

REGIONE ABRUZZO

Dipartimento OPERE PUBBLICHE, GOVERNO DEL TERRITORIO E POLITICHE AMBIENTALI
Servizio Risorse del Territorio e Attività Estrattive
Via Catullo n.2 – 65127 PESCARA

Committente: DITTA **ADDARIO CAMILLO GROUP** s.r.l.
Sede Legale/Uffici: Via Prov.le per Scafa n.43 – 65020 Lettomanoppello (PE)
Miniera: Contrada Colleterotondo sn – 65020 Lettomanoppello (PE)

**OFFERTA PER LA GARA RELATIVA
ALLA CONCESSIONE MINERARIA “SAN VALENTINO”**

Elaborato

**ALLEGATO G
EMISSIONI DELLA CO₂
PIANO DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE
FINALIZZATO ALLA RIDUZIONE DELLA CO₂**

li 11.01.2017

Il Legale Rappresentante
Ditta Addario Camillo Group s.r.l.

Il Tecnico
Ing. Gabriele Simonelli
Dott. Agr. Nicola Tavano

Collaboratore
Dott. in Ing. Energetica Michele Tavano

SOMMARIO

1.0 PREMESSE

2.0 RICOSTITUZIONE DEL SUOLO

3.0 SEMINA DI ESSENZE ERBACEE PREVALENTI

4.0 PIANTUMAZIONI

5.0 VERIFICA DELLA COMPENSAZIONE AMBIENTALE OTTENUTA

CALCOLO DELLA COMPENSAZIONE AMBIENTALE

1.0 PREMESSE

La CO₂ (anidride carbonica o, più correttamente, biossido di carbonio) non è da considerarsi un inquinante in senso stretto, cioè sullo stesso piano di altre sostanze quali CO, SO₂, NO_x, N₂O, particolato, ecc...in quanto non è tossica né nei confronti dell'uomo né dell'ambiente, anzi è una sostanza indispensabile per i processi vitali delle piante (fotosintesi). Tuttavia è responsabile del fenomeno dell'effetto serra poiché è in grado di assorbire la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre trattenendola all'interno dell'atmosfera e impedendo quindi che si disperda nello spazio, conducendo ad un aumento della temperatura del globo. In questo senso allora può considerarsi un'emissione indesiderata, da monitorare e cercare di limitare il più possibile. L'impatto di una sostanza nei confronti dell'effetto serra su un arco temporale di 100 anni è quantificata da un indice, detto GWP (Global Warming Potential). Per convenzione viene posto $GWP_{CO_2} = 1$ e con questo riferimento viene valutato l'impatto di altre sostanze. In Tabella 1 sono riportati a titolo di esempio i valori GWP di alcune sostanze.

Tabella 1 - GWP di alcune sostanze (fonte: WMO 2014 - Scientific Assessment of Ozone Depletion)

Sostanza	GWP ^{100ys}
CH ₄ (metano)	28
N ₂ O (monossido di diazoto)	265
CH ₂ FCF ₃ (R-134a, tetrafluoroetano)	1300
CCl ₃ F (R-11, triclorofluorometano)	4660
SF ₆ (esafluoruro di zolfo)	23500

I numeri riportati in Tabella 1 sono da leggere in questo senso: l'impatto di 1 kg di SF₆ è equivalente a quello di 23500 kg di CO₂. Questo significa che SF₆, così come tantissime altre sostanze caratterizzate da GWP molto elevato, intrinsecamente è enormemente più dannoso della CO₂.

Tuttavia a rendere quest'ultima la principale fonte di riscaldamento globale sono gli ingenti quantitativi emessi e connessi alle attività antropiche. Infatti la produzione di CO₂ è la conseguenza di numerosi processi di interesse industriale:

- *Reazione di sintesi dell'idrogeno¹, la CO₂ si forma inevitabilmente come prodotto secondario di scarto;*
- *dalla combustione fonti fossili (carbone, gas naturale, petrolio ed altri suoi derivati), in impianti di generazione ma anche nel settore dei trasporti (stradale, navale, aereo e ferroviario). Tutte le fonti fossili sono organiche, cioè contengono carbonio, la cui ossidazione completa è data da.*

L'emissione di CO₂ è legata anche a fattori naturali, come l'attività vulcanica o i processi di fermentazione. Le principali fonti naturali di compensazione di CO₂ e regolazione della sua concentrazione atmosferica sono gli oceani e gli organismi vegetali. Le piante assorbono CO₂ durante il giorno per attivare la fotosintesi clorofilliana, con cui producono glucosio e restituiscono ossigeno all'ambiente:

Gli oceani invece sono enormi depositi di stoccaggio della CO₂, tuttavia l'elevata concentrazione di CO₂ atmosferica sta provocando un ulteriore problema, cioè l'acidificazione delle acque: la CO₂ assorbita e disciolta reagisce formando acido carbonico, che innesca una serie di meccanismi che portano in ultima analisi alla diminuzione del pH delle acque.

