

PROGETTO:

**PIANO COMUNALE DEL VERDE
URBANO ED EXTRAURBANO
DEL COMUNE DI CREMONA**

COMMITTENTE:

Comune di Cremona
Sede Legale: Piazza Comune 8 - 26100 CREMONA (Cr)
C.F. e P.IVA 00297960197
Pec: protocollo@comunedicremona.legalmail.it



Responsabile del procedimento:
dott. pian. Riccardo Zelioli

N° ELABORATO:

MON

CODICE FILE:

PCdV_MON_Strumenti per il monitoraggio.pdf

TITOLO ELABORATO:

**STRUMENTI PER IL MONITORAGGIO E IL BILANCIO
ARBOREO**

DATA: 16 OTTOBRE 2023

REV:

DATA: 3 APRILE 2023

REV: 00

DATA: 12 SETTEMBRE 2023

REV: 01

recepimento
osservazioni

PROGETTISTI:

A.T.P. REGISTRATA IN DATA 13/07/2022: N.14218 SERIE 1T - UDINE
GIANLUCA RAMO, PIANIFICATORE - MANDATARIO/CAPOFILA
ELEONORA CESCHIN, PAESAGGISTA - MANDANTE
LUCA DEL FABBRO MACHADO, ARCHITETTO - MANDANTE
STUDIO BENINCÀ - ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI:
PIERLUIGI MARTORANA, AGRONOMO - MANDANTE
MICHELE CORDIOLI, ANALISTA AMBIENTALE



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Dipartimento di
**Ingegneria
e Architettura**

RESPONSABILI SCIENTIFICI:

PROF. ADRIANO VENUDO

PROF.SSA ALESSANDRA MARIN

SOMMARIO

1.	Premessa	1
2.	Indice di Biopotenzialita' Territoriale (BTC)	2
2.1	Metodologia	2
2.2	Calcolo dell'indice BTC per il territorio del Comune di Cremona	1
2.2.1	Intero territorio comunale	2
2.2.2	Ambito Omogeneo "Centro Storico"	3
2.2.3	Ambito Omogeneo "Periurbano"	6
2.2.4	Ambito Omogeneo "Di transizione (Green Belt)"	9
2.2.5	Ambito Omogeneo "Po e Golena"	12
2.2.6	Ambito Omogeneo "Produttivo"	15
2.2.7	Ambito Omogeneo "Campagna"	18
3.	Calcolo della CO ₂ assorbita dalle piante	22
3.1	Metodologia	22
3.2	Calcolo della CO ₂ assorbita dalle piante del Comune di Cremona	26
ALLEGATO I - SCHEDE PER LE PRINCIPALI SPECIE ARBOREE AUTOCTONE.....		28
ALLEGATO II - INTEGRAZIONE		38
3.3	Le classi standard di BTC	38
3.4	Criteri di scelta dell'indicatore	0
3.5	Un esempio applicativo	0
3.6	Scenario ante operam	1
3.7	Scenario post operam	2

1. PREMESSA

La presente relazione descrive gli indicatori quantitativi per il monitoraggio dell'attuazione del Piano del Verde (PCdV) del Comune di Cremona.

Come in ogni altro piano di governo del territorio, anche nel PCdV dovranno essere chiaramente esplicitati i meccanismi di attuazione e le modalità di monitoraggio degli obiettivi prefissati.

In coerenza con quanto riportato nelle *“Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile”* redatte dal Ministero dell'Ambiente, dato che il PCdV

affronta le problematiche relative alla previsione di nuove aree verdi, esso non può prescindere dal definire una serie di *“indicatori di rigenerazione urbana”*, che consentano di verificare il valore degli interventi in termini di benefici per l'ecosistema urbano (es. incremento del valore ecologico, mitigazione del rischio idraulico, assorbimento di inquinanti atmosferici, ecc.).

Nel seguito, si procederà alla descrizione di due indicatori relativi al metabolismo energetico degli ecosistemi vegetali e alla mitigazione degli impatti climatici, procedendo dapprima con una descrizione della metodologia di calcolo e, successivamente, con la presentazione dell'applicazione del metodo allo stato attuale del territorio del Comune di Cremona.

2. INDICE DI BIOPOTENZIALITA' TERRITORIALE (BTC)

2.1 Metodologia

La stabilità di un mosaico ambientale è dovuta dalla presenza di unità territoriali che svolgono una determinata serie di funzioni necessarie al mantenimento dell'equilibrio. L'evoluzione delle attività antropiche è spesso accompagnata da trasformazioni nell'eterogeneità del sistema, dovute allo spostamento temporale dei margini tra tessere ambientali adiacenti e alla creazione di nuovi contatti tra gli elementi che costituiscono il mosaico ambientale. Una situazione di instabilità viene a crearsi quando la perdita di una o più tessere che compongono il mosaico determina un impoverimento del sistema, portandolo verso condizioni di semplicità e quindi di vulnerabilità.

Per valutare lo stato del metabolismo energetico degli ecosistemi vegetali presenti è stato elaborato l'indice di biopotenzialità territoriale (*BTC - Biological Territorial Capacity*)¹: si tratta di un indicatore dello stato energetico del sistema e rappresenta la capacità di un ecosistema di conservare e massimizzare l'impiego dell'energia. Tale indice è in grado di individuare le evoluzioni/involuzioni del paesaggio, in relazione al grado di conservazione, recupero o trasformazione del mosaico ambientale.

L'indice BTC è una grandezza correlata al grado di organizzazione del sistema stesso e alla capacità metabolica dei principali ecosistemi che lo compongono. Il valore di BTC di un sistema ambientale è quindi strettamente connesso alla presenza di biomassa vegetale e alla sua capacità di assimilare e trasformare l'energia solare. La vegetazione rappresenta infatti una componente che svolge un ruolo fondamentale nella funzionalità ecologica del sistema paesaggistico: l'energia utile per l'intera biosfera dipende sostanzialmente dalla fotosintesi ed è subordinata pertanto alla presenza di organismi autotrofi.

Nella pianificazione territoriale, l'indice BTC può essere utilizzato per valutare il trend evolutivo di un sistema paesaggistico. In un'ottica di monitoraggio, tale indice può quindi consentire di elaborare proiezioni evolutive, che valutano qualitativamente e quantitativamente gli scenari programmati dalle politiche di pianificazione paesaggistico-territoriale, misurando l'impatto delle trasformazioni previste sulla stabilità funzionale e strutturale del sistema paesistico.

La letteratura definisce una serie di classi standard di BTC¹, che rappresentano una normalizzazione del range di valori misurabili nei tipi di ecosistemi in ambiente temperato e boreale mediante sette classi (I - VII) d'ampiezza non omogenea, ma corrispondenti a un preciso significato ecologico.

La BTC, per come è stata costruita, associa a valori elevati ecosistemi con alta resistenza ai disturbi, ma lenta capacità di recupero (alta metastabilità), e a valori ridotti ecosistemi a bassa resistenza ai disturbi, ma rapida capacità di recupero (bassa metastabilità).

Di seguito si riporta la tabella delle classi standard di BTC, che descrive i valori di BTC misurabili nei diversi tipi di ecosistemi di ambiente temperato e boreale.

¹ Ingegnoli V (1999) *Definition and Evaluation of the BTC (Biological Territorial Capacity) as an Indicator for Land-scape Ecological Studies on Vegetation*.

Ingegnoli V. (2002) *Landscape Ecology: A Widening Foundation*. Berlin, New York. Springer-Verlag

Ingegnoli, V. (2005). *An innovative contribution of landscape ecology to vegetation science*. Israel Journal of Plant Sciences, 53(3-4), 155-166.

<i>Classe</i>	<i>Intervallo</i> ($\frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2} / \text{anno}$)	<i>Valore medio</i> ($\frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2} / \text{anno}$)	<i>Descrizione</i>
I	0–0,4	0,2	Deserto, semideserto, laghi e fiumi, piattaforma continentale, praterie o tundra degradati, arbusteti suburbani (e per parallelismo, ambienti urbani)
II	0,4–1,2	0,8	Praterie, tundra, campi coltivati, verde urbano, arbusteti degradati ecc.
III	1,2–2,4	1,8	Praterie arbustate, canneti, arbusteti bassi, savane a graminoidi, piantagioni arboree, frutteti e giardini, verde urbano.
IV	2,4–4,0	3,2	Foreste giovani, foreste di savana secca, savane arbustate, paludi, praterie umide o marcite temperate, cedui di boschi temperati, frutteti seminaturali, parchi suburbani seminaturali.
V	4,0–6,4	5,2	Foreste naturali poco più che giovani, foreste adulte parzialmente degradate, foreste di mangrovie, paludi e praterie umide tropicali, colture perenni tropicali, macchia mediterranea (e arbusteti assimilabili), formazioni preforestali, colture perenni temperate, oliveti seminaturali, foreste boreali aperte.
VI	6,4–9,6	8,0	Foreste naturali adulte, foreste mature parzialmente degradate, boschi temperati.
VII	9,6–13,2	11,4	Foreste tropicali stagionali, foreste pluviali tropicali parzialmente degradate, foreste mediterranee mature, foreste decidue temperate mature, foreste boreali alpine mature.

La **classe I** individua valori di BTC bassi, caratteristici di sistemi a resilienza molto alta, in cui il rapporto tra RS/D (resistenza e disturbo) è nettamente minore di 1. Negli Ambiti di paesaggio caratterizzati da tali valori prevalgono biotopi il cui metabolismo è regolato da elevati apporti di energia sussidiaria (industrie, infrastrutture, edificato) o a bassa metastabilità (aree sterili, affioramenti rocciosi, campi agricoli tecnologici, ecc.).

La **classe II** individua valori di BTC medio-bassi, caratteristici di sistemi non resistenti ai disturbi. Negli Ambiti di paesaggio connotati da tali valori prevalgono biotopi a scarsa energia propria di mantenimento, la cui funzionalità dipende ancora dall'apporto di energia sussidiaria (campi agricoli seminaturali, frutteti, vigneti, siepi, ecc.).

La **classe III** individua valori di BTC medi, caratteristici di sistemi naturali o seminaturali capaci di resistenza propria, anche se non elevata, in cui il rapporto tra RS/D si approssima ad 1. Negli Ambiti di paesaggio contraddistinti da tali valori possono verificarsi due situazioni distinte: o prevalgono ecosistemi capaci di rispondere a perturbazioni esterne di intensità e frequenza ridotta, mantenendo la propria configurazione, oppure si verifica una piena compensazione tra ecosistemi naturali ed ecosistemi antropici, che pesano in misura analoga sul bilancio energetico del sistema ambientale e paesaggistico dell'Ambito.

La **classe IV** individua valori di BTC medio-alti, caratteristici di sistemi capaci di una buona autoregolazione, in cui il rapporto tra RS/D è maggiore di 1. Negli Ambiti di paesaggio caratterizzati da tali valori prevalgono biotopi naturali a media resistenza e metastabilità, il cui metabolismo è regolato da energia solare (arbusteti paraclimatici, vegetazione pioniera, filari, verde urbano, rimboschimenti, impianti da arboricoltura da legno, ecc.).

Le **classi V-VI-VII** individuano valori di BTC alti, caratteristici di sistemi naturali e seminaturali a elevata resistenza, in cui il rapporto tra RS/D (resistenza e disturbo) è molto maggiore di 1. Si tratta di sistemi il cui funzionamento è indipendente da eventuali apporti di energia antropica. La struttura portante degli Ambiti di paesaggio ricadenti in questa classe è costituita dall'apparato formato dalla vegetazione naturale stabile. Tale apparato non solo è dotato di elevata energia propria di mantenimento, ma costituisce anche una potenziale riserva di energia naturale per un sistema ambientale più ampio di quello del singolo Ambito di paesaggio.

Per rendere più immediatamente applicabile l'utilizzo di questo indice, per ciascuna classe standard di BTC sono poi stati proposti una serie di "usi del suolo assimilabili", classificati sulla base della nomenclatura degli usi del suolo *Corine Land Cover*, secondo quanto riportato nella tabella seguente.

<i>Classi (k)</i>	<i>Intervallo ($\frac{Mcal}{m^2}/anno$)</i>	<i>Valore medio Btc ($\frac{Mcal}{m^2}/anno$)</i>	<i>P_k⁹</i>	<i>Descrizione classe standard</i>	<i>Usi del suolo assimilabili</i>
I	0 – 0,4	0,2	0.02	Deserto, semideserto, laghi e fiumi, piattaforma continentale, praterie o tundra degradati, arbusteti suburbani (e per parallelismo, ambienti urbani e aree sterili)	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali Aree sterili (ambiti di cava, discariche, depositi, cantieri) Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi Tessuto residenziale continuo denso e mediamente denso Tessuto residenziale discontinuo Insediamenti industriali, artigianali, commerciali Insediamenti ospedalieri e impianti di servizi pubblici e privati Cimiteri Reti stradali, ferroviarie e spazi accessori Aree degradate non utilizzate e non vegetate
II	0,4 – 1,2	0,8	0.07	Praterie, tundra, campi coltivati, verde urbano, arbusteti degradati ecc.	Tessuto residenziale rado, nuclei forme o rurale Tessuto residenziale sparso Insediamenti produttivi agricoli Cascine Impianti sportivi Campeggi e strutture turistiche e ricettive Orti familiari Aree sterili recuperate Aree verdi incolte/improduttivi Cespuglieti in aree di agricole abbandonate Praterie naturali d'alta quota assenza di specie arboree ed arbustive Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive Seminativi semplici
III	1,2 – 2,4	1,8	0.16	Praterie arbustate, canneti, arbusteti bassi, savane a graminoidi, piantagioni arboree, frutteti e giardini, verde urbano.	Parchi e giardini urbani Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive Vigneti Frutteti e frutti minori Seminativi arborati

⁹ Ottenuto mediante la standardizzazione sul massimo valore di Biopotenzialità territoriale della serie.

					Cespuglieti
IV	2,4 – 4,0	3,2	0,28	Foreste giovani, foreste di savana secca, savane arbustate, paludi, praterie umide o marcite temperate, cedui di boschi temperati, frutteti seminaturali, parchi suburbani seminaturali.	Siepi e filari
					Rimboschimenti
					Pioppeti e impianti da arboricoltura da legno
					Formazioni ripariali e vegetazione dei greti
					Vegetazione naturale rada
V	4,0 – 6,4	5,2	0,46	Foreste naturali poco più che giovani, foreste adulte parzialmente degradate, foreste di mangrovie, paludi e praterie umide tropicali, colture perenni tropicali, macchia mediterranea (e arbusteti assimilabili), formazioni preforestali, colture perenni temperate, oliveti seminaturali, foreste boreali aperte.	Boschi di conifere a densità bassa
					Arbusti cespugliosi e formazioni preforestali
VI	6,4 – 9,6	8,0	0,70	Foreste naturali adulte, foreste mature parzialmente degradate, boschi temperati.	Boschi conifere a densità media e alta o boschi di latifoglie a bassa densità
VII	9,6 – 13,2	11,4	1	Foreste tropicali stagionali, foreste pluviali tropicali parzialmente degradate, foreste mediterranee mature, foreste decidue temperate mature, foreste boreali alpine mature.	Boschi di latifoglie a densità media e alta
					Boschi misti a densità media e alta

L'indice BTC complessivo per un determinato ambito di analisi viene calcolato come somma delle singole superfici distinte per destinazione d'uso del suolo, moltiplicate per il valore di BTC unitario corrispondente. Ad ogni tipologia di uso del suolo corrisponde infatti un valore di biopotenzialità unitario. Moltiplicando il BTC unitario per le differenti superfici d'uso del suolo, si ottiene il valore di biopotenzialità dell'area in esame, espresso in Mcal/anno, secondo la formulazione seguente:

$$BTC_{tot} = \sum_i BTC_i \times Sup_i$$

Dove:

BTC_{tot} = valore dell'indice BTC per un determinato ambito, es. intero territorio comunale (Mcal/anno)

BTC_i = valore standard di BTC unitario per l'*i*-esimo uso del suolo presente nell'ambito (Mcal/mq/anno)

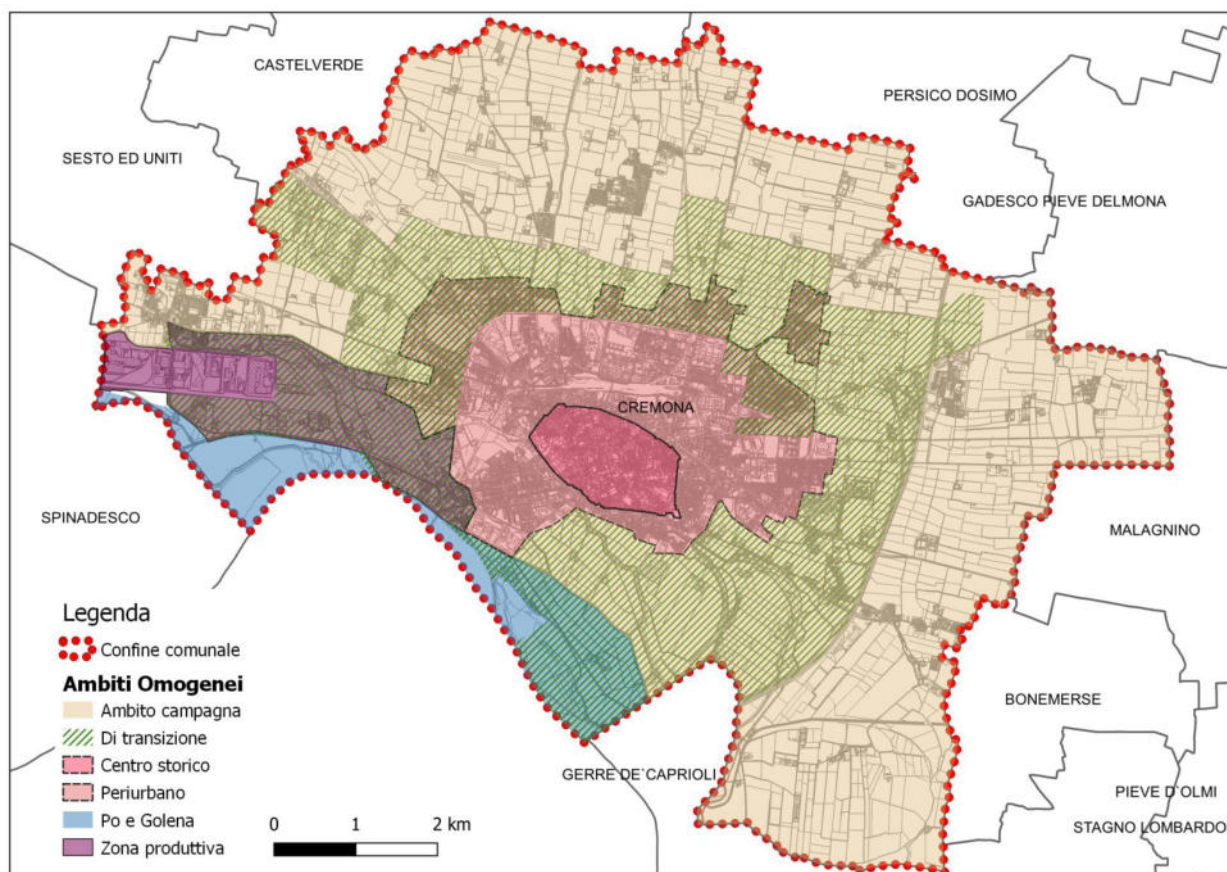
Sup_i = superficie dell'*i*-esimo uso del suolo nell'ambito (mq)

2.2 Calcolo dell'indice BTC per il territorio del Comune di Cremona

Nel seguito si propone il calcolo dell'indice BTC per lo stato attuale del territorio del Comune di Cremona. L'analisi viene effettuata utilizzando la cartografia di uso del suolo della Regione Lombardia² più recente disponibile (edizione 2018).

