

21_14_PV_ALF_ES_RE_05_00	AGOSTO 2022	RELAZIONE ANALISI COSTI - BENEFICI	Dott. Maria Elisa Marinosci	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n. 881 nel Comune di Roma.

COMMITTENTE:

CAVA ALFA S.r.l.
Via della Stazione di S. Pietro, 65
00165 Roma (RM)

TITOLO:

E. ELABORATI SPECIALISTICI
Relazione Analisi Costi - Benefici

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
studio@projetto.eu
web site: www.projetto.eu



P.IVA: 02658050733



NOME FILE
21_14_PV_ALF_ES_RE_05_00

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

SCALA:
/

ELAB.
RE.05

INDICE

1	PREMESSA	3
2	FATTORE AMBIENTALE ATMOSFERA: ARIA E CLIMA	6
2.1	QUALITA' DELL'ARIA.....	6
2.2	CARATTERIZZAZIONE METEO – CLIMATICA.....	12
2.3	CARATTERIZZAZIONE DELLA VULNERABILITA' AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	14
2.4	IDENTIFICAZIONE DEGLI HAZARD CLIMATICI E CONDIZIONE CLIMATICA ATTUALI	16
2.5	ANALISI DEGLI SCENARI.....	19
2.6	IDENTIFICAZIONE ELEMENTI VULNERABILI RICAVATI DALLA CARATTERIZZAZIONE DI TUTTI I FATTORI AMBIENTALI ...	21
2.8	EMISSIONI IN ATMOSFERA E IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	22
2.9	EMISSIONI IN FASE DI CANTIERE.....	23
2.9.1	CANTIERE FISSO	25
2.9.2	CANTIERE OPERATIVO.....	25
2.9.3	EMISSIONE DI POLVERE LEGATO AL TRANSITO DEI MEZZI SU VIABILITÀ NON ASFALTATA	28
2.10	EMISSIONI IN FASE DI ESERCIZIO	32
2.11	EMISSIONI IN FASE DI DISMISSIONE	33
2.12	CALCOLO EMISSIONI MATERIALI	33
3	FATTORE AMBIENTALE: SUOLO, USO SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	35
3.1	TRASFORMAZIONE DELLA VEGETAZIONE E ALTERAZIONE DEI SUOLI PER INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	38
3.1.1	OPERAZIONI DI SCAVO E SBANCAMENTO: CALCOLO DELLA CO2.....	38
4	MIX ENERGETICO ED EMISSIONI DI GAS SERRA	39
4.1	CO2EQ PER MIX ENERGETICO ITALIANO	40
5	POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI: L'IMPIANTO CAVA ALFA E BETA	42

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

5.1	ENERGY PAY – BACK TIME	42
6	SERVIZI ECOSISTEMICI	44
6.1	INTRODUZIONE	44
6.2	LA VALUTAZIONE BIOFISICA ED ECONOMICA DEI SERVIZI ECOSISTEMICI	47
7	LA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI NELL'AREA DI PROGETTO	58
7.1	CALCOLO VARIAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI ANTE/POST OPERAM.....	58
7.2	BILANCIO TRA BENEFICI E COSTI AMBIENTALI.....	62
8	CONCLUSIONI.....	64



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 0H597

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

1 PREMESSA

La società **CAVA ALFA srl** con indirizzo sede legale in Via della Stazione, 45 – 000165 – Roma (Italy), è iscritta alla Camera di Industria Artigianato e Agricoltura di Roma dal 14/05/2021 con P.I. 16182191003 e al numero R.E.A. RM - 1639878 con capitale sociale di 10.000,00 €.

La **CAVA ALFA S.R.L.** con sede legale in Via della Stazione, 45 – 000165 – Roma (Italy), intende realizzare l'impianto fotovoltaico costituito dai due rami di impianto denominati "Cava Alfa" e "Cava Beta" ubicati nel Comune di Roma (RM).

La società ha per oggetto lo sviluppo di attività di realizzazione, agevolazione, coinvolgimento e incentivazione all'investimento che potranno contribuire a uno o più dei seguenti fini:

- La riduzione delle emissioni di gas effetto serra;
- Il progresso dell'efficienza nell'uso delle risorse naturali;
- La protezione e il miglioramento dell'ambiente naturale;
- La protezione e il rafforzamento delle biodiversità;
- La promozione della sostenibilità ambientale.

L'amministratore unico, rappresentante d'impresa, della **CAVA ALFA srl** è MOSCHETTI MARCO nato il 23/07/1981 a Roma (RM), CF MSCMRC81L23H501M e domiciliato in VIA PROCENO 25 CAP 00191 Roma (RM).

L'area dell'impianto ricade nel territorio amministrativo del Comune di Roma (RM), sito a circa 14,5 km est dal centro abitato del comune di Fiumicino.

L'area ha una estensione complessiva di circa 31,49 ettari di cui 15,76 ettari appartengono alla "Cava Alfa" e 15,73 alla "Cava Beta".

UTM WGS84 33N		
VERTICI	East [m]	North [m]
1A	283053.90331	4634705.59765
1B	283285.19951	4635036.92418
1C	283249.51449	4634764.88073
1D	283368.63299	4634671.67751

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

1E	283525.03160	4634669.19309
1F	283520.81407	4634779.69964
1G	283661.88533	4634766.98356
1H	283619.54784	4634603.70442
1I	283639.72919	4634503.34873
1L	283413.22655	4634391.38767
1M	283282.11353	4634482.63014
1N	283077.76242	4634531.11918

Tabella 1 | Tabella riepilogativa delle estensioni delle aree di impianto di "Cava Alfa"

Dettaglio su ramo di impianto denominato "Cava Alfa" - Scala 1:5.000

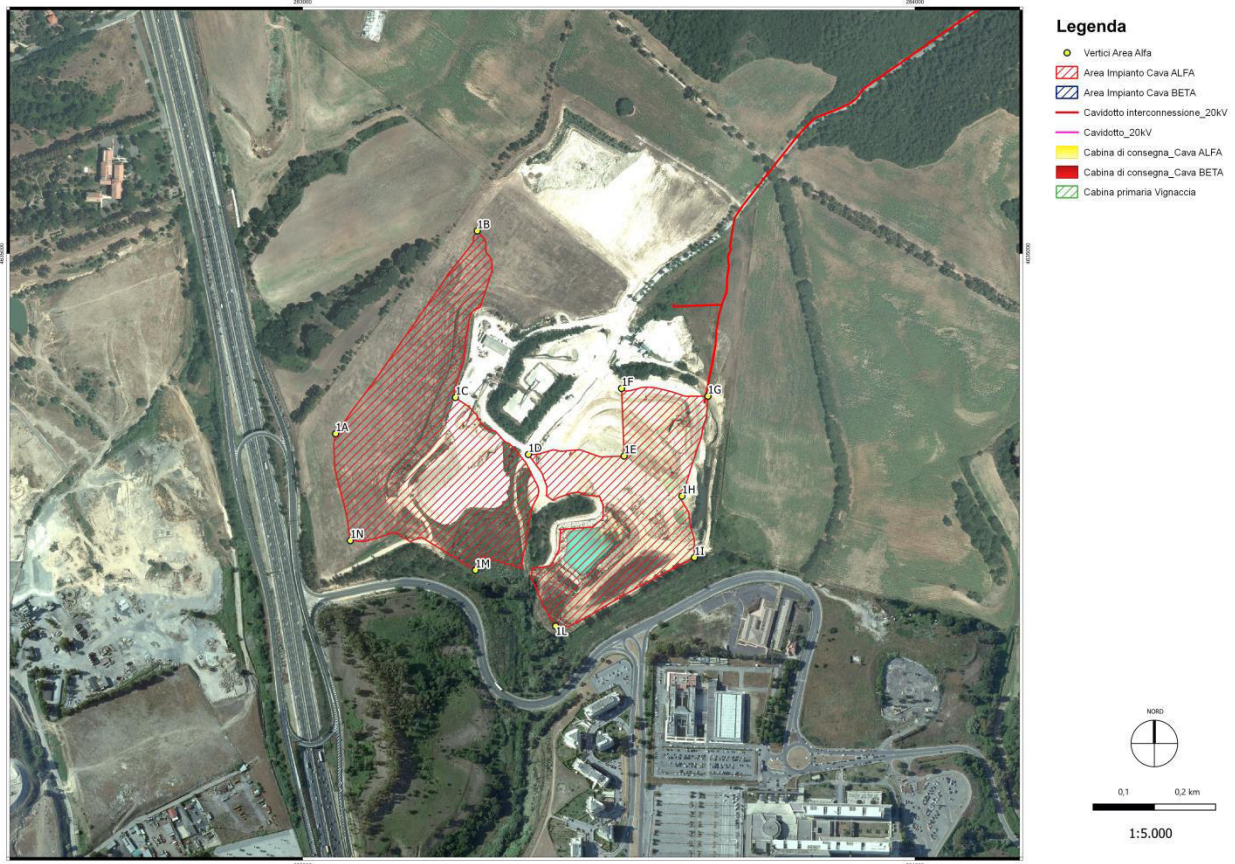


Figura 1 – Inquadramento su base Ortofoto "Cava Alfa"

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

UTM WGS84 33N		
VERTICI	East [m]	North [m]
2A	283282.56100	4635056.78291
2B	283438.03245	4635210.03188
2C	283556.27357	4635155.14212
2D	283702.07159	4635074.60519
2E	283705.63225	4635008.57910
2F	283670.63597	4634806.29968
2G	283520.81342	4634779.71657
2H	283525.03160	4634669.19309
2I	283368.63299	4634671.67751
2L	283255.08056	4634770.81664

Tabella 2 - Tabella riepilogativa delle estensioni delle aree di impianto "Cava Beta"

Dettaglio su ramo di impianto denominato "Cava Beta" - Scala 1:5.000



Figura 2 – Inquadramento su base Ortofoto Cava Beta

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204

SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145

SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 0H597

2 FATTORE AMBIENTALE ATMOSFERA: ARIA E CLIMA

2.1 QUALITA' DELL'ARIA

I fenomeni di inquinamento dell'ambiente atmosferico sono strettamente correlati alla presenza sul territorio di attività umane, produttive di tipo industriale, agricolo e di infrastrutture di collegamento.

Le sorgenti maggiormente responsabili dello stato di degrado atmosferico sono reperibili negli insediamenti industriali, negli insediamenti abitativi o assimilabili (consumo di combustibili per riscaldamento, etc.), nel settore agricolo (consumo di combustibili per la produzione di forza motrice) e nel settore dei trasporti. È opportuno però ricordare che esistono estese commistioni tra le emissioni di origine industriale e quelle di origine civile e da traffico: molto spesso, infatti, avvengono contemporaneamente e a breve distanza tra loro, mescolandosi in modo che la loro discriminazione sia impossibile.

Le sostanze immesse in atmosfera possono ritrovarsi direttamente nell'aria ambiente (inquinanti primari), oppure possono subire processi di trasformazione dando luogo a nuove sostanze inquinanti (inquinanti secondari). Gli agenti inquinanti tipicamente monitorati sono SO₂, CO, NO_x, O₃, polveri totali sospese e polveri sottili (PM₁₀ e PM_{2.5}).

L'art. 18, comma 3, del D. Lgs. 155/2010 stabilisce che *“le Regioni e le Province Autonome elaborano e mettono a disposizione del pubblico relazioni annuali aventi ad oggetto tutti gli inquinanti disciplinati dal presente decreto e contenenti una sintetica illustrazione circa i superamenti dei valori limite, dei valori obiettivo, degli obiettivi a lungo termine, delle soglie di informazione e delle soglie di allarme con riferimento ai periodi di mediazione previsti, con una sintetica valutazione degli effetti di tali superamenti [...]”*.

Arpa Lazio e Regione Lazio monitorano la qualità dell'aria sull'intero territorio regionale.

Per la seguente analisi si fa riferimento alla *“Valutazione della qualità dell'aria della Regione Lazio 2021”* disponibile sulla pagina ufficiale del sito Arpa Lazio.

<https://www.arpalazio.it/web/guest/ambiente/aria/pubblicazioni>

Il monitoraggio della qualità dell'aria si effettua misurando in continuo le concentrazioni degli inquinanti nelle stazioni appartenenti alla rete regionale. La valutazione della qualità dell'aria e gli obiettivi di qualità per garantire un adeguato livello di protezione della salute umana e degli ecosistemi sono definiti della direttiva 2008/50/CE sulla *“qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”* e recepiti dal D.Lgs. 155/2010.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

La Valutazione della qualità dell'aria si basa sulla zonizzazione del territorio laziale condotta sulla base delle caratteristiche fisiche del territorio, uso del suolo, carico emissivo e densità di popolazione. Il territorio regionale risulta suddiviso in 4 Zone per tutti gli inquinanti (Tabella 3.1 e Figura 3.1) e in 3 Zone per l'ozono (Tabella 3.2 e Figura 3.2).

ZONA	Codice	Comuni	Area (km ²)	Popolazione
Appenninica 2021	IT1216	197	7025.5	541,130
Valle del Sacco 2021	IT1217	86	2976.4	627,438
Litoranea 2021	IT1218	69	4957.9	1,196,305
Agglomerato di Roma 2021	IT1219	26	2271.9	3,514,210

Tabella 3.1 - Zonizzazione del territorio regionale per tutti gli inquinanti ad esclusione dell'ozono.

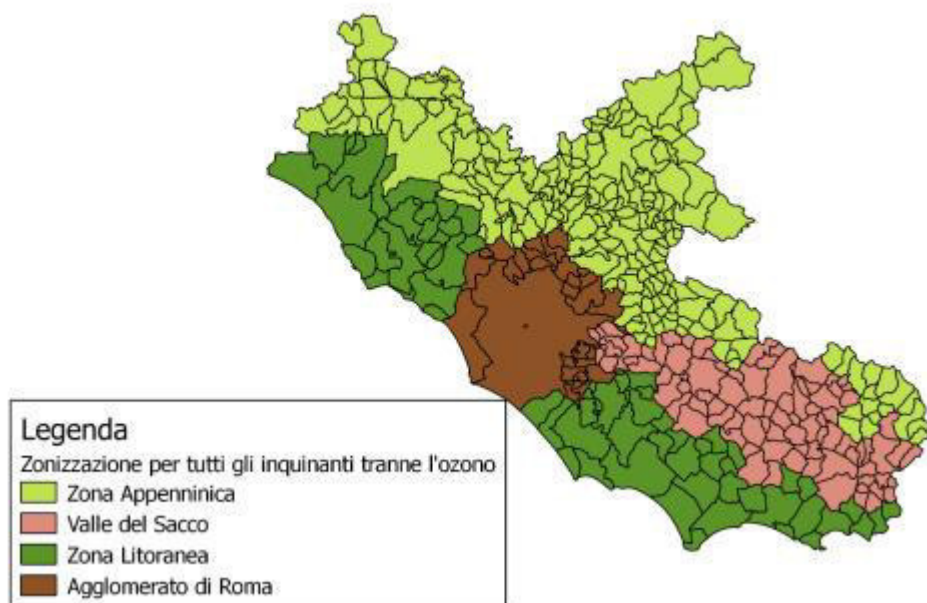


Figura 3.1 - Zone del territorio regionale del Lazio per tutti gli inquinanti ad esclusione dell'ozono.

Relativamente all'ozono, la zona IT1214 è di fatto l'accorpamento delle zone Appenninica e Valle del Sacco relative alla Tabella 3.1.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

ZONA	Codice	Comuni	Area (km ²)	Popolazione
Litoranea 2021	IT1218	69	4957.9	1,196,305
Appennino-Valle del Sacco	IT1214	283	10001.9	1,178,568
Agglomerato di Roma 2021	IT1219	26	2271.9	3,514,210

Tabella 3.2 - Zonizzazione del territorio regionale per l'ozono

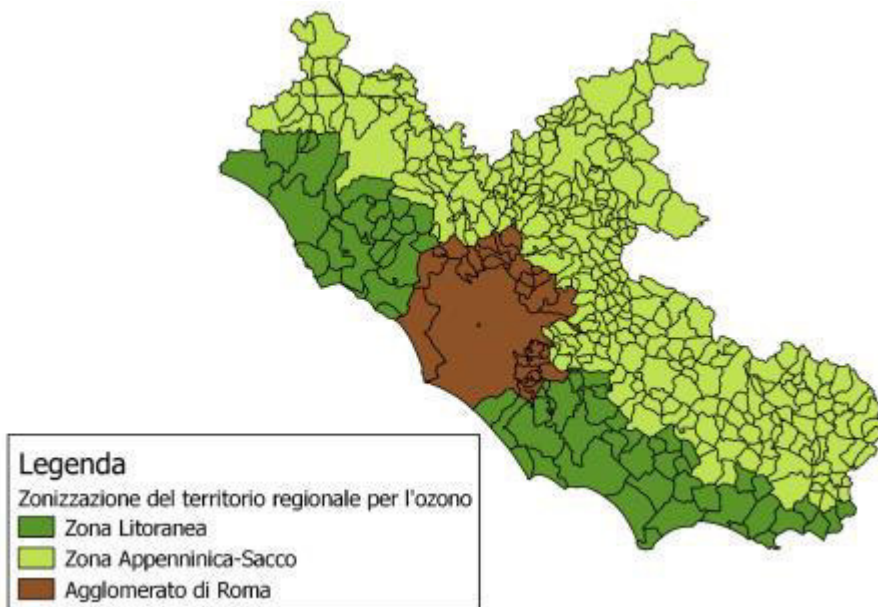


Figura 3.2 - Zone del territorio regionale del Lazio per l'ozono.