Lo sfruttamento delle fonti fossili è cominciato nella seconda rivoluzione industriale, intorno al 1850. Con il progressivo sfruttamento delle fonti fossili per scopi energetici la concentrazione media atmosferica dei gas serra è iniziata a salire. L'aumento si è fatto più marcato agli inizi del '900 per poi impennarsi a partire dal dopoguerra. Si è passati dai circa 280 ppm di CO₂ del 1850 agli oltre 400 ppm attuali². La temperatura media del pianeta invece storicamente ha sempre manifestato fluttuazioni naturali ma è evidente la netta anomalia degli ultimi anni, visibile in Figura 1.

A tal proposito gli esperti in materia affermano che il periodo 1983-2012 è stato probabilmente il più caldo trentennio degli ultimi 1400 anni nell'emisfero settentrionale (fonte: Climate Change Synthesis Report 2014 – IPCC).

¹

La prima reazione è quella di “steam reforming del metano”. L'altra è detta reazione di “water gas shift”. Le reazioni sono fondamentali e complementari nella produzione di idrogeno, necessario non solo come vettore energetico pulito ma anche per produrre ammoniaca nel processo Haber-Bosch

²

ppm: parti per milione. Unità di misura volumetrica degli inquinanti.

Per contrastare il cambiamento climatico sono state pertanto istituite organizzazioni internazionali di controllo e sono state promosse politiche di salvaguardia ambientale, come il protocollo di Kyoto nel 1997 per contrastare il riscaldamento globale, che ha seguito il protocollo di Montréal ratificato nel 1987 per contrastare il danneggiamento dello strato di ozono presente in atmosfera, necessario per schermare le radiazioni ultraviolette del sole e garantire la vita sul pianeta.

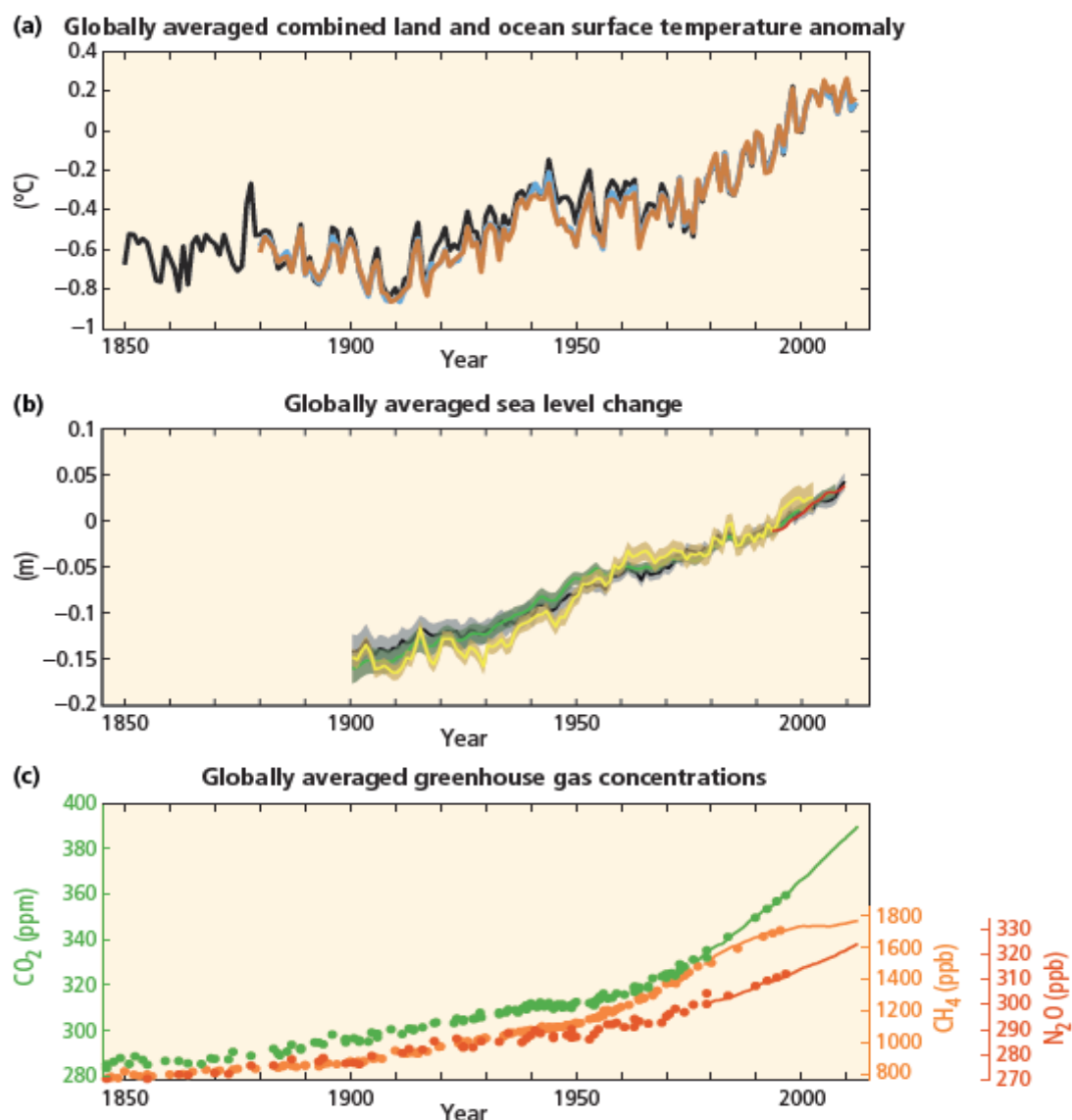


Figura 1 – Serie storica 1850-2012 della concentrazione media atmosferica di alcuni gas serra, dell'anomalia termica superficiale media e della variazione media globale del livello delle acque (fonte: Climate Change Synthesis Report 2014 – IPCC)