L'indice BTC è stato calcolato sia per l'intero territorio comunale che separatamente per i singoli Ambiti Omogenei identificati dal PCdV.

Ambiti omogenei del PCdV



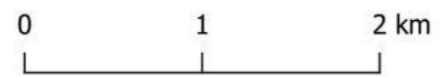
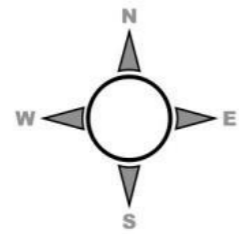
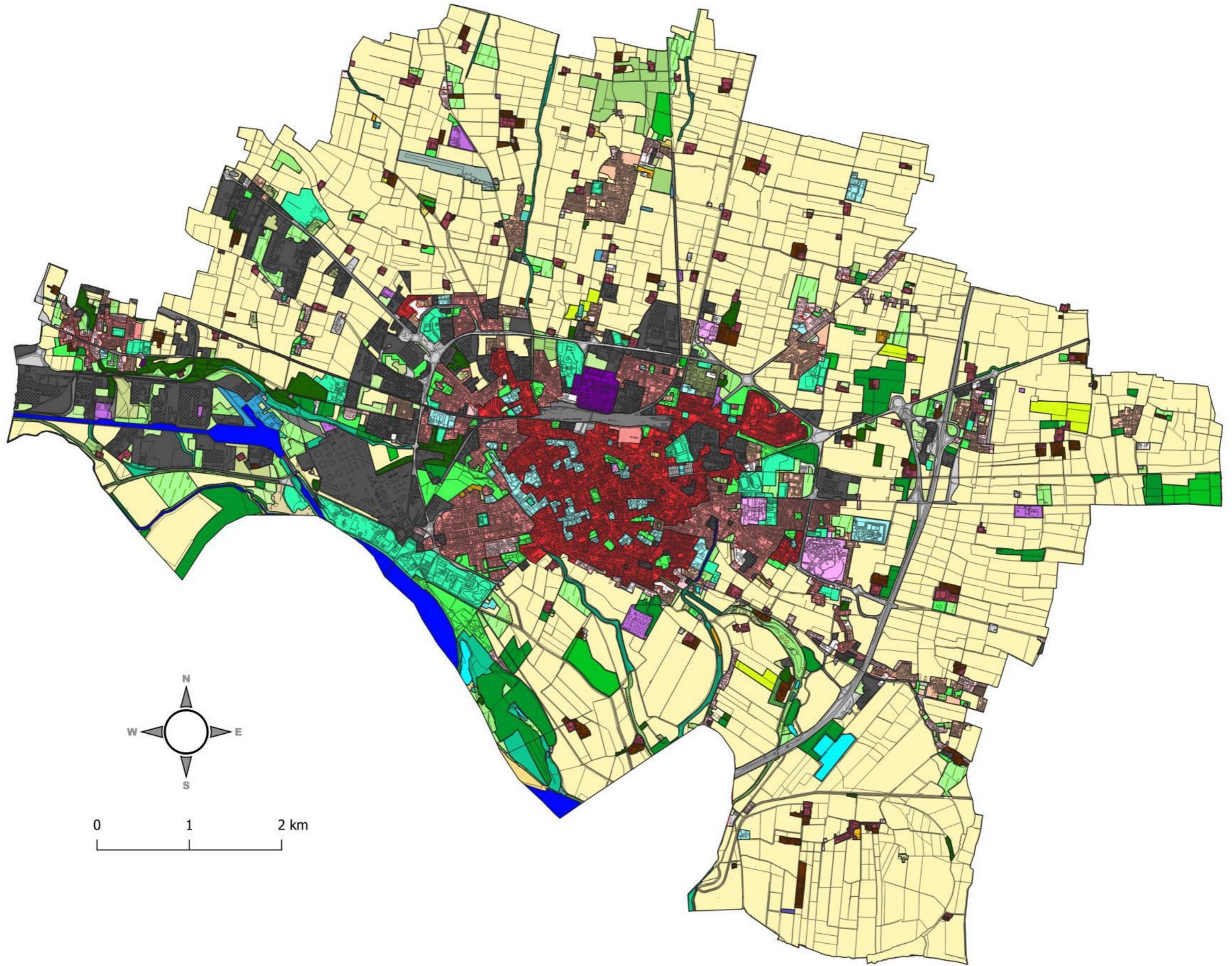
² <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

2.2.1 Intero territorio comunale

La tabella e l'immagine seguenti rappresentano la distribuzione degli usi del suolo all'interno del Comune di Cremona, classificati sulla base della nomenclatura *Corine Land Cover*.

Codice Liv.III	Legenda	Superficie (ha)	Superficie (%)
111	Tessuto urbano continuo	568.2	8.1%
112	Tessuto urbano discontinuo	358.5	5.1%
121	Aree industriali o commerciali	760.2	10.8%
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	235.0	3.3%
123	Aree portuali	13.5	0.2%
124	Aeroporti	15.5	0.2%
131	Aree esrattive	6.2	0.1%
133	Cantieri	3.2	0.0%
134	Aree in attesa di destinazione d'uso	29.1	0.4%
141	Aree verdi urbane	176.2	2.5%
142	Aree sportive e ricreative	166.1	2.4%
211	Semintavi in aree non irrigue	4'018.7	57.1%
222	Frutteti e frutti minori	3.3	0.0%
224	Altre colture permanenti	215.5	3.1%
231	Prati stabili	119.7	1.7%
311	Boschi di latifoglie	152.9	2.2%
313	Boschi misti	2.5	0.0%
322	Brughiere e cespuglieti	28.0	0.4%
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	68.8	1.0%
331	Spiagge, dune, sabbie	5.6	0.1%
411	Paludi interne	1.9	0.0%
511	Corsi d'acqua, canali, idrovie	75.5	1.1%
512	Bacini d'acqua	17.6	0.2%
	TOTALE	7'041.6	100.0%

L'uso del suolo predominante nel comune è quello dei seminativi, che interessa il 57% della superficie territoriale. Seguono gli usi del suolo di tipo urbanizzato, che nel complesso coprono il 33% della superficie comunale.



Usi del suolo Regione Lombardia (2018)

1111 - Tessuto residenziale denso	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo
1112 - Tessuto residenziale continuo mediamente denso	21142 - Colture floro-vivaistiche protette
1121 - Tessuto residenziale discontinuo	2115 - Orti familiari
1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme	213 - Risaie
1123 - Tessuto residenziale sparso	221 - Vigneti
11231 - Cascine	222 - Frutteti e frutti minori
12111 - Insedimenti industriali, artigianali, commerciali	2241 - Pioppeti
12112 - Insedimenti produttivi agricoli	2242 - Altre legnose agrarie
12121 - Insedimenti ospedalieri	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
12122 - Impianti di servizi pubblici e privati	2312 - Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse
12123 - Impianti tecnologici	3111 - Boschi di latifoglie a densità media e alta
12124 - Cimiteri	31111 - Boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo
12125 - Aree militari obliterate	31112 - Boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto
12126 - Impianti fotovoltaici a terra	3112 - Boschi di latifoglie a densità bassa
1221 - Reti stradali e spazi accessori	31121 - Boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo
1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori	31122 - Boschi di latifoglie a densità bassa governati ad alto fusto
123 - Aree portuali	3113 - Formazioni ripariali
124 - Aeroporti ed eliporti	3131 - Boschi misti a densità media e alta
131 - Cave	31311 - Boschi misti a densità media e alta governati a ceduo
132 - Discariche	31312 - Boschi misti a densità media e alta governati ad alto fusto
133 - Cantieri	314 - rimboschimenti recenti
134 - Aree degradate non utilizzate e non vegetate	3221 - cespuglieti
1411 - Parchi e giardini	3222 - vegetazione dei greti
1412 - Aree verdi incolte	3223 - vegetazione degli argini sopraelevati
1421 - Impianti sportivi	3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree
1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate
1423 - Parchi divertimento	331 - spiagge, dune ed alvei ghiaiosi
2111 - Seminativi semplici	411 - vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere
2112 - Seminativi arborati	511 - Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
21131 - Colture orticole a pieno campo	5121 - Bacini idrici naturali
21132 - Colture orticole protette.	5122 - Bacini idrici artificiali
	5123 - Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda

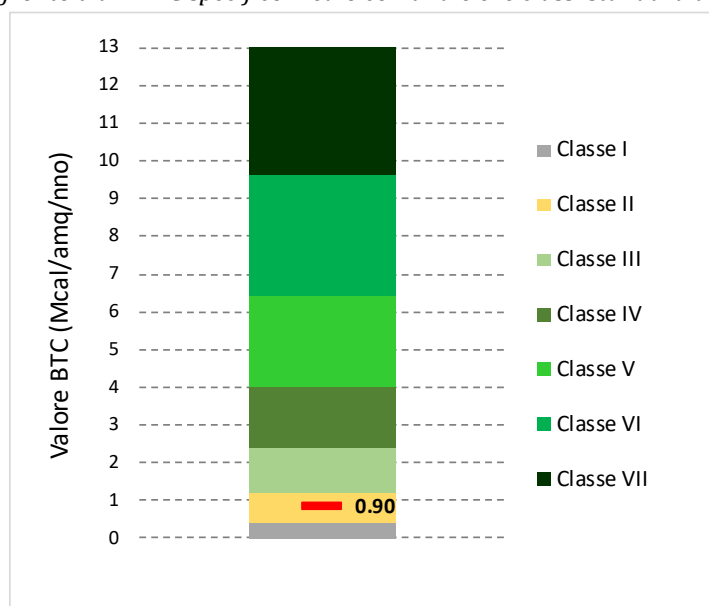
Sulla base dei dati di uso del suolo sopra descritti, è stato calcolato il valore di BTC complessivo comunale, che ammonta a 63'031'029 Mcal/anno (si veda tabella seguente).

Rapportando tale valore alla superficie territoriale comunale (circa 7'041 ha), si ottiene un **valore di BTC medio comunale pari a 0.9 Mcal/mq/anno**. Tale valore ricade nella Classe II dei valori standard di BTC, descritta da Ingegnoli (2002): nel territorio comunale prevalgono pertanto biotopi a scarsa energia propria di mantenimento, la cui funzionalità dipende ancora dall'importante apporto di energia sussidiaria (territori agricoli).

Usi del suolo 2018 nel territorio comunale e calcolo dell'indice BTC

CLC LIV.5	Legenda	Superficie (mq)	Classe BTC	Valore BTC (Mcal/mq/y)	BTC totale (Mcal/y)
1111	1111 - tessuto residenziale denso	3'127'204.2	I	0.2	625'440.8
1112	1112 - tessuto residenziale continuo mediamente denso	2'554'908.9	I	0.2	510'981.8
1121	1121 - Tessuto residenziale discontinuo	1'435'784.6	I	0.2	287'156.9
1122	1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme	896'521.2	II	0.8	717'216.9
1123	1123 - Tessuto residenziale sparso	512'743.7	II	0.8	410'195.0
11231	11231 - Cascine	740'050.3	II	0.8	592'040.2
12111	12111 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	5'309'759.1	I	0.2	1'061'951.8
12112	12112 - Insediamenti produttivi agricoli	634'987.1	II	0.8	507'989.7
12121	12121 - Insediamenti ospedalieri	335'039.3	I	0.2	67'007.9
12122	12122 - Impianti di servizi pubblici e privati	747'906.4	I	0.2	149'581.3
12123	12123 - Impianti tecnologici	259'300.4	I	0.2	51'860.1
12124	12124 - Cimiteri	201'922.8	I	0.2	40'384.6
12125	12125 - aree militari obliterate	106'913.6	I	0.2	21'382.7
12126	12126 - Impianti fotovoltaici a terra	5'867.2	I	0.2	1'173.4
1221	1221 - Reti stradali e spazi accessori	1'799'463.2	I	0.2	359'892.6
1222	1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori	550'889.4	I	0.2	110'177.9
123	123 - Aree portuali	134'861.9	I	0.2	26'972.4
124	124 - Aeroporti ed eliporti	155'331.9	I	0.2	31'066.4
131	131 - cave	61'806.7	I	0.2	12'361.3
133	133 - Cantieri	32'012.9	I	0.2	6'402.6
134	134 - aree degradate non utilizzate e non vegetate	291'229.2	I	0.2	58'245.8
1411	1411 - Parchi e giardini	1'188'448.8	III	1.8	2'139'207.8
1412	1412 - Aree verdi incolte	573'438.7	II	0.8	458'751.0
1421	1421 - Impianti sportivi	1'633'886.5	II	0.8	1'307'109.2
1422	1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive	27'213.0	II	0.8	21'770.4
2111	2111 - seminativi semplici	39'187'856.2	II	0.8	31'350'285.0
2112	2112 - seminativi arborati	20'502.1	III	1.8	36'903.7
21131	21131 - Colture orticole a pieno campo	286'216.8	II	0.8	228'973.4
21132	21132 - Colture orticole protette.	16'274.1	II	0.8	13'019.3
21141	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo	603'535.8	III	1.8	1'086'364.4
21142	21142 - Colture floro-vivaistiche protette	11'989.2	III	1.8	21'580.6
2115	2115 - orti familiari	60'450.5	II	0.8	48'360.4
222	222 - frutteti e frutti minori	33'458.7	III	1.8	60'225.7
2241	2241 - pioppeti	1'657'702.3	IV	3.2	5'304'647.4
2242	2242 - altre legnose agrarie	496'974.4	IV	3.2	1'590'318.2
2311	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	1'143'937.4	II	0.8	915'149.9
2312	2312 - prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse	52'885.4	III	1.8	95'193.7
3111	3111 - boschi di latifoglie a densità media e alta	93'905.2	VII	11.4	1'070'519.8
31111	31111 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo	318'058.5	VII	11.4	3'625'866.4
31112	31112 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto	206'832.1	VII	11.4	2'357'886.1
3112	3112 - boschi di latifoglie a densità bassa	5'504.5	VI	8	44'036.4
31121	31121 - boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo	60'508.1	VI	8	484'064.9
3113	3113 - formazioni ripariali	843'699.3	IV	3.2	2'699'837.8
31311	31311 - boschi misti a densità media e alta governati a ceduo	22'310.1	VII	11.4	254'335.0
31312	31312 - boschi misti a densità media e alta governati ad alto fusto	3'162.9	VII	11.4	36'056.9
3222	3222 - vegetazione dei greti	105'134.8	IV	3.2	336'431.5
3223	3223 - vegetazione degli argini sopraelevati	174'709.1	IV	3.2	559'069.1
3241	3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	427'575.5	III	1.8	769'635.9
3242	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate	260'333.3	II	0.8	208'266.7
331	331 - spiagge, dune ed alvei ghiaiosi	55'882.5	I	0.2	11'176.5
411	411 - vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere	18'882.0	IV	3.2	60'422.6
511	511 - Alvei fluviali e corsi d-acqua artificiali	754'738.4	I	0.2	150'947.7
5121	5121 - Bacini idrici naturali	59'471.3	I	0.2	11'894.3
5122	5122 - Bacini idrici artificiali	116'196.5	I	0.2	23'239.3
TOTALE		70'416'178.0			63'031'028.8
			BTC Medio comunale		0.90

Confronto tra il BTC specifico medio comunale e le classi standard di BTC



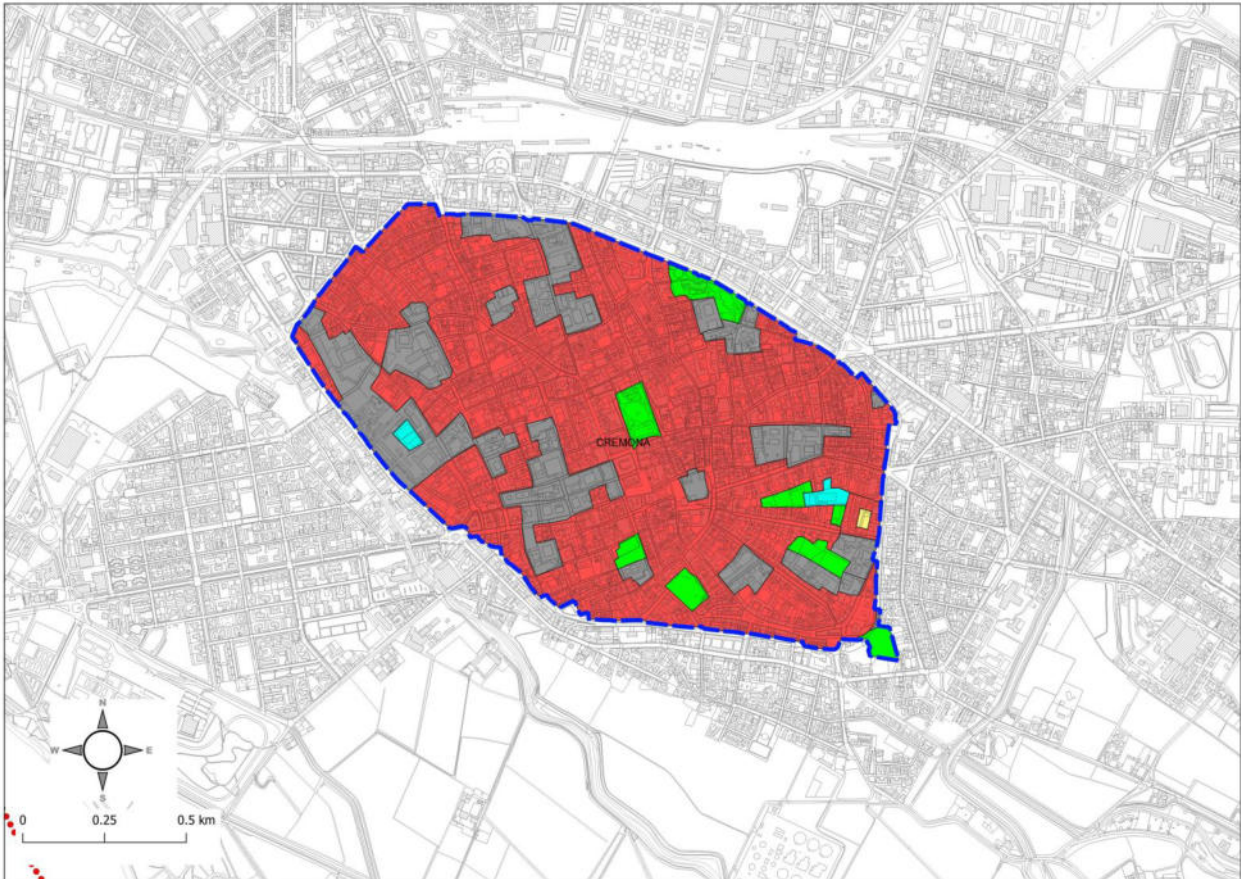
2.2.2 Ambito Omogeneo "Centro Storico"






L'indice BTC è stato ricalcolato considerando i soli usi del suolo ricadenti entro l'Ambito Omogeneo "Centro Storico" individuato dal PCdV.