L'ARPA Lazio svolge il proprio compito istituzionale di monitoraggio della situazione in atto e della comprensione delle cause che la determinano attraverso un sistema complesso composto dalle postazioni di monitoraggio fisse della rete regionale della qualità dell'aria, dalle campagne periodiche e numerose realizzate con i mezzi mobili dell'Agenzia, dalla rete micro-meteorologica, e dalle catene modellistiche operative quotidianamente nel Centro Regionale della Qualità dell'Aria. Questo sistema di monitoraggio della qualità dell'aria, realizzato e gestito dall'Agenzia, non solo è congruente con quanto previsto dalla Direttiva Europea e dal D.Lgs.155/2010, ma risulta ben più consistente rispetto a quanto richiesto dalla normativa sia nel numero di postazioni fisse di misura che nei servizi di previsione e di informazione alla popolazione ed alle autorità.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Le stazioni di misura sono dislocate nell'intero territorio regionale come di seguito indicato:

- 5 stazioni in zona Appenninica;
- 10 stazioni in zona Valle del Sacco;
- 18 stazioni nell'Agglomerato di Roma;
- 22 stazioni in zona Litoranea.

L'area interessata dall'impianto coinvolge il Comune di Roma. La centralina di rilevamento della qualità dell'aria più vicina alla zona di intervento è quella di Malagrotta nell'agglomerato di Roma.

		SCHEDA TECNICA – STAZIONE DI RILEVAMENTO MALAGROTTA			
LOCALIZZAZIONE					
NOME STAZIONE / CODICE		MALAGROTTA (RM) - 57			
ZONA DI APPARTENENZA		AGGLOMERATO DI ROMA - IT1215			
COMUNE		ROMA			
COORDINATE GEOGRAFICHE		LATITUDINE : 41,874783 LONGITUDINE : 12,345590			
ALTITUDINE (mslm)		62			
CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE DI RILEVAMENTO					
TIPOLOGIA DI STAZIONE		SUBURBANA DI BACKGROUND			
STRUMENTAZIONE					
INQUINANTE		STRUMENTO			
NO _x – OSSIDI DI AZOTO		200E API			
SO ₂ – BISSO DI ZOLFO		431 Thermo			
PM ₁₀ – PM _{2,5} – MATERIALE PARTICOLATO		SWAM5a FAI DC			
BTEX – COMPOSTI ORGANICI VOLATILI		Air Toxic			
MAPPA			FOTO		
					

Figura 4 – Centralina di rilevamento qualità dell'aria

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Di seguito, sulla base dei dati della Valutazione della qualità dell'aria - 2021, si riporta lo stato della qualità dell'aria nel territorio regionale, ponendo particolare attenzione agli inquinanti PM10, PM2.5, NO2, O3, benzene, CO, SO2, IPA, Metalli.

NO2: Gli ossidi di azoto, indicati con il simbolo NOx si formano soprattutto nei processi di combustione ad alta temperatura e rappresentano un sottoprodotto dei processi industriali e degli scarichi dei motori a combustione interna. I limiti previsti dal D.Lgs 155/10 per l'NO2 sono la media oraria di 200 µg/m3 da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno e la media annua di 40 µg/m3.

Particolato fine PM10 e PM2.5: Il PM10 è l'insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (10-6 m). Il PM10 può penetrare nell'apparato respiratorio, generando impatti sanitari la cui gravità dipende, oltre che dalla quantità, dalla tipologia delle particelle. Il PM10 si distingue in "primario", generato direttamente da una fonte emissiva (antropica o naturale), e "secondario", derivante cioè da altri inquinanti presenti in atmosfera attraverso reazioni chimiche. Il D.Lgs 155/10 fissa due valori limite per il PM10: la media annua di 40 µg/m3 e la media giornaliera di 50 µg/m3 da non superare per più di 35 volte nel corso dell'anno solare. Il PM2.5 è l'insieme di particelle solide e liquide con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (10-6 m). Analogamente al PM10, il PM2.5 può avere origine naturale o antropica e può penetrare nell'apparato respiratorio raggiungendone il tratto inferiore (trachea e polmoni). A partire dal 2015 il D.Lgs 155/10 prevede un valore limite di 25 µg/m3.

O3: L'ozono è un inquinante secondario che si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche tra altre sostanze (tra cui gli ossidi di azoto e i composti organici volatili). Poiché il processo di formazione dell'ozono è catalizzato dalla radiazione solare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle aree soggette a forte irraggiamento e nei mesi più caldi dell'anno. Il D.Lgs 155/10 fissa un valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m3 sulla media mobile delle 8 ore, da non superare più di 25 volte l'anno e un valore obiettivo a lungo termine, pari a 120 µg/m3.

SO2: Il biossido di zolfo deriva dalla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. In passato è stato un importante inquinante atmosferico poiché la sua ossidazione porta alla formazione di acido solforoso e solforico. Il biossido di zolfo è un gas incolore facilmente solubile in acqua. Le fonti naturali, come i vulcani, contribuiscono ai livelli ambientali di anidride solforosa. Le emissioni antropogeniche sono invece legate all'uso di combustibili fossili contenenti zolfo per il riscaldamento domestico, la generazione di energia e nei veicoli a

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

motore. Nel tempo il contenuto di zolfo nei combustibili è sensibilmente diminuito, portando i livelli di SO₂ in area ambiente a livelli estremamente bassi.

CO: Il monossido di carbonio è una sostanza gassosa che si forma per combustione incompleta di materiale organico, ad esempio nei motori degli autoveicoli e nei processi industriali. Il monossido di carbonio può risultare letale per la sua capacità di formare complessi con l'emoglobina più stabili di quelli formati da quest'ultima con l'ossigeno impedendo il trasporto nel sangue. Il D.Lgs 155/2010 fissa un valore limite di 10 mg/m³ calcolato come massimo sulla media mobile delle 8 ore.

BENZENE: Il benzene è un idrocarburo aromatico che, a temperatura ambiente, si presenta come un liquido incolore, dall'odore dolciastro. È una sostanza dall'accertato potere cancerogeno. Il D.Lgs 155/2010 fissa un valore limite di concentrazione annuo di 5 µg/m³.

IPA: Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono composti organici con due o più anelli aromatici fusi, formati da carbonio e idrogeno. Dei diversi IPA di rilevanza tossicologica presenti in aria ambiente, la normativa nazionale di riferimento vigente (d.lgs. 155/2010) prevede un valore limite per il solo benzo(a)pirene, per il quale viene individuato un valore obiettivo riferito al tenore totale dell'inquinante presente nella frazione di particolato PM₁₀, calcolato come media su un anno civile pari ad 1 ng/m³.

METALLI: Il d.lgs. 155/2010 prevede un limite normativo espresso come media annuale per i seguenti metalli: Nichel, Cadmio, Arsenico, Piombo. Le analisi per la determinazione dei metalli vengono eseguite a partire da campioni di PM₁₀, ottenendo soluzioni analizzate con ICP-massa. La norma vigente indica per arsenico, cadmio e nichel i valori obiettivo rispettivamente di 6 ng/m³, di 5 ng/m³ e di 20 ng/m³ e per il piombo il valore limite di 0.5 µg/m³, come media su un anno civile.

In Tabella 4 viene riportato un quadro sintetico, per ogni Zona, che riassume la verifica del rispetto dei valori limite per il 2021 secondo il d.lgs. 155/2010.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Zona	SO ₂	NO ₂	PM10	PM2.5	CO	O ₃	Benzene	B(a)P	Metalli
Agglomerato di Roma 2021	Verde	Rosso	Rosso	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Appenninica 2021	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde
Litoranea 2021	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Verde
Valle del Sacco 2021	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Rosso	Verde	Rosso	Verde

Tabella 4 - Quadro riassuntivo dei superamenti riscontrati dal monitoraggio da rete fissa nel Lazio per il 2021.

In rosso è evidenziato il superamento, in verde è evidenziato il rispetto dei limiti. Per gli inquinanti con più di un valore limite è stato considerato il peggiore per ogni zona. L'Agglomerato di Roma e la Valle del Sacco sono le aree più critiche. Nella Valle del Sacco si registrano superamenti dei valori limite di PM10, O₃ e benzo(a)pirene. Mentre si registrano superamenti nell'Agglomerato di Roma per PM10 ed NO₂. Relativamente all'ozono il superamento del valore obiettivo per la protezione della vegetazione e per la protezione della salute umana riguarda anche la zona Litoranea. Inoltre per la zona Appenninica si è registrato il superamento del limite della media annuale del benzo(a)pirene.

2.2 CARATTERIZZAZIONE METEO – CLIMATICA

Il clima della Regione Lazio è classificato, secondo Koppen, come mediterraneo. E' caratterizzato quindi da inverni miti ed estati piuttosto torride e secche. La piovosità è in generale piuttosto ridotta e si attesta ad una media annua di circa 700 mm soprattutto in autunno ed in inverno.

Inoltre il territorio non presenta caratteristiche fisiche omogenee, anzi si caratterizza per la sua eterogeneità, con prevalenza di zone montuose e collinari; le pianure si trovano per lo più in prossimità della costa. È una regione prevalentemente collinare: il 54% del suo territorio è occupato da zone collinari, il 26% da zone montuose ed il restante 20% da pianure.

Temperature e precipitazioni

- ROMA

La classificazione del clima della città di Roma appartiene alla classe "Csa" come stabilito da Köppen e Geiger. Con "Cs" si indicano i climi temperati con estate secca che hanno almeno un mese invernale che ha come minimo il triplo delle precipitazioni del mese estivo più secco, che devono essere inferiore a 30 mm. Con "a" si intende che la temperatura media del mese più caldo è superiore a 22 °C.

13

Roma ricade in classe climatica D. Il periodo di accensione degli impianti termici: dal 1 novembre al 15 aprile (12 ore giornaliere), salvo ampliamenti disposti dal Sindaco.

Il mese più caldo dell'anno è Agosto con una temperatura media di 25.4 °C. La temperatura più bassa di tutto l'anno è in Gennaio, dove la temperatura media è di 7.2 °C.

Agosto è il mese più secco con 23 mm di pioggia. A Novembre cade la maggior parte della pioggia, con una media di 135 mm.

L'umidità relativa più alta si misura a Gennaio, Novembre e Dicembre (79%), mentre la più bassa a Agosto (62%).

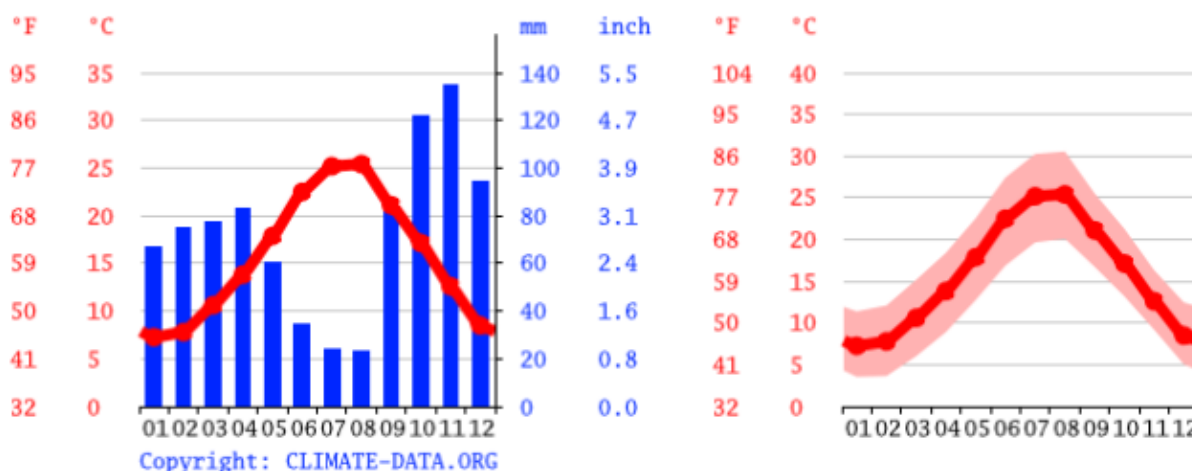


Figure 5 - Grafico della Temperatura e del clima, del Comune di Roma (<https://it.climate-data.org/europa/italia/lazio/roma-1185/>)

TABELLA CLIMATICA ROMA



	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	7.2	7.8	10.6	13.8	17.9	22.5	25.2	25.4	21.1	17.1	12.6	8.5
Temperatura minima (°C)	3.5	3.6	6	8.9	12.7	16.9	19.6	20.1	16.7	13.2	9.2	5
Temperatura massima (°C)	11.4	12.1	15.2	18.4	22.5	27.4	30.3	30.5	25.5	21.3	16.3	12.5
Precipitazioni (mm)	67	75	77	83	60	34	24	23	84	122	135	94
Umidità(%)	79%	76%	75%	74%	71%	65%	60%	62%	69%	77%	79%	79%
Giorni di pioggia (g.)	7	7	6	8	6	4	3	3	6	8	9	8
Ore di sole (ore)	6.2	6.9	8.0	9.9	11.3	12.7	12.7	11.8	9.9	7.9	6.6	6.1

Figure 6 - Tabella climatica del Comune di Roma (<https://it.climate-data.org/europa/italia/lazio/roma-1185/>)

2.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA VULNERABILITA' AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il cambiamento climatico è un fenomeno provocato dal riscaldamento globale che interessa la Terra a lungo termine, impattando sulla temperatura, sui livelli del mare e sulle precipitazioni.

La principale causa dei cambiamenti climatici è la combustione di combustibili fossili come il petrolio, il carbone e il gas naturale, che emettono gas a effetto serra nell'atmosfera. Anche altre attività umane, come l'agricoltura e la deforestazione, contribuiscono alla loro proliferazione. Questi gas trattengono il calore nell'atmosfera: il cosiddetto effetto serra, che è responsabile dell'innalzamento della temperatura media del pianeta.

L'impatto principale dei cambiamenti climatici, infatti, consiste nell'incremento della temperatura globale del pianeta, che è aumentata di 1,1°C rispetto all'epoca preindustriale. Quello del 2010-2020 è stato un decennio di caldo eccezionale a livello mondiale, e il 2019 il secondo anno più caldo mai registrato. Se l'attuale tendenza al riscaldamento proseguisse, le temperature potrebbero aumentare di 3-5°C entro la fine di questo secolo con effetti potenzialmente disastrosi. Per fare un confronto, l'aumento della temperatura osservato negli ultimi 10.000 anni è di 5°C.

L'aumento delle temperature provoca lo scioglimento della massa di ghiaccio dei poli, che a sua volta causa un aumento dei livelli del mare, provocando inondazioni e mettendo a repentaglio gli ambienti costieri. I cambiamenti climatici contribuiscono anche a rendere i fenomeni meteorologici estremi, quali tempeste, siccità, ondate di calore e incendi boschivi, più frequenti e intensi. Tali modelli presentano forti disparità regionali e alcune parti del mondo sono più colpite di altre.

In linea con quanto proposto dall'UE, a livello nazionale e a quanto enunciato in occasione della COP 21 di Parigi circa la lotta ai cambiamenti climatici e alla riduzione delle emissioni di gas serra la Regione Lazio si è impegnata nell'avvio di politiche di decarbonizzazione e lotta ai Cambiamenti Climatici a partire da azioni che interessano alcuni contesti industriali fino a promuovere e supportare, in un'ottica di complementarità, un impegno "dal basso" delle comunità locali attraverso le proprie amministrazioni.

Coerentemente a quanto proposto il Ministero ha stipulato accordi di collaborazione con 19 Regioni e la Provincia Autonoma di Trento per la definizione e attuazione delle Strategie regionali e provinciali per lo sviluppo sostenibile. Le strategie regionali e provinciali per lo sviluppo sostenibile, in linea con quanto previsto negli accordi, si strutturano secondo tre ambiti di azione strettamente interrelati: governance; coinvolgimento della società civile; definizione e monitoraggio della strategia, inclusa la costruzione di quadri di riferimento per il ciclo di programmazione della politica di coesione 2021-2027 e per la valutazione delle politiche a livello territoriale. Le strategie, inoltre, evidenziano il contributo al raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali e definiscono le priorità regionali e provinciali, nonché la strumentazione e le azioni che saranno realizzate.

La Regione Lazio, nel 2021 ha avviato i lavori per la definizione della Strategia regionale di Sviluppo Sostenibile (SRSvS) che ha prodotto l'aggiornamento del quadro delle conoscenze nel contesto regionale sulle politiche e progetti attuati correlati agli obiettivi di sviluppo dell'Agenda 2030.

Per definire tale Strategia (SRSvS) tra il 2020 e il 2021 la Regione ha chiesto la collaborazione di tutti i rappresentanti della società civile interessati alle tematiche della sostenibilità (cittadini, imprese, enti locali, scuole, mondo della ricerca e dell'associazionismo, etc), attraverso:

- un Forum per affrontare temi di ampia portata riguardanti lo sviluppo sostenibile nella sua accezione più vasta. Ogni cittadino, impresa, ente locale, ricercatore ha potuto contribuire attivamente e segnalare proposte, progetti e best practice, rispondendo al questionario

- Focus group, destinati agli stakeholder, per raccogliere proposte, idee, opinioni e suggerimenti mirati per la definizione della SRSvS
- Webinar, destinati a specifici target (scuole, imprese, enti locali), per accrescere il patrimonio di conoscenze e competenze in tema di sostenibilità
- Altre attività di partecipazione

Queste le macroaree di riferimento su cui lavoreranno i dipartimenti regionali per elaborare delle proposte: competitività, ricerca, innovazione, digitale; ambiente, risorse naturali, energia e clima; lavoro, istruzione, inclusione e protezione; accessibilità, trasporto e mobilità; qualità urbana e territoriale; efficienza e capacità amministrativa.

2.4 IDENTIFICAZIONE DEGLI HAZARD CLIMATICI E CONDIZIONE CLIMATICA ATTUALI

Secondo il Report 96/2021 “Gli indicatori del clima in Italia nel 2020”, pubblicazione a cura di Ispra, a livello globale il 2020 è stato l'anno più caldo della serie di temperatura media annuale sulla terraferma e il secondo più caldo della serie di temperatura media su terraferma e oceani insieme. Il 2020 è stato un anno più caldo della media in molte regioni. In Europa l'anomalia media annuale rispetto al 1981-2010 è stata per la prima volta di circa +2°C e gli ultimi sette anni sono stati i più caldi della serie.