La compensazione ambientale collegata alle emissioni della CO₂ viene perseguita mediante la rinaturalizzazione di parte delle aree del cantiere “Oltre il Fosso Crocefisso” sfruttando la capacità delle “piante” di fissare anidride carbonica nel proprio “corpo, scindendo la molecola di CO₂ e liberando contestualmente ossigeno.

Non disponendo di dati certi relativamente alla posizione profonda della roccia mineralizzata perseguita dalla precedente concessionaria, questo cantiere infatti non riveste al momento interesse diretto per lo sfruttamento del giacimento in quanto il minerale associato precedentemente utilmente sfruttato dalla Italcementi S.p.A. (stesso gruppo SAMA Srl) presso il cementificio di Scafa (PE) non ha nessun altro utile impiego viste le modeste caratteristiche.

Il rimboschimento preferirà l'utilizzazione delle vecchie bancate abbandonate e prive di riqulificazione mentre il piazzale di fondo sarà oggetto di un intervento “morbido” essenzialmente di tipo prativo. In tal modo non si preclude eventuale possibile riutilizzo ai fini estrattivi anche di questo cantiere qualora indagini successive ne dimostrassero la redditività

La compensazione mediante rimboschimento pertanto sarà realizzata in coerenza con l'ambiente circostante anche a garanzia del suo ottimale reinserimento paesaggistico,.

Le peculiarità pedologiche e botaniche, già tratteggiati nella relazione generale dell'inquadramento dell'ambiente naturale suggeriscono le migliori metodologie operative in fase di cantiere e gli obiettivi effettivamente perseguibili nel breve – medio periodo.

In quell'ambiente è fondamentale predisporre sin dalla fase di cantiere un nuovo suolo effettivamente capace di garantire il lussureggiamento della vegetazione e, con essa, lo stoccaggio della necromassa e poi della sostanza organica humificata (*carbon sink*).

Le sistemazioni a verde sono poi distinguibili in:

- semina di specie erbacee prevalenti, finalizzata ad una immediata colonizzazione del manto terroso, anche a fini antierosivi;
- piantumazione, volta alla costituzione di un habitat arboreo – arbustivo complesso, di para – climax, non preordinato a tagli di utilizzazione, dunque anche con precise funzioni di *carbon sink*.

2.0 RICOSTITUZIONE DEL SUOLO

Su quei rilievi sotto la copertura arborea si sono generalmente sviluppati *entisuoli mollici*, ovvero solum sottili, decarbonatati, dalla tessitura fine, intrinsecamente scarsi in elementi della fertilità, tuttavia capaci di evoluzione pedologica tale da poter sostenere una vegetazione florida e complessa costituita prevalentemente da associazioni quercine caducifoglie.

Pertanto, fattore fondamentale per una riqualificazione di elevata qualità ecologica e visiva dei sedimenti denudati di cantiere, è la ricostituzione in loco di un suolo, schematicamente distinguibile nella coltre terrosa superficiale (parte attiva) e nel substrato pedogenetico in via di alterazione.

Stante la natura “litoide” del substrato avente una propensione lentissima alla alterazione e alla disgregazione (queste procedono secondo tempi plurisecolari), la sua preparazione meccanica e, successivamente il riporto della coltre terrosa che verrà eseguita sulle superfici oggi più o meno denudate, sono da intendersi come definitivi.

Situazione ben diversa dalle aree collinari o di fondo valle caratterizzati da substrati regolitici, non rocciosi, dove il processo pedogenetico può essere attivato e velocizzato mediante le ordinarie lavorazioni meccaniche associate alle concimazioni e alle letamazioni.

Al fine di potenziare grandemente la capacità di ritenzione idrica del nuovo suolo, il suo volume esplorabile dalle radici, lo scambio gassoso e, in una parola, la sua velocità di pedogenizzazione, si prevede la discissura meccanica del substrato, per una profondità media oscillante pari a 30 cm ca.: rottura da eseguirsi eseguita prevalentemente con ripper pesante ad una o più ancorature.

La rottura della superficie con il ripper (o altro mezzo d'opera eventualmente verificato come efficace), sarà estesa a tutte le superfici, piazzali e bancate, preordinate al rinverdimento. Saranno così poste in essere le condizioni ottimali per un innescamento immediato del processo di alterazione del substrato.

Successivamente sarà operato il riporto del terreno vegetale, questo possibilmente autoctono, ovvero evoluto sulle medesime matrici carbonatiche e per uno strato medio “assestato”, non inferiore a cm 30 (ovvero cm 40 ca. riportati e stesi).

Lo spessore minimo di 30 cm sarà garantito per tutte le aree denudate, mentre sulle bancate esistenti ma non sufficientemente rinverdate (v. allegato grafico), sarà riportato un ulteriore strato di terreno attivo di spessore non inferiore a cm 10.