La tabella e l'immagine seguenti rappresentano la distribuzione degli usi del suolo all'interno dell'Ambito Omogeneo "Centro Storico", classificati sulla base della nomenclatura *Corine Land Cover*.

L'ambito è quasi completamente edificato, con usi del suolo di tipo residenziale e produttivo che coprono il 95% della superficie territoriale. Gli spazi verdi e agricoli sono marginali.

Codice Liv.III	Legenda	Superficie (ha)	Superficie (%)
111	Tessuto urbano continuo	120.0	72.4%
121	Aree industriali o commerciali	36.6	22.1%
141	Aree verdi urbane	7.6	4.6%
142	Aree sportive e ricreative	1.2	0.7%
211	Seminitavi in aree non irrigue	0.2	0.1%
TOTALE		165.6	100.0%



-  Perimetro ambito "Centro Storico"
- Usi del suolo Region eLombardia (2018)**
-  111 - Tessuto urbano continuo
 -  121 - Aree industriali o commerciali
 -  141 - Aree verdi urbane
 -  142 - Aree sportive e ricreative
 -  211 - Semintavi in aree non irrigue

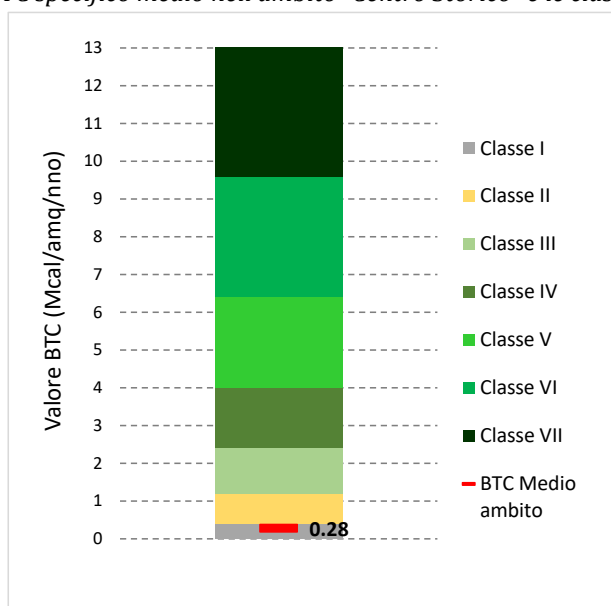
Sulla base dei dati di uso del suolo sopra descritti è stato calcolato il valore di BTC dell'ambito, che ammonta a 463'775.1 Mcal/anno (si veda tabella seguente).

Rapportando tale valore alla superficie territoriale dell'ambito (circa 166 ha), si ottiene un **valore di BTC medio dell'ambito "Centro Storico" pari a 0.28 Mcal/mq/anno**. Tale valore ricade nella Classe I dei valori standard di BTC, descritta da Ingegnoli (2002): nell'ambito prevalgono nettamente biotopi il cui metabolismo è regolato da elevati apporti di energia sussidiaria esterna (industrie, infrastrutture, edificato).

Usi del suolo 2018 nel nell'ambito "Centro Storico" e calcolo del BTC

CLC LIV.5	Legenda	Superficie (mq)	Classe BTC	Valore BTC (Mcal/mq/y)	BTC totale (Mcal/y)
1111	1111 - tessuto residenziale denso	1'178'903.7	I	0.2	235'780.7
1112	1112 - tessuto residenziale continuo mediamente denso	21'041.3	I	0.2	4'208.3
12111	12111 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	6'553.8	I	0.2	1'310.8
12121	12121 - Insediamenti ospedalieri	7'225.6	I	0.2	1'445.1
12122	12122 - Impianti di servizi pubblici e privati	352'618.3	I	0.2	70'523.7
1411	1411 - Parchi e giardini	76'441.6	III	1.8	137'594.9
1421	1421 - Impianti sportivi	11'556.3	II	0.8	9'245.0
21141	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo	2'037.0	III	1.8	3'666.7
TOTALE		1'656'377.5			463'775.1
				BTC Medio comunale	0.28

Confronto tra il BTC specifico medio nell'ambito "Centro Storico" e le classi standard di BTC



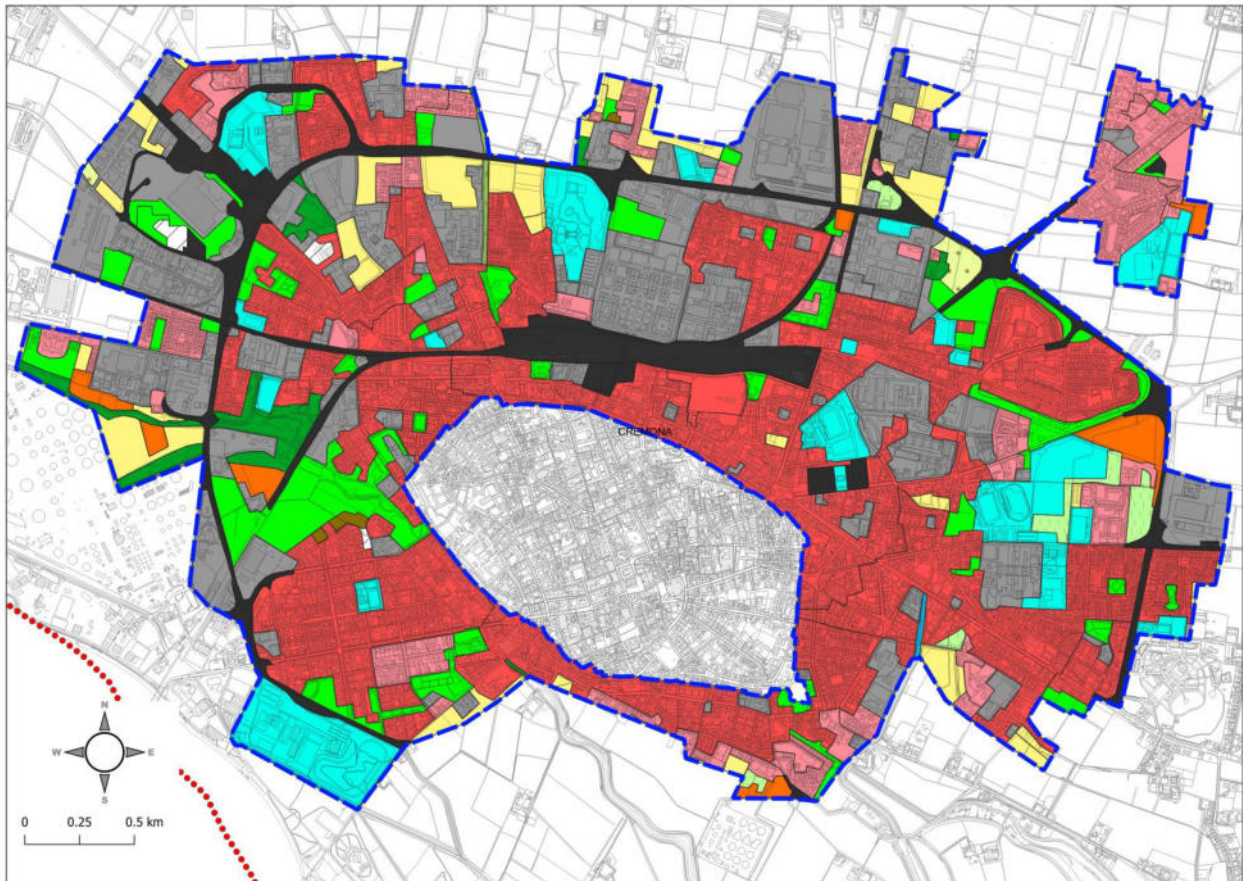
2.2.3 Ambito Omogeneo "Periurbano"

L'indice BTC è stato ricalcolato considerando i soli usi del suolo ricadenti entro l'Ambito Omogeneo "Periurbano" individuato dal PCdV.

La tabella e l'immagine seguenti rappresentano la distribuzione degli usi del suolo all'interno dell'Ambito, classificati sulla base della nomenclatura *Corine Land Cover*.

L'ambito è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di usi del suolo di tipo urbanizzato, con usi del suolo di tipo residenziale, produttivo, reti infrastrutturali che coprono il 76% della superficie territoriale. Gli spazi verdi urbani (parchi e aree sportive) rappresentano una superficie abbastanza rilevante (15%), seguiti da superfici di tipo agricolo (7%), mentre le aree naturali o seminaturali hanno ancora un ruolo estremamente marginale (2.2%).

Codice Liv.III	Legenda	Superficie (ha)	Superficie (%)
111	Tessuto urbano continuo	416.9	35.7%
112	Tessuto urbano discontinuo	100.4	8.6%
121	Aree industriali o commerciali	274.5	23.5%
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	92.1	7.9%
133	Cantieri	1.5	0.1%
134	Aree in attesa di destinazione d'uso	2.6	0.2%
141	Aree verdi urbane	84.7	7.2%
142	Aree sportive e ricreative	86.6	7.4%
211	Seminitavi in aree non irrigue	56.7	4.9%
224	Altre colture permanenti	16.5	1.4%
231	Prati stabili	9.3	0.8%
311	Boschi di latifoglie	20.0	1.7%
322	Brughiere e cespuglieti	1.6	0.1%
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	3.7	0.3%
511	Corsi d'acqua, canali, idrovie	0.7	0.1%
	TOTALE	1'168.0	100.0%



 Perimetro ambito "Periurbano"

Usi del suolo Region eLombardia (2018)

-  111 - Tessuto urbano continuo
-  112 - Tessuto urbano discontinuo
-  121 - Aree industriali o commerciali
-  122 - Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori
-  133 - Cantieri
-  134 - Aree in attesa di destinazione d'uso
-  141 - Aree verdi urbane
-  142 - Aree sportive e ricreative
-  211 - Semintavi in aree non irrigue
-  224 - Altre colture permanenti
-  231 - Prati stabili
-  311 - Boschi di latifoglie
-  322 - Brughiere e cespuglieti
-  324 - Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
-  511 - Corsi d'acqua, canali, idrovie

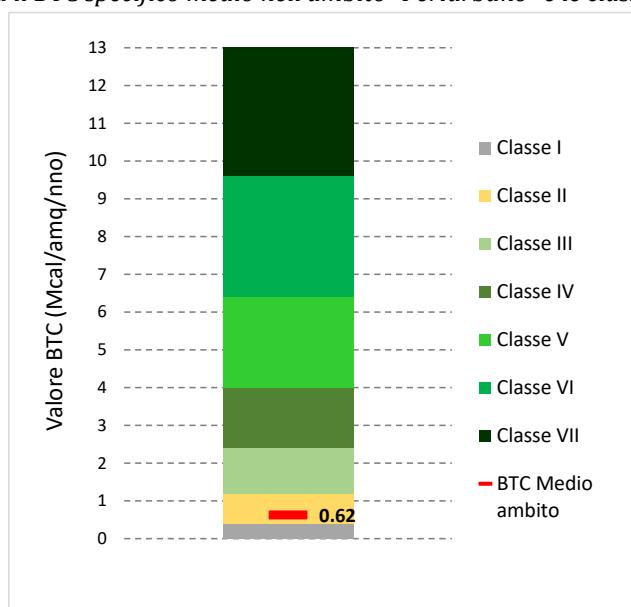
Sulla base dei dati di uso del suolo sopra descritti, è stato calcolato il valore di BTC dell'ambito, che ammonta a 11'679'750 Mcal/anno (si veda tabella seguente).

Rapportando tale valore alla superficie territoriale dell'ambito (circa 1'168 ha), si ottiene un **valore di BTC medio dell'ambito "Periurbano" pari a 0.62 Mcal/mq/anno**. Tale valore ricade nella Classe II dei valori standard di BTC, descritta da Ingegnoli (2002): nell'ambito prevalgono biotopi a scarsa energia propria di mantenimento, la cui funzionalità dipende ancora in modo significativo dall'apporto di energia sussidiaria (aree urbanizzate, aree agricole, verde urbano, ecc.).

Usi del suolo 2018 nel nell'ambito "Periurbano" e calcolo del BTC

CLC LIV.5	Legenda	Superficie (mq)	Classe BTC	Valore BTC (Mcal/mq/y)	BTC totale (Mcal/y)
1111	1111 - tessuto residenziale denso	1'946'181.4	I	0.2	389'236.3
1112	1112 - tessuto residenziale continuo mediamente denso	2'222'975.2	I	0.2	444'595.0
1121	1121 - Tessuto residenziale discontinuo	502'563.0	I	0.2	100'512.6
1122	1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme	310'971.7	II	0.8	248'777.4
1123	1123 - Tessuto residenziale sparso	174'794.2	II	0.8	139'835.4
11231	11231 - Cascine	16'151.6	II	0.8	12'921.3
12111	12111 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	2'045'638.8	I	0.2	409'127.8
12112	12112 - Insediamenti produttivi agricoli	34'592.1	II	0.8	27'673.7
12121	12121 - Insediamenti ospedalieri	126'218.3	I	0.2	25'243.7
12122	12122 - Impianti di servizi pubblici e privati	220'702.1	I	0.2	44'140.4
12123	12123 - Impianti tecnologici	12'795.4	I	0.2	2'559.1
12124	12124 - Cimiteri	197'803.0	I	0.2	39'560.6
12125	12125 - aree militari obliterate	106'913.6	I	0.2	21'382.7
1221	1221 - Reti stradali e spazi accessori	607'944.2	I	0.2	121'588.8
1222	1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori	313'084.5	I	0.2	62'616.9
133	133 - Cantieri	15'066.8	I	0.2	3'013.4
134	134 - aree degradate non utilizzate e non vegetate	26'328.2	I	0.2	5'265.6
1411	1411 - Parchi e giardini	697'261.7	III	1.8	1'255'071.1
1412	1412 - Aree verdi incolte	149'256.2	II	0.8	119'404.9
1421	1421 - Impianti sportivi	859'892.2	II	0.8	687'913.8
1422	1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive	6'272.9	II	0.8	5'018.3
2111	2111 - seminativi semplici	474'915.3	II	0.8	379'932.3
21131	21131 - Colture orticole a pieno campo	10'046.6	II	0.8	8'037.3
21132	21132 - Colture orticole protette.	6'512.3	II	0.8	5'209.8
21141	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo	56'414.6	III	1.8	101'546.3
2115	2115 - orti familiari	19'447.9	II	0.8	15'558.3
2241	2241 - pioppeti	129'058.1	IV	3.2	412'986.0
2242	2242 - altre legnose agrarie	36'066.4	IV	3.2	115'412.5
2311	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	80'139.6	II	0.8	64'111.7
2312	2312 - prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse	13'153.0	III	1.8	23'675.4
3111	3111 - boschi di latifoglie a densità media e alta	90'531.8	VII	11.4	1'032'062.2
31111	31111 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo	46'012.0	VII	11.4	524'536.3
31112	31112 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto	3'112.5	VII	11.4	35'482.7
31121	31121 - boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo	24'158.8	VI	8	193'270.1
3113	3113 - formazioni ripariali	36'410.3	IV	3.2	116'513.0
3223	3223 - vegetazione degli argini sopraelevati	16'294.2	IV	3.2	52'141.4
3241	3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	532.7	III	1.8	958.9
3242	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate	36'703.5	II	0.8	29'362.8
511	511 - Alvei fluviali e corsi d- acqua artificiali	6'833.5	I	0.2	1'366.7
TOTALE		11'679'750.1			7'277'622.2
		BTC Medio comunale		0.62	

Confronto tra il BTC specifico medio nell'ambito "Periurbano" e le classi standard di BTC



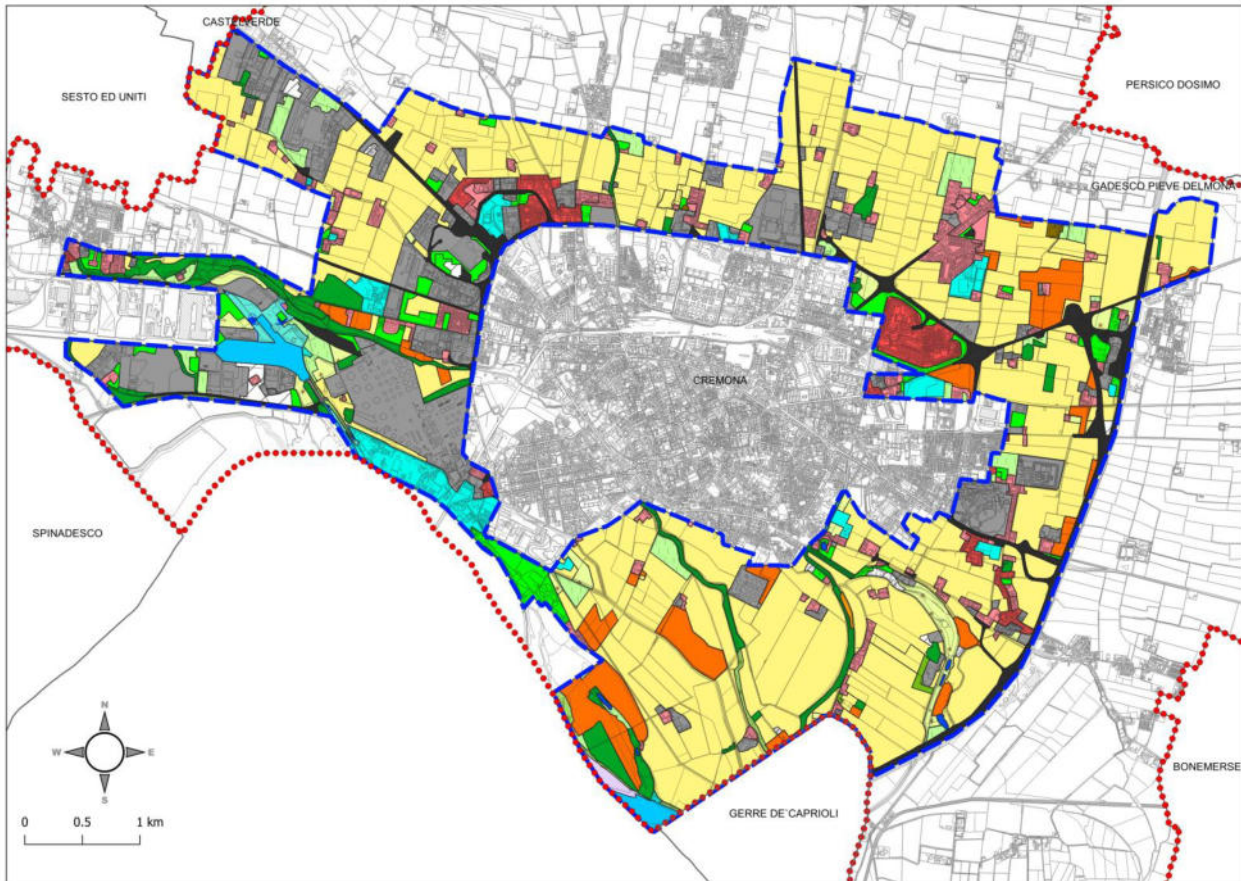
2.2.4 Ambito Omogeneo "Di transizione (Green Belt)"

L'indice BTC è stato ricalcolato considerando i soli usi del suolo ricadenti entro l'Ambito Omogeneo "Di transizione (Green Belt)" individuato dal PCdV.

