

A5

CARBONZERO

METODOLOGIA DI CALCOLO



Area Competitività ed Innovazione Sociale
Servizio Rigenerazione e Qualità Urbana

Via Emilia San Pietro 12 - 42121 Reggio Emilia tel. 0522 456349 fax 0522 456144



carbonZERO

Zero
CO₂

metodologia di calcolo delle emissioni di CO₂e, nel rispetto dei requisiti della norma UNI ISO 14064-1, applicabile alle nuove urbanizzazioni

aggiornamento ottobre 2015

Assessore alla Rigenerazione Urbana e del Territorio

Alex Pratissoli

Dirigente alla Rigenerazione e Qualità Urbana

Elisa Iori

Gruppo di lavoro che ha contribuito al percorso di aggiornamento del documento:

Servizi interni all'Amministrazione Comunale

Servizio Rigenerazione e Qualità Urbana

Cecilia Lirici, Sara Pedroni, Anna Pratissoli

Servizio Ambiente

Giovanni Ferrari, Susanna Ferrari

Enti esterni competenti in materia:

ARPA Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente, distretto di Reggio Emilia

Maria Elena Manzini

Provincia di Reggio Emilia

Beatrice Cattini, Giovanni Ferrari, Francesca Inverardi

INDICE

1	Premessa.....	7
1.1	Edifici ad energia quasi zero: il contesto europeo ed il Decreto Legge 63/2013.....	7
1.2	Il contributo pianificatorio del Comune di Reggio Emilia.....	7
1.3	Contenuti del documento.....	8
2	Metodi utilizzati per calcolare e quantificare le emissioni di CO ₂ e.....	9
2.1	Fattori di conversione.....	9
2.2	Uso residenziale.....	10
2.2.1	Contributi analizzati.....	10
2.2.2	Contributo relativo alla componente termica.....	10
2.2.3	Contributo relativo alla componente elettrica.....	11
2.2.4	Contributo relativo alla componente rifiuti.....	11
2.2.5	Opere di compensazione previste dalle Norme di Attuazione del PSC.....	11
2.3	Altri usi: destinazione prevalente non produttiva.....	12
2.3.1	Contributi analizzati.....	12
2.3.2	Contributo relativo alla componente termica.....	12
2.3.3	Contributo relativo alla componente elettrica.....	13
2.3.4	Opere di compensazione previste dalle Norme di Attuazione del PSC.....	13
3	Opere di mitigazione ed eventuale compensazione delle emissioni di CO ₂	13
3.1	Premessa.....	13
3.2	Riduzione del fabbisogno di energia primaria.....	14
3.3	Implementazione della quota di FER.....	15
3.4	Piantumazione di biomassa arborea e crediti volontari di carbonio.....	16
4	Quantificazione definitiva delle emissioni di CO ₂ e.....	16
5	Destinazione d'uso prevalente produttiva.....	17
6	Riferimenti normativi.....	19
6.1	Premessa.....	19

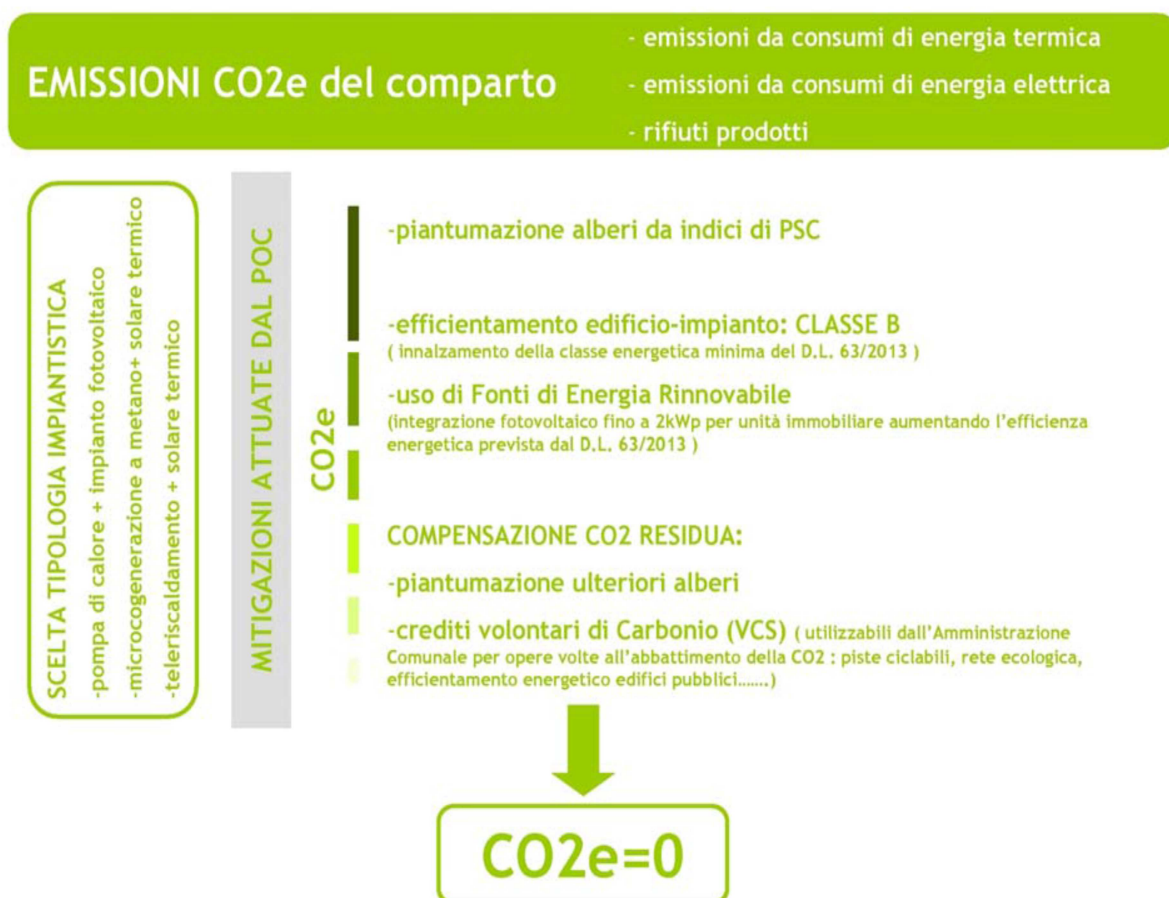
6.2	DGR 1366/2011: obbligo dell'utilizzo di FER.....	19
6.3	DGR 1366/2011: requisiti minimi di prestazione energetica.....	20
6.4	Documento Preliminare al PEP.....	24
6.5	Emission Trading: direttiva 2003/87/EC (uso produttivo).....	25
7	Definizioni.....	26
7.1	Gas ad effetto serra ed emissioni equivalenti di CO ₂ (CO ₂ e).....	26
7.2	Crediti Volontari di Carbonio (VCR).....	28
8	Bibliografia.....	29
9	Esempio applicativo.....	30
10	<u>Nuova normativa regionale DGR 967/2015 e modifiche al foglio di calcolo.....</u>	<u>31</u>

Sintesi della metodologia CarbonZERO

Come detto, l'obiettivo del progetto CarbonZERO è cercare di garantire, già in fase di pianificazione, alti requisiti di sostenibilità ambientale attraverso la quantificazione e minimizzazione delle emissioni climalteranti.

Con CarbonZERO viene individuato un metodo di calcolo per stimare le emissioni di CO₂e derivanti dagli usi connessi alle nuove urbanizzazioni, con riferimento ai criteri prescelti (per cui si rimanda ai successivi paragrafi), ed individuate le misure di mitigazione che dovranno essere realizzate dai soggetti attuatori al fine di ottenere un saldo zero di CO₂e.

Di seguito la sintesi della procedura, che verrà più ampiamente illustrata di seguito:



Si precisa che le tipologie impiantistiche, selezionate tra quelle più diffuse sul mercato, sono indicative e servono come base per effettuare il calcolo emissivo; il proponente può (così come per le mitigazioni) individuare altre soluzioni. Difatti, per ogni intervento, si prescrive un bilancio energetico-emissivo in fase attuativa, conseguente alle reali scelte impiantistiche ed edilizie effettuate.

1 Premessa

1.1 Edifici ad energia quasi zero: il contesto europeo ed il Decreto Legge 63/2013

La Direttiva europea 31 del 2010 ed il Decreto Legge 63/2013 sulla performance energetica degli edifici, prevedono che entro la fine del 2020 tutti i nuovi edifici - ma già dalla fine del 2018 quelli pubblici o ad uso pubblico - dovranno essere “a energia quasi zero”. Una vera sfida e, al contempo, un’opportunità importantissima per garantire una crescita sostenibile e competitiva del settore dell’edilizia.