La combinazione “substrato disgregato meccanicamente più coltre di terreno di riporto”, costituirà il serbatoio di acqua utile e di nutrienti effettivamente a disposizione per le piante e per il loro completo sviluppo morfologico, radicale ed aereo, e per la loro moltiplicazione.

La rottura meccanica del materiale parentale (C) ed il riporto di un adeguato spessore di terreno attivo (Ap) sono dunque condizioni necessarie affinché il nuovo suolo:

- funga da sostegno per uno sviluppo vegetazionale “di para - climax”. Su di esso potrà allignare una flora complessa, erbacea, arbustiva e mista arbustivo – arborea, assimilabile a quella presente *ante operam* e tutt’ora immediatamente riscontrabile nell’intorno delle aree di miniera;
- funga esso stesso da capiente serbatoio di sostanza organica (sink). E’ infatti noto come nei terreni agricoli sottoposti a prelievi sistematici di materiale organico (semi e paglia dei cereali, ortaggi compreso radici, uva ed olive con pari allontanamento anche delle potature, ecc..) si presenti attualmente una concentrazione media ordinaria di S.O. non superiore allo 0,8 – 1,5% ca., con valori tendenziali in continua diminuzione per mancati apporti organici dall’esterno.

Viceversa, negli incolti e nei boschi si produce una naturale concentrazione crescente di sostanza organica derivante dal rilascio in loco di tutti i tessuti vegetali, sia aerei che ipogei. Stante la prevista preparazione del suolo e la sua piantumazione, sulle superfici in predicato di riqualificazione è lecito attendersi tenori crescenti di s.o. sino a valori $> 15\%$ nella lettiera, dal 5 al 10% nei primi orizzonti mollici (di massima entro i primi 15 cm) e valori dal 5 al 3 % in quelli intermedi (sino ai 40 – 50 cm di profondità).

Nel dettaglio, le operazioni di riqualificazione del suolo sulle aree di cantiere, saranno le seguenti:

- rottura del piano di posa del terreno con ripper pesante con andamento a croce e per una profondità compresa pari a 30 cm ca.;
- livellamento del sub strato, da predisporre al riporto di terreno vegetale;
- riporto e spandimento di terreno vegetale, autoctono costituito da soli strati attivi (orizzonti O, A, B), privi di scheletro se di provenienza alloctona, per uno spessore non inferiore a 40 cm tal quale (30 cm ca. assestato).

Riqualificazione della Miniera “Oltre il Fosso del Crocifisso”:

- per mq 59.500 ca., i piazzali denudanti attuali;
- per mq 59.500 ca. i piazzali denudanti attuali;
- $(mq\ 59.500 \times 0,30\ m) = mc\ 17.850$ ca. sui piazzali + $(mq\ 16.100 \times 0,10\ m)$ sulle bancate già realizzate e più recenti = mc 1.610. In totale mc 19.500 ca.
- Rastrellatura del terreno sul piazzale da predisporre alla semina e ai trapianti = mq 59.500 ca.

3.0 SEMINA DI ESSENZE ERBACEE PREVALENTI

Le semine, che saranno effettuate in maniera andante su tutte le superfici in via di rivegetazione, saranno costituite da miscugli di specie erbacee autoctone, annuali e/o perennanti, coerenti con gli habitat locali.

La semina sarà effettuata a spaglio o a righe sul terreno preparato, previa concimazione con complesso ternario tipo NPK 20.10.10, per un quantitativo pari a q.li 5/ Ha.

La concimazione e la semina saranno effettuati in periodi stagionali favorevoli, di massima da ottobre a dicembre o da febbraio ad aprile, escludendo il periodo estivo e le condizioni di terreno bagnato e non drenato.

L'ampiezza delle superfici disponibili, significative in termini quantitativi, indirizza l'approvvigionamento delle sementi sul mercato nazionale e da riconosciute Ditte sementiere.

Nella tabella seguente vengono riportate le specie di erbacee previste ed il loro apporto percentuale in peso, a fronte di quantitativi di seme utilizzato pari a 25 gr/mq.

Tab. 6.1 – Miscuglio erbaceo per semine: componenti e rapporti in peso

<i>Specie vegetale</i>	<i>Composizione % in peso</i>
Dactylis glomerata L.	20
Festuca pratensis (Huds.) P. Beauv.	10
Festuca rubra L.	10
Poa pratensis L.	15
Lolium perenne L.	20
Trifolium hybridum L.	5
Lotus corniculatus L.	5
Vicia sativa L.	5
Anthyllis vulneraria L.	5
Medicago lupulina L.	5

Stante gli obiettivi di rinaturalizzazione, nei tre anni successivi alle semine seguiranno interventi di manutenzione finalizzati esclusivamente alla ripetizione in toto o in parte delle operazioni colturali, per le aree in cui non si manifestasse un ordinario sviluppo del cotico erboso.

Non sono previsti sfalci: le piante giungeranno stagionalmente a maturazione fisiologica e poi alla senescenza, garantendo così la naturale riproduzione gamica o agamica delle diverse popolazioni.