La configurazione delle anomalie su larga scala ha posto l'Italia in un'area di circolazione più divergente della media e interessata da anomalie positive di geopotenziale, coerenti con quelle termiche rilevate. Sempre in coerenza con queste anomalie di larga scala, il 2020 è stato caratterizzato da una precipitazione annuale nazionale inferiore al clima 1961-1990, e da piovosità mensili altalenanti: nella prima parte dell'anno, fino a fine maggio sono prevalse su gran parte dell'Italia precipitazioni inferiori alle attese, mentre a partire da giugno sono state osservate condizioni di maggiore variabilità; in particolare a novembre nelle regioni centrosetteentrionali le precipitazioni sono state molto inferiori alla norma, mentre sono state molto abbondanti a dicembre, con anomalie areali fino a 2 volte i valori attesi al Nord. I valori più bassi sono stati registrati su gran parte della Sicilia e prevalentemente su ampie aree della Puglia.

Secondo quanto pubblicato sul Paper introduttivo “FOCUS GROUP – Risorse idriche e adattamento ai cambiamenti climatici”, dall'analisi climatica inclusa nella versione disponibile per la consultazione pubblica del

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), il Lazio si colloca tra due principali macroregioni climatiche omogenee:

- La macroregione “Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale”, è caratterizzata da un alto numero di summer days e al contempo da temperature medie elevate. Anche il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia risulta essere elevato in confronto alle altre zone dell'Italia centro settentrionale. Il regime pluviometrico, in termini di valori stagionali ed estremi, mostra invece caratteristiche intermedie.
- La macroregione “Appennino centro-meridionale” è caratterizzata da ridotte precipitazioni estive e da eventi estremi di precipitazione per frequenza e magnitudo, sebbene le precipitazioni invernali presentino valori medio alti rispetto alle altre macroregioni; anche il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia risulta essere intermedio.

Inoltre, una piccolissima area della regione Lazio ricade in un'altra macroregione:

- La macroregione “Prealpi e Appennino Settentrionale” è caratterizzata da valori intermedi per quanto riguarda i valori cumulati delle precipitazioni invernali (187 mm) ed estive (168 mm) e da valori elevati, rispetto alle altre aree, per i fenomeni di precipitazione estremi. Valori medio-elevati sono anche riportati per i summer days.

Le Macroregioni Climatiche Omogenee individuate nell'analisi climatica del PNACC sono aree del Paese aventi simili condizioni climatiche nel corso degli ultimi trent'anni (1981-2010) e definite attraverso una cluster analysis applicata ad un set specifico di indicatori climatici.

Per quanto invece attiene gli scenari climatici attesi nel futuro, la versione del PNACC disponibile per la consultazione pubblica riporta le aree del territorio omogenee in termini di anomalia climatica attesa (ogni area individuata è denominata cluster). L'analisi dei cluster è stata svolta per due differenti scenari di concentrazione delle emissioni in atmosfera sviluppati dall'IPCC, l'RCP4.5 e l'RCP8.5.

Per quanto attiene lo scenario RCP4.5 la regione Lazio risulta appartenere a due tipologie di cluster diversi, rispettivamente:

- Cluster B (caldo invernale-secco estivo): interessato in particolare da una riduzione sia delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 24%) sia dei frost days (di 19 giorni/anno). Si osserva anche una moderata riduzione della copertura nevosa (di 8 giorni/anno)
- Cluster D (piovoso invernale-secco estivo): interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%) e da una riduzione notevole di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 25%). In generale si ha un aumento significativo sia dei fenomeni di precipitazione estremi sia dei summer days (di 14 giorni/anno)

Nel caso invece dello scenario RCP8.5, la regione Lazio ricade essenzialmente nel cluster C con una piccola parte interna che ricade nel cluster B. Tali cluster hanno le seguenti caratteristiche:

- Cluster B (caldo invernale): il cluster B è interessato da una riduzione significativa sia dei frost days (di 28 giorni/anno) che della copertura nevosa (di 18 giorni/anno). Inoltre, si osserva una riduzione moderata delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 7%)
- Cluster C (piovoso-caldo estivo): il cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che di quelle estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei summer days (di 12 giorni/anno)

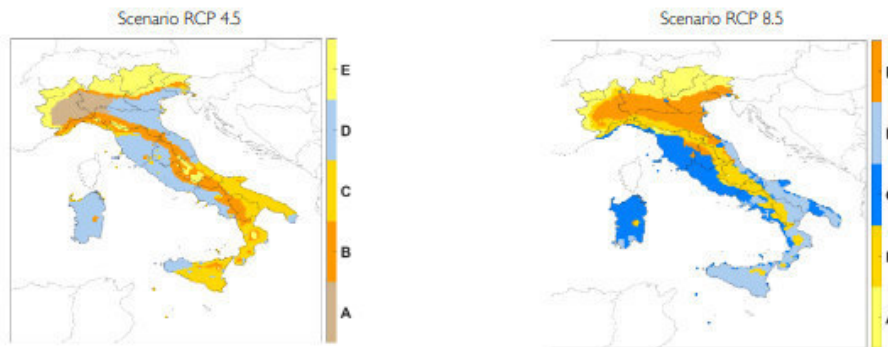


Figura 7 - Rappresentazione geografica dei diversi cluster di anomalia climatica sul territorio italiano

2.5 ANALISI DEGLI SCENARI

Per il Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC (AR5), la comunità scientifica ha definito un set di quattro nuovi scenari, denominati Representative Concentration Pathways (RCP): RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, e RCP8.5 (corrispondente a più alte emissioni). Il numero associato a ciascun RCP si riferisce al forzante radiativo, che indica l'entità dei cambiamenti climatici antropogenici entro il 2100 rispetto al periodo preindustriale. Secondo quanto riportato nel Report *Analisi del Rischio. I cambiamenti climatici in Italia (CMCC, 2019)*, per il periodo 2021-2050 relativo alla regione del bacino Mediterraneo e della penisola italiana, lo scenario RCP 4.5 produce un riscaldamento tra 1 e 1.5 gradi di temperatura su tutto il territorio nazionale e una variazione nella distribuzione di precipitazione rispetto al periodo 1981 - 2010 su gran parte del paese. Valori più alti di riscaldamento e estremi di precipitazioni più marcati si ottengono per scenari corrispondenti a più alte emissioni (RCP 8.5), come indicato nel report del CMCC.

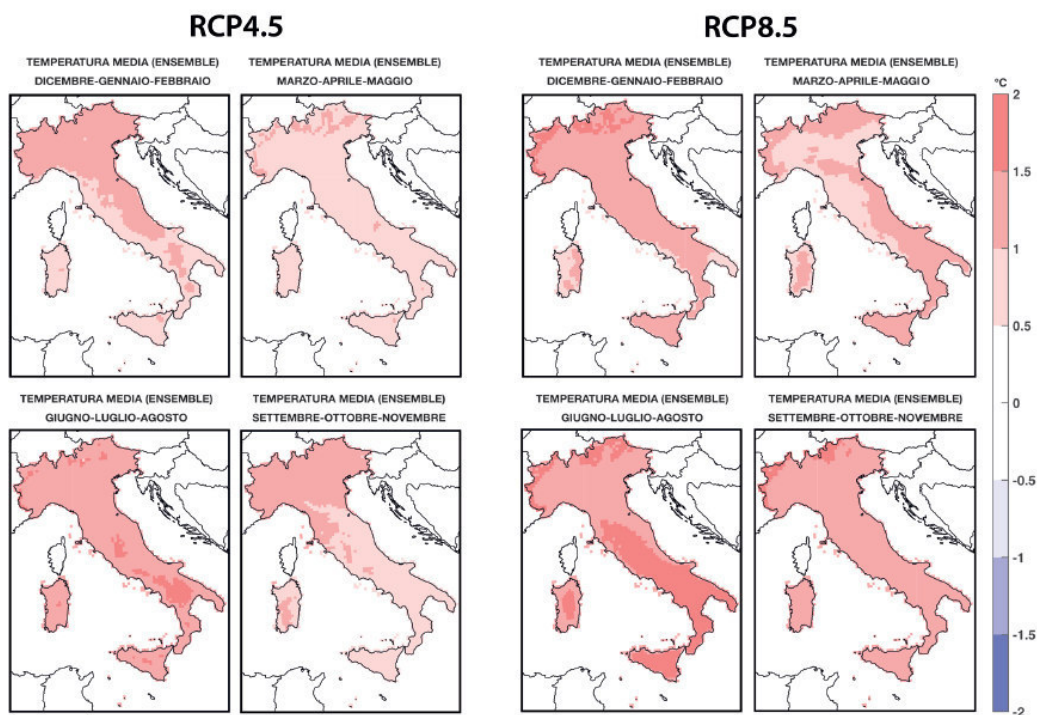


Figure 8 - Mappe di variazione della temperatura a due metri su scala stagionale sull'Italia dall'ensemble EURO-CORDEX secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 (CMCC, 2019)

Le proiezioni di cambiamento climatico per l'Italia (RCP 8.5) mostrano aumenti della temperatura media stagionale complessivi con valori oltre 1.5°C, con incrementi più marcati durante il periodo estivo, specie nella parte meridionale della Penisola. Osservando la Figura 9, relativamente allo scenario RCP 8.5 si può notare un aumento delle precipitazioni nel Nord Italia durante il primo semestre, mentre è evidente la netta diminuzione dei quantitativi al centro-sud Italia, con un discostamento rilevante nel periodo estivo. Oltre ai cambiamenti nei valori medi, le proiezioni indicano alterazioni generali della variabilità delle temperature e delle precipitazioni sull'Italia.

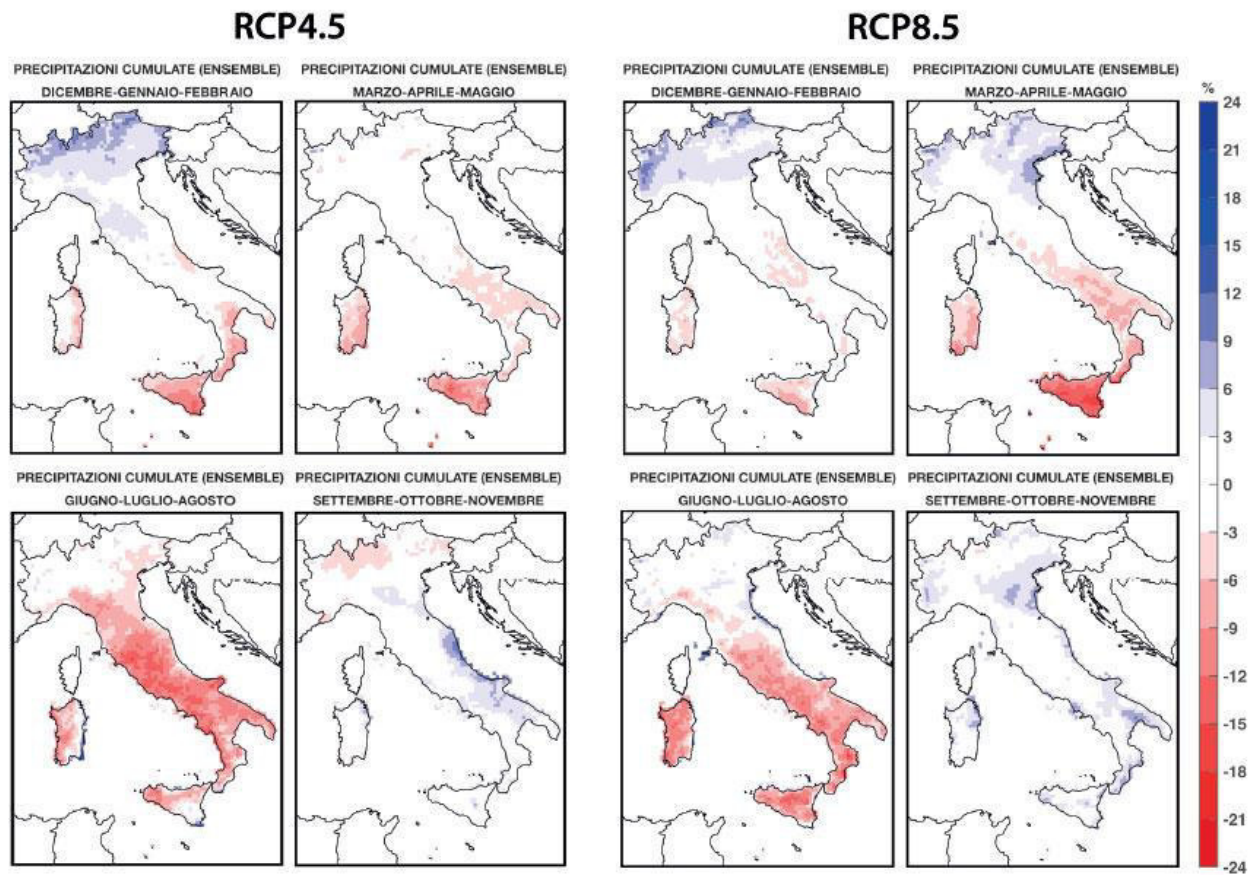


Figure 9 - Mappe stagionali di variazione della precipitazione sull'Italia dall'ensemble EURO-CORDEX secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1981- 2010 (CMCC, 2019)

In particolare, l'aumento della variabilità estiva della temperatura, accompagnato dall'aumento dei valori massimi indica un aumento considerevole della probabilità di occorrenza di ondate di calore. I cambiamenti di precipitazione associati a quelli di temperatura ed evaporazione provocano un significativo aumento degli eventi siccitosi su gran parte dell'Italia. Il punto 3.10 del citato Report, pubblicato dal Ministero dell'Ambiente, del Territorio e del Mare, è dedicato al settore energetico, in quanto rappresenta un settore economico particolarmente vulnerabile ai cambiamenti climatici come effetto dell'elevata sensibilità della produzione e del consumo di energia rispetto all'andamento delle temperature e dei fenomeni estremi, ma anche della severità dei requisiti ai quali devono rispondere i servizi energetici in termini quantitativi e qualitativi in particolare per la loro continuità. La produzione e l'offerta di energia saranno influenzate dai cambiamenti climatici nel caso in cui:

- Gli eventi meteorologici estremi diventino più intensi,
- Si debba far fronte a riduzioni nella disponibilità delle risorse idriche per la produzione idroelettrica o per il raffreddamento delle centrali termoelettriche,
- Vengano influenzate le decisioni sulla localizzazione degli impianti,
- Vengano influenzate positivamente o negativamente la produzione di energia eolica, solare e da biomassa.

I cambiamenti climatici vengono analizzati su una scala temporale di almeno 50 anni.

Tuttavia, per l'impianto fotovoltaico, ai fini della vulnerabilità ai cambiamenti climatici, si deve considerare un orizzonte temporale inferiore, corrispondente alla vita utile, stimata in circa 30 anni.

2.6 IDENTIFICAZIONE ELEMENTI VULNERABILI RICAVATI DALLA CARATTERIZZAZIONE DI TUTTI I FATTORI AMBIENTALI

In considerazione della caratterizzazione ambientale dell'area di studio, si identificano nel seguito gli elementi vulnerabili correlati all'opera in progetto e associati agli impatti in corso e potenziali, in relazione ai cambiamenti climatici. Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico, con relative cabine di sezionamento e cavidotto per il trasporto dell'energia elettrica prodotta localmente sino alla sottostazione elettrica di consegna.

La realizzazione del cavidotto ha una incidenza molto bassa, quasi trascurabile, a fronte degli impatti dovuti agli hazard climatici, come anche le aree di cantiere e l'utilizzo della viabilità esistente o la modifica della stessa. Gli elementi del progetto che possono divenire elementi vulnerabili rispetto agli impatti sono i pannelli. In

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

considerazione della vita utile dell'impianto, di circa 30 anni, la vulnerabilità è potenzialmente legata al rischio idrogeomorfologico e agli eventi piovosi con relativo rischio di allagamenti/esondazione.

In base all'analisi svolta risulta che l'impianto non ricade in aree vincolate dal punto di vista idrogeomorfologico. Si ritiene che l'incidenza delle opere a farsi sia trascurabile rispetto agli impatti dovuti agli hazard climatici.

22

2.8 EMISSIONI IN ATMOSFERA E IMPIANTI FOTOVOLTAICI

È noto che la produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili implica l'emissione di sostanze inquinanti e di gas serra. Tra i cosiddetti "gas serra" il più rilevante è la CO₂ (anidride carbonica), il cui progressivo incremento nell'atmosfera contribuisce potenzialmente ai fenomeni legati al riscaldamento globale.

Tra le altre tipologie di inquinanti, vanno identificate le emissioni di SO₂ (anidride solforosa) e di NO_x (ossidi di azoto) poiché ritenute estremamente dannose, sia per la salute dell'uomo, sia per il patrimonio storico e naturale.

I livelli soglia delle emissioni dipendono, naturalmente, dalla tipologia di combustibile, dalla tecnologia di combustione e dal controllo dei fumi della combustione. Si assumono come valori specifici delle principali emissioni associate alla generazione elettrica i limiti sottoindicati:

- **CO₂** 0,4648 g/kWh
- **SO_x** 1,4 g/kWh
- **NO_x** 1,9 g/kWh

Gli impianti fotovoltaici durante il loro esercizio non producono emissioni in atmosfera. Non sono infatti impianti che generano energia elettrica sfruttando il principio della combustione.

Proprio il principio di funzionamento che prevede lo sfruttamento della sola "risorsa solare", rende l'impianto a impatto zero, in ambito emissivo, soprattutto per quanto riguarda le emissioni di CO₂, responsabili dell'effetto serra.

L'energia solare è una fonte di energia rinnovabile perché è inesauribile e presente ovunque, i benefici ambientali derivanti dall'operazione dell'impianto quindi, quantificabili in termini di mancate emissioni di inquinanti e di risparmio di combustibile, sono facilmente calcolabili moltiplicando la produzione di energia dall'impianto per i fattori di emissione specifici ed i fattori di consumo specifici riscontrati nell'attività di

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

produzione di energia elettrica in Italia. I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto, valutati sulla base della stima di produzione annua di energia elettrica, pari a circa 31.806 MWh/anno (15733 MWh/anno Cava Alfa + 16073MWh/anno Cava Beta) sono riportati di seguito:

Inquinante	Fattore di emissione specifico (g/GWh)	Mancate Emissioni di Inquinanti (t/anno)
CO2	464,80	14.783,4
NOx	1,90	60,431
SOx	1,40	44,52

Tabella 5 – Stima delle emissioni di CO2, SOx, NOx.

