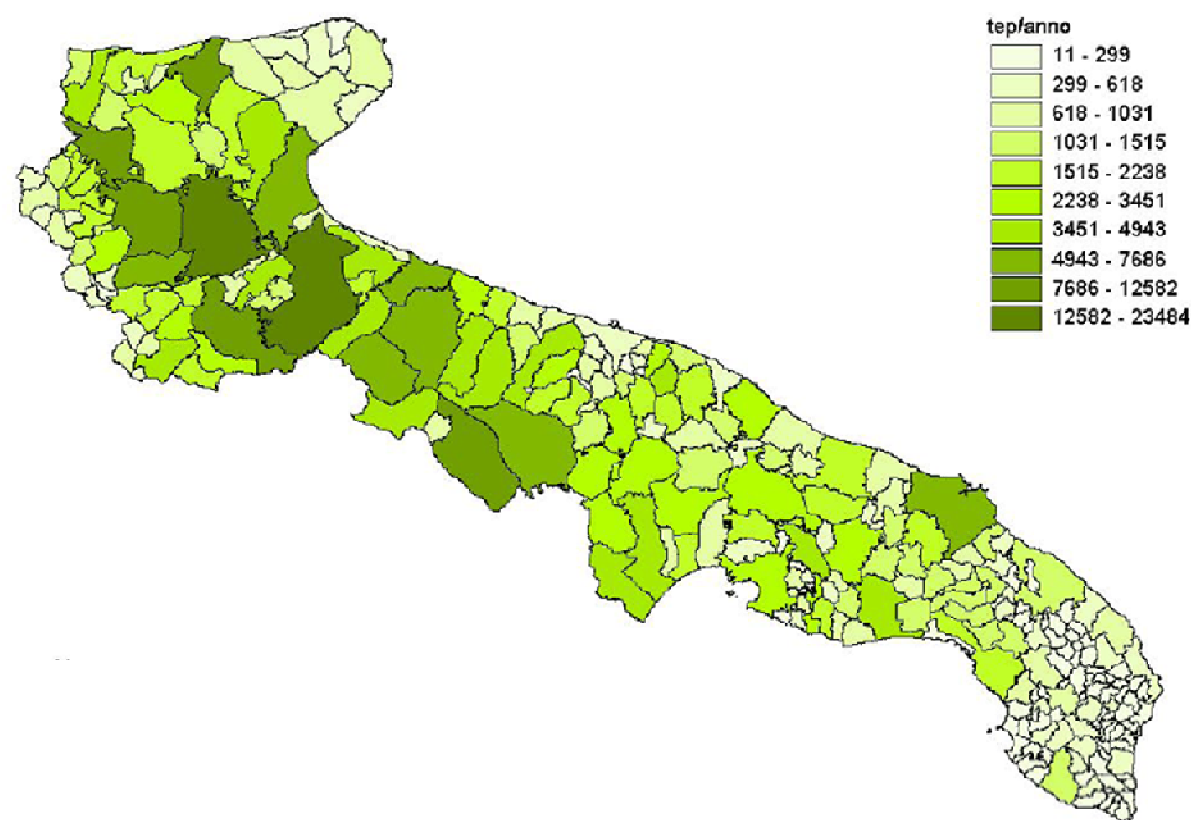
BIOMASSA



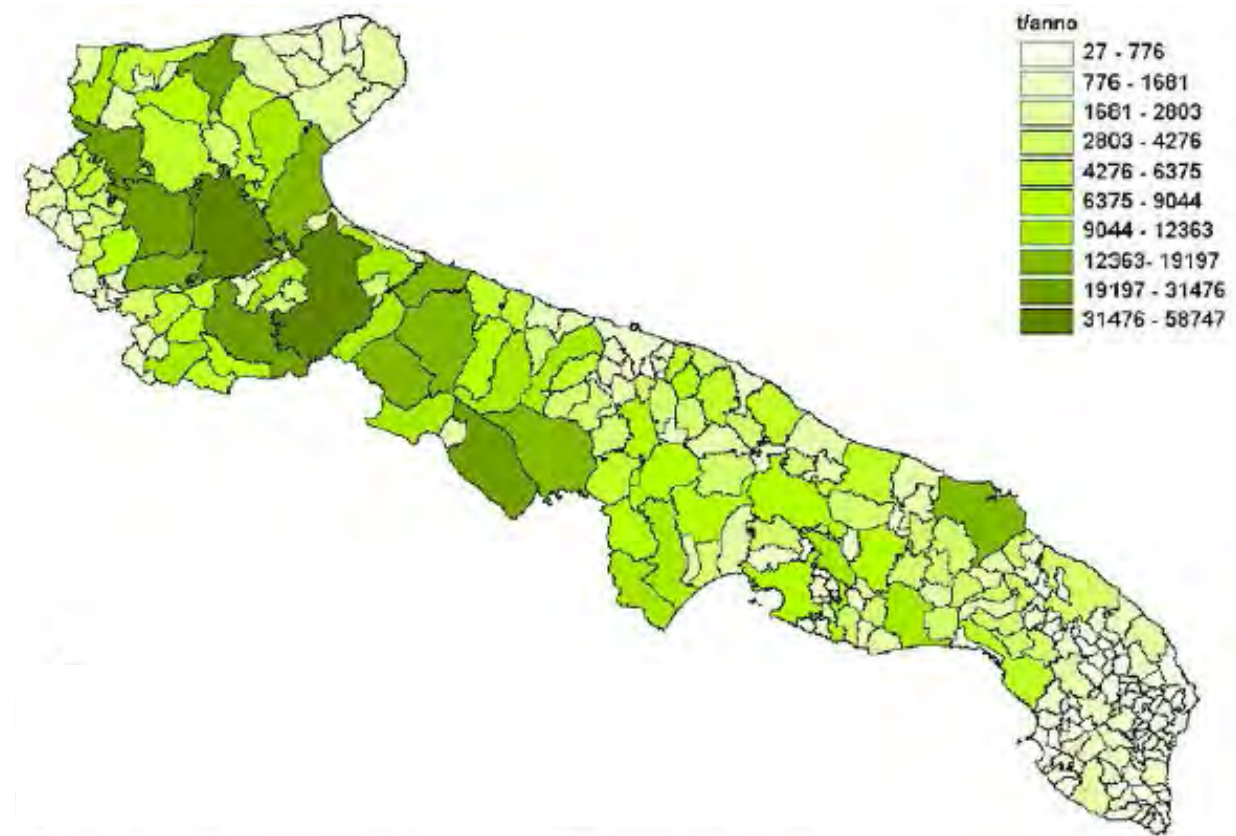
Distribuzione comunale del contenuto energetico specifico dei residui agricoli (tep/anno/ha)



Distribuzione comunale delle biomasse forestali (t/anno s.s.) e del relativo contenuto energetico specifico dei residui agricoli (tep/anno). Situazione attuale



Distribuzione comunale del contenuto energetico dei residui agricoli (tep/anno)



Distribuzione comunale dei residui agricoli (t/anno s.s.)



Centrali di produzione energia da biomassa e rifiuti: potenza installata in Puglia 220 MW

(fonte. Comuni Rinnovabili 2012)

B3.1.3 Criticità

Le criticità rispetto allo sfruttamento delle biomasse per la produzione di energia e calore sono determinate in principal modo da:

-consumo di suolo in territorio agricolo per la costruzione di nuove centrali. Queste occupano a volte superfici rilevanti. Circa 30000 mq a causa della necessità di stoccaggio materiali

-Attivazione di cicli poco virtuosi che non valorizzano la risorsa locale ma utilizzano biomasse provenienti da altri contesti geografici.

-Forti trasformazioni dei caratteri del paesaggio agrario in caso di di sostituzione delle colture originarie a favore di coltivazioni energetiche.

PROVINCE	ENERGIA ELETTRICA (MWh/anno)			POTENZA (MWe)		
	Erbacei	Arborei	Totale	Erbacei	Arborei	Totale
Foggia	373.767	134.774	508.541	50	18	68
Bari	100.147	213.649	313.796	13	28	42
Taranto	36.346	99.205	135.550	5	13	18
Brindisi	11.364	69.529	80.893	2	9	11
Lecce	23.710	68.514	92.225	3	9	12
Totale	545.333	585.672	1.131.005	73	78	151

Energia elettrica producibile e potenza installabile nell'ipotesi di valorizzazione energetica in centrale elettrica di tutti i residui agricoli disponibili nel territorio regionale

BIOMASSA

B3.2 Il progetto

B3.2.1 Indirizzi

Il progetto che prevede l'utilizzo di biomasse per la produzione di energia si muove su due scale differenti.