Gli edifici a energia quasi zero, sono edifici ad alte prestazioni, con un bassissimo fabbisogno energetico coperto in parte o completamente con le fonti rinnovabili. Nel nostro Paese finora vari decreti (si veda al proposito il cap. *Riferimenti normativi*) hanno progressivamente richiesto requisiti di efficienza più stringenti per i nuovi edifici: il passaggio successivo affidato agli Stati membri e, dunque, anche l’Italia, è quello di preparare un piano per lo sviluppo degli edifici a energia quasi zero.

La normativa, secondo la Direttiva, dovrà evolvere secondo il criterio dell’ottimizzazione dei costi su tutta la vita dell’edificio: i requisiti da rispettare verranno pertanto spostati verso il miglior rapporto costi-benefici comprendendo sia l’investimento iniziale che le spese per la manutenzione, oltre che per l’energia che l’edificio consumerà su un arco temporale medio-lungo.

1.2 Il contributo pianificatorio del Comune di Reggio Emilia

Il PSC del Comune di Reggio Emilia si pone, in coerenza con le indicazioni della comunità europea, fra gli obiettivi di sostenibilità ambientale, il perseguimento dell’impatto zero, in termini di emissioni di CO₂, degli interventi di riqualificazione e nuovo insediamento previsti nella programmazione del POC (art. 5.2 NA del PSC).

L’avviso pubblico per la raccolta delle manifestazioni di interesse relative ad interventi da programmare nel Primo Piano Operativo Comunale approvato con DGC n. 16673 del 20/09/2011, prevedeva dunque all’art. 5 quanto segue:

In generale gli interventi di riqualificazione e i nuovi insediamenti residenziali/produttivi dovranno essere progettati attraverso la combinazione di un mix di soluzioni quali: la realizzazione di edifici efficienti dal punto di vista energetico che producono tutta o parte dell’energia che consumano da fonti rinnovabili o assimilate e che compensano la restante quota di CO₂ emessa attraverso meccanismi compensativi quali la piantumazione di biomassa arborea.

Con la ValSAT del POC ed il progetto CarbonZERO si sono pertanto proposte una serie di misure, da introdurre nella pianificazione degli interventi urbanistici, al fine di ottenere l’obiettivo dell’impatto zero, relativamente alle mitigazioni e compensazioni delle emissioni di CO₂.

Nella definizione di tali misure lo scopo è stato quello di mettere in valore l’obiettivo finale - ovvero l’impatto zero - e non tanto le misure stesse da adottare: molti infatti sono gli esempi sia a scala nazionale che internazionale di ottimi “memorandum per la corretta progettazione” (uno fra tutti i requisiti volontari e cogenti sulla bioarchitettura della Regione Emilia Romagna) che

non hanno avuto una adeguata applicazione. Le difficoltà, il più delle volte, nascono da un eccesso di tecnicismo nella definizione di tali regole che riducono lo spazio ai progettisti ed aggravano gli iter amministrativi.

Il punto di partenza in Regione Emilia-Romagna è sicuramente più “avanzato” rispetto ad altri territori - sia in termini prescrittivi (DGR 1366/2011), sia di buone pratiche condivise (ad esempio, nel caso del Comune di Reggio Emilia, la certificazione ECOABITA) - e per questo le proposte formulate con la ValSAT dovranno essere declinate nel progetto edilizio finale considerando un grado di maturità del settore sensibilmente maggiore rispetto a quello che ha recepito, nella metà dello scorso decennio, una serie di profondi stravolgenti normativi in materia di efficienza energetica ed uso sostenibile delle risorse.

In particolare, nel Comune di Reggio Emilia, il progetto di certificazione energetica degli edifici ECOABITA, ha promosso, nel primo decennio degli anni 2000, innovazione, ricerca e divulgazione, determinando una vera e propria rivoluzione energetica nel settore edilizio. L'effetto combinato delle novità introdotte dall'”Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici della Regione Emilia Romagna” e dal progetto ECOABITA, hanno ridotto infatti di oltre il 60% i consumi energetici dalle nuove abitazioni e le emissioni di CO₂ rispetto allo standard edilizio post L.10/1991.

1.3 Contenuti del documento

Il presente documento illustrativo del progetto CarbonZERO descrive la procedura di calcolo, nel rispetto dei requisiti della Norma UNI ISO 14064-1 “Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione”, per il raggiungimento dell'obiettivo dell'impatto zero relativamente agli ambiti da programmare attraverso POC.

Le misure proposte sono:

1. facili da interpretare e verificare, anche in funzione delle azioni di monitoraggio della ValSAT;
2. coerenti con la normativa sovraordinata regionale, nazionale e comunale peraltro in continua evoluzione;
3. non vincolanti nell'individuazione delle tecnologie e metodi costruttivi da applicare, lasciando margine di scelta all'iniziativa privata nel raggiungimento finale dell'obiettivo di impatto zero del costruito;
4. finalizzate alla riduzione dei consumi energetici ed alle conseguenti delle emissioni di CO₂ imputabili alla vita media di un edificio, nonché ai costi di gestione energetica degli stessi;
5. orientate prioritariamente alla riduzione della domanda di energia e in seconda battuta a coprire il fabbisogno energetico con fonti rinnovabili od assimilate.

2 Metodi utilizzati per calcolare e quantificare le emissioni di CO₂e

2.1 Fattori di conversione

Metano_Per l'individuazione del coefficiente utile al calcolo delle emissioni di CO₂e legate al consumo di combustibile metano (attribuibile all'impianto di Cogenerazione) si è fatto riferimento alla tabella inventario nazionale UNFCCC dei coefficienti delle emissioni di CO₂ (Fonte dati ISPRA 2009), riportata in Appendice 1 della Deliberazione Ministeriale n. 14/2009, di cui di seguito si riporta uno stralcio.

PARAMETRI STANDARD ^a - COMBUSTIBILI					
Combustibile	Unità di misura utilizzata per consumo di combustibile	Fattore Emissione (tCO ₂ /Un. di misura quantità)	Coefficiente Ossidazione	PCI	Unità di Misura PCI
Gas naturale (metano)	1000 Stdm ³	1,957	0,995	8,365	Mcal/Stdm ³
	TJ	55,91	0,995	35,00	GJ/1000 Std m ³
Olio combustibile	TJ	77,17	0,99	40,995	GJ/t
	t	3,16	0,99	0,980	tep/t
Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)	TJ	74,438	0,99	42,621	GJ/t
	t	3,173	0,99	1,019	tep/t
Benzina senza piombo per autotrazione (dati sperimentali)	t	3,141	0,99	10,446	Gcal/t
				1,045	tep/t
GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)	t	3,024	0,99	11,021	Gcal/t
				1,102	tep/t

Energia elettrica_Per l'individuazione del coefficiente utile al calcolo delle emissioni/assorbimenti di CO₂e legati al consumo/produzione di energia elettrica (attribuibili agli impianti Pompa di Calore e Fotovoltaico) si è fatto riferimento alle valutazioni contenute nei rapporti ISPRA 2011/2012 che prendono in considerazione il mix energetico nazionale. Da tale studio si evince che per il calcolo delle emissioni legate al consumo/produzione di energia elettrica riferita al mercato italiano, il mix energetico nazionale relativo all'anno 2011 è da considerarsi pari a 0,393 kg CO₂/kWh.

Rifiuti legati all'uso residenziale_Per l'individuazione dei coefficienti utili al calcolo delle emissioni di CO₂e legate alla produzione/smaltimento dei rifiuti per i futuri residenti si sono utilizzati fattori medi ricavati in diversi studi e report prodotti, fonti ufficiali quali IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), EPA (Environmental Protection Agency), ENEA (Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico e Sostenibile). Di seguito in tabella si riportano i fattori di conversione da kg di rifiuti prodotti, suddivisi per tipologia di trattamento a cui sono destinati, a kg di CO₂ prodotta.

TIPOLOGIA DI SMALTIMENTO	CO ₂ (kg CO ₂ /kg rifiuto)	FONTE
Incenerimento Rifiuti Solidi Urbani	0,29	ENEA
Discarica	0,87	IPCC 2007, EPA 2008
Compostato	0,396	IPCC 2007, EPA 2009

Digestione Anaerobica	0,042	IPCC 2007, EPA 2010
-----------------------	-------	---------------------

Rete di teleriscaldamento_Per il calcolo delle emissioni di CO₂e legate alla connessione con la rete di teleriscaldamento si è utilizzato un fattore di conversione medio pari a 0,16 kg CO₂/kWh.

2.2 Uso residenziale

2.2.1 Contributi analizzati

Ai fini del calcolo delle emissioni di CO₂e sono stati analizzati i seguenti contributi:

- contributo relativo all'energia termica utilizzata dal sistema edificio-impianto;
- contributo relativo all'energia elettrica utilizzata per il funzionamento medio dell'uso domestico insediato;
- contributo relativo ai rifiuti prodotti.