La attitudine delle singole specie alle peculiarità della stazione, infine, determineranno il loro successo riproduttivo e la loro crescente diffusione, o la loro perdita più o meno rapida di habitat sino ad una totale eventuale scomparsa.

La natura prevalentemente cellulosa dei tessuti erbacei determinerà, a fine stagione, una loro più o meno rapida humificazione e compenetrazione con la matrice minerale e colloidale del suolo che fungerà pertanto, da *carbon sinck*.

Nel dettaglio la rivegetazione con essenze erbacee delle aree di cantiere sarà svolta secondo il seguente schema:

- Concimazione con complesso ternario NPK tipo 20.10.10, per un quantitativo pari a q.li 5/Ha;
- Semina a spaglio o a righe della miscela prativa e suo leggero interrimento mediante rastrellatura e rullatura con rullo leggero, per un quantitativo pari a 250 Kg/Ha;
- per l'intero periodo di manutenzione (fase di cantiere e successivi 3 anni), rifacimento prato nelle aree non attecchite.

Riqualificazione della Miniera “Oltre il Fosso del Crocifisso”:

- per mq 59.500 ca., i piazzali denudanti attuali + mq 16.100 sulle bancate già realizzate e più recenti = mq 75.600.
- per mq 59.500 ca. i piazzali denudanti attuali;
- per mq 59.500 ca. i piazzali denudanti attuali.
-

4.0 PIANTUMAZIONI

Le piantumazioni si sostanzieranno nella messa a dimora di specie arbustive ed arboree, autoctone, afferenti a successioni floristiche e con diverso potenziale di diffusione, ovvero:

- ubiquitarie, colonizzatrici, proprie di primo insediamento su terreni non vegeti parzialmente sterili;
- più o meno specializzate, proprie di successioni floristiche più evolute insedianti su profili pedologici edaficamente più completi e maturi.

Le piantumazioni saranno effettuate per strisce e con andamento naturaleggiante, con una densità media d'impianto pari a 1.111 piantine /Ha (di massima n° 1 pianta / 9 mq).

La messa a dimora, che anticiperà la semina del prato, sarà effettuata in periodi stagionali favorevoli, di massima da ottobre a dicembre o da febbraio ad aprile, escludendo il periodo estivo e le condizioni di terreno bagnato e non drenato.

Le piantine saranno approvvigionate in fitocella (F1 o F2) da Vivai Forestali e/o da strutture Vivaistiche che garantiscano la provenienza del materiale vegetale.

Nella tabella seguente sono riportate le specie arbustive ed arboree utilizzate ed il loro rapporto quantitativo.

Le piantumazioni sono previste “a corona” della miniera e su una superficie totale di Ha 4.00.00; la porzione centrale del piazzale della miniera viene lasciata a prato.

Nel breve - medio periodo (1-3 anni) le essenze arboree ed arbustive tenderanno ad occupare le superfici pedologicamente riqualificate e lasciate a prato: la disseminazione naturale, velocizzata dalla presenza di suolo fertile e di sub strato capace di accumulare acqua, offrirà la migliore garanzia di lussureggiamento e di più elevate *performances* di crescita in termini di massa verde.

La disseminazione è garantita dalla presenza di bosco maturo ai margini della miniera e di soggetti maturi anche sulle vecchie bancate della medesima miniera.

Le piantumazioni nel medio periodo tenderanno a sottrarre spazio alle superfici prative.

Al bosco misto prevalentemente caducifoglie che si andrà infine a costituire, si assocerà una vegetazione nemorale fortemente specializzata.

Stante i previsti obiettivi di rinaturalizzazione e di riqualificazione paesaggistica, nei primi 3 anni post impianto seguiranno interventi di manutenzione finalizzati esclusivamente alla sostituzione delle fallanze, ovvero alla scerbatura al piede dei singoli soggetti al fine di garantirne un ordinario lussureggiamento.

La varietà di specie di prescelta segue le caratteristiche delle formazioni boschive locali e le condizioni morfologiche e di esposizione fortemente diversificate che vengono a prodursi lungo le bancate in predicato di riqualificazione.

La attitudine delle singole specie alle peculiarità della stazione determineranno, infine, il loro successo riproduttivo e la loro crescente diffusione, o la loro più o meno rapida marginalizzazione o totale scomparsa.

La grande longevità di talune delle specie prescelte (es. gen. Quercus ed Acer), assieme alla velocità di accrescimento posseduta dal Gen. Salix, permetteranno uno stoccaggio di carbonio quantitativamente crescente negli anni e di lunghissimo periodo ($t > 50$ anni).

Le foglie, così come la necromassa, andranno a formare lettiera poi soggetta ad humificazione e a compenetrazione con il terreno che continuerà nella sua funzione di *carbon sink* anche al variare della copertura vegetale.