Da un lato la scala territoriale dei grandi impianti, dall'altro la scala di dettaglio che guarda alla biomassa come ad una risorsa diffusa utilizzabile da ogni singola abitazione per il riscaldamento ad esempio, come tradizionalmente si è spesso fatto in aree rurali.

I progetti dei nuovi impianti dovranno da un lato puntare alla **valorizzazione energetica delle principali filiere agro alimentari** del territorio regionale, dall'altro far convergere nelle scelte localizzative e nelle tecniche adottate paesaggio, tecnologia, economia e dinamiche sociali.

Il PPTR prevede la **localizzazione di impianti** di produzione di calore ed elettricità alimentati dagli scarti della lavorazione agricola **in prossimità di alcune grandi piattaforme industriali**. Per agevolare la gestione delle fasi di trasporto, raccolta e stoccaggio della materia prima, il bacino di utenza coperto da ogni centrale dovrebbe avere un'estensione limitata (circa 20 km). Si delinea un **sistema di filiera corta** che utilizza le risorse naturali come la biomassa e stabilisce delle relazioni sia con il territorio agricolo attraverso il riuso del cippato che con il tessuto produttivo locale, reimpiegando materiali di scarto provenienti ed esempio da frantoi, sansifici, aziende produttrici di legnami o altre aziende agroalimentari già insediate in aree industriali, stabilendo pertanto una forte relazione con il territorio.

La **localizzazione delle centrali in aree industriali** pianificate offre diversi vantaggi:

-riduce il fenomeno di detrazione del paesaggio agricolo e di sovrainfrastrutturazione dello stesso. Utilizzando la viabilità già esistente e adeguata al trasporto pesante si evita di appesantire il sistema viario minore che caratterizza il territorio agricolo.

-le aree produttive sono sempre collocate in prossimità della rete ad alta tensione che permette la cessione immediata dell'energia in surplus prodotta dalla centrale e non utilizzata dalle attività presenti nella stessa zona produttiva.

Ad una grana fine, invece, il progetto prevede la possibilità che si utilizzi biomassa per alimentare le unità abitative disperse nel territorio agricolo. **Piccoli impianti di cogenerazione dai 5 ai 100 kW** possono produrre calore ed energia elettrica ad esempio per **aziende agricole, aziende agrituristiche** o più semplicemente per tutte quelle abitazioni che appartengono al tessuto insediativo disperso.

Si individuano quindi tre principali linee d'azione per lo sfruttamento della biomassa: piccoli impianti