2.2.2 Contributo relativo alla componente termica

Ai fini della valutazione delle emissioni di CO₂e relative alla componente termica del sistema edificio-impianto, è stato necessario individuare alcune tipologie impiantistiche sulla base delle quali effettuare i successivi calcoli emissivi.

Tali tipologie sono state scelte, in via esemplificativa e al solo scopo di effettuare un calcolo emissivo realistico, fra quelle maggiormente diffuse sul mercato locale, di potenziale impiego per i futuri comparti in progetto, nonché di costo concorrenziale di installazione e manutenzione/gestione.

Le tipologie impiantistiche esaminate nello studio per ciascuna area di intervento sono le seguenti:

- Soluzione 1_Pompa di calore + Impianto Fotovoltaico: sulla base del valore di E_{Pi} tot lim (definiti dalla DGR 1366/2011) si è calcolato il consumo elettrico attribuibile alla tipologia impiantistica relativa alla pompa di calore, ridotto della percentuale di FER da fotovoltaico prevista dalla DGR 1366/2011. La percentuale di acs (acqua calda sanitaria) da produrre tramite FER si ipotizza verrà realizzata tramite la pompa di calore abbinata al fotovoltaico;
- Soluzione 2_Impianto di Cogenerazione a metano + Impianto Solare Termico: sulla base del valore di E_{Pi} tot lim (DGR 1366/2011) si è calcolato il consumo di gas metano legato al funzionamento dell'impianto di cogenerazione a servizio delle utenze. Le emissioni generate dal consumo di energia termica sono state decurtate della quota di emissioni associate all'energia elettrica prodotta in assetto cogenerativo ad alta efficienza (la cui potenza elettrica minima è pari alla quota di FER elettriche previste dalla DGR 1366/2011). E' stata inoltre quantificata la mancata emissione di CO₂ conseguente all'installazione di un impianto solare termico dimensionato per ottemperare alla richiesta della normativa regionale di produzione di parte dell'acs da FER;
- Soluzione 3_Collegamento alla Rete di Teleriscaldamento cittadina + Impianto Solare Termico: tale soluzione impiantistica è stata valutata solo per comparti di attuazione aventi una distanza inferiore ai 500m dall'ultima coda della rete di teleriscaldamento

locale. Sulla base del valore di EPI tot lim (DGR 1366/2011) si è calcolato il contributo emissivo legato alla fornitura di teleriscaldamento in base al fattore di conversione di cui al precedente cap. 4.1. E' stata inoltre prevista l'installazione di un impianto solare termico dimensionato per integrare il teleriscaldamento al fine di ottemperare ai limiti imposti dalla normativa regionale sull'EPacs.

Tutti i calcoli sono stati realizzati considerando le seguenti ipotesi iniziali:

- orizzonte temporale pari a 20 anni;
- Gradi Giorno di Reggio Emilia pari a 2.560;
- superficie complessiva di ciascuna unità immobiliare pari a 100 mq;
- numero di residenti per unità immobiliare pari a 3;
- rapporto S/V pari a 0,5 (S espressa in metri quadrati è la superficie che delimita verso l'esterno ovvero verso ambienti non climatizzati; V è il volume lordo climatizzato dell'edificio o dell'unità immobiliare);
- ai fini della determinazione della quota di FER a copertura di parte dei consumi di energia dell'edificio, come previsto dalla DGR 1366/2011, si è ipotizzato che gli interventi attuabili con PDC ottengano il titolo abilitativo entro il 2015, mentre per gli altri interventi (PUA e PPC) si è ipotizzato che il rilascio del titolo abilitativo avverrà successivamente al 31/12/2014.

2.2.3 Contributo relativo alla componente elettrica

Si è considerato un consumo medio annuo di energia elettrica attribuibile ad ogni singola unità immobiliare prevista da progetto, pari a 3.500 kWh/anno (Fonte ENEA) avendo considerato, per ciascuna unità abitativa:

- numero 3 residenti;
- i seguenti elettrodomestici: forno elettrico, lavatrice, lavastoviglie, condizionatore.

2.2.4 Contributo relativo alla componente rifiuti

Si è considerata la sola produzione di rifiuti indifferenziati per abitante per anno (pari a 297 kg - Fonte OPR Reggio Emilia), escludendo pertanto dal calcolo emissivo la quota di rifiuti raccolti in maniera differenziata.

2.2.5 Opere di compensazione previste dalle Norme di Attuazione del PSC

Al totale delle emissioni di CO₂e calcolato come illustrato nei precedenti paragrafi, è stata sottratta la quantità di CO₂e assorbita dalla piantumazione di alberi prevista nelle aree di studio sulla base degli indici ecologico-ambientali del PSC e del POC¹.

Il fattore di conversione utilizzato è pari a 150 kg CO₂/albero anno (Fonte doc. PSC V2-Esiti della

¹ Il PSC definisce alcuni fondamentali parametri ambientali: viene stabilita la quota minima di superficie da cedere in forma accorpata al Comune per verde pubblico e spazi collettivi (SVP), variabile fra il 35% e il 50% della Superficie territoriale; viene stabilita la percentuale minima di superficie permeabile, variabile fra il 50% e il 60% della Superficie territoriale; inoltre vengono stabilite le quantità minime di alberature da impiantare (di norma non meno di 100 alberi e 100 arbusti per ettaro) in modo da perseguire gli obiettivi del protocollo di Kyoto.

ValSAT “La valenza ecologico-ambientale del verde in città (Kipar-Campos)” ed è stato considerato un orizzonte temporale sul quale calcolare l’assorbimento della CO₂ pari a 20 anni.

2.3 Altri usi: destinazione prevalente non produttiva

2.3.1 Contributi analizzati

Ai fini del calcolo delle emissioni di CO₂e sono stati analizzati i seguenti contributi:

- contributo relativo all’energia termica utilizzata dal sistema edificio-impianto;
- contributo relativo all’energia elettrica utilizzata per il funzionamento medio dell’uso insediato avendo valutato in maniera distinta le seguenti possibili macrofunzioni (direzionale e commerciale, alberghiera e ristorazione, ricreativa e sportiva).

2.3.2 Contributo relativo alla componente termica

Ai fini della valutazione delle emissioni di CO₂e relative alla componente termica del sistema edificio-impianto, è stato necessario individuare alcune tipologie impiantistiche sulla base delle quali effettuare i successivi calcoli emissivi.

Tali tipologie sono state scelte, in via esemplificativa e al solo scopo di effettuare un calcolo emissivo realistico, fra quelle maggiormente diffuse sul mercato locale, di potenziale impiego per i futuri comparti in progetto, nonché di costo concorrenziale di installazione e manutenzione/gestione.

Le tipologie impiantistiche esaminate nello studio per ciascuna area di intervento sono le seguenti:

- Soluzione 1_Pompa di calore + Impianto Fotovoltaico: sulla base del valore di EPi tot lim (definiti dalla DGR 1366/2011) si è calcolato il consumo elettrico attribuibile alla tipologia impiantistica relativa alla pompa di calore, ridotto della percentuale di FER da fotovoltaico prevista dalla DGR 1366/2011. La percentuale di acs (acqua calda sanitaria) da produrre tramite FER si ipotizza verrà realizzata tramite la pompa di calore abbinata al fotovoltaico;
- Soluzione 2_Impianto di Cogenerazione a metano + Impianto Solare Termico: sulla base del valore di EPi tot lim (DGR 1366/2011) si è calcolato il consumo di gas metano legato al funzionamento dell’impianto di cogenerazione a servizio delle utenze. Le emissioni generate dal consumo di energia termica sono state decurtate della quota di emissioni associate all’energia elettrica prodotta in assetto cogenerativo ad alta efficienza (la cui potenza elettrica minima è pari alla quota di FER elettriche previste dalla DGR 1366/2011). E’ stata inoltre quantificata la mancata emissione di CO₂ conseguente all’installazione di un impianto solare termico dimensionato per ottemperare alla richiesta della normativa regionale di produzione di parte dell’acs da FER;
- Soluzione 3_Collegamento alla Rete di Teleriscaldamento cittadina + Impianto Solare Termico: tale soluzione impiantistica è stata valutata solo per comparti di attuazione aventi una distanza inferiore ai 500m dall’ultima coda della rete di teleriscaldamento locale. Sulla base del valore di EPi tot lim (DGR 1366/2011) si è calcolato il contributo emissivo legato alla fornitura di teleriscaldamento in base al fattore di conversione di cui al precedente cap. 4.1. E’ stata inoltre prevista l’installazione di un impianto solare termico dimensionato per integrare il teleriscaldamento al fine di ottemperare ai limiti

imposti dalla normativa regionale sull'EPacs.