Tab. 6.2 – Specie arbustive ed arboree in predicato di piantumazione e presenza media per Ha

<i>Specie vegetale</i>	<i>Presenza in numero</i>
Acer campestre L.	60
Acer opalus Mill.	30
Fraxinus ornus L.	30
Ostrya carpinifolia Scop.	60
Carpinus betulus L.	60
Pyrus pyraeaster L.	30
Quercus cerris L.	200
Quercus pubescens Willd.	200
Quercus ilex L.	50
Salix alba L.	30
Salix eleagnos Scop.	100
Salix purpurea L.	100
Cornus sanguinea L.	70
Spartium junceum L.	91
Sommano (piantine / Ha)	1.111

Nel dettaglio, le operazioni di riforestazione del suolo sulle aree di cantiere, saranno le seguenti:

- squadro delle aree per la messa a dimora delle piantine, con disegno sinusoidale naturaliforme;
- messa a dimora della piantina in fitocella, compreso ogni altro onere e magistero;
- per l'intero periodo di manutenzione (fase di cantiere e successivi 3 anni):
 - scerbatura periodica al piede delle singole piante, con una cadenza media non inferiore a di n° 5/anno;
 - sostituzione delle fallanze (secondo necessità).
 -

Riqualificazione della Miniera "Oltre il Fosso del Crocifisso":

- per mq 23.900 ca., i piazzali denudanti attuali + mq 16.100 sulle bancate già realizzate e più recenti = mq 40.000;
- per mq 23.900 ca., i piazzali denudanti attuali + mq 16.100 sulle bancate già realizzate e più recenti = mq 40.000;
- punti a. e b., per mq 23.900 + mq 16.100 = mq 40.000.

Miniera "Oltre il Fosso del Crocifisso" - Progetto di riqualificazione ambientale



5.0 VERIFICA DELLA COMPENSAZIONE AMBIENTALE OTTENUTA

A livello energetico la produzione di mattonelle necessita, durante l'intera filiera, dell'impiego di energia elettrica e metano nello stabilimento e di gasolio per gli automezzi durante la coltivazione in miniera e nel ciclo di trasporto fino allo stabilimento di lavorazione.

Il consumo di tali risorse mira ad essere diminuito, attuando una serie di interventi, al fine di ridurre le emissioni annuali di CO₂, così da contrastare il cambiamento climatico provocato dalla massiccia presenza di gas serra in atmosfera.

Anno di inventario base delle emissioni (IBE)

Come stabilito dal documento PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile) l'anno di riferimento consigliato per confrontare le emissioni del 2020 è il 1990, tuttavia per quest'ultimo anno non sono disponibili dati di produzione. È stato scelto di fare riferimento all'anno 2014 per il quale è possibile indurre il calcolo delle emissioni sulla base di assunzioni ed ipotesi realistiche, relative a:

- trend di vendita annuale delle mattonelle
- consumi energetici (energia elettrica e metano) specifici al m² di mattonella prodotta
- consumo energetico (gasolio) specifico alla tonnellata di roccia asfaltica elaborata
- disponibilità annuale di roccia asfaltica

I dati sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2 - Assunzioni di calcolo

Trend di vendita [m ² _{mattonelle} /anno]	563921,3
Consumo specifico di metano [Sm ³ _{metano} /m ² _{mattonella}]	0,5213
Consumo specifico di energia elettrica [kWh/m ² _{mattonella}]	2,9601
Consumo specifico di gasolio ³ [lt/ton _{roccia}]	1,753
Consumo di roccia asfaltica [t/anno]	30000

Per calcolare i dati di attività dell'anno di interesse le informazioni di Tabella 2 sono integrate con alcuni dati aggiuntivi reperibili in letteratura e riportati per completezza in Tabella 3.

3

Il consumo specifico di gasolio comprende sia la fase di coltivazione in miniera che il ciclo di trasporto nello stabilimento di lavorazione della roccia asfaltica

Tabella 3 - Dati aggiuntivi dei combustibili

Densità del metano in condizioni standard ⁴ [kg/Sm ³]	0,678
Potere calorifico inferiore del metano (PCI) [MJ/kg]	50
Densità del gasolio [kg/lt]	0,835
Potere calorifico inferiore del gasolio (PCI) [MJ/kg]	43

In Tabella 4 sono mostrati i dati di attività in MWh relativi all'anno 2014 necessari per il calcolo delle emissioni di CO₂.

Tabella 4 - Consumi di risorse nell'anno di riferimento (2014)

ANNO DI RIFERIMENTO	2014
consumo di metano [MWh _{th}]	2769,89
consumo di energia elettrica [MWh _{el}]	1669,26
consumo di gasolio [MWh _{th}]	524,51

Per legare le emissioni annuali di CO₂ ai dati di attività annuali sono necessari dei coefficienti, detti fattori di emissione ed espressi, secondo le norme PAES, in t_{CO2}/MWh.

Fattore di emissione del metano

Il metano (CH₄) è un idrocarburo alifatico saturo (famiglia degli alcani). È il più semplice idrocarburo ed è gassoso alle condizioni ambiente. La determinazione del suo fattore emissivo di CO₂ è basata sulla conoscenza della sua reazione di combustione stechiometrica completa in aria⁵:

Il rapporto molare che esiste tra anidride carbonica e metano è unitario [mol_{CO2}/mol_{CH4}]. Per passare al rapporto in massa [kg_{CO2}/kg_{CH4}] (che lega la quantità di CO₂ emessa dalla combustione di una certa quantità di metano) basta moltiplicare per il rapporto delle rispettive masse molecolari (MM_{CO2}=44,01 g/mol / MM_{CH4}=16,04 g/mol).