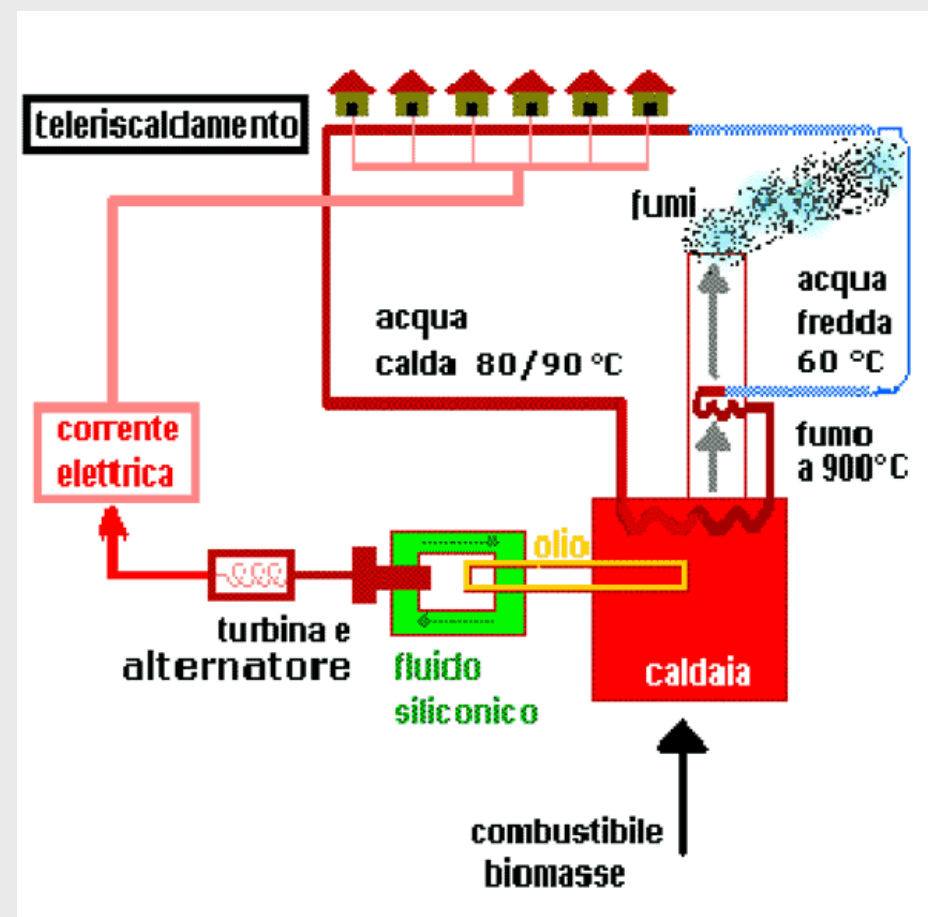


Monopoli zona industriale. Ital Green Energy srl

300 milioni di KW/h annui di energia verde attraverso due impianti che utilizzano esclusivamente biomasse da fonti rinnovabili.

FIPER

Una delle buone pratiche da segnalare è l'esperienza della Federazione Italiana di Produttori da Fonte Rinnovabile (FIPER) che riunisce i produttori di energia termica ed elettrica derivante dalla trasformazione delle biomasse legnose ed i produttori di biogas derivante dalla biomassa di origine animale e vegetale. I soci della Fiper sono piccole e medie aziende energetiche, agricole, private e municipalizzate che producono e distribuiscono il calore e l'acqua igienico sanitaria attraverso reti di teleriscaldamento o producono energia elettrica dal biogas di origine agricola. La Fiper riunisce circa 80 impianti di teleriscaldamento distribuiti per lo più in comuni alpini per una potenza termica complessiva di 250 MW. Gli impianti sono alimentati da biomassa di origine locale e sono dimensionati in base alla disponibilità di risorse locali per evitare l'importazione di combustibile da altri contesti geografici. Fiper promuove la filiera legno-energia in ambito nazionale ed internazionale, consapevole del ruolo economico ed ambientale che questo approccio ricopre nei territori montani e agricoli.



Schema di funzionamento di una centrale di teleriscaldamento

Fiper in Numeri

Dati tecnici - Impianti di Teleriscaldamento

Numero caldaie a biomassa: **82**
Potenza caldaie biomassa: **250 MW**
Sviluppo della rete: **735 km**
Potenza allacciata: **555 MW**
Utenti allacciati: **108.000**
Stima popolazione beneficiaria: **432.000**
Consumo cippato: **1.032.000 mcstero**
Produzione energia termica: **585.000.000 kWh/anno**
Produzione energia elettrica: **48.750.000 kWh/anno**

Dati efficienza

CO2 Evitata: **165.000.000 kg**
Certificati Bianchi ottenuti: **4.373**
Certificati Verdi ottenuti: **24.367**

Dati Economici

Fatturato energia termica: **45 Milioni Euro**
Dipendenti: **200**
Dipendenti indotto: **250**
Costo medio biomassa: **14,7 mcstero**

BIOMASSA



Centrale di Teleriscaldamento di Tirano

A Tirano in Valtellina è stata costruita la prima centrale italiana di teleriscaldamento e cogenerazione per la produzione di calore ed energia elettrica. La biomassa utilizzata è costituita prevalentemente da truciolo in legno proveniente dagli scarti delle segherie, che riforniscono l'impianto settimanalmente. Da questo parte una rete di tubazioni di diametro decrescente a seconda del carico termico che distribuisce calore al territorio comunale. Possiamo considerare l'esperienza di Tirano come un'esperienza pilota che si è diffusa soprattutto nelle regioni del Nord Italia per la maggiore disponibilità di materia prima, a servizio di piccole comunità.



Centrale di teleriscaldamento di Sesto (BZ), 2004

Progetto di Sigfried Delueg.

La centrale a biomassa nasce da un'alleanza tra il comune di Sesto (30%) e la SEL spa (70%), società pubblica che fornisce alla Provincia di Bolzano energia elettrica, gas e calore. L'impianto serve l'85% delle famiglie del Comune di Sesto e circa 400 utenze. Una rete sotterranea di condutture in acciaio all'interno delle quali circola acqua a 99 C, ad alto isolamento lunga circa 36 km tra mandata e ritorno, posata con pretensionamento termico e monitorata da un sistema elettronico che rileva eventuali perdite, attraversa l'intero paese superando 150 m di dislivello.