La tabella e l'immagine seguenti rappresentano la distribuzione degli usi del suolo all'interno dell'Ambito, classificati sulla base della nomenclatura *Corine Land Cover*.



L'ambito è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di attività di tipo agricolo, con aree coltivate (seminativi, colture permanenti) che coprono il 57% della superficie territoriale. Le aree urbanizzate (residenziale, produttivo, infrastrutture, ecc) rappresentano il 29% della superficie, mentre gli spazi verdi urbani (parchi e aree sportive) rappresentano una superficie pari al 6%. In questo ambito cresce l'importanza delle aree interessate dalla presenza di elementi di tipo naturale e seminaturale (boschi, cespuglieti, corpi idrici), le quali coprono l'8% della superficie.













Codice Liv.III	Legenda	Superficie (ha)	Superficie (%)
111	Tessuto urbano continuo	59.6	2.4%
112	Tessuto urbano discontinuo	135.6	5.4%
121	Aree industriali o commerciali	389.8	15.5%
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	116.6	4.6%
123	Aree portuali	13.5	0.5%
133	Cantieri	1.9	0.1%
134	Aree in attesa di destinazione d'uso	15.0	0.6%
141	Aree verdi urbane	76.9	3.1%
142	Aree sportive e ricreative	72.0	2.9%
211	Seminitavi in aree non irrigue	1'250.7	49.7%
222	Frutteti e frutti minori	1.2	0.0%
224	Altre colture permanenti	119.4	4.7%
231	Prati stabili	61.2	2.4%
311	Boschi di latifoglie	103.1	4.1%
313	Boschi misti	2.5	0.1%
322	Brughiere e cespuglieti	12.3	0.5%
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	45.7	1.8%
331	Spiagge, dune, sabbie	5.0	0.2%
511	Corsi d'acqua, canali, idrovie	30.1	1.2%
512	Bacini d'acqua	2.2	0.1%
TOTALE		2'514.2	100.0%



 Perimetro ambito "Green Belt"

Usi del suolo Regione Lombardia (2018)

-  111 - Tessuto urbano continuo
-  112 - Tessuto urbano discontinuo
-  121 - Aree industriali o commerciali
-  122 - Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori
-  123 - Aree portuali
-  124 - Aeroporti
-  131 - Aree estrattive
-  133 - Cantieri
-  134 - Aree in attesa di destinazione d'uso
-  141 - Aree verdi urbane
-  142 - Aree sportive e ricreative

-  211 - Semintavi in aree non irrigue
-  222 - Frutteti e frutti minori
-  224 - Altre colture permanenti
-  231 - Prati stabili
-  311 - Boschi di latifoglie
-  313 - Boschi misti
-  322 - Brughiere e cespuglieti
-  324 - Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
-  331 - Spiagge, dune, sabbie
-  411 - Paludi interne
-  511 - Corsi d'acqua, canali, idrovie
-  512 - Bacini d'acqua

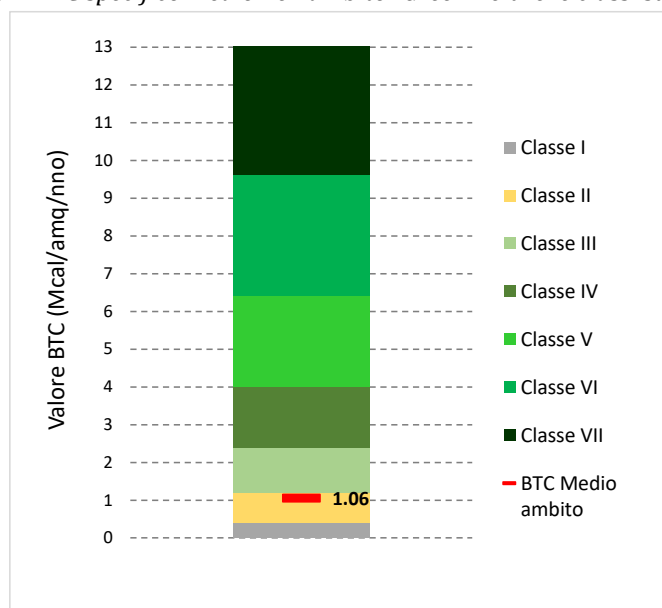
Sulla base dei dati di uso del suolo sopra descritti, è stato calcolato il valore di BTC dell'ambito, che ammonta a 25'141'977 Mcal/anno (si veda tabella seguente).

Rapportando tale valore alla superficie territoriale dell'ambito (circa 2'514 ha), si ottiene un **valore di BTC medio dell'ambito "Green Belt" pari a 1.06 Mcal/mq/anno**. Tale valore ricade vicino all'estremo superiore della Classe II dei valori standard di BTC, descritta da Ingegnoli (2002): nell'ambito prevalgono biotopi a scarsa energia propria di mantenimento, la cui funzionalità dipende ancora in modo significativo dall'apporto di energia sussidiaria (aree urbanizzate, aree agricole, verde urbano, ecc.). La presenza di aree di tipo naturale rimane ancora marginale.

Usi del suolo 2018 nel nell'ambito "Green Belt" e calcolo del BTC

CLC LIV.5	Legenda	Superficie (mq)	Classe BTC	Valore BTC (Mcal/mq/y)	BTC totale (Mcal/y)
1111	1111 - tessuto residenziale denso	325'876.4	I	0.2	65'175.3
1112	1112 - tessuto residenziale continuo mediamente denso	269'991.0	I	0.2	53'998.2
1121	1121 - Tessuto residenziale discontinuo	450'828.4	I	0.2	90'165.7
1122	1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme	358'243.5	II	0.8	286'594.8
1123	1123 - Tessuto residenziale sparso	235'069.8	II	0.8	188'055.8
11231	11231 - Cascine	311'814.8	II	0.8	249'451.9
12111	12111 - Insedimenti industriali, artigianali, commerciali	3'158'117.1	I	0.2	631'623.4
12112	12112 - Insedimenti produttivi agricoli	223'781.3	II	0.8	179'025.1
12121	12121 - Insedimenti ospedalieri	246'388.8	I	0.2	49'277.8
12122	12122 - Impianti di servizi pubblici e privati	141'763.5	I	0.2	28'352.7
12123	12123 - Impianti tecnologici	120'518.3	I	0.2	24'103.7
12124	12124 - Cimiteri	4'119.7	I	0.2	823.9
12125	12125 - aree militari obliterate	3'305.7	I	0.2	661.1
1221	1221 - Reti stradali e spazi accessori	1'034'378.4	I	0.2	206'875.7
1222	1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori	131'593.3	I	0.2	26'318.7
123	123 - Aree portuali	134'861.9	I	0.2	26'972.4
133	133 - Cantieri	19'215.5	I	0.2	3'843.1
134	134 - aree degradate non utilizzate e non vegetate	149'813.5	I	0.2	29'962.7
1411	1411 - Parchi e giardini	437'529.1	III	1.8	787'552.5
1412	1412 - Aree verdi incolte	330'994.0	II	0.8	264'795.2
1421	1421 - Impianti sportivi	703'923.8	II	0.8	563'139.1
1422	1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive	15'970.9	II	0.8	12'776.7
2111	2111 - seminativi semplici	12'326'556.8	II	0.8	9'861'245.5
2112	2112 - seminativi arborati	16'886.9	III	1.8	30'396.4
21131	21131 - Colture orticole a pieno campo	143'081.5	II	0.8	114'465.2
21132	21132 - Colture orticole protette.	7'506.6	II	0.8	6'005.3
21141	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo	9'984.0	III	1.8	17'971.3
2115	2115 - orti familiari	2'863.1	II	0.8	2'290.5
222	222 - frutteti e frutti minori	11'823.9	III	1.8	21'283.1
2241	2241 - pioppeti	978'774.3	IV	3.2	3'132'077.9
2242	2242 - altre legnose agrarie	214'789.0	IV	3.2	687'324.6
2311	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	574'066.8	II	0.8	459'253.4
2312	2312 - prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse	38'064.9	III	1.8	68'516.8
3111	3111 - boschi di latifoglie a densità media e alta	1.1	VII	11.4	12.2
31111	31111 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo	221'865.6	VII	11.4	2'529'267.9
31112	31112 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto	203'719.0	VII	11.4	2'322'396.0
3112	3112 - boschi di latifoglie a densità bassa	5'504.5	VI	8	44'036.4
31121	31121 - boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo	45'355.0	VI	8	362'839.6
3113	3113 - formazioni ripariali	554'360.9	IV	3.2	1'773'954.8
31311	31311 - boschi misti a densità media e alta governati a ceduo	22'310.1	VII	11.4	254'335.0
31312	31312 - boschi misti a densità media e alta governati ad alto fusto	3'162.9	VII	11.4	36'056.9
3222	3222 - vegetazione dei greti	54'531.0	IV	3.2	174'499.2
3223	3223 - vegetazione degli argini sopraelevati	68'912.8	IV	3.2	220'521.0
3241	3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	293'901.9	III	1.8	529'023.5
3242	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate	163'055.1	II	0.8	130'444.1
331	331 - spiagge, dune ed alvei ghiaiosi	49'875.1	I	0.2	9'975.0
511	511 - Alvei fluviali e corsi d- acqua artificiali	301'044.5	I	0.2	60'208.9
5121	5121 - Bacini idrici naturali	17'207.3	I	0.2	3'441.5
5122	5122 - Bacini idrici artificiali	4'673.3	I	0.2	934.7
TOTALE		25'141'976.5			26'622'321.6
		BTC Medio comunale			1.06

Confronto tra il BTC specifico medio nell'ambito "Green Belt" e le classi standard di BTC



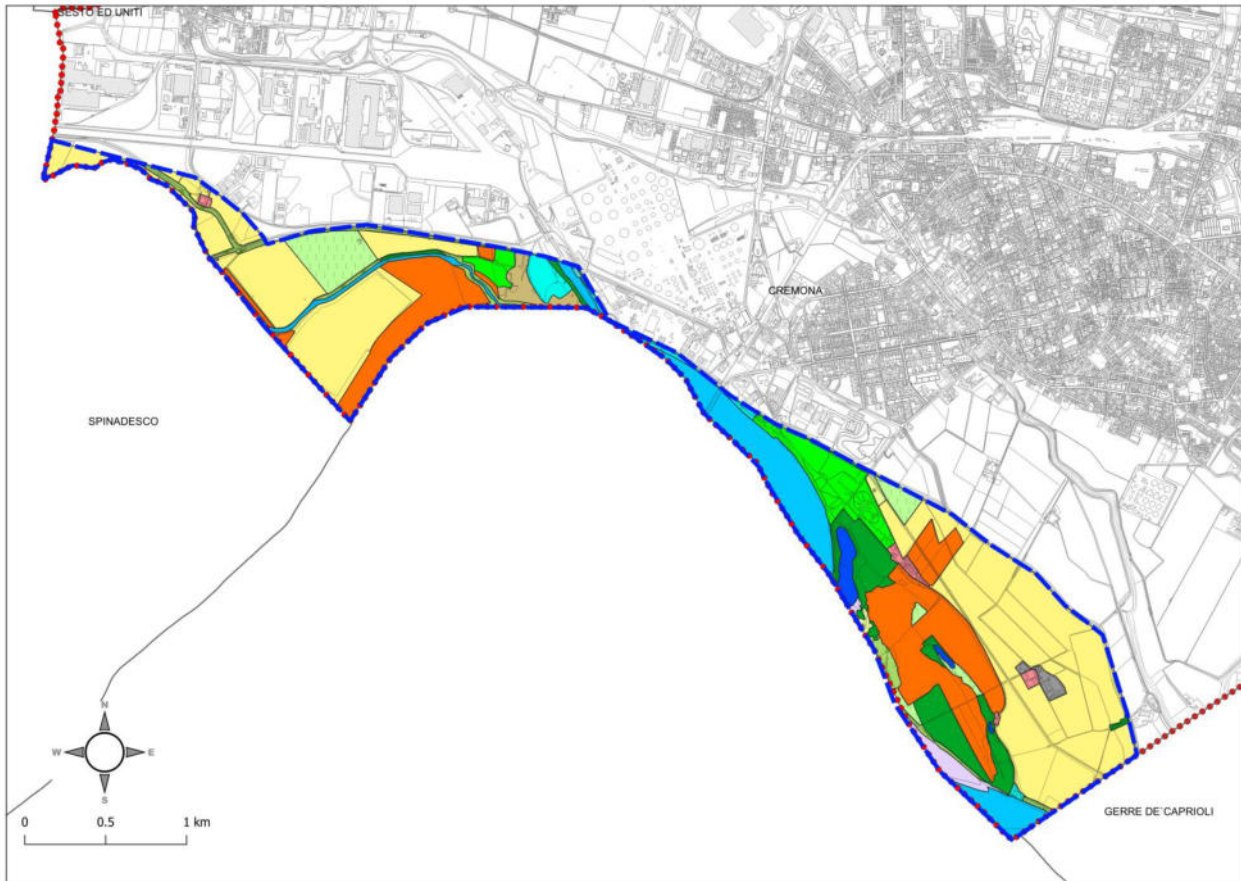
2.2.5 Ambito Omogeneo "Po e Golena"


L'indice BTC è stato ricalcolato considerando i soli usi del suolo ricadenti entro l'Ambito Omogeneo "Po e Golena" individuato dal PCdV.

La tabella e l'immagine seguenti rappresentano la distribuzione degli usi del suolo all'interno dell'Ambito, classificati sulla base della nomenclatura *Corine Land Cover*.


L'ambito è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di attività di tipo agricolo, con aree coltivate (seminativi, colture permanenti, prati stabili) che coprono il 66% della superficie territoriale. Le aree urbanizzate rappresentano solamente il 3% della superficie, mentre gli spazi verdi urbani (parchi e aree sportive) rappresentano una superficie pari al 7%. In questo ambito si osserva una presenza significativa di aree di tipo naturale e seminaturale (boschi, cespuglieti, corpi idrici), le quali coprono il 23% della superficie.


Codice Liv.III	Legenda	Superficie (ha)	Superficie (%)
112	Tessuto urbano discontinuo	3.4	0.8%
121	Aree industriali o commerciali	2.7	0.6%
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	0.1	0.0%
123	Aree portuali	0.4	0.1%
131	Aree estrattive	6.2	1.4%
141	Aree verdi urbane	23.1	5.4%
142	Aree sportive e ricreative	8.7	2.0%
211	Seminitavi in aree non irrigue	187.1	43.3%
224	Altre colture permanenti	79.1	18.3%
231	Prati stabili	20.0	4.6%
311	Boschi di latifoglie	29.7	6.9%
322	Brughiere e cespuglieti	13.9	3.2%
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	1.9	0.4%
331	Spiagge, dune, sabbie	5.6	1.3%
511	Corsi d'acqua, canali, idrovie	44.8	10.4%
512	Bacini d'acqua	4.9	1.1%
TOTALE		431.7	100.0%





 Perimetro ambito "Po e Golena"


Usi del suolo Regione Lombardia (2018)


 112 - Tessuto urbano discontinuo


 121 - Aree industriali o commerciali

 122 - Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori

 123 - Aree portuali


 131 - Aree estrattive

 141 - Aree verdi urbane

 142 - Aree sportive e ricreative


 211 - Seminitavi in aree non irrigue

 224 - Altre colture permanenti


 231 - Prati stabili


 311 - Boschi di latifoglie

 322 - Brughiere e cespuglieti

 324 - Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione

 331 - Spiagge, dune, sabbie

 511 - Corsi d'acqua, canali, idrovie

 512 - Bacini d'acqua

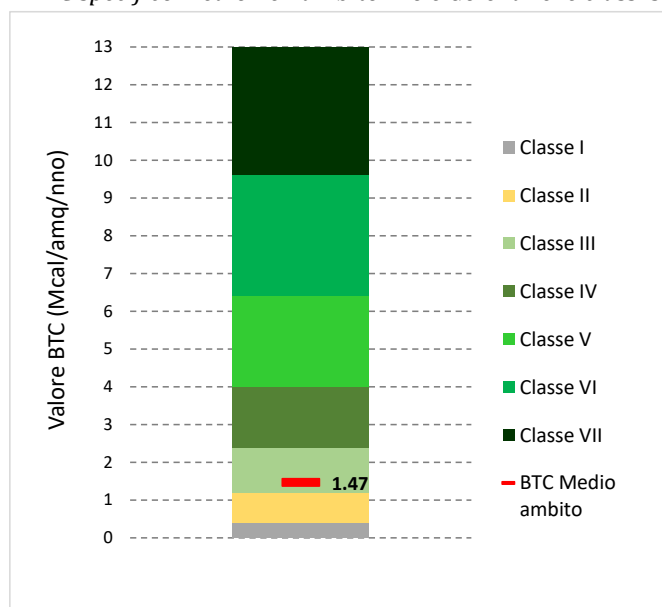
Sulla base dei dati di uso del suolo sopra descritti, è stato calcolato il valore di BTC dell'ambito, che ammonta a 4'317'080 Mcal/anno (si veda tabella seguente).

Rapportando tale valore alla superficie territoriale dell'ambito (circa 432 ha), si ottiene un **valore di BTC medio dell'ambito "Po e golena" pari a 1.47 Mcal/mq/anno**. Tale valore ricade all'interno della Classe III dei valori standard di BTC, descritta da Ingegnoli (2002): nell'ambito si verifica un buon livello di compensazione tra ecosistemi naturali ed ecosistemi antropici, i quali pesano in misura simile sul bilancio energetico del sistema ambientale e paesaggistico.