Poi per passare alla quantità di CO₂ emessa (in t) rispetto all'energia liberata dalla combustione del metano (in MWh) è sufficiente poi dividere per il suo potere calorifico inferiore (50 MJ/kg) e moltiplicare per 3,6. Risulta un fattore emissivo di 0.198 t_{CO2}/MWh_{th}.

⁴ Le condizioni standard di una sostanza gassosa sono valutate alla pressione di 101325 Pa e 288,15 K (15 °C)

⁵ In realtà la reazione produce piccolissime percentuali di monossido di carbonio (CO), che tuttavia successivamente si ossida in atmosfera a CO₂. Pertanto è equivalente assumere una reazione di combustione completa

Fattore di emissione dell'energia elettrica

Il calcolo del fattore di emissione locale per l'energia elettrica (FEE) viene effettuato con la seguente formula (fonte PAES):

$$FEE = \frac{(CTE - PLE - AEV) \times FENEE + CO2PLE + CO2AEV}{CTE}$$

Dove:

- FEE = fattore di emissione locale per l'elettricità [t/MWh]
- CTE = consumo totale di elettricità nel territorio dell'autorità locale [MWh]
- PLE = produzione locale di elettricità [MWh]
- AEV = acquisti di elettricità verde da parte dell'autorità locale [MWh]
- FENEE = fattore di emissione nazionale o europeo per l'elettricità [MWh]
- CO2PLE = emissioni di CO₂ dovute alla produzione locale di elettricità [t]
- CO2AEV = emissioni di CO₂ dovute alla produzione di elettricità verde certificata acquistata dall'autorità locale [t]

Poiché lo stabilimento non è approvvigionato da energia elettrica prodotta localmente o proveniente da fonti rinnovabili, ma si rifornisce invece dalla rete elettrica nazionale, tutti i termini dell'espressione sopra riportata sono nulli, ad eccezione delle voci FENEE e CTE. Il fattore di emissione locale si riduce quindi al fattore FENEE di emissione nazionale. Quest'ultimo è stato calcolato con i dati ufficiali del 2014 relativi all'emissione totale di CO₂ da produzione elettrica nazionale da fonti fossili e ai consumi elettrici totali nazionali, estrapolati dalla serie storica 1990-2014 di informazioni di generazione elettrica fornita da Terna S.p.A.

Figura 2 - Serie storica 1990-2014 del fattore di emissione nazionale di CO₂ (fonte: dati ufficiali TERNA)

In particolare per il 2014 si ha:

Tabella 5 - Calcolo del FENEE (2014)

Emissioni totali nazionali CO ₂ [Mt _{CO2}]	90,006
Consumi elettrici [GWh _{el}]	291083,3
Fattore di emissione [t _{CO2} /MWh _{el}]	0,309

Fattore di emissione del gasolio

Il gasolio è un combustibile liquido ottenuto mediante distillazione frazionata del petrolio greggio e utilizzato come combustibile per motori Diesel, per riscaldamento o per la produzione di energia elettrica. In questo caso, per il calcolo del fattore di emissione, non può essere utilizzato l'approccio adottato per il metano perché il gasolio è una miscela di idrocarburi liquidi, con una composizione (tenore di carbonio) che è continuamente variabile a causa delle caratteristiche del petrolio e del processo di raffinazione. Pertanto in questo caso è stato utilizzato il fattore di emissione medio fornito dall'IPCC (International Panel Climate Change) (2006), pari a $0,267 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{MWh}_{\text{th}}$.

Emissioni di CO₂

Per determinare le emissioni annuali di CO₂ associate a ciascuna risorsa energetica basta moltiplicare il consumo della risorsa per il rispettivo fattore emissivo. I risultati sono riassunti in Tabella 6.

Tabella 6 - Emissioni annuali (2014) di CO₂ stimate

Emissione di CO2 da metano [$\text{t}_{\text{CO}_2}/\text{anno}$]	547,19
Emissione di CO2 da energia elettrica [$\text{t}_{\text{CO}_2}/\text{anno}$]	516,16
Emissione di CO2 da gasolio [$\text{t}_{\text{CO}_2}/\text{anno}$]	140,04
TOTALE [$\text{t}_{\text{CO}_2}/\text{anno}$]	1203,4

Ipotizzando una vita utile della miniera pari a 10 anni si ottiene la seguente emissione totale e la corrispondente riduzione del 20 % da perseguire tramite compensazione ambientale:

CO ₂ emessa in 10 anni dalle attività [t_{CO_2}]	12033,95
Quota del 20 % da ridurre [t_{CO_2}]	2406,79

5.1 CALCOLO DELLA COMPENSAZIONE AMBIENTALE

La compensazione ambientale adottata consiste nel rimboschimento di **aree inutilizzate** e sfrutta l'assorbimento di CO₂ da parte degli organismi vegetali, che la utilizzano durante la fotosintesi clorofilliana. Il carbonio è necessario per la crescita della pianta (arrivando a costituire il 50% in peso di sostanza secca), in questo modo viene dunque sottratto all'atmosfera e stoccato. L'area scelta per il progetto di compensazione ambientale è il cantiere "Oltre il Fosso Crocifisso", nella miniera di San Valentino, situata nel comune di Manoppello (PE). Il residuo del cantiere è costituito da un ampio piazzale dalla superficie di circa 5,95 ettari, circondato da circa 1,6 ettari di bancate non rinaturalizzate, per una superficie totale disponibile di circa 7,56 ettari.