La centrale è composta da due caldaie: una con potenza di 9 MW brucia ogni anno circa 35000 mc di biomassa derivante dal legno sminuzzato, l'altra di 8 MW brucia gasolio ed entra in funzione solo in caso di guasti o di picchi della domanda.

La centrale ben integrata nel delicato contesto ambientale è stata l'oggetto di un concorso di progettazione vinto dall'architetto Sigfried Delueg. L'alta qualità architettonica fa di questa centrale un esempio significativo di convergenza tra tecnologia, economia e dinamiche sociali.



BIOMASSA



Centrale di cogenerazione di Bressanone (BZ)

Modus architects Scagnol Attia

Anno di costruzione: 2005-2006

Dati tecnici:

Caldaia

Capacità: 700 kW

Anno di costruzione: 2005

Rete di teleriscaldamento

Lunghezza rete: 600 lfm

Capacità totale di allacciamento: 960 kW

Capacità totale contrattuale: 960 kW

Energia termica

Energia prodotta nell'anno di riferimento: 420.000 kWh

Energia venduta nell'anno di riferimento: 351.000 kWh



Best practices

Riferimenti bibliografici

Legambiente, 2009, *Comuni Rinnovabili. Sole, vento, acqua, terra, biomassa, la mappatura delle fonti rinnovabili nel territorio italiano*

ISES, *Energia delle Biomasse*, ISES Italia

M. Lombardi, L. Rubini, F.P. Vivoli, (a cura di), 1998, *Energia dalle biomasse*, ISES Italia, De Pratti B. Nielsen,

Università di Bari Dipartimento PROGESA, A. Pelleraro, A. Pantaleo, P. Tenerelli, M.T. Caraone, (a cura di), *Studio per la valorizzazione energetica di biomasse agro forestali nella Regione Puglia*, aprile 2007



BIOMASSA



B4 APPEA

B4 APPEA

B4.1 Garantire il risparmio energetico e massimizzare l'utilizzo di fonti rinnovabili nelle APPEA

(rif . 4.4.2 Linee Guida APPEA)

I consumi di energia elettrica per attività produttive in Puglia risulta di 9288 GWh (dati Terna 2012).

Se a questi si aggiungono i consumi di gasolio o gas metano per il riscaldamento degli edifici in aree produttive queste risultano delle piattaforme energivore, la cui gestione va pianificata e controllata anche sotto il profilo energetico in ambito APPEA.

È necessario attivare una politica orientata da un lato verso la riduzione dei consumi dall'altro verso la produzione di energia.

L'ente Gestore dovrà provvedere a redigere uno studio del bilancio energetico per ciascuna area APPEA sulla base del quale sviluppare un piano energetico volto al miglioramento dell'efficienza energetica e ad una riduzione drastica dei consumi.

La produzione di energia è tema ambivalente all'interno delle APPEA perché in parte rientra in questo primo obiettivo in parte sviluppa un altro obiettivo del PPTR, quello di considerare le aree produttive come grandi aree dove si concentra la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Sia nell'ottica dell'autoconsumo che della vera e propria produzione a fini imprenditoriali, il PPTR propone di concentrare la produzione di energia da fonti rinnovabili in aree produttive pianificate.

Occorre in questa direzione ripensare alle aree produttive come a delle vere e proprie centrali di produzione energetica dove sia possibile progettare l'integrazione delle diverse tecnologie in cicli di simbiosi produttiva a vantaggio delle stesse aziende che usufruiscono della energia e del calore

La produzione di energia in aree produttive pianificate offre diversi vantaggi. Tra questi:

- grandi superfici coperte per l'installazione di moduli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.;
- la bassa densità e rugosità del tessuto edilizio consentono di riconoscere un buon potenziale energetico solare;
- centrali di trasformazione dell'energia e rete di distribuzione già disponibile in loco;
- infrastrutture viarie adeguate al trasporto di grandi impianti (ad esempio aerogeneratori di grande taglia);
- infrastrutture viarie adeguate al trasporto di materia prima per impianti a biomassa;
- le centrali eoliche e a biomassa non hanno grossi impatti dal punto di vista paesaggistico se inseriti in un contesto produttivo;
- le aree produttive sono anche l'ambiente giusto per sviluppare progetti sperimentali di innovazione tecnologica (solare termodinamico ecc.);
- la produzione di energia può orientarsi verso forme diverse di autoconsumo;



Centrale eolica in area produttiva simulazione da Regione Toscana, 2004, *Linee guida per la valutazione degli impatto ambientale degli impianti eolici.*



AZIONI SPECIFICHE (rif . 4.4.2 Linee Guida APPEA)

B.5.1.1 Misure di contenimento energetico per i nuovi edifici

Applicare alla progettazione di nuovi edifici le regole e gli indirizzi dell'architettura bioclimatica (controllo delle caratteristiche termoigrometriche dell'edificio, controllo dell'illuminazione degli ambienti, ecc)

Uso del solare termico per il riscaldamento, il raffrescamento degli edifici, e per l'acqua calda sanitaria.