2.9 EMISSIONI IN FASE DI CANTIERE

Le emissioni in atmosfera associate all'attività di cantiere possono essere ricondotte essenzialmente a due tipologia emissive, ovvero da processi di lavoro e dagli scarichi delle macchine operatrici.

Le prime sono legate principalmente alla formazione ed al risolleamento di polveri a seguito delle movimentazioni meccaniche, mentre le seconde sono determinate da processi di combustione e di abrasione nei motori (diesel, benzina, gas).

Le principali sostanze emesse in questo caso sono: PTS, PM10, NOx, COV, CO e CO2.

In Tabella 6 è riportata, in riferimento alle attività sopra descritte, l'incidenza di tali inquinanti atmosferici per alcune lavorazioni tipiche associate alla costruzione di infrastrutture viarie (Fonte: Direttiva "Protezione dell'aria sui cantieri edili" dell'Ufficio Federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio di Berna in vigore dal 1/09/02).

Tipologia di lavorazione	Emissioni non di motori		Emissioni da motori
	Polveri	COV, gas	NO ₂
Installazioni generali di cantiere: segnatamente infrastrutture viarie	A	B	M
Demolizioni, smantellamento e rimozioni	A	B	M
Scavo generale	A	B	A
Opere idrauliche, sistemazione di corsi d'acqua	A	B	A
Strati di fondazione ed estrazione di materiale	A	B	A
Pavimentazioni	M	A	A
Calcestruzzo gettato in opera	B	B	M
Lavori sotterranei: scavi	A	M	A
Lavori di finitura per tracciati, segnatamente demarcazioni di superfici del traffico	B	A	B
Opere in calcestruzzo semplice e calcestruzzo armato (cfr. calcestruzzo gettato in opera in costruzioni a (o sotto il) livello del suolo)	B	B	M
Ripristino e protezione di strutture in calcestruzzo, carotaggio e lavori di fresatura	A	B	B

Legenda: A: alta, M: media, B: bassa

Tabella 6 - Tipologia di inquinamento atmosferico associato ad alcune lavorazioni

In generale, le fasi di lavorazione potenzialmente produttrici di polveri, ovvero dell'inquinante ritenuto potenzialmente più critico in riferimento all'attività di cantiere, possono essere riconducibili a: lavorazioni vere e proprie (attività di scavo, di costruzione, demolizione, pavimentazione ecc.), stoccaggio di inerti, impianti di betonaggio, produzione cls e frantumazione inerti.

Una ulteriore fonte non trascurabile è legata al transito dei veicoli pesanti lungo la viabilità di cantiere non asfaltate; in tale caso la tipologia di polveri ed il loro quantitativo immesso in atmosfera è strettamente legato alla tipologia del manto stradale in quanto, in presenza di strade asfaltate le polveri sono di origine exhaust (scarico) e non exhaust (perdite di carico, usura dei pneumatici, dei freni e del manto stradale), mentre per le strade "bianche" la fonte predominante, oltre alle precedenti, è legata al risollevarimento dovuto al passaggio dei mezzi ed al fenomeno di rotolamento dei pneumatici sulla superficie, nonché dal contenuto in limo della stessa.

Pertanto, per la stima delle emissioni in fase di cantiere sono state fatte valutazioni relativamente a:

- Cantiere fisso;

- Cantiere operativo;

Per quanto concerne i cantieri fissi vengono analizzate le principali emissioni associate alle attività presenti, individuando gli accorgimenti operativi e gestionali applicabili al fine di contenere al minimo tecnicamente possibile l'impatto sulla popolazione potenzialmente esposta a tali lavorazioni temporanee.

Per quanto riguarda il cantiere operativo, ovvero le emissioni generate dai mezzi operanti per la realizzazione dell'intervento, vengono riportate alcune considerazioni in merito al quantitativo di emissioni di polveri ed alle procedure operative gestionali per minimizzarle.

Infine, per il traffico indotto dai mezzi pesanti per il trasporto dei materiali, sono state fatte delle simulazioni con il modello gaussiano di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 dell'EPA.

Come indicatori dello stato di qualità dell'aria ambiente sono stati considerati il Biossido di Azoto (NO₂), le Polveri Inalabili (PM10) ed il Monossido di Carbonio (CO).

2.9.1 CANTIERE FISSO

Nel cantiere logistico ubicato all'interno dell'area di lavoro non sono previste lavorazioni particolari quali impianti di betonaggio, frantumazione inerti, baracche adibite ad uso mensa e dormitorio maestranze, bensì unicamente attività logistiche di controllo e coordinamento.

Pertanto, sulla base di quanto sopra esposto, le emissioni in atmosfera legate al cantiere fisso si ritengono trascurabili.

2.9.2 CANTIERE OPERATIVO

Per quanto concerne tale fase, ovvero le fasi operative connesse con la realizzazione dell'intervento di progetto, si segnala quanto segue.

Le principali attività a cui possono essere associate emissioni in atmosfera sono riconducibili essenzialmente a: aree di accumulo e deposito materiale, scavi, sbancamenti e movimentazioni dei mezzi operativi (escavatori, apripista, autogrù, ...); non sono previste demolizioni in quanto non vi sono manufatti presenti all'interno dell'intera area oggetto di intervento. Si ritiene che l'inquinante più significativo legato a tali tipologie di operazioni sia rappresentato dalla dispersione in atmosfera di polveri, ed in particolare della frazione respirabile denominata PM10.

Tuttavia, in relazione alle attività svolte, alla loro durata ed al carattere di temporaneità della fase di cantiere, si ritiene che le emissioni di polveri in atmosfera siano tali da non portare ad incrementi significativi delle concentrazioni, e comunque in ogni modo tali da non incidere in modo apprezzabile sulla qualità dell'aria ambiente esistente nell'area di intervento.

Pertanto, non vengono effettuate specifiche simulazioni in merito, bensì si riportano solo alcune considerazioni in riferimento ad eventuali accorgimenti procedurali/operativi che possono essere attuati, in particolar modo in condizioni meteorologiche sfavorevoli, al fine di ridurre al minimo le emissioni di polveri.

Di seguito si riportano alcune considerazioni in merito alle principali sorgenti di emissione di polveri; non si considerano quelle legate allo scarico dei mezzi operativi in quanto ritenute quelle meno significative.

Dispersione legata alla movimentazione ed allo stoccaggio di inerti: per una stima delle emissioni in riferimento alla dispersione delle polveri legate allo stoccaggio degli inerti su cumuli scoperti e soggetti a movimentazioni di carico e scarico, si è fatto riferimento al capitolo 13 del Volume I dell'AP-42 "Miscellaneous Sources"; in particolare la sezione 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" e la sezione 13.2.5 "Industrial Wind Erosion".

La dispersione delle polveri da cumuli è legata sia operazioni di movimentazione del materiale sia all'azione erosiva del vento in corrispondenza di eventi sufficientemente intensi e clima secco (in particolare velocità del vento > 5.0 m/sec).

La quantità di polveri aerodisperse per kg di materiale movimentato è funzione dei seguenti parametri: velocità del vento e contenuto percentuale di umidità del materiale; in relazione al taglio dimensionale delle particelle sono infine assunti i seguenti coefficienti moltiplicativi k.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)				
< 30 μm	< 15 μm	< 10 μm (PM10)	< 5 μm	< 2,5 μm
74%	48%	35%	20%	11%

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

In dettaglio, per il calcolo dei fattori di emissione si considera la formula di seguito riportata (Update Of Fugitive Dust Emission Factors in AP-42 Section 11.2, EPA Contract No. 68-02- 3891, Midwest Research Institute, Kansas City, MO, July 1987), valida per le PTS.

$$E = k(0.0016) \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \text{ (kg/megagram [Mg])}$$

k = particle size multiplier (dimensionless)
 U = mean wind speed, meters per second (m/s) (miles per hour [mph])
 M = material moisture content (%)

Grado di umidità [%]	Velocità del vento [m/s]					
	1	2	3	4	5	6
0,5	0,0014	0,0034	0,0058	0,0085	0,0113	0,0144
1	0,0005	0,0013	0,0022	0,0032	0,0043	0,0054
2	0,0002	0,0005	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021
3	0,0001	0,0003	0,0005	0,0007	0,0009	0,0012

Tabella 7 - Fattori di emissione relativi alla movimentazione degli inerti nelle aree di stoccaggio [kg PM10/ tonnellata di materiale movimentato]

Pertanto, si evidenzia come la predisposizione di opportune procedure per la periodica umidificazione dei cumuli rappresenti un efficace strumento di contenimento delle polveri disperdibili.

Per quanto riguarda le emissioni legate all'azione erosiva del vento, ed in particolar modo a raffiche con velocità maggiore di 5,0 m/sec ad un'altezza di 15 cm sopra la superficie e maggiore di 10 m/sec a 7 m sopra la superficie, si segnala come tale contributo sia trascurabile, sia in riferimento alla bassa percentuale di accadimento di tali fenomeni, sia al contributo della frazione del PM10 (pari al 50% in peso). In altre parole, le velocità medie atmosferiche del vento non sono sufficienti a sostenere l'erosione da parte del vento di superfici piane del tipo in esame.

2.9.3 EMISSIONE DI POLVERE LEGATO AL TRANSITO DEI MEZZI SU VIABILITÀ NON ASFALTATA

Il transito di un veicolo su una strada non pavimentata provoca una polverizzazione del materiale superficiale, che viene alzato e fatto ricadere dal movimento delle ruote, generando moti turbolenti dell'aria in corrispondenza della superficie, che continua anche dopo il transito del mezzo.

Il quantitativo di emissioni di polveri e di traffico, il contenuto di limo presente sulla superficie, il peso dei mezzi, nonché dalle condizioni meteorologiche al contorno rappresentative dell'area di indagine. Per la stima della polverosità in fase di cantiere, occorre considerare che la viabilità principale interessata dal transito mezzi pesanti durante la fase di cantiere è estremamente limitata per quanto riguarda le strade non asfaltate.

Le aree di interesse ricadono nel territorio del Comune di Roma. Il tratto del cavidotto che connette l'impianto dalle cabine di raccolta, interne all'impianto, alle cabine di consegna ha lunghezza complessiva di 1.318,5, il cavidotto 20 kV, che collega le cabine di consegna alla cabina primaria Vignaccia, ha una lunghezza complessiva di circa 4836,6 m e costeggia le strade provinciali SP N.1/a (Via Portuense), Via del Ponte Pisano, via di Brava, via della e Via dei Cadolingi.

La viabilità interna verrà realizzata mediante percorsi carrabili orientati parallelamente e ortogonalmente all'asse dei tracker, e lungo il perimetro dell'area. La viabilità, con larghezza pari a 3,50 m, verrà realizzata interamente in misto di cava, con piano carrabile posto a +30 cm dal piano di campagna.

Il cavidotto sarà costituito da cavo sotterraneo dimensionato opportunamente secondo i criteri ingegneristici previsti da legge. Le principali lavorazioni condotte da mezzi meccanici, saranno pertanto associate all'infissione delle strutture ed al trasporto dei materiali. In entrambi i casi, lo sviluppo delle fasi lavorative sarà ottimizzato al fine di limitare l'utilizzo dei mezzi e, nel caso dei trasporti, al fine scegliere i percorsi più brevi e agibili.

In sintesi, utilizzando la formula seguente per strade non asfaltate ubicate in aree non industriali (WRAP Fugitive Dust Handbook):

$$E = \frac{1.8 * \left(\frac{s}{12}\right)^{1.8} * \left(\frac{S}{30}\right)^{0.5}}{\left(\frac{M}{0.5}\right)^{0.2}} - C:$$

dove:

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

- E = fattore di emissione (lb/VMT); 1 lb/VMT = 281.9 g/VKT
- s = percentuale di limo contenuto sulla superficie stradale, per il quale è previsto un range di valori nell'intervallo 1,8 ÷ 25,2: in tale caso è stato ritenuto significativo un valore pari al 14%;
- M = percentuale di umidità, percentuale contenuta sulla superficie stradale, per il quale è previsto un range di valori nell'intervallo 0.03 ÷ 13: in tale caso è stato ritenuto significativo un valore pari al 5%;
- S = velocità in miglia (nel caso in questione 5 km/h = 8.05 Mph)
- C = fattore di emissione per l'usura dei freni e l'usura dei pneumatici = 0.00047 lb/VMT per il PM10 (Countess Environmental 4001 Whitesail Circle – Westlake Village, CA 91361 (WGA Contract No. 30204-111) September 7, 2006)

29

Particle size	C, Emission factor for exhaust, brake wear, and tire wear (lb/VMT)
PM2.5	0.00036
PM10	0.00047

Tabella 8 - Emission Factors for 1980's Vehicle Exhaust, Brake wear and Tire Wear

Avremo il fattore di emissione pari a 0.773 lb/VMT per il PM10 = 217.9 g/VKT.

Il dato è ulteriormente ridotto in considerazione della limitazione sulla velocità dei veicoli circolanti sull'area interessata, come riportato nella tabella sottostante.

Control measure	PM10 control efficiency	References/Comments
Limit maximum speed on unpaved roads to 25 miles per hour	44%	Assumes linear relationship between PM10 emissions and vehicle speed and an uncontrolled speed of 45 mph.
Pave unpaved roads and unpaved parking areas	99%	Based on comparison of paved road and unpaved road PM10 emission factors.
Implement watering twice a day for industrial unpaved road	55%	MRI, April 2001
Apply dust suppressant annually to unpaved parking areas	84%	CARB April 2002

Tabella 9 - Control Efficiencies for Control Measures for Unpaved Roads

Pertanto, il fattore di emissione finale è pari a $217.9 \text{ g/VKT} * 0.44 = 95.8 \text{ g/VKT}$.

Ai fini di una stima sull'emissione si identificano tre tipologie di strade per l'impianto fotovoltaico:

- **Strade di nuova realizzazione** le quali serviranno a raggiungere gli impianti durante la fase di cantiere e durante il periodo di vita del parco fotovoltaico;
- **Strade esistenti** le quali sono già asfaltate e non verranno interessate da questa analisi.

Prendendo come riferimento un tratto di strada non asfaltata pari a 400 m con un numero di veicoli circolanti sul tratto interessato per ora pari a 1.5 che produce un valore di emissione pari a circa 520 g, si può ottenere che per i tratti stradali di nuova realizzazione non asfaltati del parco fotovoltaico, pari 7.687,37 m ne deriva un valore di emissione pari a 9.993,581g.

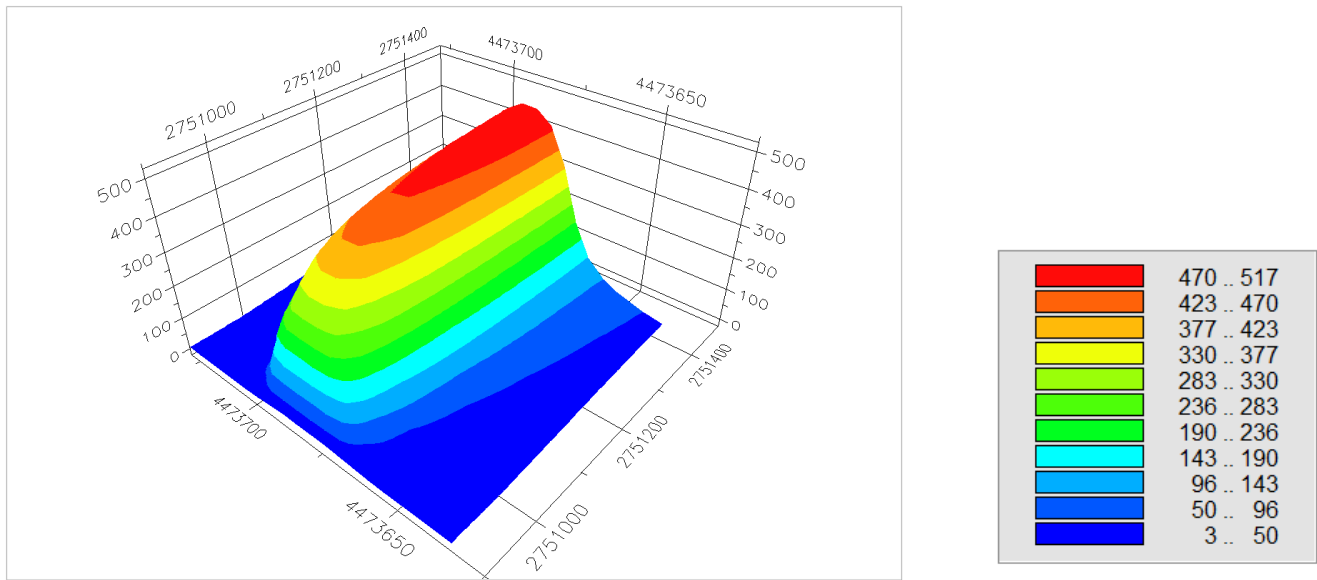


Figure 10 - Andamento del valore di emissione lungo il tratto di strada non asfaltata preso in esame.