Tutti i calcoli sono stati realizzati considerando le seguenti ipotesi iniziali:

- orizzonte temporale pari a 20 anni;
- Gradi Giorno di Reggio Emilia pari a 2.560;
- rapporto S/V pari a 0,5 (S espressa in metri quadrati è la superficie che delimita verso l'esterno ovvero verso ambienti non climatizzati; V è il volume lordo climatizzato dell'edificio o dell'unità immobiliare);
- ai fini della determinazione della quota di FER a copertura di parte dei consumi di energia dell'edificio, come previsto dalla DGR 1366/2011, si è ipotizzato che gli interventi attuabili con PDC ottengano il titolo abilitativo entro il 2015, mentre per gli altri interventi (PUA e PPC) si è ipotizzato che il rilascio del titolo abilitativo avverrà successivamente al 31/12/2014.

2.3.3 Contributo relativo alla componente elettrica

Si è considerato un consumo di energia elettrica medio annuo su mq di superficie utile² pari a, rispettivamente:

- direzionale e commerciale: 90 kWh/m² anno, desunto dallo studio "Caratterizzazione dei consumi energetici nazionali delle strutture ad uso ufficio" realizzato da ENEA;
- alberghiera e ristorazione: 120 kWh/m² anno, desunto dallo studio "Caratterizzazione energetica del settore alberghiero in Italia - Report RSE/2009/162" realizzato da ENEA;
- ricreativa e sportiva: 270 kWh/m² anno nel caso di usi sportivi senza piscina ovvero 380 kWh/m² anno nel caso in cui sia previsto anche l'uso piscina (desunti da analisi di consumo, elettrico e termico, dei centri sportivi del CONI - Report RdS/2012/111");

2.3.4 Opere di compensazione previste dalle Norme di Attuazione del PSC

Al totale delle emissioni di CO₂e calcolato come illustrato nei precedenti paragrafi, è stata sottratta la quantità di CO₂e assorbita dalla piantumazione di alberi prevista nelle aree di studio sulla base degli indici ecologico-ambientali del PSC e del POC.

3 Opere di mitigazione ed eventuale compensazione delle emissioni di CO₂

3.1 Premessa

Nel definire le opere di mitigazione e compensazione da adottare per garantire l'impatto zero dei nuovi interventi urbanistici, si individuano i seguenti obiettivi strategici:

- Efficienza energetica: promuovere, come prima azione, una elevata efficienza energetica, superiore rispetto ai limiti di legge, sia dal lato della domanda che dell'offerta. In particolare si dovranno prevedere interventi edilizi conformi ai più severi criteri in materia di contenimento dei consumi e, al contempo, la produzione centralizzata di energia elettrica e termica potrà favorire il monitoraggio, la

² Avendo ipotizzato SU=75%Sc

manutenzione e quindi la maggior efficienza del sistema, garantendo livelli prestazionali maggiori rispetto a singoli generatori.

- Qualità energetica: la qualità del sistema energetico dei nuovi comparti, oltre che dalla natura delle sorgenti impiegate, dipenderà anche dalla produzione integrata di energia, che dovrà essere ottenuta mediante sistemi il più possibile interconnessi che impieghino fonti rinnovabili od assimilate quali: fotovoltaico e solare termico; cogenerazione a metano ad alto rendimento; teleriscaldamento; ecc..
- Flessibilità energetica: gli impianti per la produzione in loco di energia dovranno essere dimensionati per soddisfare il più possibile le richieste presenti e programmate nel comparto. Nelle fasce orarie in cui si concretizzerà minor richiesta, l'energia prodotta in eccesso potrà comunque essere ceduta direttamente nella rete pubblica di trasporto dell'elettricità, evitando qualsiasi dispersione.
- Sicurezza energetica: la produzione diretta del fabbisogno energetico locale mediante fonti energetiche alternative ed integrate fra loro, consentirà di incrementare il livello di sicurezza complessiva delle aree. L'approvvigionamento diretto di energia elettrica e di acqua calda permetterà, ad esempio, di ridurre al minimo l'installazione di caldaie a combustibile fossile; così come la presenza di impianti di cogenerazione, ben dimensionati, potrebbe consentire l'aumento della sicurezza nella fornitura elettrica, proteggendo in particolare i siti produttivi da interruzioni e cali di tensione.

Vengono pertanto proposte, per ogni ambito inserito in POC, specifiche azioni di mitigazione e compensazione delle emissioni sulla base delle seguenti priorità di intervento:

- per gli usi residenziali e direzionali/commerciali, garantire una maggiore efficienza del sistema edificio-impianto riducendo il fabbisogno di energia primaria totale;
- aumentare la quota di FER a copertura dei consumi di energia dell'edificio;
- compensare la quota restante di emissioni di CO₂ attraverso la piantumazione di nuove alberature (solo nel caso di interventi in territorio agricolo) ovvero acquisendo crediti volontari di carbonio da destinarsi al potenziamento della biomassa arborea del Comune di Reggio Emilia.

In tutti i casi, le misure di riduzione di riduzione delle emissioni di CO₂ proposte, sono state individuate al fine di garantire, oltre ad un minor impatto ambientale dell'intervento urbanistico, costi per la gestione energetica degli edifici inferiori rispetto ad una edilizia tradizionale. Si è pertanto optato per interventi, quali una maggiore efficienza energetica del sistema edificio-impianto ed di impianti a FER dimensionati per l'autoconsumo, tali da ridurre in maniera sensibile i costi di gestione energetica degli immobili durante il loro esercizio, abbinando in tal modo l'obiettivo dell'impatto zero con quello della maggiore sostenibilità economica per i fruitori finali degli interventi.

3.2 Riduzione del fabbisogno di energia primaria

Nella scelta degli interventi proposti al fine di ridurre le emissioni di CO₂, si è considerato come prioritario il miglioramento dell'efficienza energetica del sistema edificio-impianto rispetto al minimo previsto dalla normativa regionale. Tale tendenza, in atto a livello europeo, prende spunto dalla consapevolezza che gli incentivi per le FER verranno progressivamente ridotti ed abbandonati a favore dell'efficienza energetica: basti pensare, infatti, che i costi dell'efficienza

sono attorno ai 600€/Tep e il range delle rinnovabili elettriche va dai 900 ai 3.500€/Tep.

Questo, ovviamente, non significa che occorre abbandonare l'uso di FER, soprattutto se queste vengono promosse in modo diffuso sul territorio grazie a micro-impianti che producono energia ai fini dell'autoconsumo in loco, quanto piuttosto trovare il giusto mix tra rinnovabili ed efficienza, premiando tecnologie costruttive ed energetiche in grado di valorizzare le peculiarità del territorio (in termini di materiali, clima, metodi costruttivi, ...), riducendo al massimo gli sprechi e producendo con fonti rinnovabili il fabbisogno che resta.

Uso residenziale

Nel caso degli usi residenziali, il primo intervento di mitigazione proposto, è l'innalzamento della classe energetica degli edifici dal minimo di legge (classe energetica C) alla classe energetica B (avendo considerato per tale classe un limite di EP tot = 50 kWh/m² anno).

Altri usi: destinazione prevalente non produttiva

Nel caso degli altri usi a destinazione prevalente non produttiva si propone, in analogia all'uso residenziale, l'innalzamento della classe energetica degli edifici dal minimo di legge (classe energetica C) alla classe energetica B (avendo considerato per tale classe un limite di EP tot = 12 kWh/m³ anno).

3.3 Implementazione della quota di FER

A seguito degli interventi di efficientamento del sistema edificio-impianto viene proposta, come ulteriore azione di mitigazione, l'implementazione della quota di FER rispetto al minimo previsto dalla DGR 1366/2011 a copertura di quota parte dei consumi di energia dell'edificio.

Scelta della tecnologia

Nelle proposte di mitigazione si è optato per l'uso della tecnologia solare fotovoltaica in quanto risulta essere la più diffusa sul mercato, accessibile a prezzi concorrenziali, affidabile dal punto di vista manutentivo e gestionale, nonché attualmente incentivata a scala nazionale (V Conto Energia ovvero detrazione fiscale del 50%). Ciò non toglie che potranno essere valutate, di volta in volta, soluzioni alternative dal punto di vista tecnologico quali, ad esempio, la geotermia.

Uso residenziale

Nel caso degli usi residenziali la proposta di mitigazione comporta l'implementazione della potenza da FER da installare per unità abitativa, oltre alla quota minima obbligatoria prevista dalla DGR 1366/2011, per un totale pari rispettivamente a:

- territorio urbanizzato: almeno 2 kWp/U.I.. Tale valore, pur essendo di poco inferiore alla taglia ideale per unità immobiliare pari a 3kWp, consente di realizzare interamente in copertura la quota di FER prevista nel caso di interventi edilizi pluripiano;
- territorio agricolo: almeno 3 kWp/U.I.

Altri usi

Nel caso degli altri usi, considerando che in generale i consumi elettrici per usi produttivi e raffrescamento degli ambienti, risultano essere preponderanti rispetto a quelli termici, si

ipotizza l'installazione di una potenza di impianto fotovoltaico pari a $P_{tot} = S_q/20$.