Usi del suolo 2018 nel nell'ambito "Po e Golena" e calcolo del BTC

CLC LIV.5	Legenda	Superficie (mq)	Classe BTC	Valore BTC (Mcal/mq/y)	BTC totale (Mcal/y)
1122	1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme	17'450.3	II	0.8	13'960.2
1123	1123 - Tessuto residenziale sparso	2'366.7	II	0.8	1'893.4
11231	11231 Cascine	14'573.1	II	0.8	11'658.5
12111	12111 - Insediamenti industriali, artigianali, commerciali	126.3	I	0.2	25.3
12112	12112 - Insediamenti produttivi agricoli	25'816.3	II	0.8	20'653.0
12123	12123 - Impianti tecnologici	797.2	I	0.2	159.4
1221	1221 - Reti stradali e spazi accessori	620.0	I	0.2	124.0
123	123 - Aree portuali	3'892.1	I	0.2	778.4
131	131 cave	61'806.6	I	0.2	12'361.3
1411	1411 - Parchi e giardini	191'055.2	III	1.8	343'899.4
1412	1412 - Aree verdi incolte	40'057.8	II	0.8	32'046.3
1421	1421 - Impianti sportivi	82'144.6	II	0.8	65'715.7
1422	1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive	5'209.0	II	0.8	4'167.2
2111	2111 seminativi semplici	1'853'934.3	II	0.8	1'483'147.5
21141	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo	17'338.4	III	1.8	31'209.1
2241	2241 pioppeti	790'906.9	IV	3.2	2'530'902.0
2242	2242 - altre legnose agrarie	98.4	IV	3.2	314.8
2311	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	181'999.6	II	0.8	145'599.7
2312	2312 prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse	18'318.4	III	1.8	32'973.2
31111	31111 boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo	9'288.6	VII	11.4	105'889.5
3113	3113 - formazioni ripariali	287'699.8	IV	3.2	920'639.2
3222	3222 - vegetazione dei greti	68'705.6	IV	3.2	219'857.9
3223	3223 - vegetazione degli argini sopraelevati	70'436.6	IV	3.2	225'397.2
3241	3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	7'908.3	III	1.8	14'235.0
3242	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate	11'144.7	II	0.8	8'915.7
331	331 - spiagge, dune ed alvei ghiaiosi	55'867.5	I	0.2	11'173.5
511	511 - Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali	448'317.9	I	0.2	89'663.6
5121	5121 - Bacini idrici naturali	49'200.2	I	0.2	9'840.0
TOTALE		4'317'080.2			6'337'199.9
				BTC Medio comunale	1.47

Confronto tra il BTC specifico medio nell'ambito "Po e Golena" e le classi standard di BTC



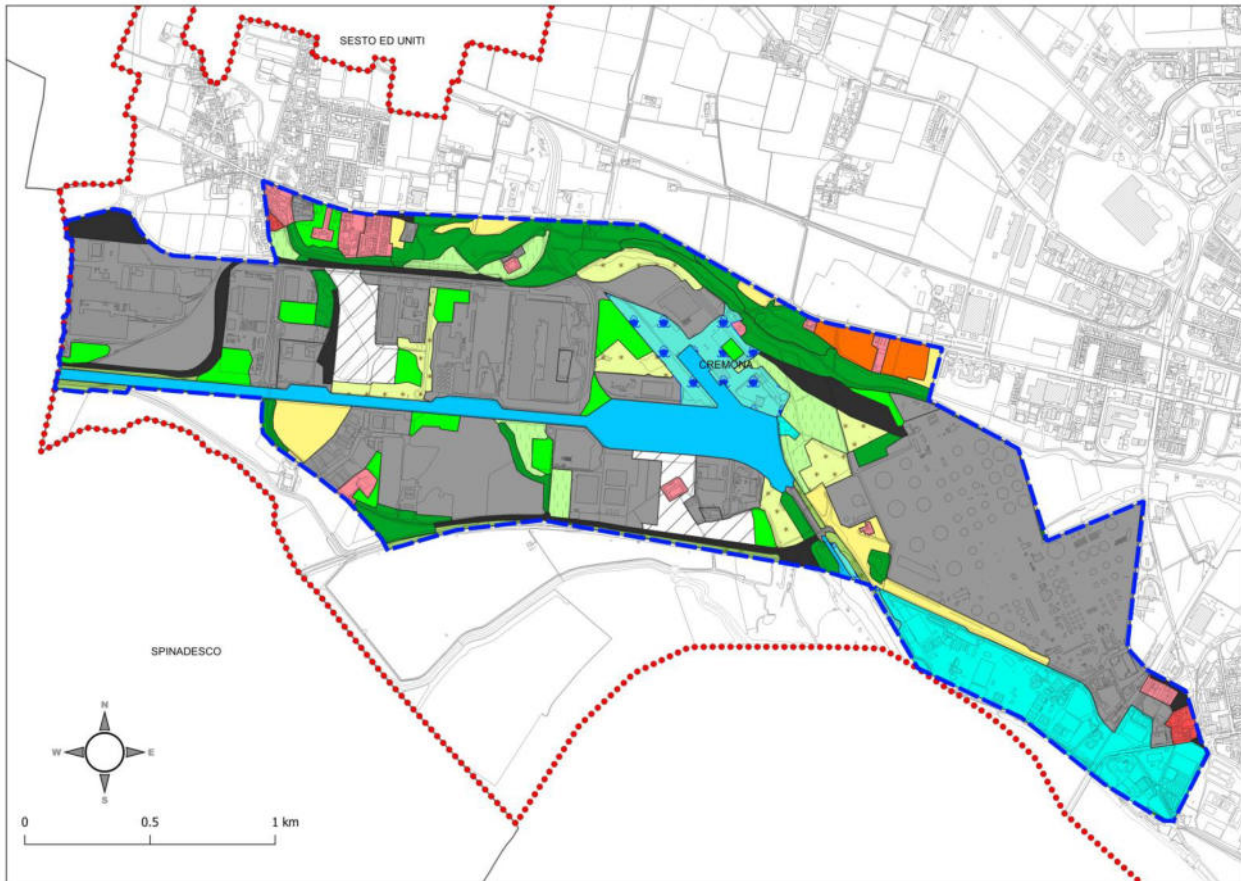
2.2.6 Ambito Omogeneo "Produttivo"

L'indice BTC è stato ricalcolato considerando i soli usi del suolo ricadenti entro l'Ambito Omogeneo "Produttivo" individuato dal PCdV.

La tabella e l'immagine seguenti rappresentano la distribuzione degli usi del suolo all'interno dell'Ambito, classificati sulla base della nomenclatura *Corine Land Cover*.

L'ambito è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di usi del suolo di tipo urbanizzato, principalmente produttivo, che coprono il 61% della superficie territoriale. Le aree naturali o seminaturali (boschi, arbusteti, acque) hanno un'estensione rilevante nell'ambito (20%), così come sono significativi gli usi del suolo destinati a spazi verdi urbani (11%). Le superfici di tipo agricolo rappresentano invece solo l'8% dell'ambito.

Codice Liv.III	Legenda	Superficie (ha)	Superficie (%)
111	Tessuto urbano continuo	1.7	0.4%
112	Tessuto urbano discontinuo	9.9	2.2%
121	Aree industriali o commerciali	216.1	47.6%
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	19.5	4.3%
123	Aree portuali	13.1	2.9%
131	Aree esrattive	0.0	0.0%
134	Aree in attesa di destinazione d'uso	14.8	3.3%
141	Aree verdi urbane	17.8	3.9%
142	Aree sportive e ricreative	33.4	7.4%
211	Seminitavi in aree non irrigue	16.3	3.6%
224	Altre colture permanenti	5.2	1.2%
231	Prati stabili	14.3	3.1%
311	Boschi di latifoglie	41.3	9.1%
322	Brughiere e cespuglieti	5.7	1.3%
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	16.5	3.6%
511	Corsi d'acqua, canali, idrovie	28.8	6.3%
	TOTALE	454.5	100.0%



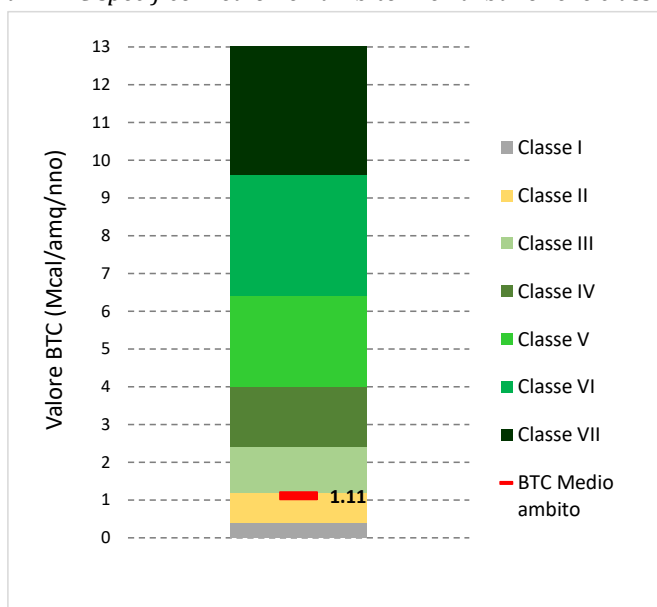
Sulla base dei dati di uso del suolo sopra descritti, è stato calcolato il valore di BTC dell'ambito, che ammonta a 4'544'539 Mcal/anno (si veda tabella seguente).

Rapportando tale valore alla superficie territoriale dell'ambito (circa 1'168 ha), si ottiene un **valore di BTC medio dell'ambito "Produttivo" pari a 1.11 Mcal/mq/anno**. Tale valore ricade al limite superiore della Classe II dei valori standard di BTC, descritta da Ingegno (2002): nell'ambito prevalgono biotopi a scarsa energia propria di mantenimento, la cui funzionalità dipende ancora in modo significativo dall'apporto di energia sussidiaria (aree industriali, infrastrutture, ecc.). La presenza di aree di tipo naturale e di aree a parco urbano è in ogni caso significativa, portando il valore di BTC vicino al limite della Classe III.

Usi del suolo 2018 nel nell'ambito "Produttivo" e calcolo del BTC

CLC LIV.5	Legenda	Superficie (mq)	Classe BTC	Valore BTC (Mcal/mq/y)	BTC totale (Mcal/y)
1112	1112 - tessuto residenziale continuo mediamente denso	17'038.2	I	0.2	3'407.6
1121	1121 - Tessuto residenziale discontinuo	19'615.8	I	0.2	3'923.2
1122	1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme	39'285.4	II	0.8	31'428.3
1123	1123 - Tessuto residenziale sparso	19'235.1	II	0.8	15'388.1
11231	11231 - Cascine	20'754.5	II	0.8	16'603.6
12111	12111 - Insedimenti industriali, artigianali, commerciali	2'084'013.3	I	0.2	416'802.7
12112	12112 - Insedimenti produttivi agricoli	6'346.2	II	0.8	5'077.0
12122	12122 - Impianti di servizi pubblici e privati	8'134.7	I	0.2	1'626.9
12123	12123 - Impianti tecnologici	58'553.2	I	0.2	11'710.6
12124	12124 - Cimiteri	4'119.7	I	0.2	823.9
1221	1221 - Reti stradali e spazi accessori	86'111.7	I	0.2	17'222.3
1222	1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori	109'114.3	I	0.2	21'822.9
123	123 - Aree portuali	130'969.8	I	0.2	26'194.0
131	131 - cave	28.7	I	0.2	5.7
134	134 - aree degradate non utilizzate e non vegetate	147'860.2	I	0.2	29'572.0
1411	1411 - Parchi e giardini	18'187.6	III	1.8	32'737.6
1412	1412 - Aree verdi incolte	160'139.6	II	0.8	128'111.7
1421	1421 - Impianti sportivi	334'094.4	II	0.8	267'275.5
2111	2111 - seminativi semplici	160'994.4	II	0.8	128'795.5
21141	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo	1'760.0	III	1.8	3'168.0
2241	2241 - pioppeti	52'336.3	IV	3.2	167'476.1
2311	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	142'959.8	II	0.8	114'367.8
31111	31111 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo	53'409.3	VII	11.4	608'866.0
31112	31112 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto	145'824.7	VII	11.4	1'662'402.1
31121	31121 - boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo	36'349.4	VI	8	290'794.8
3113	3113 - formazioni ripariali	177'122.1	IV	3.2	566'790.8
3222	3222 - vegetazione dei greti	12'336.1	IV	3.2	39'475.7
3223	3223 - vegetazione degli argini sopraelevati	45'032.7	IV	3.2	144'104.6
3241	3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	116'156.6	III	1.8	209'081.9
3242	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate	48'494.9	II	0.8	38'796.0
511	511 - Alvei fluviali e corsi d - acqua artificiali	288'159.9	I	0.2	57'632.0
TOTALE		4'544'538.7			5'061'485.0
		BTC Medio comunale			1.11

Confronto tra il BTC specifico medio nell'ambito "Periurbano" e le classi standard di BTC



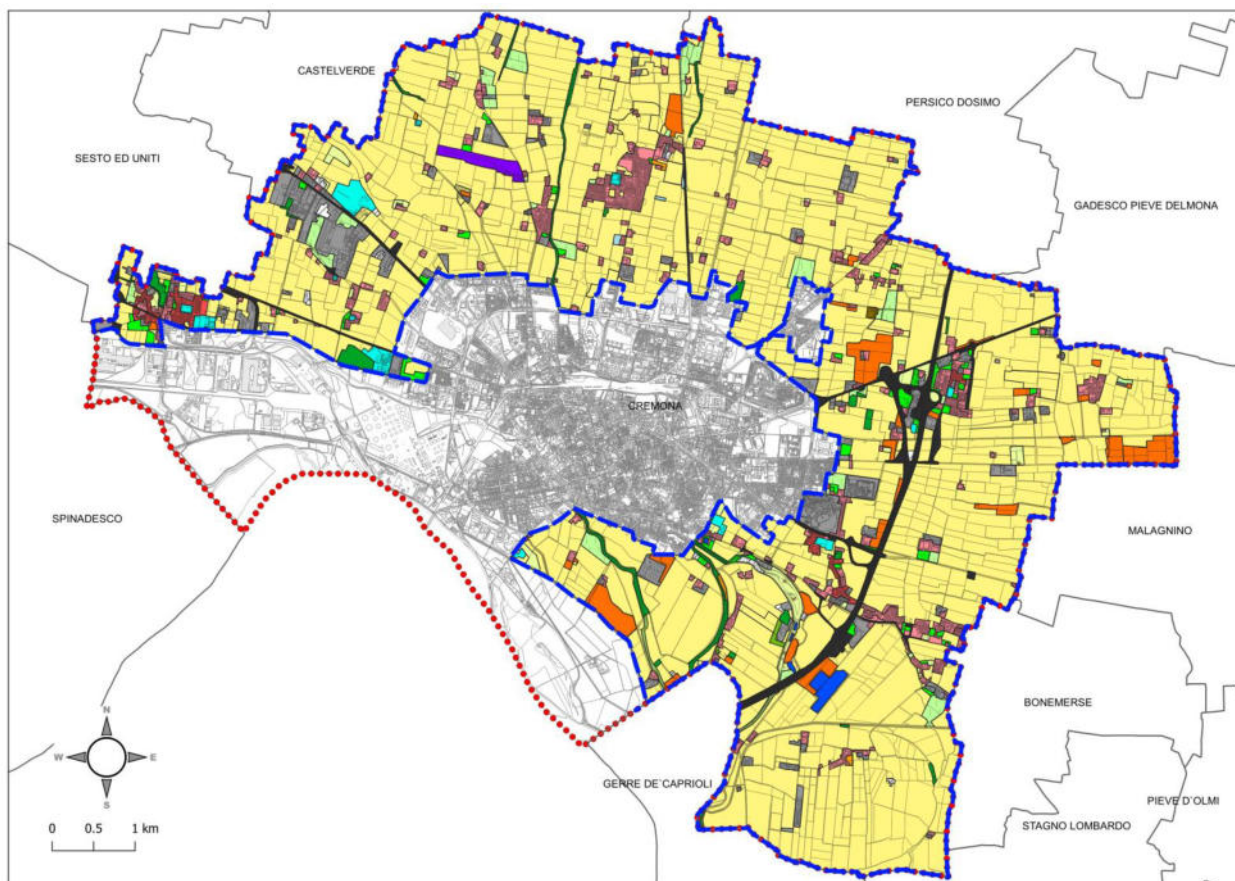
2.2.7 Ambito Omogeneo "Campagna"

L'indice BTC è stato ricalcolato considerando i soli usi del suolo ricadenti entro l'Ambito Omogeneo "Campagna" individuato dal PCdV.

La tabella e l'immagine seguenti rappresentano la distribuzione degli usi del suolo all'interno dell'Ambito, classificati sulla base della nomenclatura *Corine Land Cover*.

L'ambito è prevalentemente caratterizzato dalla presenza di attività di tipo agricolo, con aree coltivate (principalmente seminativi) che coprono l'82% della superficie territoriale. Le aree urbanizzate (residenziale, produttivo, infrastrutture, ecc) rappresentano il 14% della superficie, mentre gli spazi verdi di tipo urbano (parchi e aree sportive) rappresentano solamente il 2%. In questo ambito è scarsa l'importanza delle aree interessate dalla presenza di elementi di tipo naturale e seminaturale (boschi, cespuglieti, corpi idrici), le quali coprono il 3% della superficie.