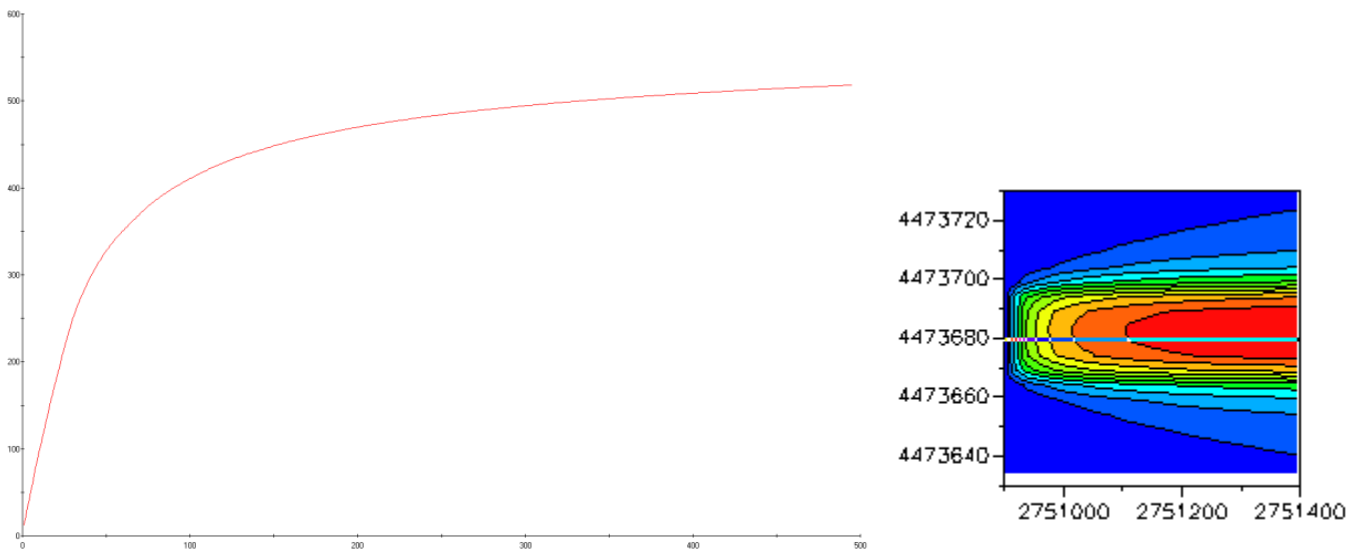


Figura 11 - Profilo longitudinale (Ovest-Est) dell'andamento del valore di emissione.

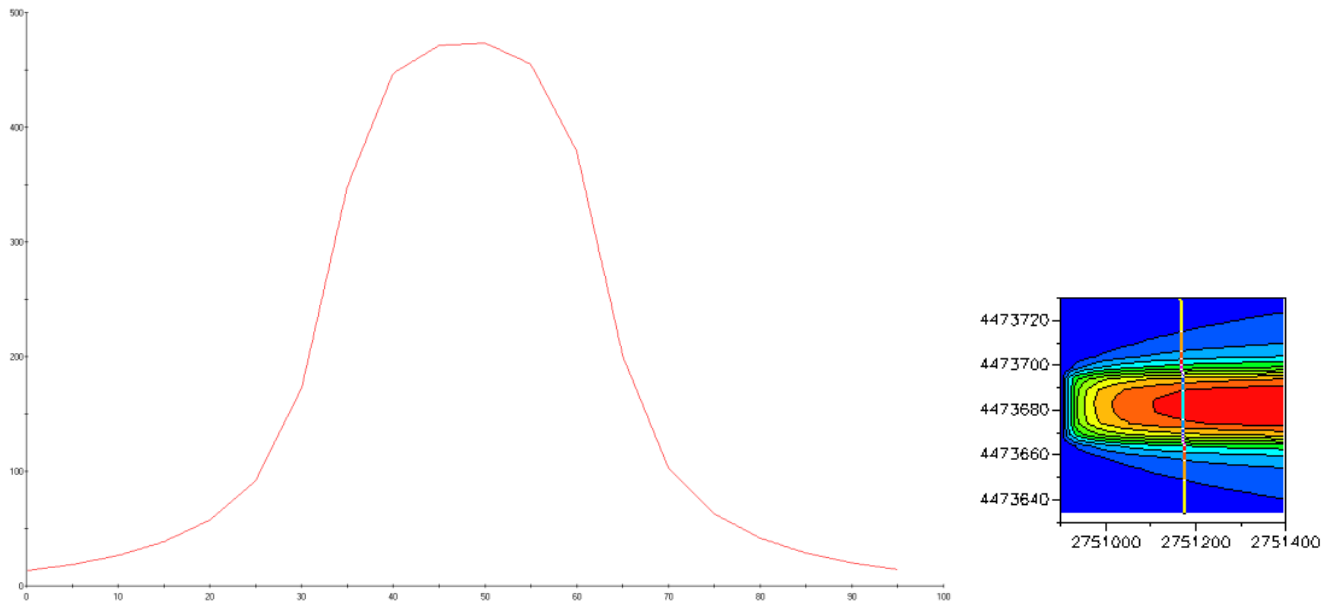


Figura 12 - Profilo trasversale (Nord-Sud) dell'andamento del valore di emissione.

Il valore è da intendersi puramente teorico, ricavato con alcune approssimazioni e conservativo in quanto non sono stati inseriti i periodi di pioggia e rappresenta in sostanza la polvere potenzialmente sollevata dai mezzi pesanti circolanti all'interno dell'area di cantiere.

Si sottolinea, inoltre, che durante l'intera fase di cantierizzazione si provvederà a bagnare periodicamente le aree non asfaltate, al fine di garantire la minore volatilità possibile.

Pertanto, si ritiene che il valore stimato sia da intendersi come una valutazione teorica dell'applicazione di una linea guida WRAP sulle valutazioni delle emissioni di polveri

2.10 EMISSIONI IN FASE DI ESERCIZIO

Gli impianti fotovoltaici hanno una vita utile di almeno 30 anni, determinata dalla funzionalità dei pannelli. Tali strutture non necessitano di manutenzione poiché il loro funzionamento non dipende da organi in movimento.

In generale, si richiede un controllo delle strutture attinenti al parco fotovoltaico con cadenza semestrale al fine di ottemperare alle attività di O&M ordinarie. Per le 2 aree in progetto, dunque, si stimano circa 4 visite annuali.

Le visite semestrali riguarderanno il passaggio di mezzi ordinari su strade di tipo sterrate (per i tratti strettamente necessari) e asfaltate, comportando un sollevamento polveri esiguo rispetto al parametro individuato in fase di cantiere. Pertanto, l'incremento non è significativo rispetto all'analisi effettuata e comunque si garantirà l'ottimizzazione dei percorsi per il raggiungimento delle turbine al fine di ridurre il traffico veicolare.

2.11 EMISSIONI IN FASE DI DISMISSIONE

La fase di dismissione dell'impianto in progetto risulta del tutto simile a quella di cantiere.

In questa fase avverrà lo smantellamento dell'impianto a conclusione della vita utile, procedendo in due maniere:

- Revamping: interventi di manutenzione straordinaria per recuperare la totale funzionalità ed efficienza
- Smantellamento, non attraverso demolizioni distruttive, ma semplicemente tramite uno smontaggio di tutti i componenti (pannelli, strutture di sostegno, quadri elettrici, etc.), provvedendo a smaltire i componenti nel rispetto della normativa vigente e, dove possibile, riciclarli.

Tutte le operazioni di dismissione sono studiate in modo tale da non arrecare danni o disturbi all'ambiente.

Infatti, in fase di dismissione definitiva dell'impianto, non si opererà una demolizione distruttiva, ma un semplice smontaggio di tutti i componenti provvedendo a smaltire adeguatamente la totalità dei componenti nel rispetto della normativa vigente, senza dispersione nell'ambiente dei materiali e delle sostanze che li compongono.

2.12 CALCOLO EMISSIONI MATERIALI

Il Sistema europeo di scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (**European Union Emissions Trading System - EU ETS**) è il principale strumento adottato dall'Unione europea per raggiungere gli obiettivi di riduzione della CO₂ nei principali settori industriali e nel comparto dell'aviazione. Il sistema è stato introdotto e disciplinato nella legislazione europea dalla Direttiva 2003/87/CE (Direttiva ETS).

La carbon footprint, o impronta di carbonio, rappresenta in CO₂ equivalenti la quantità di emissioni di gas a effetto serra associate direttamente o indirettamente a un prodotto, un'organizzazione o un servizio. Ciò in virtù del noto legame con il fenomeno del surriscaldamento globale del pianeta (Global Warming Potential) e dei suoi effetti sul cambiamento climatico del pianeta cui stiamo assistendo negli ultimi decenni.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

La misurazione della carbon footprint richiede in particolare di individuare e quantificare i consumi di materie prime e di energia nelle fasi selezionate del ciclo di vita dello stesso.

La nuova norma UNI ISO/TS 14067 descrive i principi, i requisiti e le modalità per la quantificazione della carbon footprint dei prodotti (CFP), basandosi su normative già collaudate a livello internazionale in materia di gestione ambientale e di etichette e dichiarazioni ambientali (UNI EN ISO 14040- 14044- 14020- 14024 – 14025).

Di seguito si riporta una tabella di stima delle emissioni di CO₂ per ciascun materiale dell'impianto in esame per il suo ciclo di vita.

CALCOLO EMISSIONI CO ₂			
	Valore di emissione unitaria	Quantità (m ³ - kg)	ECO ₂ tot. (kg)
Calcestruzzo	0.9 kg/kg	316,9	285,21
Acciaio	2 kg/kg	36190	72380
Alluminio	11.8 kg/kg	3519	30727908
Rame	2.8 kg/kg	7416	130506768
EMISSIONI TOTALI DI CO ₂			161307341.21

Tabella 7 - Prospetto delle emissioni di Co2 per ciascun materiale dell'impianto in esame

Tutte le componenti che si intende utilizzare per la realizzazione del progetto saranno prodotte nel rispetto della norma UNI EN ISO 14040, la quale descrive i principi ed il quadro di riferimento per la valutazione del ciclo di vita (LCA), comprendendo:

- a) la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'LCA;
- b) la fase di inventario del ciclo di vita (LCI);126*6285

3 FATTORE AMBIENTALE: SUOLO, USO SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

In considerazione della posizione occupata dall'impianto e dalle opere di connessione, per la caratterizzazione dello stato attuale del fattore ambientale "Suolo, Uso del Suolo e Patrimonio Agroalimentare", si fa riferimento a un'area vasta estesa intorno al progetto, comprendente il territorio comunale di Roma. Mentre per area di studio si intende un'area buffer di circa 500 m dagli elementi del progetto.

35

La superficie territoriale in agro dell'area vasta è prevalentemente utilizzata per fini agricoli e la struttura attuale della realtà agricola è caratterizzata dalla presenza di piccole e medie aziende. Roma è il più grande comune agricolo d'Europa, con una superficie agricola di circa 517 km², pari a circa il 40% della superficie comunale totale.

Per quanto attiene all'utilizzo del suolo, la superficie è occupata principalmente dalle foraggere temporanee ma anche prati e pascoli permanenti, coltivazioni cerealicole ed infine olivo, nocciolo e vite.

Per quanto attiene alle condizioni podologiche, si ricorda che gli estesi affioramenti vulcanici ed argillosi possiedono una elevata permeabilità, sia per porosità che per fessurazione, tale da impedire alle acque di precipitazione di ruscellare in maniera consistente.

La regione Lazio è caratterizzata dalla presenza di un elevato numero di corsi d'acqua anche di notevoli portate (es. Tevere) le cui caratteristiche variano notevolmente via via che ci si avvicina al mare, passando da torrenti turbolenti fino a placidi fiumi che scorrono lentamente nelle pianure.

Per quanto riguarda l'area di studio la Carta Uso del Suolo consente di individuare l'esistenza o meno di aree dotate di un rilevante grado di naturalità, al fine di valutare la pressione antropica in atto, ovvero il livello di modificazione ambientale già posto in essere dall'azione antropica sull'ambiente naturale originario, sia in termini quantitativi che qualitativi.

Per l'acquisizione dei dati sull'uso del suolo del territorio interessato dall'intervento, ci si è avvalsi di foto aeree della Carta "Corine Land-Cover".

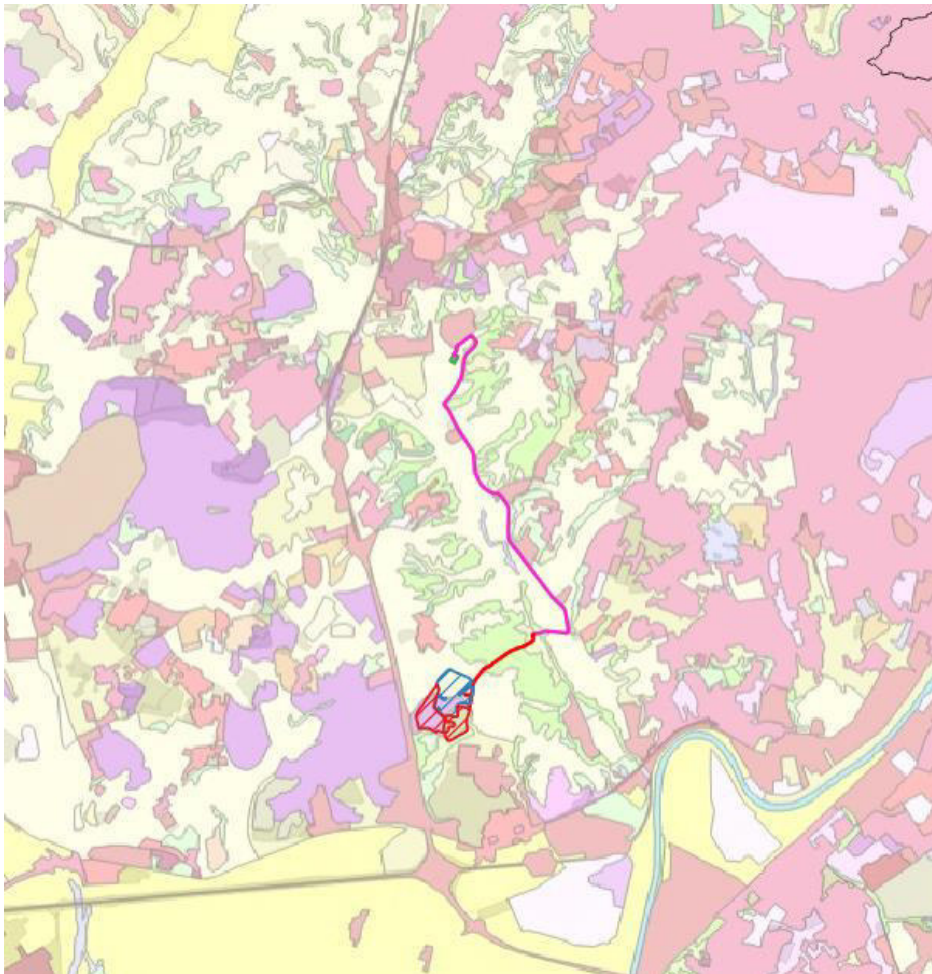


Figure 13 – Carta dell'Uso del suolo

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 0H597

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.



Figure 14 – Legenda Carta dell'Uso del suolo

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



3.1 TRASFORMAZIONE DELLA VEGETAZIONE E ALTERAZIONE DEI SUOLI PER INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

A seguito della realizzazione dell'impianto fotovoltaico di Cava Alfa e Beta, nella zona prescelta del Comune di Roma, si verifica una trasformazione della vegetazione e dei suoli che comportano emissioni di CO₂, perdita di biomassa e mancata fissazione della CO₂ della vegetazione trasformata a causa dell'impianto.

3.1.1 OPERAZIONI DI SCAVO E SBANCAMENTO: CALCOLO DELLA CO₂

Il progetto prevede una serie di interventi che riguardano principalmente:

- la preparazione dell'area di cantiere;
- le opere civili necessarie all'installazione dei pannelli;
- le opere di viabilità.

La realizzazione comporterà sia opere di scavo, sia opere di riporto di materiale che garantisca la portanza adeguata del terreno, in relazione alla naturale orografia dei siti in cui si prevede l'installazione dei pannelli stessi.

I volumi di terreno movimentati per la realizzazione dell'impianto di Cava Alfa e Beta sono riportati in Tabella 10:

TOTALE SCAVO	16100.79 mc
TOTALE RINTERRO	9642.53 mc
TOTALE ESUBERI	6458.26 mc

Tabella 10 – Totale volumi di terreno movimentati

Per effettuare tale stima si è fatto riferimento al database Ecoinvent 2.2 che utilizza un modello per la realizzazione di una strada con le relative operazioni di scavo (rif. process *Road/CH/I*).

OPERE PER LA REALIZZAZIONE IMPIANTO	kg CO ₂ eq	Di cui kg CO ₂ Fossile
Scavi e sbancamenti	18940,41	17046.37
Realizzazione nuovi tratti stradali	72508.10	65257.29
TOTALE EMISSIONI	91448.51	82303.66

Tabella 11 – Totale emissioni realizzazione impianto

4 MIX ENERGETICO ED EMISSIONI DI GAS SERRA

L'impiego di energia fotovoltaica comporta una diminuzione delle emissioni inquinanti legate al minor impiego di energia elettrica da fonte fossile. I potenziali impatti di un impianto fotovoltaico sono dovuti principalmente alla costruzione dell'impianto e alla realizzazione delle infrastrutture necessarie.

Il mix energetico è l'insieme di fonti energetiche primarie utilizzate per la produzione di energia elettrica fornita dall'impresa di vendita ai clienti finali. Come disciplinato dal *Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 31 luglio 2009* le imprese di vendita di energia elettrica sono tenute a fornire informazioni ai clienti finali:

- sulla composizione del mix di fonti energetiche primarie utilizzate per la produzione dell'energia elettrica fornita;
- sull'impatto ambientale della produzione di energia elettrica, utili al fine di risparmiare energia.

Le informazioni sulla composizione del mix energetico utilizzato per la fornitura di energia elettrica al cliente finale devono essere rese disponibili dalle imprese di vendita ai clienti finali nelle bollette, nel materiale informativo, sui propri siti internet e in fase pre-contrattuale.

Il GSE determina e pubblica annualmente il mix energetico medio nazionale, in Figura 15 si indicano i mix energetici medi per il 2019 (a consuntivo) e il mix energetico medio per l'anno 2020 (pre – consuntivo)

Composizione del mix iniziale nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano nel 2019*		Composizione del mix iniziale nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano nel 2020**	
Fonti primarie utilizzate	%	Fonti primarie utilizzate	%
- Fonti rinnovabili	41,74%	- Fonti rinnovabili	45,04%
- Carbone	7,91%	- Carbone	6,34%
- Gas naturale	43,20%	- Gas naturale	42,28%
- Prodotti petroliferi	0,50%	- Prodotti petroliferi	0,48%
- Nucleare	3,55%	- Nucleare	3,22%
- Altre fonti	3,10%	- Altre fonti	2,64%
<i>*dato consuntivo</i>		<i>**dato pre-consuntivo</i>	

Figura 15 - Composizione del mix medio nazionale del 2019 e 2020 (Fonte: GSE).