B.5.1.2 Misure di contenimento energetico per edifici esistenti

Per l'edilizia esistente si dovranno prevedere degli interventi di manutenzione straordinaria che prevedano il miglioramento delle condizioni termo igrometriche degli edifici attraverso:

Isolamento termico delle murature perimetrali (murature a cappotto)

Isolamento termico del lastrico solare

Interventi di bonifica delle coperture in amianto con solai predisposti all'installazione di impianti solari per il riscaldamento e fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

Uso del solare termico per il riscaldamento, il raffrescamento degli edifici, e per l'acqua calda sanitaria.

B.5.1.3 Pianificazione energetica alla scala urbana

Nei piani per insediamenti produttivi di nuova formazione si dovrà tener conto del corretto orientamento dei corpi di fabbrica ai fini di una ottimizzazione dell'insolazione degli ambienti e ai fini di una buona predisposizione all'installazione di sistemi solari attivi.

E' buona regola ad esempio posizionare gli edifici con l'asse longitudinale principale lungo la direttrice est-ovest e stabilire le interdistanze tra edifici contigui tali da garantire un grado di ombreggiamento minimo nelle peggiori condizioni stagionali.

Si dovranno considerare i parametri di densità, distanza, rapporto superficie/volume, rugosità (data dalla diversa altezza degli edifici), per evitare condizioni svantaggiose per la resa energetica di impianti solari attivi installati non solo non solo sulle coperture ma anche sulle facciate degli edifici.

(linee guida energia).

-Favorire l'integrazione delle fonti di energia rinnovabile: solare, fotovoltaico, biomassa attraverso piani energetici sviluppati per l'intera area produttiva.

B.5.1.4 Produzione di energia: fotovoltaico

Installazione di moduli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica su: coperture degli edifici, facciate, pensiline di copertura di parcheggi, zone di sosta o aree pedonali, per la pubblica illuminazione, per la cartellonistica pubblicitaria, lungo le principali arterie di accesso e distribuzione alle APPEA ed in corrispon-

denza di svincoli anche come barriere antirumore.

E' sconsigliato l'uso di fotovoltaico su suolo, vanno piuttosto sviluppate le sinergie che associano ad un impianto fotovoltaico altri usi: l'impianto non fine a se stesso ma su coperture, facciate, pensiline, come illuminazione pubblica, barriera antirumore diviene parte del lessico urbano.

B.5.1.5 Produzione di energia: eolico

-Installazione di impianti eolici di varie dimensioni.

Si prevede la localizzazione di mini eolico sulle coperture degli edifici o negli spazi liberi di pertinenza dei lotti.

Gli impianti di media e grande taglia vanno localizzati: lungo i viali di accesso e di distribuzione dei lotti industriali, nelle aree di pertinenza dei singoli lotti, nelle aree previste a standard. Gli impianti eolici potranno essere localizzati anche nelle aree agricole di mitigazione delle zone industriali pur conservando l'utilizzazione agricola dei suoli.

B.5.1.6 Produzione di energia: biomassa

Localizzazione di impianti a biomassa

Gli impianti potranno essere alimentati da scarti della lavorazione agricola proveniente da un bacino di approvvigionamento non superiore ai 70 km e da scarti della lavorazione agroindustriale.

Gli impianti a biomassa possono produrre in cogenerazione calore e energia elettrica a servizio dell'APPEA o del comune di appartenenza, attraverso una rete di distribuzione alle utenze del calore

B.5.1.7 Sinergie

Sviluppare le sinergie tra produttori di diverse aziende (es recupero calore, fonti di vapore, combustione di scarti legnosi di lavorazione, recupero scarti industrie agroalimentari Es. sansa)

La gestione energetica delle aree produttive può essere assicurata direttamente dal soggetto gestore