Codice Liv.III	Legenda	Superficie (ha)	Superficie (%)
111	Tessuto urbano continuo	29.6	0.6%
112	Tessuto urbano discontinuo	244.7	5.1%
121	Aree industriali o commerciali	230.3	4.8%
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	123.4	2.6%
124	Aeroporti	15.5	0.3%
133	Cantieri	1.7	0.0%
134	Aree in attesa di destinazione d'uso	11.7	0.2%
141	Aree verdi urbane	42.8	0.9%
142	Aree sportive e ricreative	36.5	0.8%
211	Seminativi in aree non irrigue	3'751.5	77.9%
222	Frutteti e frutti minori	3.3	0.1%
224	Altre colture permanenti	114.6	2.4%
231	Prati stabili	76.0	1.6%
311	Boschi di latifoglie	61.8	1.3%
313	Boschi misti	2.5	0.1%
322	Brughiere e cespuglieti	5.9	0.1%
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	46.7	1.0%
411	Paludi interne	1.9	0.0%
511	Corsi d'acqua, canali, idrovie	0.9	0.0%
512	Bacini d'acqua	12.6	0.3%
TOTALE		4'814.1	100.0%



 Perimetro ambito "Campagna"

Usi del suolo Regione Lombardia (2018)

- | | |
|---|---|
|  111 - Tessuto urbano continuo |  211 - Seminitavi in aree non irrigue |
|  112 - Tessuto urbano discontinuo |  222 - Frutteti e frutti minori |
|  121 - Aree industriali o commerciali |  224 - Altre colture permanenti |
|  122 - Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori |  231 - Prati stabili |
|  124 - Aeroporti |  311 - Boschi di latifoglie |
|  133 - Cantieri |  313 - Boschi misti |
|  134 - Aree in attesa di destinazione d'uso |  322 - Brughiere e cespuglieti |
|  141 - Aree verdi urbane |  324 - Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione |
|  142 - Aree sportive e ricreative |  411 - Paludi interne |
| |  511 - Corsi d'acqua, canali, idrovie |
| |  512 - Bacini d'acqua |

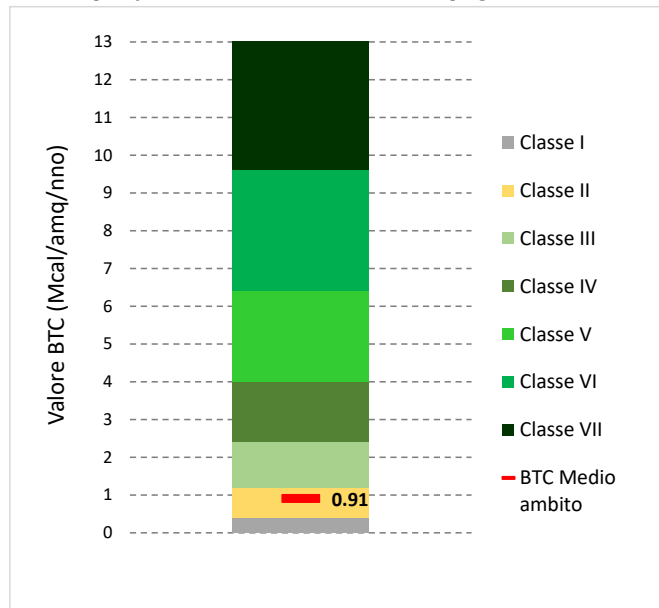
Sulla base dei dati di uso del suolo sopra descritti, è stato calcolato il valore di BTC dell'ambito, che ammonta a 48'141'209 Mcal/anno (si veda tabella seguente).

Rapportando tale valore alla superficie territoriale dell'ambito (circa 4'814 ha), si ottiene un **valore di BTC medio dell'ambito "Campagna" pari a 0.91 Mcal/mq/anno**. Tale valore ricade vicino all'estremo superiore della Classe II dei valori standard di BTC, descritta da Ingegnoli (2002): nell'ambito prevalgono biotopi a scarsa energia propria di mantenimento, la cui funzionalità dipende ancora in modo significativo dall'apporto di energia sussidiaria (aree agricole, aree urbanizzate, ecc.). La presenza di aree di tipo naturale è marginale.

Usi del suolo 2018 nel nell'ambito "Campagna" e calcolo del BTC

CLC LIV.5	Legenda	Superficie (mq)	Classe BTC	Valore BTC (Mcal/mq/y)	BTC totale (Mcal/y)
1111	1111 - tessuto residenziale denso	2'119.1	I	0.2	423.8
1112	1112 - tessuto residenziale continuo mediamente denso	293'854.2	I	0.2	58'770.8
1121	1121 - Tessuto residenziale discontinuo	913'605.7	I	0.2	182'721.1
1122	1122 - Tessuto residenziale rado e nucleiforme	528'813.8	II	0.8	423'051.0
1123	1123 - Tessuto residenziale sparso	316'347.6	II	0.8	253'078.1
11231	11231 - Cascine	688'558.9	II	0.8	550'847.1
12111	12111 - Insedimenti industriali, artigianali, commerciali	1'173'422.0	I	0.2	234'684.4
12112	12112 - Insedimenti produttivi agricoli	568'232.5	II	0.8	454'586.0
12121	12121 - Insedimenti ospedalieri	201'595.4	I	0.2	40'319.1
12122	12122 - Impianti di servizi pubblici e privati	166'451.4	I	0.2	33'290.3
12123	12123 - Impianti tecnologici	187'100.0	I	0.2	37'420.0
12126	12126 - Impianti fotovoltaici a terra	5'867.2	I	0.2	1'173.4
1221	1221 - Reti stradali e spazi accessori	1'104'968.4	I	0.2	220'993.7
1222	1222 - Reti ferroviarie e spazi accessori	128'690.6	I	0.2	25'738.1
124	124 - Aeroporti ed eliporti	155'331.9	I	0.2	31'066.4
133	133 - Cantieri	16'946.0	I	0.2	3'389.2
134	134 - aree degradate non utilizzate e non vegetate	117'040.8	I	0.2	23'408.2
1411	1411 - Parchi e giardini	203'902.4	III	1.8	367'024.3
1412	1412 - Aree verdi incolte	223'984.2	II	0.8	179'187.3
1421	1421 - Impianti sportivi	349'581.8	II	0.8	279'665.4
1422	1422 - Campeggi e strutture turistiche e ricettive	15'731.2	II	0.8	12'585.0
2111	2111 - seminativi semplici	36'631'187.7	II	0.8	29'304'950.2
2112	2112 - seminativi arborati	20'502.0	III	1.8	36'903.7
21131	21131 - Colture orticole a pieno campo	276'170.1	II	0.8	220'936.1
21132	21132 - Colture orticole protette.	9'761.8	II	0.8	7'809.5
21141	21141 - Colture floro-vivaistiche a pieno campo	524'813.0	III	1.8	944'663.3
21142	21142 - Colture floro-vivaistiche protette	11'989.2	III	1.8	21'580.6
2115	2115 - orti familiari	41'002.7	II	0.8	32'802.1
222	222 - frutteti e frutti minori	33'458.7	III	1.8	60'225.7
2241	2241 - pioppeti	685'286.6	IV	3.2	2'192'917.2
2242	2242 - altre legnose agrarie	460'809.7	IV	3.2	1'474'590.9
2311	2311 - prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	738'838.2	II	0.8	591'070.6
2312	2312 - prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse	21'413.9	III	1.8	38'545.1
3111	3111 - boschi di latifoglie a densità media e alta	3'373.5	VII	11.4	38'457.5
31111	31111 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo	209'340.6	VII	11.4	2'386'482.9
31112	31112 - boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto	57'894.8	VII	11.4	660'000.8
3112	3112 - boschi di latifoglie a densità bassa	5'504.5	VI	8	44'036.4
3113	3113 - formazioni ripariali	342'178.3	IV	3.2	1'094'970.6
31311	31311 - boschi misti a densità media e alta governati a ceduo	22'310.1	VII	11.4	254'335.0
31312	31312 - boschi misti a densità media e alta governati ad alto fusto	3'162.9	VII	11.4	36'056.9
3222	3222 - vegetazione dei greti	24'072.5	IV	3.2	77'031.9
3223	3223 - vegetazione degli argini sopraelevati	34'810.4	IV	3.2	111'393.1
3241	3241 - cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	302'864.3	III	1.8	545'155.8
3242	3242 - cespuglieti in aree di agricole abbandonate	164'004.2	II	0.8	131'203.4
411	411 - vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere	18'882.0	IV	3.2	60'422.6
511	511 - Alvei fluviali e corsi d - acqua artificiali	8'965.0	I	0.2	1'793.0
5121	5121 - Bacini idrici naturali	10'271.1	I	0.2	2'054.2
5122	5122 - Bacini idrici artificiali	116'196.5	I	0.2	23'239.3
TOTALE		48'141'209.5			43'807'051.2
		BTC Medio comunale			0.91

Confronto tra il BTC specifico medio nell'ambito "Campagna" e le classi standard di BTC



3. CALCOLO DELLA CO₂ ASSORBITA DALLE PIANTE

3.1 Metodologia

Ciascuna specie vegetale ha una propria capacità di fissare il carbonio nei tessuti, ed è quindi in grado di determinare l'assorbimento di una diversa quantità di CO₂ atmosferica nel corso della propria crescita.

Ai fini della compensazione dei gas climalteranti emessi dall'uomo sono particolarmente interessanti le specie di tipo arboreo, in quanto la loro componente legnosa è in grado di mantenersi nel tempo, evitando la restituzione della CO₂ all'atmosfera a seguito di fenomeni di decomposizione dei tessuti.

Esistono diverse metodologie e modelli per la stima della quantità di CO₂ assorbita da ciascuna specie.

In questa sede si è scelto di riferirsi ai risultati del progetto LIFE+ dell'Unione Europea "Green Areas Inner-city Agreement" (GAIA)³. Il progetto, volto a incrementare le aree verdi urbane attraverso la piantagione di nuovi alberi con l'obiettivo di contrastare i cambiamenti climatici, migliorare la qualità dell'aria e l'ambiente urbano, è stato promosso dal Comune di Bologna nel ruolo di capofila e ha visto la partecipazione in qualità di partner di Cittalia, Fondazione ANCI Ricerche, Impronta Etica, Istituto di Biometeorologia del CNR e Unindustria Bologna.

Nell'ambito di GAIA sono state definite le caratteristiche di assorbimento della CO₂ di diverse specie arboree impiantabili in ambiente urbano.

La CO₂ viene utilizzata dalle piante per la costruzione della biomassa, è possibile pertanto convertire il peso secco della pianta nel peso dell'anidride carbonica che essa ha assorbito, calcolando la quantità totale di CO₂, al netto della respirazione, che le piante sottraggono all'ambiente e fissano sotto forma di carbonio. Per il calcolo è necessario determinare il valore di peso secco della biomassa totale di ciascuna specie (ovvero di tutta la parte epigea: tronco, rami, germogli, foglie, etc. e di quella ipogea: radici) attraverso appositi modelli che tengono conto delle curve di crescita della vegetazione.

Nel dettaglio, nel progetto GAIA il peso secco della biomassa epigea (*bme*) della pianta è stato calcolato utilizzando l'equazione seguente:

$$bme = e^{[\beta_0 + \beta_1 \times \ln(d)]}$$

Dove:

bme = peso secco biomassa epigea (kgC)

d = diametro della pianta (cm) riportato come DBH (circa 1,3 m di altezza da terra);

β_0 e β_1 = coefficienti costanti specie-specifici

I coefficienti β_0 e β_1 sono riportati nella letteratura scientifica e dipendono dalla tipologia di specie vegetale. Le diverse specie vengono divise in macro-gruppi definiti sulla base delle relazioni tassonomiche, del peso specifico del legno, del diametro e delle relazioni tra biomassa epigea e ipogea.

Per il calcolo dell'evoluzione del diametro delle piante (*d*) nel tempo, nel progetto GAIA è stata invece utilizzata l'equazione seguente:

$$d = B_0 \times (1 - e^{B_1 \times t})^{B_2}$$

Dove:

t = età della pianta (anni)

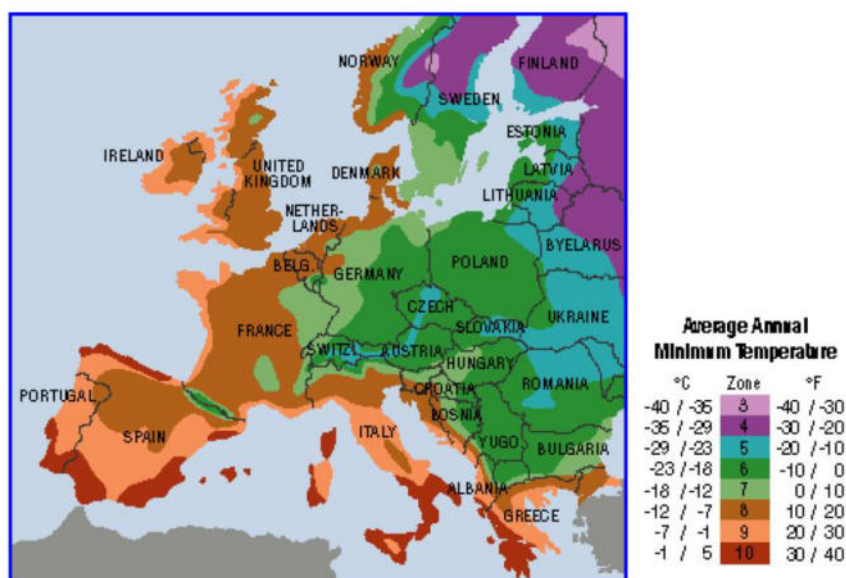
B_0 , B_1 e B_2 = costanti che dipendono dalla zona climatica e dalla tipologia della pianta.

³ Gueze, R., Baraldi, R., Breyton, M., & Sateriale, G. (2012). *Green Areas Inner-City Agreement (GAIA): How Local Enterprises Can Contribute to Local Adaptation to Climate Change*. In *Resilient Cities 2* (pp. 407-413). Springer, Dordrecht. <http://lifegaia.eu/>

Per l'individuazione del valore da attribuire alle costanti B_0 , B_1 e B_2 occorre stabilire quale sia la zona climatica di crescita in cui si effettua l'intervento di piantagione e quale sia la classe dimensionale della pianta a maturità. Nel progetto GAIA i dati sono stati parametrati sul territorio della Pianura Padana, che risulta ricadere nella zona climatica di crescita "centro" che corrisponde alle zone climatiche 5,6,7,8.

Zone climatiche dell'Europa (fonte: LIFE+ GAIA)

Hardiness Zone Map for Europe



Per ottenere il peso secco della biomassa totale, al valore del peso secco della biomassa epigea (bme) si somma il valore del peso secco della biomassa ipogea (bmi). Questo è stimato dal progetto GAIA come il 25% della biomassa epigea.

Per calcolare la quantità di carbonio contenuta nella biomassa delle piante, il valore calcolato di biomassa totale ($bme + bmi$) viene quindi moltiplicato per un coefficiente pari 0.5; infatti il peso del contenuto in carbonio è in genere circa il 50% di quello totale della biomassa secca, per cui 1 g di sostanza secca corrisponde a 0.5 g di carbonio.

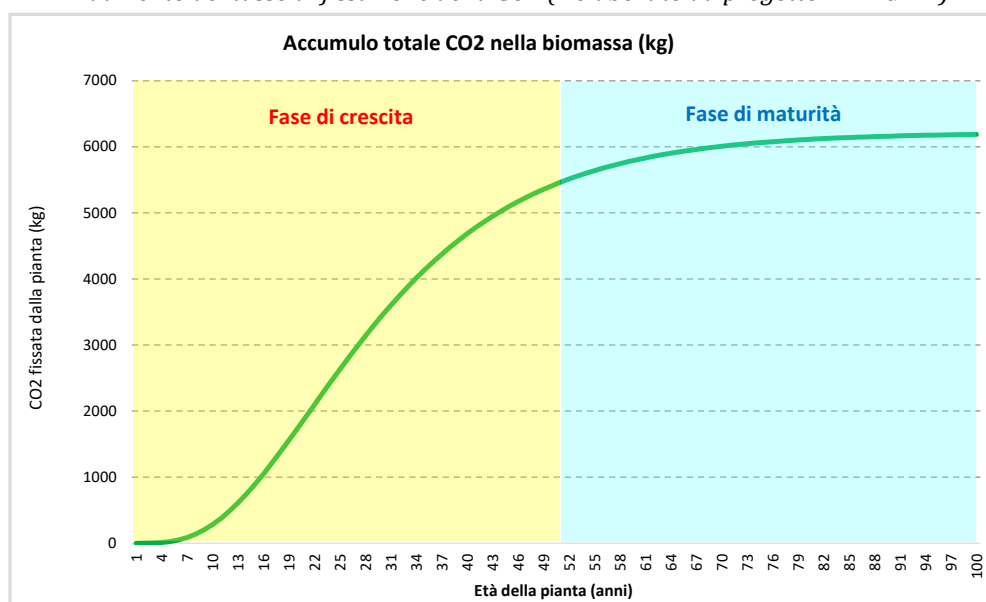
Il valore così ottenuto deve essere poi moltiplicato per un coefficiente stechiometrico pari a 3.67, calcolato dal rapporto tra il peso molecolare della CO_2 (44) e il peso atomico del carbonio (12).

Attraverso questa procedura modellistica si ottiene una stima della CO_2 (in kg) immagazzinata come biomassa totale da parte di ogni specie vegetale nel corso degli anni.

Il grafico seguente rappresenta un esempio di modello di accumulo della CO_2 nei tessuti.

La capacità di fissazione della CO_2 è massima per la fase di crescita iniziale e diminuisce per le piante a maturità.

Andamento del tasso di fissazione della CO₂ (rielaborato da progetto LIFE GAIA)



La tabella seguente riassume i risultati del progetto relativamente ai quantitativi di CO₂ fissati nei tessuti dalle diverse specie considerando un periodo di crescita di 30 anni. In ALLEGATO I si riportano le schede complete sviluppate dal progetto GAIA per ciascuna specie.

La tabella riporta anche il valore della CO₂ fissata mediamente in un anno. Si sottolinea come tale valore sia tuttavia variabile nell'arco della vita della pianta, generalmente maggiore nelle prime fasi di crescita e poi minore a maturità; pertanto, si ritiene più corretto effettuare le valutazioni sulle compensazioni su un periodo temporale lungo, utilizzando il valore corrispondente ai 30 anni.

Tassi di fissazione della CO₂ per le diverse specie (fonte: LIFE+ GAIA)

Nome comune	Nome scientifico	Classe dimensionale*	kg CO ₂ fissati in 30 anni per pianta	kg CO ₂ fissati in un anno per pianta (media **)
Frassino comune	<i>Fraxinus excelsior,</i>	Albero I	3660	122
Olmo comune	<i>Ulmus minor,</i>	Albero I	3660	122
Ginkgo	<i>Ginkgo biloba</i>	Albero I	3660	122
Olmo giapponese	<i>Zelkova serrata</i>	Albero I	3660	122
Tiglio nostrano	<i>Tilia platyphillos</i>	Albero I	3660	122
Cerro	<i>Quercus cerris</i>	Albero I	4000	133
Acero riccio	<i>Acer platanooides</i>	Albero I	4807	160
Ontano nero	<i>Alnus glutinosa</i>	Albero II	3310	110
Carpino bianco	<i>Carpinus betulus</i>	Albero II	3660	122
Bagolaro	<i>Celtis australis</i>	Albero II	3660	122
Tiglio selvatico	<i>Tilia cordata</i>	Albero II	3660	122
Sofora del giappone	<i>Sofora japonicum</i>	Albero II	3660	122
Orniello	<i>Fraxinus ornus</i>	Albero III	2160	72
Ciliegio	<i>Prunus avium</i>	Albero III	2160	72

Nome comune	Nome scientifico	Classe dimensionale*	kg CO ₂ fissati in 30 anni per pianta	kg CO ₂ fissati in un anno per pianta (media **)
Mirabolano	<i>Prunus cerasifera</i>	Albero III	2160	72
Gelso bianco	<i>Morus alba</i>	Albero III	2160	72
Koelreuteria	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Albero III	2160	72
Acer campestre	<i>Acer campestre</i>	Albero III	2490	83
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>	Albero IV	580	19
Melo da fiore	<i>Malus domestica</i>	Albero IV	580	19
Albero dei sigari	<i>Catalpa Bungei</i>	Albero IV	580	19
Albero di giuda	<i>Celtis siliquastrum</i>	Albero IV	580	19
Alloro	<i>Laurus nobilis</i>	Albero IV	580	19
Ligustro	<i>Ligustrum japonicum</i>	Albero IV	580	19
Viburno tino	<i>Viburnum tinus</i>	Albero IV	580	19

* Classi di altezza delle piante a maturità: I (>25m), II (15-25m), III (8-15m), IV (2.5 - 8m)

** Valore medio annuo calcolato sui 50 anni di vita della pianta. Il valore annuo di CO₂ realmente fissato da ciascun esemplare varia a seconda dello stadio di crescita dello stesso ed è maggiore per i soggetti arborei più giovani

Per rendere più semplice l'applicazione della metodologia di calcolo, è possibile calcolare un valore medio di fissazione della CO₂ per le diverse classi dimensionali, in quanto la quantità di CO₂ accumulata dalla pianta è ovviamente direttamente proporzionale alle sue dimensioni a maturità.