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Come si nota in Figura 15 si è verificato un progressivo aumento della quota parte di energie rinnovabili nel mix medio nazionale, a fronte di una progressiva riduzione dell'utilizzo di gas naturale e prodotti petroliferi.

Il controllo dei consumi energetici e l'utilizzo di risorse rinnovabili sono azioni fondamentali ai fini della riduzione delle emissioni di gas serra e del raggiungimento degli obiettivi del cosiddetto "pacchetto clima-energia 20-20-20" varato dall'Unione Europea (rif. Direttiva 2009/29/CE).

40

Le principali sostanze climalteranti sono:

- anidride carbonica (CO₂),
- metano (CH₄),
- protossido di azoto (N₂O).

Ognuno di questi gas contribuisce in maniera diversa al fenomeno del riscaldamento globale e tale contributo è dovuto essenzialmente a: la lunghezza d'onda delle radiazioni assorbite, la concentrazione in atmosfera e la capacità di assorbimento di ciascun gas.

Il contributo dei gas serra al potenziale impatto ambientale del riscaldamento globale è misurato in termini di chili (kg) (o grammi) di CO₂eq (anidride carbonica equivalente), attraverso un'operazione di standardizzazione basata sui potenziali di riscaldamento globale GWP (*Global Warming Potential*). In tal caso è stato preso in considerazione un orizzonte temporale pari a 100 anni (GWP 100).

Tali potenziali, adottati dall'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), sono calcolati per ciascun gas serra ed esprimono il rapporto fra il contributo all'assorbimento dato dal rilascio istantaneo di una sostanza GHG (*Greenhouse Gase*) e quello fornito dall'emissione di CO₂. Il potenziale GWP 100 della CO₂ è pari ad 1.

4.1 CO₂eq PER MIX ENERGETICO ITALIANO

In base alla composizione del mix energetico italiano del 2021 (Figura 15), modellizzato prendendo come riferimento dei dati la banca dati LCI Ecoinvent 2.2 (Tabella 12), si calcola la quantità di CO₂eq per 1 kWh di mix. Il calcolo viene effettuato sulla base dei fattori di caratterizzazione di GWP 100 dell'IPCC 2007 (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)

Electricity, hard coal, at power plant/IT	0,139286 kWh
Electricity, oil, at power plant/IT	0,011448 kWh
Electricity, natural gas, at power plant/IT	0,366432 kWh
Electricity, industrial gas, at power plant/IT	0,015174 kWh
Electricity, hydropower, at power plant/IT	0,268264 kWh
Electricity, hydropower, at pumped storage power plant/IT	0,061694 kWh
Electricity, production mix fotovoltaic, at plant/IT	2,42E-05 kWh
Electricity, at wind power plant/RER	0,011163 kWh
Electricity, at cogen ORC 1400kWth, wood, allocation exergy/CH	0,001706 kWh
Electricity, at cogen with biogas engine, allocation exergy/CH	0,007272 kWh
Electricity, production mix AT/AT	0,002512 kWh
Electricity, production mix FR/FR	0,026552 kWh
Electricity, production mix GR/GR	0,002188 kWh
Electricity, production mix SI/SI	0,009493 kWh
Electricity, production mix CH/CH	0,030805 kWh

Tabella 12 – Modellizzazione del mix energetico italiano (fonte GSE) in base al database Ecoinvent 2.2 (dati al netto delle perdite di rete).

Dall'elaborazione del mix risulta che per 1 kWh di mix energetico italiano si emettono:

0,4902 kg di CO₂eq di cui:

- 0,4654 kg dovuti a CO₂ di origine fossile (94,93%),
- 0,02044 kg dovuti a CH₄ (4,19%),
- 0,003181 kg dovuti a N₂O (0,65%).

5 POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI: L'IMPIANTO CAVA ALFA E BETA

I potenziali impatti di un impianto fotovoltaico sono dovuti principalmente alla costruzione dell'impianto e alla realizzazione delle infrastrutture necessarie. La struttura è costituita essenzialmente dall'insieme di pannelli installati su suolo e dall'impianto elettrico necessario al funzionamento degli stessi.

Non essendo disponibile uno studio specifico di LCA (*Life Cycle Assessment*) dell'impianto, il calcolo degli indicatori di impatto potenziale in termini di CO₂eq (kg) e consumo di risorse non rinnovabili (MJ) è effettuato mediante l'applicazione della metodologia LCA (ISO 14044:2006).

In Tabella 13 si indicano i risultati di impatto ambientale elaborati per la produzione di 1 kWh di energia elettrica da fonte fotovoltaica.

La quantità di CO₂eq viene calcolata con il metodo IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2007, mentre il consumo di risorse non rinnovabili con il metodo CED (*Cumulative Energy Demand*) vs. 1.08.

kg CO ₂ /kWh en.solare	0,04648
kwh/kwh en.solare	0,11

Tabella 13 - CO₂eq per la produzione di 1 kWh di energia elettrica da impianto fotovoltaico

5.1 ENERGY PAY – BACK TIME

Per la produzione di ogni kWh di energia elettrica dell'impianto di Cava Alfa e Beta sono necessari **0,11 kWh di energia da fonti non rinnovabili**.

Poiché la vita utile dell'impianto di Cava Alfa e Beta è stimata pari a 30 anni, si calcola che, per l'intero ciclo di vita dell'impianto, si consumano mediamente **104.959.800 kWh di risorse non rinnovabili**.

Inoltre la produzione di energia elettrica annuale è stimata pari a 31,806 GWh, cioè 31.806.000 kWh, quindi i **tempi di *payback* relativi all'energia prodotta risultano di circa 3.3 anni** (=104.959.800 kWh/ 31.806.000 kWh).

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Per la produzione di energia elettrica dell'impianto di Cava Alfa e Beta vengono emesse **0,04648 kg di CO₂eq per ogni kWh, in un anno**, le emissioni risparmiate dall'impianto di CO₂eq sono pari a **1.478342,88 kg di CO₂eq**.

Dal confronto fra queste emissioni con quelle del mix energetico, si calcola che nei successivi anni di vita dell'impianto calcolati pari a 30: **le emissioni di CO₂eq evitate** grazie all'introduzione dell'impianto di Cava Alfa e Beta, in sostituzione del mix di energia elettrica standard, siano pari a **44.350286,4 kg di CO₂eq**.

43

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 0H597

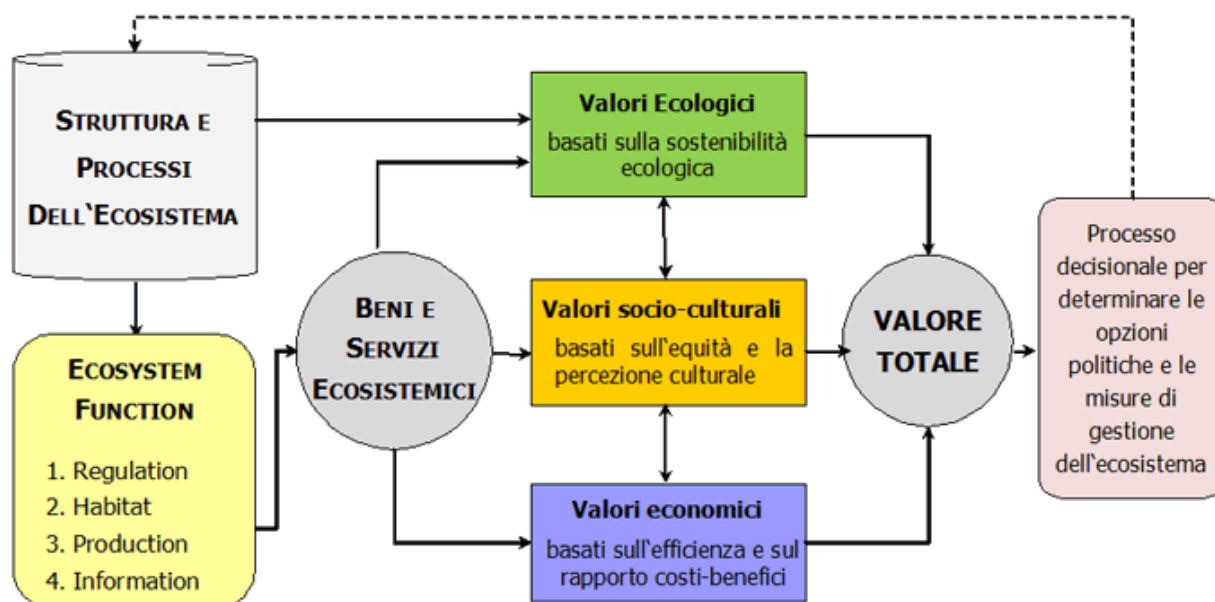
6 SERVIZI ECOSISTEMICI

6.1 INTRODUZIONE

Lo sviluppo di strumenti adeguati per una corretta gestione dell'ambiente passa necessariamente attraverso l'integrazione di elementi ecologici, economici e socio politici all'interno di un quadro interdisciplinare.

La struttura sottostante costituisce una cornice concettuale generale, all'interno della quale è possibile arrivare all'individuazione e alla quantificazione delle funzioni, dei beni e dei servizi ecosistemici (SE).

Si definiscono funzioni ecosistemiche: la capacità dei processi e dei componenti naturali di fornire beni e servizi che soddisfino, direttamente o indirettamente, le necessità dell'uomo e garantiscano la vita di tutte le specie.



modificato da De Groot, 1992

Il Millennium Ecosystem Assessment (2005), la più ampia e approfondita sistematizzazione delle conoscenze sino ad oggi acquisite sullo stato degli ecosistemi del mondo ha fornito una classificazione utile suddividendo le funzioni ecosistemiche in 4 categorie principali:

- **Supporto alla vita (Supporting):** queste funzioni raccolgono tutti quei servizi necessari per la produzione di tutti gli altri servizi ecosistemici e contribuisce alla conservazione (in situ) della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi.
- **Regolazione (Regulating):** oltre al mantenimento della salute e del funzionamento degli ecosistemi, le funzioni regolative raccolgono molti altri servizi che comportano benefici diretti e indiretti per l'uomo (come la stabilizzazione del clima, il riciclo dei rifiuti), solitamente non riconosciuti fino al momento in cui non vengono persi o degradati;
- **Approvvigionamento (Provisioning):** queste funzioni raccolgono tutti quei servizi di fornitura di risorse che gli ecosistemi naturali e semi-naturali producono (ossigeno, acqua, cibo, ecc.).
- **Culturali (Cultural):** gli ecosistemi naturali forniscono una essenziale "funzione di consultazione" e contribuiscono al mantenimento della salute umana attraverso la fornitura di opportunità di riflessione, arricchimento spirituale, sviluppo cognitivo, esperienze ricreative ed estetiche.

Queste funzioni ecosistemiche racchiudono i beni e i servizi utilizzati dalla società umana per soddisfare il proprio benessere. Sulla base di tali funzioni, il Millennium Ecosystem Assessment ha individuato i (potenziali) aspetti utili degli ecosistemi naturali per il genere umano sotto forma di beni e servizi, definendoli con il termine generale di servizi ecosistemici (eco system services): i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano.

I cambiamenti nell'uso del suolo determinati dalla realizzazione delle opere in progetto, influenzano i valori dei SE, sia biofisici che economici, che aumentano o diminuiscono sulla base delle trasformazioni territoriali i cui effetti sono valutabili nel breve e lungo periodo.

La descrizione e quantificazione di tali effetti, qui condotta attraverso l'uso del software SimulSoil, un'applicazione informatica che analizza le variazioni di valore derivate da trasformazioni d'uso del suolo, registrando la sensibilità dei servizi ambientali erogati ai cambiamenti del territorio e quantificando il costo complessivo di tali trasformazioni sul Capitale Naturale esistente. Il software, costituisce uno dei prodotti "tangibili" del progetto europeo LIFE SAM4CP e consiste in un software di supporto analitico territoriale alla mappatura e valutazione dei Servizi Ecosistemici resi dal suolo.

La sua finalità è di favorire e facilitare processi virtuosi di pianificazione urbanistica, siano essi estesi all'intero territorio comunale o a porzioni di esso: SimulSoil è infatti nato dall'esigenza di rendere il processo di conoscenza dei Servizi Ecosistemici direttamente scalabile alle reali "pratiche" urbanistiche, ovvero quelle necessarie al rilascio dei titoli abilitativi, ma anche tutte le altre procedure che implicano trasformazioni degli usi

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

del suolo, sia attraverso alterazioni che ne determinano il “consumo” o il “degrado”, che nei casi in cui ne generano una “valorizzazione” sotto il profilo ambientale ed ecosistemico.

Partendo dal presupposto che il suolo è una risorsa in grado di generare contemporaneamente molteplici Servizi Ecosistemici la cui conoscenza è imprescindibile per i processi del buon governo del territorio, SimulSoil è, in breve, uno strumento di aiuto ai decisori pubblici per effettuare scelte consapevoli e sostenibili nello sfruttamento di una risorsa sostanzialmente limitata e non rinnovabile.

SimulSoil “automatizza” processi informatici complessi che normalmente vengono gestiti separatamente mediante l'utilizzo di differenti modelli del software InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs2) determinandone l'immediata e semplificata utilizzabilità.

Nello specifico sono stati automatizzati gli algoritmi di calcolo riferiti ai seguenti 8 differenti Servizi Ecosistemici offerti dal suolo libero e selezionati tra i molteplici che la natura fornisce:

- qualità degli Habitat,
- stoccaggio di carbonio,
- disponibilità idrica,
- trattenimento dei sedimenti,
- trattenimenti dei nutrienti,
- produzione agricola,
- impollinazione,
- produzione legnosa.

La mappatura dei Servizi Ecosistemici (SE) costituisce ad oggi il riferimento di base per pianificatori e amministratori locali per poter “intervenire” oltre che “valutare” o “misurare” le quantità (stock) e le variazioni (trend) dei valori ecosistemici riferiti al suolo.

6.2 LA VALUTAZIONE BIOFISICA ED ECONOMICA DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

Come già evidenziato, SimulSoil è un'applicazione informatica che consente di eseguire bilanci delle funzioni ecosistemiche del territorio, automatizzando processi informatici complessi che dovrebbero essere gestiti separatamente mediante l'utilizzo di differenti modelli, alcuni dei quali proprietari del software INVEST. Esso produce una quantificazione biofisica della mappatura dei SE e, associando "costi" parametrici ai SE forniti dai suoli ne sviluppa la valutazione economica, secondo il seguente approccio: ai SE con valori biofisici assoluti è associato un prezzo unitario (per esempio, 1 tonnellata di carbonio sequestrato equivale a 100 euro del costo sociale evitato per il mancato rilascio in atmosfera), mentre per i SE con valori biofisici espressi da valori indice l'associazione del costo avviene ipotizzandone un mercato e definendone un valore derivato dalla "disponibilità a pagare" per il godimento del bene stesso. È evidente, tuttavia, come l'associazione di un valore economico ad un indice presenti molti limiti e non sia da assumere come valore paradigmatico.

Si sottolinea, inoltre, che, indipendentemente dal modello di valutazione adottato, l'associazione di un valore economico ad un beneficio ambientale si riferisce sempre ad un valore "marginale" e non "totale" (poiché il valore complessivo del Capitale Naturale non è quantificabile). SimulSoil, pertanto, non determina il "prezzo" del Capitale Naturale, ma costituisce piuttosto la stima parametrica del possibile valore monetario di alcuni servizi ecosistemici.

Nello specifico, la valutazione ha ad oggetto i seguenti 8 SE:

- STOCCAGGIO DI CARBONIO (Carbon Sequestration) - CS - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;
- PRODUZIONE AGRICOLA (Crop Production) - CPR- servizio di approvvigionamento secondo la classificazione TEEB CICES;
- PRODUZIONE LEGNOSA (Timber Production) - TP - servizio di approvvigionamento secondo la classificazione TEEB CICES;
- QUALITÀ DEGLI HABITAT (Habitat Quality) - HQ - servizio di supporto secondo la classificazione TEEB CICES;
- TRATTENIMENTO DEI NUTRIENTI (Nutrient Retention) - NR - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;

- DISPONIBILITÀ IDRICA (Water Yield) - WY - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;
- TRATTENIMENTO DEI SEDIMENTI (Sediment Retention) - SDR - servizio di regolazione secondo la classificazione TEEB CICES;
- IMPOLLINAZIONE (Crop Pollination) - CPO - servizio di approvvigionamento secondo la classificazione TEEB CICES.

Di seguito si specificano le modalità di calcolo e di input di ogni uno degli otto SE utilizzati.

Stoccaggio di Carbonio (CS)

L'incremento di CO₂ in atmosfera è causato principalmente dalle attività antropiche: una volta che un terreno naturale viene impermeabilizzato o subisce altre forme di degrado, perde la capacità di trattenere il carbonio che, di conseguenza, viene emesso in atmosfera. Per valutare questo SE il simulatore utilizza il modello InVEST "Carbon Storage and Sequestration".

L'output fornito è costituito da mappe della quantità di carbonio immagazzinato dagli ecosistemi terrestri in termini biofisici (espresso in tonnellate di C per pixel) e da una valutazione dello stesso in termini economici espressa in euro/tonnellata. Il modello stima la quantità di carbonio in funzione della categoria di uso del suolo con riferimento ai quattro principali serbatoi (pools) presenti in natura: biomassa epigea, biomassa ipogea, suolo e sostanza organica morta.