Figura 3 - Veduta aerea del cantiere oggetto di riqualifica ambientale "Oltre il Fosso Crocifisso", Manoppello (PE)

L'area sarà oggetto di riqualificazione mediante insediamento di un bosco permanente, cioè destinato a permanere nel tempo, garantendo un ottimo assorbimento di carbonio (C-sink) nel suolo, nei prodotti legnosi e nella biomassa epigea (Poulton, 2003).

Il bosco permanente è realizzato impiantando latifoglie autoctone misto arboreo ed arbustivo con disposizione delle piantine generalmente mescolata e casuale. Il quantitativo di CO₂ immagazzinata per ettaro all'anno, risulta in funzione di diversi fattori come le condizioni climatiche, le caratteristiche progettuali (le specie utilizzate, le densità d'impianto), gli interventi selvicolturali previsti (diradamenti, tagli colturali, ecc...), l'età e lo stato fitosanitario del popolamento. Un bosco permanente realizzato alle nostre latitudini nel complesso può immagazzinare annualmente da 5 a 15 tCO₂/(ha*anno) a seconda dei pool-considerati (suolo, fusto, radici, rami e foglie) dell'età del popolamento e delle condizioni climatiche in cui si trova, (Poulton et al. 2003, Vesterdal et al. 2003, Magnani et al. 2005, Alberti et al. 2006).

Nei calcoli è stato assunto il valore medio di 10 tCO₂/(ha*anno).
Tale scelta è coerente perché l'ordine di grandezza è stato confermato da alcuni calcoli preliminari condotti dal Dott. Agr. Nicola Tavano con i dati riportati in Tabella 7.

Tabella 7 - Stima del quantitativo di CO₂ sequestrata

Produttività annuale biomassa erbacea tal quale [t _{TQ} /(ha*anno)]	4
Contenuto idrico in peso biomassa erbacea	75 %
Produttività annuale biomassa erbacea secca [t _{SS} /(ha*anno)]	1
Produttività annuale biomassa legnosa tal quale [t _{TQ} /(ha*anno)]	10
Contenuto idrico in peso biomassa legnosa	55 %
Produttività annuale biomassa legnosa secca [t _{SS} /(ha*anno)]	4,5
TOTALE produttività annuale biomassa ⁶ [t _{SS} /(ha*anno)]	6,88
Contenuto massico di carbonio nella biomassa [t _C /t _{SS}]	50 %
TOTALE carbonio stoccato nella biomassa [t _C /(ha*anno)]	3,44
TOTALE CO₂ fissata nella biomassa⁷ [t_{CO2}/(ha*anno)]	12,60

I calcoli preliminari sono in linea con i valori tipici di fissazione di un bosco permanente, citati in precedenza. Cautelativamente si è scelto di procedere con il valore medio di 10 tCO₂/(ha*anno).

Per raggiungere il suddetto obiettivo la superficie da riqualificare mediante bosco permanente è pari a 4 ettari ed è indicata dalla griglia rossa di Figura 4, mentre la griglia gialla (pari a 4,56 ettari) è destinata a diventare prato.

⁶ Il totale è calcolato sommando i contributi erbacei e legnosi e aggiungendo un 25 % in peso fornito dalla biomassa ipogea (radici)

⁷ Il quantitativo di CO₂ è legato a quello di carbonio con il coefficiente 3,664, che rappresenta il rapporto tra la massa molecolare della CO₂ (44,01) e del carbonio (12,01)



Figura 4 - Progetto di riqualifica ambientale della miniera di San Valentino, cantiere "Oltre il Fosso Crocifisso", Manoppello (PE)

I risultati dei calcoli relativi alla compensazione sono riassunti in Tabella 8.

Tabella 8 - Sintesi dei calcoli relativi al progetto di compensazione ambientale

20 % delle emissioni totali di CO ₂ emesse dai 10 anni di attività mineraria [t _{CO2}]	2406,79
Emissioni di CO ₂ stoccate annualmente per ettaro di biomassa [t _{CO2} /(ha*anno)]	10
Superficie destinata a riqualificazione mediante bosco permanente [ha]	4
Emissioni di CO ₂ stoccate annualmente nella biomassa [t _{CO2} /anno]	40
Vita del bosco necessaria all'abbattimento del 20% totale delle emissioni [anni]	≈ 60

Nell'ottica della diminuzione delle emissioni di CO₂, la compensazione ambientale sarà affiancata da una serie di interventi finalizzati alla riduzione dei consumi energetici, discussi nell'allegato E ed a cui si rimanda per approfondimenti.

Tali tecniche di efficientamento dei processi contribuiscono alla riduzione delle emissioni di CO₂, consentendo nell'arco di 60 anni di superare la quota del 20 % di CO₂ catturata con il piano di compensazione ambientale.