Classe dimensionale	kg CO ₂ mediamente fissati in 30 anni per pianta	kg CO ₂ fissati in un anno per pianta (media **)
Albero I (>25m)	3872	129
Albero II (15-25 m)	3590	120
Albero III (8-15 m)	2215	74
Albero IV (2.5-8 m)	580	19

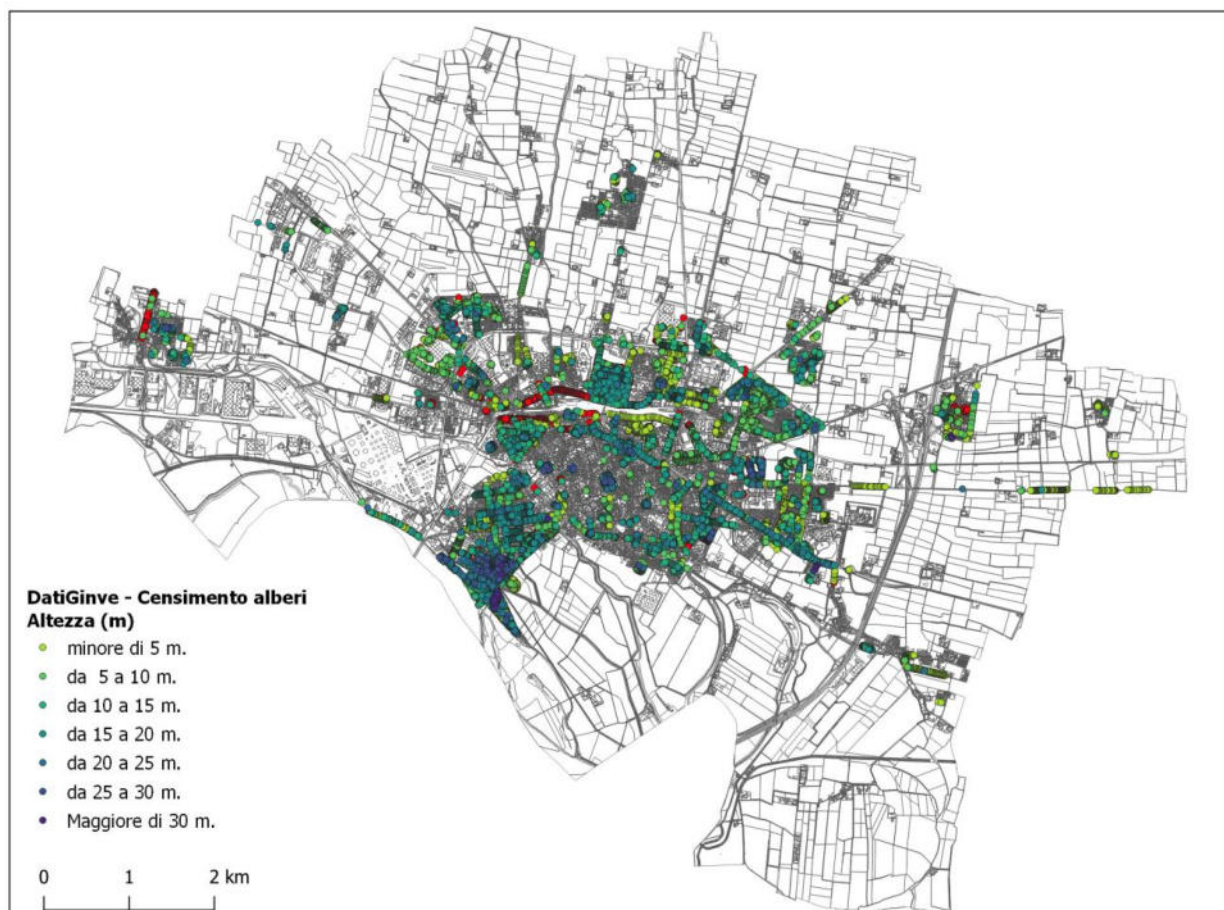
Sulla base della metodologia sopra esposta, è possibile calcolare il quantitativo di CO₂ che un determinato intervento di piantumazione consente di sequestrare dall'atmosfera negli anni.

3.2 Calcolo della CO₂ assorbita dalle piante del Comune di Cremona

Nel seguito verrà proposto il calcolo dell'assorbimento di CO₂ associato all'attuale dotazione arborea del Comune di Cremona.

Il Comune di Cremona è dotato di un database relativo al censimento delle alberature presenti sul proprio territorio, contenente le informazioni relative a 17'946 alberi. Seppur incompleto, tale database può servire come esempio per il calcolo della CO₂ sequestrata dall'atmosfera da parte delle formazioni vegetali esistenti.

Collocazione degli esemplari arborei sul territorio comunale



La tabella seguente riassume la numerosità delle piante censite nel database comunale, suddivise per classe dimensionale, ed il quantitativo di CO₂ che queste piante sono in grado di fissare nei primi 30 anni di crescita.

Complessivamente, i 17'946 alberi censiti sono in grado di assorbire, nei primi 30 anni di vita, **36'020 tonnellate di CO₂ dall'atmosfera.**

Si sottolinea come questo dato esemplificativo si riferisca ai primi 30 anni di crescita delle piante, pertanto le piante già esistenti sul territorio comunale, alcune delle quali molto vecchie, avranno già del tutto o in parte contribuito al sequestro di questa quantità di CO₂ dall'atmosfera.

Calcolo della CO₂ fissata dalla dotazione arborea comunale

Altezza pianta censita	Numero di piante	Classe dimensionale	Tasso di fissazione (kg/pianta in 30 anni)	CO₂ totale fissata in 30 anni (ton)
minore di 5 m	4'547	IV	580	2'637
da 5 a 10 m	4'296	III	2'215	9'516
da 10 a 15 m	3'432	III	2'215	7'602
da 15 a 20 m	1'829	II	3'590	6'566
da 20 a 25 m	497	II	3'590	1'784
da 25 a 30 m	274	I	3'872	1'061
maggiore di 30 m	31	I	3'872	120
non nota	3'040	III *	2'215 *	6'734
Totale	17'946			36'020

** in assenza di informazioni sulla dimensione di queste piante è stato assunto un tasso di fissazione intermedio, pari a quello della classe dimensionale III*

ALLEGATO I – SCHEDE PER LE PRINCIPALI SPECIE ARBOREE AUTOCTONE

Nel seguito si riportano le schede sviluppate dal progetto LIFE+ “Green Areas Inner-city Agreement” (GAIA), disponibili sul sito ufficiale del progetto:

<http://www.lifegaia.eu/Gli-alberi>



Acer Campestre

ACER CAMPESTRE (FAMIGLIA ACERACEAE)

- Pianta di III grandezza (h 8-15 m) con accrescimento rapido soprattutto nei primi anni di età.
- Chioma articolata e densa, corteccia rugosa, foglie ovate lunghe fino a 6 cm.
- A livello microscopico: superficie fogliare liscia priva di cere e con peli semplici, di media lunghezza, distribuiti su entrambe le pagine fogliari..

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	2490 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	3400 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	MEDIO
Cattura potenziale di polveri	MEDIO

NON ALLERGENICO



ACER PLATANOIDES (FAMIGLIA ACERACEAE)

- Pianta di l grandezza (h 25 m) con rapida velocità di crescita.
- Chioma conico-globosa e densa; corteccia inizialmente liscia, bruno-grigiastra, diviene con l'età, fessurata longitudinalmente; foglie palmate con 5 lobi poco profondi e dentati; lamina lunga 10-15 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare ricoperta di cere lisce nella pagina inferiore, con rughe invece profonde nella pagina superiore; peli ghiandolari sparsi nella sola pagina inferiore.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	4807 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	6601 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	MEDIO

SCARSAMENTE ALLERGENICO



LAURUS NOBILIS (FAMIGLIA LAURACEAE)

- Albero o arbusto sempreverde con altezza massima di 12 metri e media velocità di crescita.
- Albero o arbusto di forma conica con ampia chioma fitta e compatta; foglie coriacee strettamente ovate lunghe fino a 10 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare liscia su entrambe le pagine e con cere a granuli e piastrine sparse in modo irregolare; peli assenti su entrambe le pagine.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	580 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	800 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	MEDIO
Cattura potenziale di polveri	MEDIA

NON ALLERGENICO



CELTIS AUSTRALIS (FAMIGLIA ULMACEAE)

- Pianta di II grandezza (h 15–25 m) con accrescimento rapido.
- Chioma globosa, densa ed espansa; corteccia liscia; foglie da ovate a lanceolate lunghe fino a 15 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare rugosa priva di cere e con peli semplici lunghi distribuiti su entrambe le pagine.

CO2 immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	3660 Kg di CO2
In 50 anni (se in parco)	5070 Kg di CO2

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	MEDIO
Formazione potenziale di ozono	MEDIO
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	ALTA

NON ALLERGENICO



QUERCUS CERRIS (FAMIGLIA FAGACEAE)

- Pianta di I grandezza (h > 25 m) con accrescimento rapido.
- Albero con chioma espansa; corteccia rugosa con profonde fessure; foglie da oblunگو-ellittiche a oblunگو-lanceolate, profondamente lobate lunghe fino a 12 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare liscia priva di cere; peli stellati radi distribuiti su entrambe le pagine.

CO2 immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	4000 Kg di CO2
In 50 anni (se in parco)	5500 Kg di CO2

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	MEDIA

SCARSAMENTE ALLERGENICO



PRUNUS AVIUM (FAMIGLIA ROSACEAE)

- Pianta di III grandezza (h 8–15 m) con una media velocità di crescita.
- Chioma globosa, non densa; corteccia liscia con lenticelle orizzontali; foglie ovali/oblunghie lunghe fino a 15 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare rugosa su entrambe le pagine con cere sulla pagina superiore; peli semplici lunghi distribuiti sulla pagina inferiore, corti e radi sulla pagina superiore.

CO2 immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	2160 Kg di CO2
In 50 anni (se in parco)	2990 Kg di CO2

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	MEDIO
Cattura potenziale di polveri	ALTA

NON ALLERGENICO



FRAXINUS EXCELSIOR (FAMIGLIA OLEACEAE)

- Pianta di I grandezza (h >25 m) con accrescimento rapido soprattutto nei primi anni.
- Chioma ampia con rami articolati; corteccia dapprima liscia, poi che si screpola longitudinalmente con fessurazioni a cratere; foglie pennate con 9–11 foglioline, lunghe fino a 30 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica leggermente rugosa su entrambe le superfici, priva di cere e con peli ghiandolari corti e radi presenti su entrambe le pagine.

CO2 immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	3660 Kg di CO2
In 50 anni (se in parco)	5070 Kg di CO2

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	MEDIO

MODERATAMENTE ALLERGENICO



MORUS ALBA (FAMIGLIA MORACEAE)

- Pianta di III grandezza (h 8-15 m) con una media velocità di crescita.
- Chioma ampia e densa; corteccia bruno-grigiastra, screpolata, reticolata a piccole scaglie; foglie alterne, ampie, lunghe dai 7 ai 14 cm e larghe tra i 4 e i 6 cm, con lamina da ovale, spesso lobata.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare lievemente striata con rughe sottili continue e priva di cere; peli semplici e peli ghiandolari presenti su entrambe le pagine.

CO2 immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	2160 Kg di CO2
In 50 anni (se in parco)	2990 Kg di CO2

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	MEDIA
Cattura potenziale di polveri	MEDIA

SCARSAMENTE ALLERGENICO



Melo da fiore

MALUS DOMESTICA "EVERESTE" (FAMIGLIA ROSACEAE)

- Pianta di IV grandezza (h 2.5-8 m) con una media velocità di crescita.
- Chioma articolata; foglie ovali lunghe fino a 8-11 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica liscia, senza cere e con peli semplici lunghi e fitti, più fitti nella pagina inferiore.

CO2 immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	580 Kg di CO2
In 50 anni (se in parco)	800 Kg di CO2

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	MEDIO
Cattura potenziale di polveri	ALTA

NON ALLERGENICO



Mirabolano

PRUNUS CERASIFERA "PISSARDII" (FAMIGLIA ROSACEAE)

- Pianta di III grandezza (h 8-15 m) con una alta velocità di crescita.
- Chioma globosa densa; corteccia fessurata e squamata negli esemplari adulti; foglie ovali/obovate lunghe fino a 6 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare rugosa senza cere e con peli semplici radi lunghi su entrambe le pagine.

CO2 immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	2160 Kg di CO2
In 50 anni (se in parco)	2990 Kg di CO2

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	MEDIO
Cattura potenziale di polveri	ALTA

NON ALLERGENICO



ULMUS MINOR (FAMIGLIA ULMACEAE)

- Pianta di I grandezza (h 25 m) con una media velocità di crescita.
- Chioma ampia, densa e irregolare; corteccia solcata longitudinalmente; foglie ovate lunghe fino a 10 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare liscia nella pagina inferiore, con micro-rughe e cere a granuli nella pagina superiore; peli semplici corti su entrambe le pagine e peli ghiandolari corti sulla sola pagina inferiore.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	3660 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	5070 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	MEDIA

SCARSAMENTE ALLERGENICO



FRAXINUS ORNUS (FAMIGLIA OLEACEAE)

- Pianta di III grandezza (h 8-15 m) con accrescimento medio/lento.
- Chioma fitta ed articolata; corteccia liscia; foglie pennate con 5-9 foglioline lunghe fino a 30 cm.
- A livello microscopico: superficie fogliare con rughe profonde e ricoperta, nella sola pagina inferiore, da cere lisce e piatte; peli ghiandolari corti e radi.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	2160 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	2990 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	MEDIA

MODERATAMENTE ALLERGENICO



SAMBUCUS NIGRA (FAMIGLIA CAPRIFOLIACEAE)

- Pianta di IV grandezza (h 2.5-8 m) con una lenta velocità di crescita.
- Chioma irregolare e folta per i numerosi rami; corteccia dal fusto sottile da giovane, poi scagliosa e fessurata; foglie pennate con 5 foglioline lunghe fino a 25 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare con rughe presenti su entrambe le pagine e priva di cere, con peli ghiandolari corti sulla sola pagina inferiore e peli semplici radi su entrambe le pagine.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)

580 Kg di CO₂

In 50 anni (se in parco)

800 Kg di CO₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC

BASSA

Formazione potenziale di ozono

BASSA

Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi

BASSO

Cattura potenziale di polveri

MEDIA

NON ALLERGENICO



TILIA PLATYPHYLLOS (FAMIGLIA TILIACEAE)

- Pianta di I grandezza (h > 25m) con una rapida velocità di crescita.
- Chioma largamente colonnare; corteccia solcata in senso longitudinale; foglie da arrotondate a largamente ovate, lunghe 8-15 cm.
- A livello microscopico: superficie fogliare con rughe fini nella pagina inferiore, liscia nella pagina superiore, priva di cere; peli stellati molto densi e lunghi sulla pagina inferiore, più radi sulla pagina superiore.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	3660 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	5070 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	MEDIO
Formazione potenziale di ozono	MEDIA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	ALTA

NON ALLERGENICO



TILIA CORDATA (FAMIGLIA TILIACEAE)

- Pianta di II grandezza (h 15-25 m) con una media velocità di crescita.
- Chioma globosa e fitta con rami densi e articolati; corteccia dapprima liscia e sottile, poi fessurata in solchi sottili molto distanti tra loro; foglie arrotondate lunghe fino a 8 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica rugosa con fitte cere a scaglie distribuite su entrambe le pagine.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	3660 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	5070 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	ALTO
Cattura potenziale di polveri	ALTA

SCARSAMENTE ALLERGENICO



VIBURNUM TINUS (FAMIGLIA CAPRIFOLIACEAE)

- Arbusto sempreverde con altezza massima di 3 metri e media velocità di crescita.
- Arbusto compatto con chioma densa e cespugliosa; foglie da strettamente ovate a oblunghie, lunghe fino a 10 cm.
- A livello microscopico: superficie epidermica fogliare liscia su entrambe le pagine ricoperta di cere a granuli sparse; peli assenti su entrambe le pagine.

CO₂ immagazzinata dalla pianta durante l'intero periodo di impianto:

In 30 anni (se in città)	580 Kg di CO ₂
In 50 anni (se in parco)	800 Kg di CO ₂

Capacità potenziale di mitigazione ambientale:

Emissione di VOC	BASSA
Formazione potenziale di ozono	BASSA
Assorbimento potenziale di inquinanti gassosi	MEDIO
Cattura potenziale di polveri	MEDIA

NON ALLERGENICO

ALLEGATO II - INTEGRAZIONE

La presente nota tecnica vuole fornire alcuni chiarimenti in merito all'indicatore BTC (*Biological Territorial Capacity*) utilizzato nella redazione del Piano del Verde (PdV) del Comune di Cremona.

Si richiama, a tale proposito, che il BTC è un indicatore dello stato energetico del sistema e rappresenta la capacità di un ecosistema di conservare e massimizzare l'impiego dell'energia. Tale indice è in grado di individuare le evoluzioni/involuzioni del paesaggio, in relazione al grado di conservazione, recupero o trasformazione del mosaico ambientale. Risulta strettamente connesso alla presenza di biomassa vegetale e alla sua capacità di assimilare e trasformare l'energia solare. La vegetazione rappresenta infatti una componente che svolge un ruolo fondamentale nella funzionalità ecologica del sistema paesaggistico: l'energia utile per l'intera biosfera dipende sostanzialmente dalla fotosintesi ed è subordinata pertanto alla presenza di organismi autotrofi.