I dati di input, oltre all'uso del suolo, sono i valori di stoccaggio del carbonio associati alle differenti classi d'uso del suolo divisi in suolo, lettiera, fitomassa ipogea e fitomassa epigea. Per le categorie forestali i valori di tutti i pool sono stati ricavati tramite l'utilizzo di apposite metodologie e coefficienti di conversione, dai volumi di provvigione forniti dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC) per ogni regione; per le altre aree naturali e per le superfici agricole i valori di default del carbonio contenuto nella biomassa epigea, nella biomassa ipogea e nella sostanza organica morta sono quelli proposti da Sallustio et al. (2015), mentre per il carbonio contenuto nel suolo il valore inserito è stato stimato sulla base dei dati del progetto SIAS (Sviluppo Indicatori Ambientali sul Suolo), relativi al carbonio immagazzinato nei primi 30 cm di suolo.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Alle aree artificiali è stato assegnato un valore pari a zero per tutti i pool, assumendo una perdita completa del servizio.

A livello locale vi è stato un adattamento delle soglie di stoccaggio del carbonio del suolo e soprassuolo per considerare anche tutte le classi ad uso antropico, (macroclasse 1 Land Cover Puglia – aree artificiali) a partire dalle quantità segnalate per i prati e pascoli, con una rimodulazione delle soglie sulla base dell'indice di permeabilità rilevato per ogni classe d'uso del suolo. Nello specifico: per le classi "SOIL" e "DEAD" sono stati rimodulati i valori corrispondenti ai prati rispetto all'indice di permeabilità espresso nella singola classe di copertura (le aree industriali impermeabilizzate al 99%, ed esempio, non hanno valore di stoccaggio), mentre per tutte le altre coperture si utilizzano i valori nazionali dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. Per le classi "ABOVE" and "BELOW" soil è stato adottato un procedimento di adeguamento dei valori a partire dalla biomassa legnosa iniziale. In particolare, la quantità di carbonio organico unitario (in ton/ha), corrispondenti alla biomassa iniziale, viene calcolata moltiplicando la biomassa legnosa complessiva per un opportuno coefficiente (0,17 per le conifere e 0,25 per le latifoglie). Successivamente tale quantità viene ripartita tra quella sviluppata soprassuolo (l'84%) e quella sviluppata nel sottosuolo (il 16%).

L'output generato dal simulatore è la spazializzazione dell'indicatore Carbon Sequestration nel territorio con valori biofisici assoluti di carbonio stoccato per pixel (ton/pixel).

Per la valutazione economica della funzione di stoccaggio del carbonio il simulatore si basa sulla quantificazione del costo sociale del carbonio (SCC) ovvero quello che contabilizza il danno marginale associato al rilascio di tonnellate di carbonio in atmosfera. Secondo questo approccio, ad ogni tonnellata di carbonio immagazzinata nel suolo viene associato un costo sociale evitato per il mancato rilascio del carbonio organico in atmosfera, e la conseguente produzione di CO2 pari a 100 euro/ton.

Produzione agricola (CPR)

La produzione agricola è un servizio ecosistemico di approvvigionamento essenziale poiché è alla base della fornitura di materie prime per la sopravvivenza dell'uomo. Descrivere l'agricoltura e più in generale l'utilizzo del territorio agroforestale in termini di servizi ecosistemici forniti dal suolo è una operazione complessa. L'agricoltura, infatti, utilizza i servizi forniti dal capitale naturale e influisce a sua volta su di essi, ad esempio aumentando l'infiltrazione nel suolo di nutrienti contenuti nei fertilizzanti come azoto e fosforo, ma al contempo fornisce un servizio essenziale come principale fonte di cibo. La stima del valore della produzione agricola

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

coinvolge, ovviamente, non solo i terreni propriamente agricoli, ma anche quelli destinati alla produzione di foraggio (prati) ed al pascolo.

Il consumo di suolo a fini edificatori annulla completamente il servizio di produzione agricola, rendendo impossibile qualsiasi possibilità di sfruttamento agricolo del terreno impermeabilizzato, sia nel breve che nel medio-lungo periodo, dato che il suolo è una risorsa che necessita di lunghi periodi per recuperare le sue funzioni e le sue caratteristiche biologiche originali. Per tutte le aree artificiali il simulatore ha dunque assunto un valore del servizio CPR pari a zero.

Il metodo di valutazione utilizzato nel simulatore si basa sulla spazializzazione dei Valori Agricoli Medi (VAM) proposti dall'Agenzia delle Entrate, suddivisi per regioni agrarie secondo lo schema di classificazione definito dall'Istat. Per condurre tale analisi a ciascuna classe di uso e copertura del suolo sono state associate la corrispondente regione agraria e il relativo VAM. L'unità di misura dell'output è Euro per ettaro.

In questo caso l'indicatore considerato è solo biofisico; per la mancata Produzione Agricola, le perdite ecosistemiche sono di tipo reversibile e recuperabili con il ripristino delle attività agricole sui terreni, garantite dopo le attività di dismissione dell'impianto.

Produzione legnosa (TP)

La produzione di legname è un importante servizio di approvvigionamento. Anche in questo caso si tratta di un servizio complesso, poiché la gestione della produzione legnosa, in particolare la gestione dell'intensità e della velocità di raccolta, influenza il mantenimento dell'erogazione di molti altri servizi ecosistemici: la qualità degli habitat, la quantità di carbonio sequestrato, la prevenzione dell'erosione e la purificazione dell'acqua dai nutrienti, ma anche l'impollinazione, in quanto i boschi sono particolarmente adatti ad ospitare i nidi di impollinatori.

Nel simulatore è stata utilizzata la stessa metodologia di calcolo proposta per la valutazione della produzione agricola, cioè si è considerato il Valore Agricolo Medio come proxy del potenziale di produzione legnosa su larga scala. Anche in questo caso l'indicatore ottenuto è sia biofisico che economico: esso infatti esprime parametricamente il livello di servizio di produzione ottenuto, con un valore parametrico espresso in €/ha, e la

redditività assoluta, costituita dalla moltiplicazione di tale valore per la superficie delle aree destinate a fini produttivi forestali.

Qualità degli habitat (HQ)

Gli habitat e la biodiversità che essi ospitano, forniscono tutto quello di cui le diverse specie animali e vegetali necessitano per la sopravvivenza, garantendo cioè le risorse per la nutrizione, la riproduzione e lo sviluppo. Gli impatti antropici, in particolare i cambiamenti di uso del suolo che determinano processi di artificializzazione, minacciano gravemente la biodiversità e la conservazione delle specie.

Il modello di InVEST per l'Habitat Quality utilizzato nel simulatore, si basa sull'ipotesi che le aree con una qualità degli habitat più alta ospitano una ricchezza maggiore di specie native mentre la diminuzione delle dimensioni di uno specifico habitat e della sua qualità portano al declino della persistenza delle specie.

Per funzionare, il modello utilizza come dati di input sia valori (da 0 a 1) di qualità dell'habitat in termini di compatibilità delle specie con ciascuna classe di uso e copertura del suolo, sia valori corrispondenti alle minacce. In particolare, il modello genera una carta raster per ogni minaccia, in cui è rappresentato il livello di minaccia in funzione della distanza dall'impatto, del tipo di decadimento e della pressione sugli habitat.

Le tipologie di habitat considerate dal simulatore sono 12 ed i valori dei relativi parametri a scala nazionale sono stati ricavati attraverso un approccio expert based, cioè sottoponendo un questionario a oltre 100 esperti nazionali con affiliazioni diverse nei settori della conservazione e della gestione della biodiversità. Per quanto riguarda le minacce e relativi valori di interferenza con gli habitat sono stati considerati: il sistema antropizzato, le aree agricole ed il reticolo infrastrutturale con classificazione di strade principali, secondarie e locali.

L'output generato è una spazializzazione dell'indicatore Habitat Quality nel territorio con valori relativi al contesto di analisi che variano da 0 a 1.

Per la valutazione economica della funzione di qualità degli habitat il modello utilizzato da SimulSoil si basa sulla valutazione di contingenza in grado di stimare, attraverso lo strumento dell'intervista, la disponibilità a pagare (DAP) dei singoli soggetti per la gestione di aree verdi naturali e semi-naturali con elevato valore ambientale ed è espresso in euro al mq (i valori spaziano da 1,70 a 3,87 euro/mq per il verde urbano, da 0,30 a 0,39 euro/mq per il verde agricolo e da 1,63 a 24,15 euro/mq per il verde naturale o seminaturale).

Trattenimento dei nutrienti (NR)

Si tratta di un SE di regolazione fornito dagli ecosistemi acquatici e terrestri che concorrono a filtrare e decomporre reflui organici che giungono nelle acque interne e negli ecosistemi costieri e marini, contribuendo così alla fornitura di acqua potabile. Le foreste naturali, in particolare, contribuiscono ad una qualità superiore delle acque, con meno sedimenti e filtrando gli inquinanti rispetto a sorgenti di inquinamento sia diffuse (fertilizzanti agricoli) che localizzate (presenza di impianti con produzione e diffusione di inquinanti nel suolo). Spesso si fa riferimento alla rimozione di nitrati e fosfati poiché sono gli elementi più diffusi nei reflui domestici e agricoli e particolarmente deleteri per la potabilità dell'acqua e l'eutrofizzazione dei laghi. L'impermeabilizzazione genera una perdita irreversibile della capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo e quindi rappresenta la maggiore minaccia a tale tipo di servizio. Il consumo di suolo, inoltre, generando una compromissione delle superfici naturali permeabili e impedendone la filtrazione dell'acqua pu anche portare, in particolari circostanze, a fornire un maggior carico di inquinanti ai corsi d'acqua, per via di un maggior scorrimento superficiale. Il simulatore utilizza il modello InVEST NDR, che restituisce in output mappe di capacità di purificazione dell'acqua da parte dell'attuale, o futura, configurazione d'uso del suolo.

I dati di input utilizzati, oltre alle mappe di uso del suolo, sono:

- Digital Elevation Model. Formato raster – Dtm passo 20 m.
- Mappa dei bacini idrografici. Formato vettoriale (sit.puglia.it - Bacini idrografici Bacini idrografici e morfologici dei principali fiumi pugliesi).
- Root restricting layer depth: la profondità del suolo dove la penetrazione delle radici è fortemente inibita per colpa delle caratteristiche fisiche o chimiche.
- Precipitazioni. Valore annuale medio delle precipitazioni in millimetri.
- Plant Available Water Content (PAWC): la frazione d'acqua che può essere immagazzinata nel suolo e disponibile per le piante.
- Average annual potential evapotranspiration (PET): la perdita potenziale di acqua dal suolo sia per evaporazione che per traspirazione dell'erba medica, nel caso in cui ci sia una quantità d'acqua sufficiente. Formato raster. (utilizzo dei valori nazionali nelle tabelle csv).

Dati biofisici: tabella che associa, ad ogni classe di uso del suolo:

- massima profondità delle radici delle piante
- K_c , il coefficiente di evapotraspirazione delle piante, usato per ottenere l'evapotraspirazione potenziale della classe modificando quella di riferimento già inserita in formato raster
- $load_n / load_p$, carico annuale di azoto e fosforo
- eff_n / eff_p , valore tra 0 e 1 che indica la capacità di filtraggio della vegetazione
- Water purification threshold: tabella che esprime il carico massimo consentito di azoto e fosforo per ogni bacino idrografico.

Per la stima del carico di inquinanti è stata scelta come proxy una tipologia di coltivazione per ogni categoria agricola della carta di uso del suolo. Questo approccio, seppur semplificato, è stato ritenuto il più adatto, poiché altri approcci sarebbero stati insostenibili in termini di tempidi elaborazione, dimensioni della cartella di lavoro del software e interpretazione dei risultati.

L'output è la spazializzazione dell'indicatore Nutrient Retention nel territorio con valori assoluti di chilogrammi di nitrato annualmente confluito nel sistema delle acque correnti per pixel di riferimento.

Relativamente ai risultati che riguardano i modelli di trattenimento dei nutrienti, sottolineiamo che il loro "valore" biofisico è rappresentato dalla presenza di nutriente per pixel e pertanto all'aumentare del valore si ha una diminuzione del servizio ecosistemico reso.

Per tale motivo il loro valore è stato convertito dal simulatore al negativo nel caso di una valutazione comparativa tra scenari differenti.

Per la stima economica la valutazione associa al valore biofisico dei nitrati che confluiscono nei bacini idrici il costo di sostituzione evitato per un'equivalente depurazione artificiale. Nello specifico è stato scelto di associare il costo per la costruzione di fasce tampone boscate (64 euro/kg), poiché soluzioni in grado di attenuare naturalmente il carico di inquinanti provenienti da sorgenti diffuse, tra le più difficili da individuare e contenere. Si è scelto di non adottare il criterio di valutazione del costo evitato dell'equivalente depurazione ottenuta con mezzi meccanici e/o chimici poiché esso non considera il fenomeno delle sorgenti di inquinamento diffuso, oltre ad essere soggetto ad elevata variabilità dovuta all'elevata oscillazione dei costi dipendenti dal tipo di tecnologia adottata per la depurazione dell'acqua.

Disponibilità idrica (WY)

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

La disponibilità idrica è riconducibile alla funzione ecologica di filtraggio dell'acqua da parte del suolo a partire dal grado di impermeabilizzazione delle diverse tipologie d'uso.

L'individuazione delle aree maggiormente permeabili e che, per caratteristiche pedogenetiche (profondità, tessitura e capacità di assorbimento), contribuiscono maggiormente a trattenere l'acqua in seguito ad eventi piovosi costituiscono il servizio di "capacità idrica" inteso come il servizio regolativo del suolo di "stoccare" e rendere disponibile alla vegetazione superficiale notevoli quantità di acqua prima che queste scorrano superficialmente o si infiltrino per processi di ricarica degli acquiferi profondi.

Il servizio riduce la possibilità di inondazioni grazie al maggior drenaggio dei suoli. La metodologia di valutazione adottata assegna maggior valore ai suoli che maggiormente trattengono e restituiscono l'acqua in falda anziché permetterne il flusso superficiale. Il valore del servizio equivale dunque al costo del danno evitato a causa di fenomeni di piena, esondazioni e alluvioni ed è stabilito in 64 euro/mq.

I dati di input utilizzati, oltre alle mappe di uso del suolo, sono:

- Profondità media del suolo;
- Profondità media delle radici per tipologia vegetazionale;
- Precipitazioni nell'area di indagine;
- Plant Available Water Content fraction (frazione d'acqua stoccabile dal suolo – rispetto alla caratterizzazione pedogenetica – utilizzabile dalle piante);
- Evapotraspirazione di riferimento media nell'area di indagine;
- Bacino idrografico di riferimento;
- Coefficiente di evapotraspirazione potenziale per specie vegetazionali.

Trattenimento dei sedimenti (SDR)

È un SE di regolazione che considera la capacità di un suolo in buone condizioni di mitigare l'asportazione della parte superficiale del terreno (la parte più ricca di sostanza organica) a seguito dell'azione delle acque di ruscellamento superficiale e delle piogge. Per quanto il fenomeno dell'erosione idrica sia un processo naturale, questo pu subire un'accelerazione a causa di alcune attività antropiche (prevalentemente agricole, ma anche dovute ad altri processi di degrado del suolo). Ciò comporta danni alla funzionalità del suolo, alla produzione agricola e, in generale, all'ambiente. La rimozione della parte superficiale del suolo, ricca di sostanza organica,

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

ne riduce, anche in modo rilevante, la produttività e può portare a una perdita irreversibile di terreni coltivabili nel caso di suoli poco profondi.

Il simulatore utilizza il modello di InVEST SDR (Sediment Delivery Ratio Model), che restituisce in output le mappe della capacità dei diversi usi del suolo, attuali e futuri, di evitare l'asportazione di suolo ed il suo accumulo all'interno dei corsi d'acqua. Il modello utilizza informazioni relative alla geomorfologia, clima, vegetazione e pratiche di gestione e stima la perdita annuale di suolo partendo dall'equazione matematica RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) ovvero la revisione dell'equazione USLE (Universal Soil Loss Equation) adattata ad ambiente topografici complessi:

$$V = R_i * K_i * L S_i * C_i * P_i^{25}$$

con:

V = stima del tasso di perdita di suolo medio

R_i = fattore di erosività della pioggia (MJ * mm/(ha * hr)),

K_i = fattore di erodibilità del suolo (ton * ha * hr/(MJ * ha * mm))

L_{S_i} = fattore di pendenza

c_i = copertura del suolo

p_i = fattore di influenza del controllo artificiale

La perdita di suolo così calcolata, moltiplicata per un coefficiente di trasporto dei sedimenti (SDR) che rappresenta la quota parte di sedimenti che effettivamente raggiunge i corpi idrici, costituisce l'output del modello. Relativamente ai risultati che riguardano i modelli di trattenimento dei sedimenti, sottolineiamo che il loro "valore" biofisico è rappresentato dalla presenza di erosione per pixel e pertanto all'aumentare del valore si ha una diminuzione del servizio ecosistemico reso. Per tale motivo il loro valore è stato convertito dal simulatore al negativo nel caso di una valutazione comparativa tra scenari differenti. La carta esprime i quantitativi in termini di tonnellate di suolo eroso/pixel.

I dati di input utilizzati, oltre alle mappe di uso del suolo, sono:

- Indice di erosività della pioggia (parametro che definisce l'energia erosiva della pioggia);
- Indice di erodibilità associato alla composizione pedogenetica del suolo (parametro che dà conto della facilità con cui il suolo può venire eroso);
- Bacino idrografico di riferimento;
- Modello digitale del terreno;

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



- Fattore di coltivazione “c” (incidenza del tipo di lavorazione del suolo ai fini produttivi sull'erosione totale) e al fattore di erosività derivato dalla pratica colturale “p” (incidenza del tipo di pratica antierosiva associata alle tipologie colturali).

Dal momento che il modello biofisico adottato produce una mappatura di erosione potenziale dei suoli, espressa in tonnellate per pixel, si è scelto di adottare un modello di valutazione economica che associ alla qualità dei suoli soluzioni di protezione artificiali che abbiano equivalente funzionalità, come ad esempio il “costo di ripristino” della fertilità dei suoli funzionale alla protezione dall'erosione e pari a 150 euro/tonnellata.

Impollinazione (CPO)

È un SE di regolazione e approvvigionamento fondamentale per la produttività di moltissime colture dipendenti da processi naturali di impollinazione entomofila. La fecondazione delle piante e, conseguentemente, la produzione di cibo, dipendono in parte dalle specie impollinatrici selvatiche.