Tale rapporto della superficie coperta (S_q) consente di realizzare un impianto considerando anche le ombre reciproche portate fra loro dalle file dell'impianto stesso nel caso più svantaggioso di una copertura piana, eventualmente dotata di lucernari ed altri impianti in copertura.

Per ciascun intervento è stato infine verificato che l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sia comunque inferiore rispetto al fabbisogno di energia elettrica stimata per l'edificio e gli usi in esso insediati (la copertura media del fabbisogno è pari a c.ca il 40-50%). L'evoluzione normativa in atto in materia di impianti fotovoltaici, premia infatti l'autoconsumo dell'energia prodotta: maggiore è questo valore, maggiore sarà la redditività dell'impianto.

3.4 Piantumazione di biomassa arborea e crediti volontari di carbonio

Per gli ambiti che ancora dovessero avere una quota residua di emissione di CO_2e da abbattere, si sono considerati i seguenti strumenti di compensazione:

- nel caso di interventi ad uso residenziale in territorio agricolo: la piantumazione di biomassa arborea oltre agli standard minimi imposti dal PSC e dal POC o comunque dagli strumenti urbanistici vigenti;
- in tutti gli altri casi: l'acquisizione di crediti volontari di emissioni (Verified Emission Reductions -"VERs") il cui valore è stato posto pari a 5,00 €/t CO_2e , ovvero in linea con le attuali quotazioni del mercato dei crediti volontari. Le quote di emissione compensate sono state calcolate in un arco temporale di 20 anni ed il controvalore economico dei VERs versato dai proponenti l'iniziativa al Comune di Reggio Emilia dovrà essere utilizzato dall'Amministrazione Comunale al fine di promuovere e sviluppare progetti mirati ad abbattere le emissioni di CO_2 quali: ampliamento della rete di piste ciclabili, piantumazione di biomassa arborea, efficientamento degli edifici pubblici, realizzazione di quote di collettive di FER, ecc...

4 Quantificazione definitiva delle emissioni di CO_2e

La stima delle emissioni di CO_2e effettuate in fase di presentazione delle proposta da inserire in POC, risente inevitabilmente delle ipotesi formulate a fronte dello stadio preliminare del livello di progettazione.

Nella successiva fase di autorizzazione edilizia dovranno pertanto essere aggiornati i calcoli sulla base delle reali scelte impiantistiche (tipologia di impianti per la produzione di calore e FER) ed edilizie (numero di unità immobiliari, rapporto S/V, ecc...) effettuate dal proponente.

5 Destinazione d'uso prevalente produttiva

L'applicazione in fase di pianificazione della metodologia CarbonZERO agli interventi a destinazione prevalentemente produttiva non è attualmente prevista.

In generale, la quota prevalente di emissioni di CO₂ relativamente agli usi produttivi è associata alle caratteristiche peculiari del processo produttivo stesso e solo in parte può essere computata in funzione della generica destinazione d'uso. L'unica componente emissiva stimabile sarebbe infatti quella relativa al potenziale consumo termico dell'edificio, con l'ulteriore dubbio, oltretutto, di considerare o meno l'intero volume riscaldato (ipotesi tutt'altro che realistica essendo tali strutture in genere solo parzialmente riscaldate, a seconda dei reali usi insediati).

Per poter effettuare una stima emissiva realistica occorrerebbe pertanto conoscere le attività che si insedieranno, spesso neanche ipotizzabili in fase di pianificazione. Inoltre, anche conoscendo la particolare funzione produttiva insediata non esistono dati bibliografici di dettaglio, standardizzati e consolidati, per i diversi settori produttivi, a differenza dei consumi elettrici e termici degli usi residenziali e direzionali/commerciali, che consentano di associare ad una superficie utile un ipotetico consumo energetico e quindi un relativo quantitativo emissivo. Tale difficoltà è difficilmente superabile in quanto l'impostazione dei principali studi e diagnosi energetiche nel settore produttivo è rivolta all'unità di prodotto e non all'unità di superficie che ospita il processo.

Con riferimento alle diverse realtà produttive, si segnala che a livello normativo, la principale regolamentazione del settore è rappresentata dalla direttiva europea *Emission Trading* (2003/87/EC), che prevede la fissazione di un limite massimo annuo alle emissioni di gas serra realizzate dagli impianti di industrie energivore. Per rientrare nel quantitativo massimo di emissione assegnato, l'attività industriale deve investire nell'efficientamento emissivo dei propri impianti o ricorrere all'acquisto di quote di emissione certificate. Più in generale, però, non esistono specifiche normative cogenti che consentano di determinare lo "standard" di riferimento dal quale partire per definire ambiti di miglioramento entro cui individuare misure.

Sulla base di quanto sopra riportato, nel presente progetto si è ritenuto utile, nel solo caso degli usi produttivi, concentrare l'analisi su esempi di azioni di mitigazione e compensazione che, in linea con gli obiettivi della metodologia CarbonZERO, il promotore potrà utilizzare, in sede di presentazione della richiesta del titolo abilitativo, per dimostrare il proprio impegno a fornire un contributo alla riduzione delle emissioni climalteranti.

Un elenco sintetico, non esaustivo, di tali possibili azioni è di seguito riportato:

Riduzione dei fabbisogni di energia primaria associata ai consumi degli edifici (climatizzazione ambienti, ventilazione, illuminazione, acqua calda sanitaria) e del ciclo produttivo:

- installazione ed utilizzo di sistemi e dispositivi per il controllo e la gestione automatica degli edifici (Building Automation Control System - BACS)
- minimizzazione di dispersioni termiche, mediante realizzazione di involucri ad alte prestazioni energetiche, con utilizzo preferenziale di materiali isolanti a basso impatto ambientale (LCA)

- utilizzo di sistemi di illuminazione ad alta efficienza (tecnologia led) e massimizzazione dell'utilizzo dell'illuminazione naturale
- installazione di impianti a fonti rinnovabili a copertura dei fabbisogni energetici termici ed elettrici oltre ai minimi imposti da normative vigenti
- utilizzo di unità di cogenerazione ad alta efficienza e ottimizzazione dei recuperi termici (all'interno del ciclo produttivo, per climatizzazione edifici o mediante cessione all'esterno)
- installazione di motori ad alta efficienza provvisti di inverter
- utilizzo di compressori d'aria ad alta efficienza
- utilizzo di BAT
- minimizzazione dell'utilizzo di risorse naturali (riutilizzo, recupero all'interno dello stesso ciclo produttivo)
- previsione di un sistema di monitoraggio (strumenti di misura, analisi periodiche dei consumi) sulla base del quale impostare periodiche diagnosi energetiche per individuare margini di efficientamento energetico continuo
- implementazione di sistemi di gestione dell'ambiente e dell'energia (ISO 14001, ISO 50001)
- ottenimento di certificazioni ambientali di prodotto (EPD, Ecolabel)
- ottenimento del riconoscimento di mappatura dei processi produttivi ai fini dell'implementazione della certificazione LEED.

Riduzione di emissioni climalteranti associate ai trasporti (merci, persone)

- implementazione di mobilità elettrica per la logistica
- incentivazione utilizzo mobilità sostenibile per tragitti casa-lavoro (aree deposito biciclette, collegamenti a piste ciclabili di comparto...)
- privilegiare l'approvvigionamento di materiali e risorse a filiera corta.

Ulteriori azioni per il perseguimento di obiettivi di compensazione e riduzione di emissioni climalteranti

- implementazione aree verdi, anche con funzione di regolazione microclimatica
- stipula di contratti per la fornitura di energia elettrica certificata 100% prodotta da fonti rinnovabili
- acquisizione di crediti volontari di emissione (VERs)
- ottenimento Titoli di Efficienza Energetica.

6 Riferimenti normativi

6.1 Premessa

Il principale riferimento normativo corrisponde alla DGR 1366/2011 ed alle “Indicazioni metodologiche per l’applicazione dei requisiti della DGR 1366/2011 in materia di contributo delle fonti energetiche rinnovabili - REV. 03”, che ha apportato importanti novità in relazione all’indirizzo e il coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici. Di seguito vengono sintetizzati i principali aspetti che influiscono sul calcolo delle emissioni di CO₂ oggetto dello studio.

Inoltre, le misure di efficienza introdotte a livello regionale, sono state declinate nel Comune di Reggio Emilia con il progetto di certificazione energetica degli edifici ECOABITA: l’art. 1.4.5 del RUE e l’allegato A3 delle norme stesse, introducono specifici incrementi di edificabilità in relazione alla qualità ecologica raggiunta dagli edifici.

Infine gli obiettivi di riduzione e compensazione delle emissioni di CO₂ perseguiti con il presente lavoro, sono coerenti con le indicazioni della normativa provinciale contenuti sia nel PTCP sia nel recente Documento Preliminare al Piano Energetico Provinciale.