3.3 Le classi standard di BTC

La metodologia sviluppata per l'applicazione del BTC suddivide gli ecosistemi caratteristici dell'ambiente temperato in sette classi distinte (I - VII), che rappresentano altrettanti stati ecologici

Classe	Intervallo ($\frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2}/\text{anno}$)	Valore medio ($\frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2}/\text{anno}$)	Descrizione
I	0 - 0,4	0,2	Deserto, semideserto, laghi e fiumi, piattaforma continentale, praterie o tundra degradati, arbusteti suburbani (e per parallelismo, ambienti urbani)
II	0,4 - 1,2	0,8	Praterie, tundra, campi coltivati, verde urbano, arbusteti degradati ecc.
III	1,2 - 2,4	1,8	Praterie arbustate, canneti, arbusteti bassi, savane a graminoidi, piantagioni arboree, frutteti e giardini, verde urbano.
IV	2,4 - 4,0	3,2	Foreste giovani, foreste di savana secca, savane arbustate, paludi, praterie umide o marcite temperate, cedui di boschi temperati, frutteti seminaturali, parchi suburbani seminaturali.
V	4,0 - 6,4	5,2	Foreste naturali poco più che giovani, foreste adulte parzialmente degradate, foreste di mangrovie, paludi e praterie umide tropicali, colture perenni tropicali, macchia mediterranea (e arbusteti assimilabili), formazioni preforestali, colture perenni temperate, oliveti seminaturali, foreste boreali aperte.
VI	6,4 - 9,6	8,0	Foreste naturali adulte, foreste mature parzialmente degradate, boschi temperati.
VII	9,6 - 13,2	11,4	Foreste tropicali stagionali, foreste pluviali tropicali parzialmente degradate, foreste mediterranee mature, foreste decidue temperate mature, foreste boreali alpine mature.

Un ulteriore sviluppo della metodologia è stato elaborato per consentire l'applicazione del BTC alla classificazione dell'uso del suolo generata dalla rilevazione satellitare, in particolare alle classi codificate da *Corine Land Cover*.

La tabella proposta di seguito permette di osservare che le tipologie di uso del suolo codificate da *Corine Land Cover* sono state associate alle classi di BTC che identificano i diversi ecosistemi, senza modificare i valori che sono stati a loro attribuiti.

Nella tabella riportata, come poi integrata anche dalla tabella successiva, sono state assimilate le classi di BTC mettendole in rapporto con la descrizione delle loro caratteristiche (descrizione) e con le classi dell'uso del suolo (CORINE LAND COVER), il calcolo di tale valore quindi è sviluppato e calcolato in rapporto alla destinazione d'uso del suolo.

Se un territorio è completamente definito come TESSUTO RESIDENZIALE DISCONTINUO la sua classe non potrà mai essere differente da I, a meno che non si modifichino le sue condizioni d'uso; facendo un altro esempio in rapporto alle condizioni del CORINE LAND COVER è possibile affermare che per le zone edificate (differenziate per le loro caratteristiche) non vi sarà mai un contesto che supera la classe numero II poiché come da tabella sottostante quelle sono le classi di riferimento per la BTC.

Poiché il valore di BTC è un indicatore la sua definizione è di tipo relativo e non assoluto, nel senso che la classe non è assoluta ma riferita in modo relativo al contesto su cui si effettua il calcolo; ne deriva che più ristretto è il campo di indagine (contesto ridotto per il calcolo della BTC) più si avranno valori dettagliati derivanti dalle ridotte caratteristiche del CORINE LAND COVER, il caso contrario di un esteso ambito di indagine porterà a dei valori spalmati che saranno frutto dell'omogenizzazione di differenti livelli di CLC.

Riguardo ai concetti appena espressi bisogna anche dire che il valore di BTC assunto come indicatore per il monitoraggio va analizzato per singoli contesti ristretti ove si andrà intervenire, ad esempio il contesto di una lottizzazione o di un'area di riqualificazione, poiché sono in ambiti ristretti che si leggeranno meglio le modifiche di valore; ad esempio se in un territorio come Cremona si interviene con un progetto sostanzioso di riforestazione ma si calcola il BTC a livello dell'intero territorio comunale, si rischia di vedere una minima crescita del valore anche a fronte di un intervento importante, diversamente se il valore di riferimento si calcola nell'intorno dell'intervento il dato post intervento sarà notevolmente migliorato.

<i>Classi (k)</i>	<i>Intervallo ($\frac{Mcal}{m^2}/anno$)</i>	<i>Valore medio Btc ($\frac{Mcal}{m^2}/anno$)</i>	<i>P_k⁹</i>	<i>Descrizione classe standard</i>	<i>Usi del suolo assimilabili</i>
I	0 – 0,4	0,2	0.02	Deserto, semideserto, laghi e fiumi, piattaforma continentale, praterie o tundra degradati, arbusteti suburbani (e per parallelismo, ambienti urbani e aree sterili)	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali Aree sterili (ambiti di cava, discariche, depositi, cantieri) Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi Tessuto residenziale continuo denso e mediamente denso Tessuto residenziale discontinuo Insediamenti industriali, artigianali, commerciali Insediamenti ospedalieri e impianti di servizi pubblici e privati Cimiteri Reti stradali, ferroviarie e spazi accessori Aree degradate non utilizzate e non vegetate
II	0,4 – 1,2	0,8	0.07	Praterie, tundra, campi coltivati, verde urbano, arbusteti degradati ecc.	Tessuto residenziale rado, nuclei forme o rurale Tessuto residenziale sparso Insediamenti produttivi agricoli Cascine Impianti sportivi Campeggi e strutture turistiche e ricettive Orti familiari Aree sterili recuperate Aree verdi incolte/improduttivi Cespuglieti in aree di agricole abbandonate Praterie naturali d'alta quota assenza di specie arboree ed arbustive Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive Seminativi semplici
III	1,2 – 2,4	1,8	0.16	Praterie arbustate, canneti, arbusteti bassi, savane a graminoidi, piantagioni arboree, frutteti e giardini, verde urbano.	Parchi e giardini urbani Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive Vigneti Frutteti e frutti minori Seminativi arborati

⁹ Ottenuto mediante la standardizzazione sul massimo valore di Biopotenzialità territoriale della serie.

					Cespuglieti
IV	2,4 – 4,0	3,2	0.28	Foreste giovani, foreste di savana secca, savane arbustate, paludi, praterie umide o marcite temperate, cedui di boschi temperati, frutteti seminaturali, parchi suburbani seminaturali.	Siepi e filari
					Rimboschimenti
					Pioppeti e impianti da arboricoltura da legno
					Formazioni ripariali e vegetazione dei greti
					Vegetazione naturale rada
V	4,0 – 6,4	5,2	0.46	Foreste naturali poco più che giovani, foreste adulte parzialmente degradate, foreste di mangrovie, paludi e praterie umide tropicali, colture perenni tropicali, macchia mediterranea (e arbusteti assimilabili), formazioni preforestali, colture perenni temperate, oliveti seminaturali, foreste boreali aperte.	Boschi di conifere a densità bassa
					Arbusti cespugliosi e formazioni preforestali
VI	6,4 – 9,6	8,0	0.70	Foreste naturali adulte, foreste mature parzialmente degradate, boschi temperati.	Boschi conifere a densità media e alta o boschi di latifoglie a bassa densità
VII	9,6 – 13,2	11,4	1	Foreste tropicali stagionali, foreste pluviali tropicali parzialmente degradate, foreste mediterranee mature, foreste decidue temperate mature, foreste boreali alpine mature.	Boschi di latifoglie a densità media e alta
					Boschi misti a densità media e alta

L'indice BTC complessivo per un determinato ambito di analisi viene calcolato come somma delle singole superfici distinte per destinazione d'uso del suolo, moltiplicate per il valore di BTC unitario corrispondente. Ad ogni tipologia di uso del suolo corrisponde infatti un valore di biopotenzialità unitario. Moltiplicando il BTC unitario per le differenti superfici d'uso del suolo, si ottiene il valore di biopotenzialità dell'area in esame, espresso in Mcal/anno, secondo la formulazione seguente:

$$BTC_{tot} = \sum_i BTC_i \times Sup_i$$

Dove:

BTC_{tot} = valore dell'indice BTC per un determinato ambito, es. intero territorio comunale (Mcal/anno)

BTC_i = valore standard di BTC unitario per l'i-esimo uso del suolo presente nell'ambito (Mcal/mq/anno)

Sup_i = superficie dell'i-esimo uso del suolo nell'ambito (mq)

3.4 Criteri di scelta dell'indicatore

Il BTC è un indicatore che si presta ad essere applicato alle diverse aree di indagine con estrema facilità, inoltre può essere aggiornato rapidamente al variare delle caratteristiche della copertura del suolo. Queste qualità intrinseche sono state determinanti nella scelta, poiché si è voluta privilegiare l'adozione di uno strumento di uso semplice e non eccessivamente impegnativo per l'Amministrazione comunale.

Gli esempi applicativi riportati nel PdV, riferiti all'intero territorio comunale e ai diversi ambiti omogenei identificati, evidenziano la semplicità applicativa della metodologia adottata e vogliono inoltre rappresentare lo stato di partenza del sistema ambientale indagato.

A tale riguardo deve essere sottolineato che il territorio comunale di Cremona è in gran parte costituito da aree urbanizzate e aree agricole destinate a seminativo (rispettivamente 1810 ha, pari al 25.7% del territorio comunale e 4597 ha, pari al 65.3% del territorio comunale). Questi usi del suolo corrispondono alle due classi BTC più basse e quindi è lecito attendersi un valore complessivo di BTC molto ridotto (tale valore è stato calcolato, per l'intero territorio comunale, pari a 0.9 Mcal/mq/anno).

E' evidente altresì che, data l'estensione di tali aree, interventi di riqualificazione ambientale di limitata estensione non sono in grado di modificare l'indice generale in misura apprezzabile.

Tuttavia deve essere considerato che di norma gli interventi programmati dall'Amministrazione comunale sono riferiti ad aree di superficie ridotta, ed è su queste aree e su questa tipologia di interventi che l'indice BTC evidenzia la propria efficienza, nonché la capacità di sintetizzare in un unico dato interventi che possono presentarsi anche complessi.

In sintesi, si vuole sottolineare che la scelta del BTC quale indicatore ambientale risponde ai seguenti criteri:

- si tratta di un indicatore di facile applicazione, che può essere utilizzato dall'Amministrazione comunale senza impegni particolarmente gravosi;
- si presta efficacemente a rappresentare interventi che possono risultare complessi;
- è particolarmente adatto a valutare interventi di limitata estensione, prestandosi ad un immediato confronto tra situazione ante e post operam.

3.5 Un esempio applicativo

A titolo puramente di esempio, si vuole fornire un esempio di applicazione dell'indice BTC calcolato in occasione della realizzazione di un Piano Urbanistico Attuativo (PUA) che ha previsto lo sviluppo di un centro logistico.

Si può osservare che la biopotenzialità unitaria calcolata nell'esempio proposto è pari a 0.80 Mcal/mq/y, quindi anche inferiore a quanto rilevato per il territorio comunale di Cremona (0.90 Mcal/mq/y).

(...)

3.6 Scenario ante operam

Allo stato attuale l'area in esame si presenta in massima parte incolta: l'attività agricola infatti, presente fino a poco tempo fa, è stata recentemente dismessa, successivamente alle trasformazioni urbanistiche che sono intervenute. Nel contesto dell'area interessata dal progetto l'attività agricola, orientata alla produzione di seminativi, rimane relegata in una zona di ridotte dimensioni, collocata nella porzione orientale dell'ambito. Le rimanenti porzioni del territorio sono occupate da fabbricati rurali e dalla rete viaria, sia di accesso ai nuclei rurali, sia poderali.

Nella figura che segue si propone una planimetria con individuate le destinazioni d'uso dell'area in esame.



Alla superficie delle singole aree, distinte per destinazione d'uso, è stato attribuito il punteggio previsto dalla metodologia adottata (Pk), ricavando in tal modo il valore medio della biopotenzialità normalizzato sul valore massimo della serie.

Nella tabella che segue si propone il calcolo dei punteggi ricavati nello scenario attuale.

Uso del suolo - SA	Superficie (mq)	indice biopotenzialità	Valore biopotenzialità (Mcal/y)
Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali	244	0.20	48.8
Reti stradali e spazi accessori	79	0.20	15.8
Tessuto residenziale rado, nuclei forme o rurale	8 739	0.80	6 991.2
Aree verdi incolte/improduttivi	326 305	0.80	261 044.0
Seminativi semplici	37 667	0.80	30 133.6
Totale	373 034		298 233.4

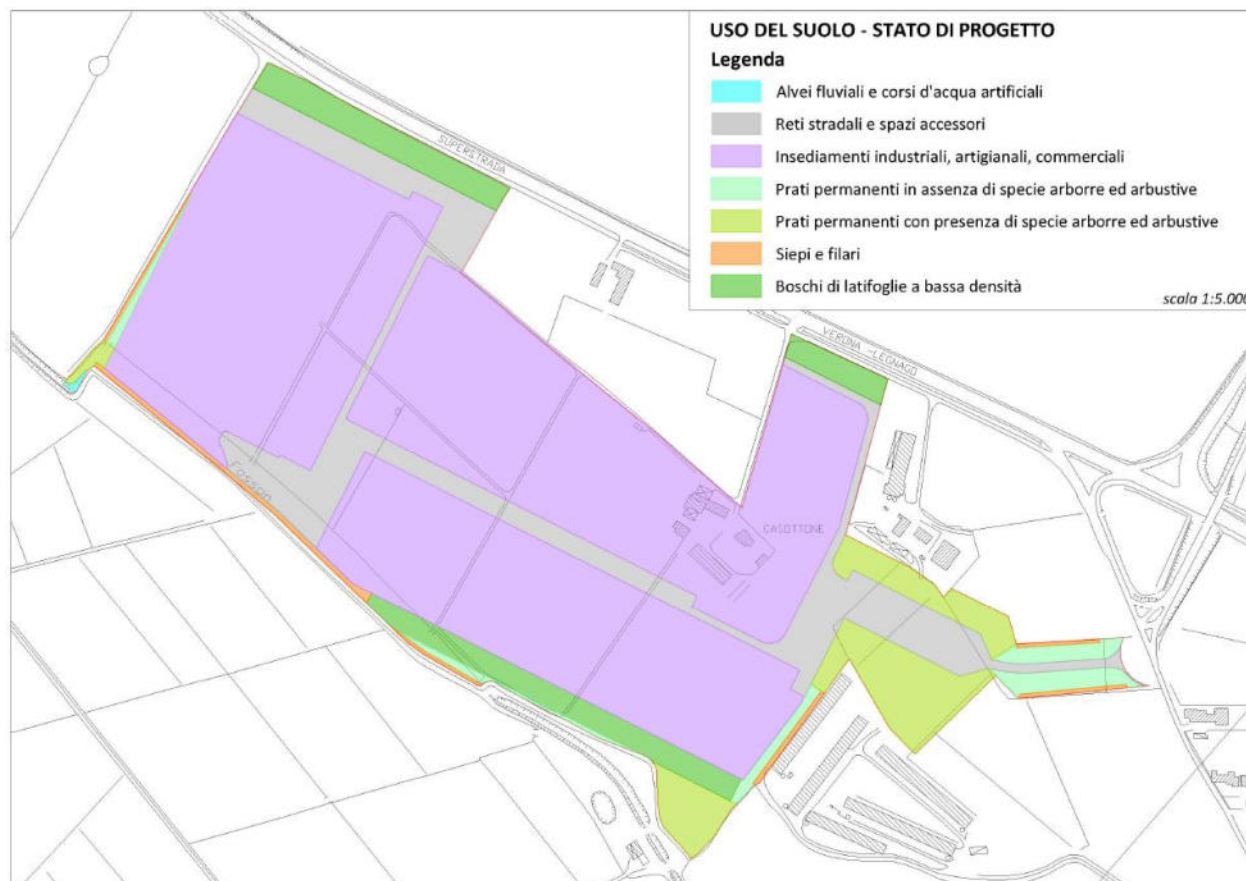
I calcoli effettuati mostrano che la somma dei punteggi ammonta a Mcal/y (tot) = 298233.4, dove Mcal/y è la biopotenzialità complessiva dell'area.

3.7 Scenario post operam

Per valutare lo scenario post operam si è proceduto in modo del tutto analogo al precedente, individuando le diverse destinazioni d'uso definite dal progetto.

Si può osservare che la parte preponderante della superficie sarà occupata dagli insediamenti destinati alle attività produttive previste nell'ambito del PUA, nonché dalle aree destinate ai servizi comuni. Una parte significativa dell'ambito è destinato a misure di compensazione, con particolare riferimento alla formazione di strutture vegetali in grado di migliorare la qualità dell'ecosistema e di ridurre l'impatto visivo prodotto dalla realizzazione delle opere.

Nella figura che segue si propone lo scenario previsto in sede progettuale.



Analogamente alle elaborazioni effettuate in precedenza, anche nel caso dello scenario futuro alla superficie delle singole aree, distinte per destinazione d'uso, è stato attribuito il punteggio previsto dalla metodologia adottata, ricavando in tal modo il valore medio della biopotenzialità normalizzato sul valore massimo della serie.

Nel calcolo effettuato si è tenuto conto di due scenari futuri: il primo a breve termine, quando le strutture vegetali previste dal progetto (in particolare le aree destinate a bosco, che presentano uno sviluppo più lento) non sono ancora giunte a maturità; il secondo scenario invece si riferisce al raggiungimento della maturità delle strutture vegetali piantumate.

Nelle tabelle che seguono si propongono i calcoli relativi ai due scenari futuri esaminati.

Uso del suolo - SP (prima fase)	Superficie (mq)	indice biopotenzialità	Valore biopotenzialità (Mcal/y)
Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali	210	0.20	42.0
Insedimenti industriali, artigianali, commerciali	256 878	0.20	51 375.6
Reti stradali e spazi accessori	52 969	0.20	10 593.8
Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	9 595	0.80	7 676.0
Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive	24 894	1.80	44 809.2
Siepi e filari	4 552	1.80	8 193.6
Rimboschimenti	23 936	1.80	43 084.8
Totale	373 034	totale	165 775.0

Uso del suolo - SP (maturità)	Superficie (mq)	indice biopotenzialità	Valore biopotenzialità (Mcal/y)
Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali	210	0.20	42.0
Insedimenti industriali, artigianali, commerciali	256 878	0.20	51 375.6
Reti stradali e spazi accessori	52 969	0.20	10 593.8
Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	9 595	0.80	7 676.0
Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive	24 894	1.80	44 809.2
Siepi e filari	4 552	3.20	14 566.4
Boschi di latifoglie a bassa densità	23 936	8.00	191 488.0
Totale	373 034	totale	320 551.0

Si può osservare che nello scenario a breve termine la somma dei punteggi ammonta al valore di 165775.0 (minore quindi di quella calcolata per l scenario attuale, pari a 298233.4), mentre nello scenario corrispondente alla maturità dell'impianto detta somma è destinata ad aumentare fino al valore di 320551.0 e quindi a superare il valore dello scenario attuale.

In definitiva, in una prima fase le misure adottate non sono in grado di compensare la perdita di biopotenzialità territoriale determinata dalla realizzazione del progetto; tuttavia tale compensazione è destinata a realizzarsi completamente quando le strutture vegetali previste in sede progettuale giungeranno a maturità.