Quasi il 10% delle specie di api europee sono attualmente minacciate dall'estinzione: senza di esse molte specie di piante si estinguerebbero e gli attuali livelli di produttività colturale potrebbero essere mantenuti solamente ad altissimi costi attraverso processi di impollinazione artificiale. Fenomeni antropici quali l'espansione urbana, l'aumento delle infrastrutture e l'applicazione in agricoltura di pratiche non sostenibili come l'utilizzo intensivo di insetticidi e fertilizzanti, incidono fortemente sulla salute delle specie impollinatrici. Il modello Pollinator Abundance - Crop Pollination di InVEST che viene ripreso nel simulatore restituisce come output mappe relative al contributo degli impollinatori selvatici alla produzione agricola in funzione dell'attuale configurazione del paesaggio e degli usi del suolo.

I dati inseriti oltre alle mappe dell'uso del suolo sono:

- Caratteristiche delle specie impollinatrici in relazione alle classi di copertura del suolo e possibile presenza/assenza di particolari essenze vegetali
- Caratteristiche delle classi di copertura del suolo relativamente alla disponibilità di luoghi ospitali ai vari impollinatori.

Sono richieste diverse caratteristiche per ciascuna specie di impollinatori considerata: la tipologia di nidificazione, il periodo di attività di impollinazione e il range di volo poiché influenza il servizio offerto alle colture. Ad ogni categoria di uso del suolo viene inoltre associato un valore che indica l'abbondanza di fiori nei

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

vari periodi dell'anno (con valori compresi fra 0 e 1) e un altro che indica la disponibilità ad ospitare le varie specie in base alla tipologia di nidificazione.

Le elaborazioni partono dalla stima dell'abbondanza delle specie impollinatrici nelle varie celle del raster di uso e copertura del suolo, basata sulla disponibilità di luoghi adatti alla nidificazione e al cibo (fiori) nelle celle adiacenti. Il risultato è una mappa di abbondanza con valori compresi tra 0 e 1 per ciascuna specie, che rappresenta la potenziale disponibilità di impollinatori per un'area agricola da impollinare. Il modello utilizza per le aree ad uso agricolo un calcolo dell'abbondanza delle specie a partire dal dato sul range di volo.

Il servizio è inteso come surplus al valore di produttività agricola garantito dalla presenza di specie impollinatrici. L'output è costituito dalla spazializzazione dell'indicatore crop pollination nel territorio con valori assoluti di presenza di specie impollinatrici nelle aree agricole oggetto del servizio di impollinazione (N.api/ pixel). La valutazione economica (226 euro/ha) è derivata dal grado di dipendenza delle coltivazioni dall'impollinazione: si valuta il fattore percentuale di vulnerabilità del valore complessivo delle colture rispetto ai benefici dovuti dall'impollinazione e lo si moltiplica per la presenza di api per singolo habitat.

7 LA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI NELL'AREA DI PROGETTO

Attraverso la simulazione SimulSoil descritta precedentemente, è stato calcolato il valore ecologico ante operam in corrispondenza dell'impianto denominato "Cava Alfa e Beta" ricadente nel Comune di Roma, usando come repertori di input la carta dell'uso del suolo della Regione Lazio riferita all'anno 2011 e quindi più conservativa rispetto allo stato attuale dell'utilizzo dei suoli.

Sono stati calcolati gli SE in funzione di due tempi di analisi, (T0 – T1) dove si è fatto riferimento all'area sia in fase di cantiere che in fase di completamento lavori.

Ciò premesso, a seguire si determina la perdita economica specifica (espressa in €/mq) per l'impianto, come differenza tra lo stato ante e quello post operam.

Simulazione del valore Ecologico del sito di installazione

SIMULAZIONI	Valori attuali [T0]		Valori previsti [T1]	
	Biofisico	Economico	Biofisico	Economico
CS - Stoccaggio di carbonio [t]	3.000,46	300.045,67 €	1.831,56	183.156,07 €
CPO - Impollinazione [0-1]	0,11	10.141,57 €	0,07	6.367,19 €
HQ - Qualità degli habitat [0-1]	0,22	17.733,97 €	0,18	14.063,46 €
NR - Trattenimento dei nutrienti [t]	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €
SDR - Trattenimento dei sedimenti [t]	0,00	0,00 €	0,00	0,00 €
WY - Disponibilità idrica [l]	346,41	4,36 €	205,77	2,59 €
CPR - Produzione agricola [€]	1.067.739,20	1.067.739,20 €	638.435,20	638.435,20 €
TP - Produzione legnosa [€]	10.217,60	10.217,60 €	8.899,20	8.899,20 €

Figure 16 – Simulazione Valore Ecologico Area Cava Alfa e Beta

7.1 CALCOLO VARIAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI ANTE/POST OPERAM

Il simulatore SimulSoil attribuisce alla trasformazione del suolo in proposta un valore della perdita dell'uso del suolo per l'impianto eolico pari a **5.49 €/mq**, con un'incidenza maggiore ricoperta dalla produzione agricola

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

(CPR). Moltiplicando la perdita specifica (€/mq) per le superfici del campo fotovoltaico, si calcola che la realizzazione dell'opera comporterà una perdita annua di servizi ecosistemici **pari a 1.728.801 €**.

L'impianto fotovoltaico produrrà circa 31.806 MWh/y di energia e sarà realizzato in un unico lotto.

Il dimensionamento dell'impianto è stato condotto con il programma PVSYST di cui si riporta il report completo del dimensionamento elettrico.



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 0H597

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

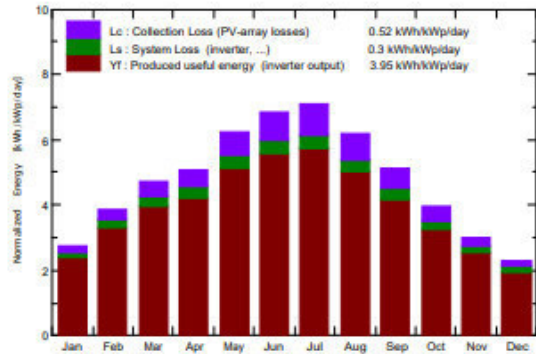
Main simulation results

System Production

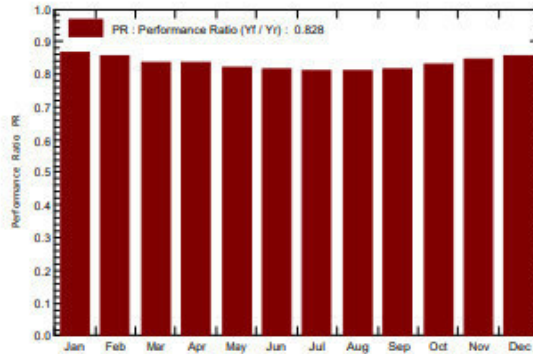
Produced Energy 15733 MWh/year
Performance Ratio PR 82.85 %

Specific prod. 1441 kWh/kWp/year

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 10917 kWp



Performance Ratio PR



Cava Alfa_050822
Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	51.2	30.27	7.36	85.7	81.8	871	809	0.865
February	69.6	32.81	8.30	107.5	102.9	1083	1005	0.856
March	115.8	49.88	11.52	146.7	139.7	1448	1343	0.838
April	139.8	73.69	14.33	151.9	143.8	1489	1385	0.835
May	181.9	79.39	19.34	194.0	183.9	1871	1741	0.822
June	193.7	85.61	23.01	204.6	194.2	1959	1828	0.818
July	206.5	85.00	25.77	219.5	208.4	2082	1943	0.811
August	176.6	81.02	25.79	191.9	181.9	1819	1696	0.810
September	127.5	60.20	20.98	153.6	145.8	1475	1371	0.817
October	89.5	46.16	17.63	122.3	116.5	1194	1109	0.831
November	53.9	28.60	12.62	90.5	86.5	906	838	0.848
December	41.3	25.56	8.81	71.1	67.9	721	665	0.856
Year	1447.6	678.20	16.34	1739.4	1653.3	16918	15733	0.828

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation
 T_Amb T amb.
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 PR Performance Ratio

PV Syst Licensed to Progetto Engineering s.r.l. (Italy)

Figura 16 – PV Syst Cava Alfa

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
 Certificate No. 0204

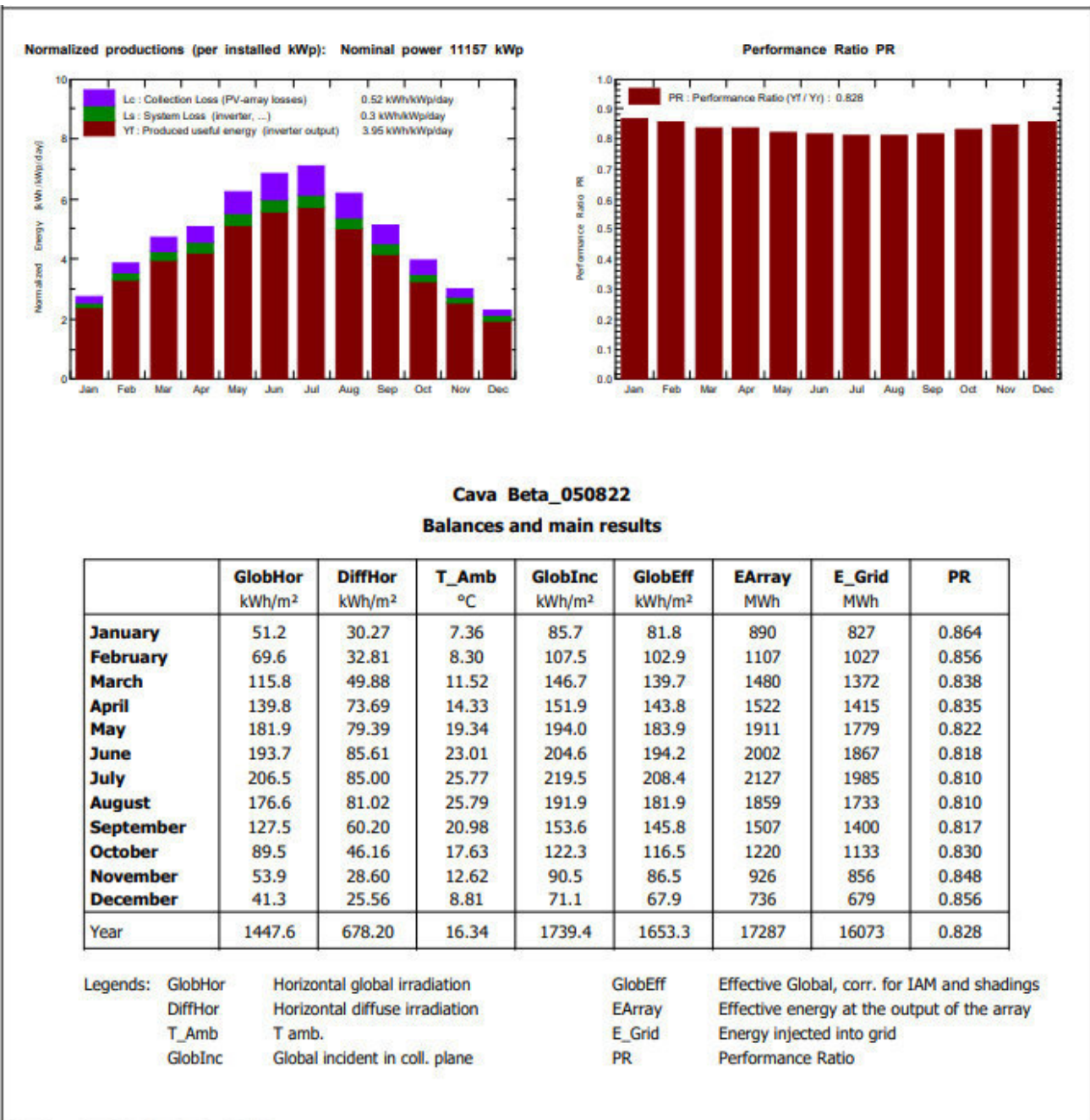


SR EN ISO 14001:2015
 Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
 Certificate No. 09197

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.



PVsyst Licensed to Progetto Engineering s.r.l (Italy)

Figura 17 – PV Syst Cava Beta

PROJETTO engineering s.r.l.
 società d'ingegneria

ANALISI FATTORI AMBIENTALI - BENEFICI E COSTI

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015
 Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
 Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
 Certificate No. 0H597

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Sulla base della producibilità annua stimata e assumendo per il sistema elettrico nazionale emissioni pari a 0,4648 kg di CO₂ (anidride carbonica), per ogni kWh prodotto, le emissioni annue evitate sono pari a :

- anidride carbonica pari a 31.806.000 kWh/anno x 0,4648 kg/kWh = 14.783.428,8 kg di CO₂ l'anno.

Volendo attribuire un valore economico marginale a tale contributo, si considera il valore medio dei titoli di CO₂ scambiati nel sistema europeo delle emissioni EU ETS (European Emissions Trading Scheme) nel corso del 2019, pari a 24,75 €/ton CO₂, pertanto il beneficio ambientale determinato dalle mancate emissioni di CO₂ è pertanto stimato pari a **365.889.862,8 €/anno**.

7.2 BILANCIO TRA BENEFICI E COSTI AMBIENTALI

Il beneficio ambientale determinato dalle mancate emissioni di CO₂ pari a **+365.889.862,8 €/anno**, compensa le perdite dovute alla contrazione dei sistemi ecosistemici, pari a **-1.728.801 €/anno** portando ad un **bilancio positivo** di **+ 8.688.155.440,5 €/anno**.

La stima economica dei benefici ambientali del resto è ampiamente sottostimata, là dove non considera i costi sanitari, soprattutto, dovuti alle morti premature e all'insorgere di determinate malattie cardiovascolari e respiratorie provocate dall'inquinamento atmosferico delle centrali termoelettriche, oltre ai costi ecologici per contrastare gli effetti più rovinosi dei cambiamenti climatici, attraverso bonifiche ambientali, ripristino di ecosistemi danneggiati, eccetera. Come dimostrato, il decremento dei costi ecologici delle opere in progetto è attribuibile alla riduzione della capacità di assorbimento del Carbonio (CS) che è compensata ampiamente dalle emissioni evitate. In una lettura ecosistemica del progetto pertanto è corretto compensare i costi ambientali con il valore delle emissioni evitate di CO₂ dovute alla produzione di energia elettrica rinnovabile.

Se si considera che gli ettari utilizzati per l'installazione non sono né "consumati" e nemmeno "impermeabilizzati", per ciò che riguarda la mancata Produzione Agricola in fase di simulazione, e posto che le perdite ecosistemiche sono di tipo reversibile e recuperabili con l'utilizzo delle attività agricole sui terreni, garantite dopo le attività di dismissione dell'impianto. Inoltre, in un territorio altamente sovrassfruttato dal punto di vista dell'utilizzo del suolo, delle acque superficiali e sotterranee, il riposo di parte del terreno per circa 30 anni non può che favorire un recupero delle funzionalità del suolo e generare un minor impatto dovuto all'utilizzo di prodotti fitosanitari in agricoltura.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Premettendo che, l'associazione di un valore economico ad un beneficio ambientale si riferisce sempre ad un valore "marginale" e non "totale", poiché il valore complessivo del Capitale Naturale non è quantificabile e che le voci economiche utilizzate nel bilancio non sono da considerare il "prezzo" del Capitale Naturale, ma piuttosto la stima parametrica del possibile valore monetario di alcuni servizi ecosistemici, l'analisi condotta ha consentito di confrontare scenari e conseguenze dovute alla realizzazione delle opere in progetto, concludendo con un bilancio ecologico certamente positivo. Le perdite ecosistemiche sono ampiamente ripagate dai vantaggi ambientali generati in termini di mancate emissioni di CO₂, per compensare il consumo di suolo.



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. 0204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. 0H597

8 CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi eseguite, emerge che l'inserimento nel contesto territoriale delle opere in progetto non comporterà impatti significativi negativi sull'ambiente naturale ed il progetto non andrà ad incidere in maniera considerevole sul suolo o sottosuolo, né sulla qualità dell'aria, né sul grado di naturalità della zona.

Il bilancio complessivo evidenzia che la costruzione dell'impianto produce nel corso dell'intero ciclo di vita, mancate emissioni di CO₂ pari a 14.783,4 t/anno, mancate emissioni di NO_x pari a 60,431 t/anno e mancate emissioni per SO_x pari a 44,52 t/anno, vantaggioso dal punto di vista delle riduzioni dei gas a effetto serra.

Inoltre considerando i tempi di *payback* relativi all'energia prodotta pari a circa 3,3 anni e che per la produzione di energia elettrica dell'impianto di Cava Alfa e Beta vengono emesse 0,04648 kg di CO₂eq per ogni kWh, **in un anno**, le emissioni risparmiate dall'impianto di CO₂eq sono pari **1.478.342,88 kg**.

Dal confronto fra queste emissioni con quelle del mix energetico, si calcola che nei successivi anni di vita dell'impianto calcolati pari a 30: **le emissioni di CO₂eq evitate** grazie all'introduzione dell'impianto, in sostituzione del mix di energia elettrica standard, siano pari a **44.350.286,4 kg di CO₂eq**.

kg CO ₂ da costruzione opere	91.448,51kg
Kg CO ₂ non emesse per utilizzo fonte fotovoltaica dell'impianto Cava Alfa e Beta	1.478.342,88 kg
Bilancio CO ₂ per tutta la vita dell'impianto	+ 1.386.894,36 kg

Tabella 17 - Bilancio complessivo della CO₂ emessa ed evitata per l'intera vita dell'impianto

Dal bilancio complessivo di kg di CO₂ per l'intera vita dell'impianto in oggetto, si può misurare il **tempo di *payback* delle emissioni di CO₂ fossile**.

Rispetto all'uso del mix di energia elettrica nazionale, l'utilizzo di energia elettrica da fonte eolica, al netto di tutte le emissioni di CO₂ legate alla produzione dell'impianto e di tutte le opere accessorie necessarie a tale realizzazione, comporta un **tempo di *payback* delle emissioni di CO₂ fossile** stimato pari a **3.3 anni**