6.2 DGR 1366/2011: obbligo dell’utilizzo di FER

In riferimento alla realizzazione di nuovi edifici la DGR 1366/2011 impone l’obbligo di prevedere l’utilizzo di FER a copertura di quota parte dei consumi di energia dell’edificio.

In particolare l’art.21 definisce che nel caso di edifici di nuova costruzione l’impianto termico e/o l’impianto tecnologico idrico-sanitario deve essere progettato e realizzato in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l’acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali dei consumi di energia termica:

b1) per gli interventi per i quali la richiesta di titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 e fino al 31 dicembre 2014: del 35% della somma dei consumi complessivamente previsti per l’acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento;

b2) per gli interventi per i quali la richiesta di titolo edilizio è presentata a partire dal 1° gennaio 2015: del 50% della somma dei consumi complessivamente previsti per l’acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

E’ previsto che il rispetto di tali obblighi sia soddisfatto, oltre che con l’uso diretto di impianti a fonti rinnovabili (solare fotovoltaico, geotermia, solare termico, ...), anche tramite l’applicazione di una delle seguenti scelte progettuali:

- installazione nell’edificio o nel complesso edilizio di unità di micro o piccola cogenerazione ad alto rendimento e in grado di produrre energia termica a copertura di quote equivalenti dei consumi previsti per l’acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento;
- collegamento alle reti di teleriscaldamento, che copra l’intero fabbisogno di calore per il riscaldamento degli ambienti e la fornitura di acqua calda sanitaria;

- partecipazione in quote equivalenti in potenza di impianti di produzione di energia termica alimentati da fonti rinnovabili o da unità di cogenerazione ad alto rendimento, anche nella titolarità di un soggetto diverso dall'utente finale e realizzati anche mediante conversione di impianti esistenti, siti nel territorio del comune dove è ubicato l'edificio o in un ambito territoriale sovracomunale nel caso di specifici accordi.

Il successivo art. 22 definisce che nel caso di nuovi edifici è fatto obbligo di prevedere l'utilizzo delle fonti rinnovabili a copertura di quota parte dei consumi di energia elettrica dell'edificio. A tale fine è obbligatoria l'installazione sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, asserviti agli utilizzi elettrici dell'edificio, con caratteristiche tali da garantire il contemporaneo rispetto delle condizioni seguenti:

a) potenza elettrica P installata non inferiore a 1 kW per unità abitativa e 0,5 kW per ogni 100 m² di superficie utile energetica di edifici ad uso non residenziale;

b) potenza elettrica P installata non inferiore a:

- $P = S_q / 65$, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 e fino al 31 dicembre 2014,
- $P = S_q / 50$, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata a partire dal 1° gennaio 2015,

dove S_q è la superficie coperta dell'edificio misurata in m².

E' previsto che il rispetto di tali obblighi sia soddisfatto anche tramite l'applicazione di una delle seguenti scelte progettuali:

- installazione nell'edificio o nel complesso edilizio di unità di micro o piccola cogenerazione ad alto rendimento in grado di coprire quote equivalenti in potenza elettrica di impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- copertura di una quota equivalente in potenza elettrica mediante il collegamento ad un sistema efficiente di utenza (SEU) o a una rete locale di utenza (RLU) alimentate da fonti rinnovabili o da unità di cogenerazione ad alto rendimento, oppure mediante il collegamento alle reti di teleriscaldamento unicamente quando queste siano asservite a unità di cogenerazione ad alto rendimento;
- mediante la partecipazione in quote equivalenti in potenza di impianti di produzione di energia elettrica, anche nella titolarità di un soggetto diverso dall'utente finale, alimentati da fonti rinnovabili, da reflui energetici da processo produttivo altrimenti non utilizzabili, ovvero da impianti di cogenerazione ad alto rendimento, siti nel territorio del comune dove è ubicato l'edificio medesimo o in un ambito territoriale sovracomunale nel caso di specifici accordi.

6.3 DGR 1366/2011: requisiti minimi di prestazione energetica

In riferimento alla realizzazione di nuovi edifici la DGR 1366/2011 impone specifici limiti relativi alla prestazione energetica totale dell'edificio ed introduce il sistema di classificazione energetica degli edifici stessi.

Di seguito si riporta uno stralcio sintetico di detta normativa in relazione ai "Requisiti minimi di prestazione energetica" (Allegato 3 DGR/1366) e al "Sistema di Classificazione della Prestazione

A - Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Nel caso di edifici dotati di impianto energetico destinato alla climatizzazione invernale, con o senza produzione di acqua calda sanitaria, il valore limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI), espresso rispettivamente in kWh/m²anno per gli edifici residenziali della classe E1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme e in kWh/m³ anno per tutte le altre tipologie di edifici è indicato:

- a) in tabella A.1 per gli edifici di nuova costruzione residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme;
- b) in tabella A.2 nel caso di edifici sottoposti a ristrutturazione rilevante della classe E1, esclusi collegi, conventi, case pena e caserme;
- c) in tabella A.3, per edifici di nuova costruzione non appartenenti alla categoria di cui alla lettera a) precedente;
- d) in tabella A.4 nel caso di edifici sottoposti a ristrutturazione rilevante non appartenenti alla categoria di cui alla lettera b) precedente.

Nel caso di edifici pubblici o a uso pubblico, così come definiti nell'Allegato 1 del presente Atto, i valori riportati nelle tabelle seguenti, in relazione alle diverse categorie di intervento, sono ridotti del 10%.

Nel caso di edifici appartenenti alla categoria E.3, la verifica dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale deve essere effettuata mediante l'adozione di ricambi d'aria esterna convenzionali,

equiparati per le degenze, ai ricambi d'aria previsti per le residenze alberghiere e, per le restanti parti, ai ricambi d'aria previsti per gli uffici; sono pertanto scorporati i tassi di ventilazione eccedenti il minimo ricambio igienico, connessi alle peculiari necessità del processo ospedaliero e dei relativi ausiliari tecnici.

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica				
	D		E		F
	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000GG
	EPI (kWh/m ² anno)				
≤ 0,2	21,3	34,0	34,0	46,8	46,8
≥ 0,7	54,7	72,6	72,6	96,2	96,2

Tab. A.1 Valore limite dell'indice di prestazione energetica EPI per Edifici residenziali di nuova costruzione della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica				
	D		E		F
	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000GG
	EPI (kWh/m ² anno)				
≤ 0,2	21,3	34,0	34,0	46,8	46,8
≥ 0,9	68,0	88,0	88,0	116,0	116,0

Tab. A.2 Valore limite dell'indice di prestazione energetica EPI per Edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme, nel caso di edifici sottoposti a ristrutturazione rilevante

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica				
	D		E		F
	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000GG
	EPI (kWh/m ³ anno)				
≤ 0,2	6,0	9,6	9,6	12,7	12,7
≥ 0,7	14,1	18,8	18,8	25,8	25,8

Tab. A.3 Valore limite dell'indice di prestazione energetica EPI per tutti gli altri edifici di nuova costruzione

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica				
	D		E		F
	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000GG
	EPI (kWh/m ³ anno)				
≤ 0,2	6,0	9,6	9,6	12,7	12,7
≥ 0,9	17,3	22,5	22,5	31,0	31,0

Tab. A.4 Valore limite dell'indice di prestazione energetica EPI per tutti gli altri edifici sottoposti a ristrutturazione rilevante.

I valori limite riportati nelle tabelle A.1, A.2, A3, A4 sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove:

a) S, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non climatizzati) il volume lordo climatizzato dell'edificio o dell'unità immobiliare V ;

b) V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 – 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

Per località caratterizzate da un numero di gradi giorno superiori a 3001 i valori limite sono determinati per estrapolazione lineare, sulla base dei valori fissati per la zona climatica E, con riferimento al numero di GG proprio della località in esame.

B. Indice di prestazione energetica per la produzione di ACS

Il valore limite dell'indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (EP_{acs}) è indicato nelle tabelle seguenti, in relazione alla tipologia di edificio.

Superficie utile energetica	• 50 m ²	51 m ²	199 m ²	• 200 m ²	
EP_{acs}	19,10	19,00	13,76	13,80	Per edifici situati in centri storici di cui all'art. A-7 della L.R. n. 20/00
EP_{acs}	11,95	11,90	8,60	8,65	Per tutti gli altri edifici

Tab. B.1 Valore limite dell'indice di prestazione energetica EP_{acs} in kWh/m²anno per Edifici residenziali della classe E1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme nonché edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari.

I valori limite dell'indice EP_{acs} di cui alla Tabella B.1 precedente è calcolato per valori di superficie utile energetica compresi tra 50 e 200 m² per interpolazione lineare dei valori riferiti a 50 e 200 m².

1. Classificazione dell'edificio in base all'indice di prestazione energetica complessivo (EP_{tot})

La prestazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare è definita, ai fini della sua certificazione, dal valore dell'indice EP complessivo (EP_{tot}), determinato sulla base di quanto indicato in Allegato 8.

Nella fase di avvio ai fini della certificazione, per la determinazione di EP_{tot} si considerano solamente gli indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EP_i e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari EP_{acs}.

L'indice EP complessivo (EP_{tot}) è espresso:

- a) in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'edificio per anno (kWh/m²anno) per gli edifici appartenenti alla classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme;
- b) in chilowattora per metro cubo di volume lordo delle parti di edificio riscaldate per anno (kWh/m³anno) per tutti gli altri edifici.

La classe energetica assegnata all'edificio è determinata confrontando il valore del fabbisogno di energia primaria EP_i + EP_{acs} = EP_{tot} con i parametri numerici associati ad ogni classe, definiti secondo quanto indicato nelle tabelle 9.1 e 9.2 che seguono.

A⁺	EP_{tot} inf 25
A	EP_{tot} inf 40
B	40 < EP_{tot} <60
C	60 < EP_{tot} <90
D	90 < EP_{tot} <130
E	130 < EP_{tot} <170
F	170 < EP_{tot} <210
G	EP_{tot} > 210

Tab. 9.1 Classi di prestazione energetica: edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme (kWh/m²anno)

I valori della tabella B.2 devono essere moltiplicati per il periodo di riferimento, in conformità con quanto previsto dalle norme tecniche di calcolo.

Per la conversione in kWh/m³/anno occorre moltiplicare il valore di EP_{acs} per il numero dell'unità di misura considerato e per il numero di giorni di utilizzo (quando previsto), e dividere il totale per il volume lordo dell'edificio.

Ai fini della verifica del rispetto di tali valori, la determinazione del fabbisogno di energia per la produzione di ACS deve essere effettuato conformemente alla norma UNI TS 11300 – 2, § 5.2 o equivalenti.

Per destinazioni d'uso non indicate nelle precedenti tabelle, non è previsto alcun limite di riferimento. Per il calcolo del fabbisogno energetico per la produzione di ACS, anche ai fini dell'obbligo di installazione degli impianti alimentati da FER di cui al requisito 6.6.a, occorre procedere per via analitica, utilizzando i medesimi algoritmi e parametri previsti dalla citata norma UNI TS 11300 – 2, § 5.2 o equivalenti, e calcolando il volume d'acqua calda necessario al funzionamento standard dei terminali impiantistici previsti (determinati in conformità a UNI 9182 o equivalenti); il risultato del calcolo deve essere riportato nella relazione tecnica di cui al punto 25, Allegato 2, così come i relativi elementi giustificativi.

A	EP_{tot} inf 8
B	8 < EP_{tot} < 16
C	16 < EP_{tot} < 30
D	30 < EP_{tot} < 44
E	44 < EP_{tot} < 60
F	60 < EP_{tot} < 80
G	EP_{tot} > 80

Tab. 9.2 Classi di prestazione energetica: altri edifici (kWh/m³anno)

6.4 Documento Preliminare al PEP

La Giunta Provinciale ha approvato il [Documento Preliminare del Piano Energetico Provinciale \(PEP\)](#) con [Del. 81 del 9.4.2013](#).

Ai sensi dell'art. 3 della L.R. 26/2004 ed in coerenza con le politiche energetiche europee, nazionali e regionali, il PEP definisce una strategia di medio-lungo termine (anche oltre il 2020), per ridurre la dipendenza energetica del territorio provinciale dall'esterno, agendo in prima istanza sul contenimento dei consumi (finalità guida) viste le grandi potenzialità presenti nei diversi settori (residenziale, sistema produttivo, ecc.) e favorendo, al contempo, la realizzazione di un sistema di generazione distribuita che utilizzi al meglio le fonti rinnovabili presenti nel territorio.

Il [Documento Preliminare](#) definisce, in tale direzione, un primo quadro di obiettivi, strategie ed azioni, incentrato su sei linee strategiche, che investono il sistema provinciale nel suo complesso.

In particolare la prima linea strategica “[Riqualficazione energetica del patrimonio edilizio esistente e dei sistemi urbani e territoriali](#)” stimola l’adozione, attraverso la strumentazione urbanistica comunale, di misure che portino alla costruzione di nuovi edifici e alla riqualficazione di quelli esistenti con l’obiettivo del consumo “quasi zero”.

In tal senso, il presente lavoro, risulta coerente con le indicazioni del PEP e ne rappresenta una declinazione concreta a scala comunale.

6.5 Emission Trading: direttiva 2003/87/EC (uso produttivo)

La Direttiva europea 2003/87/EC istituisce il sistema europeo di scambio dei permessi di emissione dei gas serra attraverso:

- l'**assegnazione di quote** di permessi di emissione a tutti gli impianti appartenenti alle categorie elencate nell'allegato I, attraverso Piani Nazionali di Assegnazione
- l'introduzione di una **autorizzazione per le emissioni** di gas-serra a tutti gli impianti appartenenti alle categorie sopra menzionate,
- la possibilità, per tutti gli impianti aderenti al sistema, di **scambiare quote** di permessi di emissione con altri impianti aderenti al sistema e di utilizzare crediti derivanti da progetti JI e CDM:
- l'**istituzione di registri nazionali** (APAT in Italia) coordinati a livello europeo per lo scambio di quote di permessi di emissione

La Direttiva si sviluppa in due fasi:

- 1°) learning by doing (2005-08): riduzione CO₂
- 2°) fase Kyoto (2008-12)

A partire dal 1° gennaio 2005, nessun impianto appartenente alle categorie elencate nell'all.1 della direttiva può funzionare senza un'autorizzazione ad emettere gas a effetto serra rilasciata dall'Autorità nazionale competente

Le emissioni degli impianti sono monitorate e validate ogni anno, i permessi corrispondenti alle emissioni dichiarate per l'anno precedente vengono restituiti e cancellati per la verifica dell'attuazione degli impegni

Di seguito i settori 2005-2008 interessati alla direttiva (allegato I):

- impianti combustione potenza > 20 MWt
- raffinerie di petrolio
- cokerie
- industria dei prodotti minerali
- cemento
- vetro
- prodotti ceramici
- produzione e trasformazione dei metalli ferrosi
- minerali metallici
- ghisa o acciaio
- altre attività
- pasta per carta
- carta e cartoni

Il sistema di *Emission Trading* introdotto dalla Direttiva è un sistema di tipo "Cap & Trade" che prevede la fissazione di un limite massimo (cap) alle emissioni realizzate dagli impianti

industriali che producono gas ad effetto serra; tale limite è fissato attraverso l'allocazione di un determinato numero di quote di emissioni a ciascun impianto.

Le quote (European Unit Allowance - EUA) attribuiscono il diritto ad immettere una tonnellata di biossido di carbonio equivalente in atmosfera nel corso dell'anno di riferimento della quota stessa, e vengono assegnate agli impianti regolati dalla Direttiva ETS attraverso i Piani Nazionali di Assegnazione (PNA); questi sono soggetti all'approvazione da parte della Commissione Europea. Il PNA Italiano che attribuisce le quote per il periodo 2005 - 2007, trasmesso il 21 luglio 2004, è stato approvato dalla Commissione Europea il 25 maggio 2005 sia pur condizionatamente al recepimento di alcune modifiche richieste dalla Commissione. E' stato approvato il nuovo PNA (2008-2012) che prevede un'ulteriore diminuzione delle quote rispetto al periodo precedente. A tutt'oggi il gap dell'Italia dall'obiettivo di riduzione stabilito dal Protocollo di Kyoto è stimato in 97,32 Milioni di tonnellate CO₂/anno, per ogni anno compreso tra il 2008 e il 2012.

Ogni anno i gestori degli impianti regolati dalla Direttiva ETS sono tenuti a restituire un numero di quote corrispondenti alle emissioni reali prodotte. L'eventuale surplus di quote (differenza positiva tra le quote assegnate ad inizio anno e le emissioni effettivamente immesse in atmosfera) potrà essere accantonato o venduto sul mercato, mentre il deficit potrà essere coperto attraverso l'acquisto delle quote. Gli Stati membri dovranno quindi assicurare la libera circolazione delle quote di emissioni all'interno della Comunità Europea consentendo lo sviluppo effettivo del mercato europeo dei diritti di emissione.

La Direttiva "linking" (Direttiva 2004/101/CE), inoltre, ha riconosciuto i meccanismi flessibili del Protocollo di Kyoto - attuazione congiunta (Joint Implementation-JI) e meccanismo per lo sviluppo pulito (Clean Development Mechanism-CDM) - all'interno dell'ETS, stabilendo la validità dei crediti di emissione (ottenuti grazie all'attuazione di tali progetti) per rispondere agli obblighi di riduzione delle emissioni.

7 Definizioni

7.1 Gas ad effetto serra ed emissioni equivalenti di CO₂ (CO₂e)

Gas ad effetto serra (GHG greenhouse gas): costituente gassoso dell'atmosfera, sia naturale sia di origine antropica, che assorbe ed emette radiazioni a specifiche lunghezze d'onda all'interno dello spettro della radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nubi.

Sorgente di gas serra: unità fisica o processo che rilascia un GHG nell'atmosfera.

Emissione di gas serra: massa totale di un GHG rilasciato in atmosfera nell'arco di uno specificato periodo di tempo.

Fattore di emissione o di rimozione di gas serra: fattore che correla dati di attività ad emissioni o rimozioni di GHG.

Biossido di carbonio equivalente (CO₂e): unità che permette di confrontare la forza radiante del GHG con quella del biossido di carbonio.

Potenziale di riscaldamento globale, GWP (global warming potential): fattore che descrive l'impatto come forza radiante di un'unità di massa di un dato GHG rispetto ad un'unità

equivalente di biossido di carbonio nell'arco di un determinato periodo di tempo.

Metodologia di Calcolo delle emissioni equivalenti di CO₂e: la stima delle emissioni aggregate di gas serra (GHG) si basa sulla seguente relazione, riportata sul sito internet INEMAR Inventario Emissioni Aria Regione Lombardia (<http://www.inemar.eu/>):

$$CO_2e = \sum i (GWPI * Ei)$$

con

CO₂e = emissioni di CO₂ equivalente espresse in t/anno;

GWPI = "Global Warming Potential" coefficienti GWP;

Ei = emissioni di gas serra (GHG)

Lo studio realizzato, in coerenza con i principi dell'IPCC, contempla le emissioni di CO₂ quale gas ad effetto serra di maggior incidenza in termini quantitativi e vengono pertanto trascurati gli altri gas ad effetto serra contenuti nella tabella riportata di seguito. Per tale motivo si può affermare che le emissioni di CO₂ stimate nello studio corrispondono totalmente alle emissioni di CO₂e indicate dalla normativa UNI ISO 14064.

Tabella GHG e GWP contenuti in allegato C della Norma UNI ISO 14064

Table C.1 — GHG global warming potentials

Gas	Chemical formula	Global warming potential (from Reference [6])
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	21
Nitrous oxide	N ₂ O	310
Hydrofluorocarbons (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	11 700
HFC-32	CH ₂ F ₃	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1 300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2 800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1 000
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1 300
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3 800
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2 900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6 300
HFC 245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
Hydrofluoroethers (HFEs)		
HFE-7100	C ₄ F ₉ OCH ₃	500
HFE-7200	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	100
Perfluorocarbons (PFCs)		
Perfluoromethane (tetrafluoromethane)	CF ₄	6 500
Perfluoroethane (hexafluoroethane)	C ₂ F ₆	9 200
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	7 000
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	7 000
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	8 700
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	7 500
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	7 400
Sulfur hexafluoride	SF ₆	23 900

7.2 Crediti Volontari di Carbonio (VCR)

Il credito di carbonio è un termine commerciale usato per assegnare un valore ad una tonnellata di gas ad effetto serra emessa nell'atmosfera. L'acquisto di un credito di carbonio da una terza parte contribuisce a finanziare un progetto atto a ridurre o a sequestrare una tonnellata di CO₂ equivalenti e quindi a compensare parte delle proprie emissioni.

Il Protocollo di Kyoto distingue diverse macro categorie di crediti tra cui i CER (Certified Emission Reduction) prodotti attraverso i progetti CDM (Clean Development Mechanism) e quelli volontari (VER Verified Emission Reductions).

I primi sono soggetti ad articolati processi di certificazione di comitati internazionali che ne garantiscono maggiore affidabilità ma ne innalzano i costi.

Nel mercato dei crediti volontari agiscono invece diversi standard, tra cui il maggiormente diffuso VCS (Voluntary Carbon Standard) basato sulla norma ISO 14064.

Aspetti essenziali che caratterizzano l'affidabilità dei crediti sono:

- la verifica di terze parti
- l'effettiva addizionalità
- la permanenza
- la tracciabilità.

Con il presente progetto, il Comune di Reggio Emilia, quantifica gli eventuali crediti volontari (VERs) da attribuire a ciascun intervento, quale misura conclusiva da introdurre all'interno delle opere/impegni di sostenibilità per giungere all'obiettivo di compensazione totale delle emissioni di CO₂ emesse dall'intervento stesso.

Il valore considerato per ciascun VER è pari a 5,00 €/tCO₂.

8 Bibliografia

Norma UNI ISO 14064-1 “Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell’organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione”

Normativa Regionale DGR 1366/2011 - Deliberazione della Giunta Regionale 26 Settembre 2011 Nr. 1366 - Proposta di modifica della Parte Seconda - Allegati - della delibera dell’Assemblea legislativa nr. 156/2008

Deliberazione Ministeriale n. 14/2009 - tabella Appendice 1: inventario nazionale UNFCCC dei coefficienti delle emissioni di CO₂ (Fonte dati ISPRA 2009)

Studio “Produzione termoelettrica ed emissioni di CO₂ - Fonti rinnovabili e impianti soggetti a ETS” nr. 135/2011 redatto da ISPRA

Studio “Fattori di emissione di CO₂ nel settore elettrico e analisi della decomposizione delle emissioni” nr. 172/2012” redatto da ISPRA

Report Emissioni 2007 - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

Report Emissioni 2008 - EPA (Environmental Protection Agency)

“Rapporto Annuale sulla gestione dei rifiuti urbani in Provincia di Reggio Emilia”- Osservatorio Provinciale dei Rifiuti di Reggio Emilia “

Sito internet GME - Gestore Mercati Energetici (<http://www.mercatoelettrico.org/It/>)

Sito internet GSE - Gestore Servizi Energetici (<http://www.gse.it/it/Pages/default.aspx>)

Documento PSC V2-Esiti della ValSAT (“La valenza ecologico-ambientale del verde in città (Kipar-Campos))

Fonte IREN Spa (Coefficiente di conversione kg CO₂/kWht)

9 Esempio applicativo

Si riporta un esempio di applicazione ad un comparto residenziale: form di inserimento dati e report risultante del modello di calcolo.

DENOMINAZIONE AMBITO	
Ambito XYZ - Residenziale	

Dati di Progetto	
Superficie Complessiva - Sc (m2)	4.307
Superficie Ers (m2)	836
Localizzazione ambito - centro storico SI/NO	NO
Rapporto S/V stimato	0,5
Unità Immobiliari (nr)	51
Abitanti (nr)	154
Piantumazione Alberi previsti da progetto (nr)	160
Modalità di attuazione PDC/PUA	PUA
Percentuale di FER per Riscaldamento, ACS prevista da DGR 1366/11	0,50

Dati generali	
Gradi Giorno	2.560
Orizzonte Temporale Calcolo (anni)	20
Tariffa VCU (euro/Tanno)	€ 5,00
Mix energetico Italiano (Fonte ENEA - anno 2011)	0,3931
Capacità di assorbimento media annua di CO2 per albero (kg CO2e)	150

CALCOLO CarbonZERO - Emissioni CO₂e

Ambito XYZ - Residenziale

DATI DI PROGETTO	
Tipologia Impianto Termico: Pompa di Calore + Impianto Fotovoltaico	
Superficie Complessiva - Sc (m2)	4.307
Superficie Ers (m2)	836
Localizzazione ambito - centro storico SI/NO	NO
Piantumazione Alberi previsti da progetto (nr)	160
Modalità di attuazione PDC/PUA	PUA
Percentuale di FER per Riscaldamento, ACS prevista da DGR 1366/11 raggiunta tramite l'installazione di 52 kWp di ftv	50%

■ rifiuti ■ elettrico ■ termico

A. Emissioni CO₂e annue da comparto



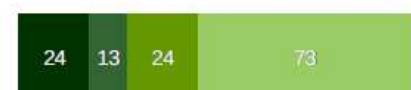
Emissioni CO ₂ e annue di comparto (t CO ₂ e)	
A. Emissioni lorde annue da comparto	134,29

Emissioni CO ₂ e annue evitate (t CO ₂ e)	
B. Emissioni evitate da piantumazione alberi da standard	24,00
C. Emissioni evitate tramite Efficientamento Edificio-Impianto da classe energetica C a classe energetic B	13,07
D. Emissioni evitate tramite Installazione FER (ftv): integrazione fino a 2 kWp/alloggio = ulteriori 51 kWp	23,99
E. Emissioni compensate con Crediti Volontari di Carbonio (VCS)*	73,23

*E. Crediti Volontari di Carbonio a compensazione delle emissioni di CO₂ residue

€ 6.488

B. C. D. E. Emissioni CO₂e annue evitate



Saldo emissioni CO ₂ e di comparto (t CO ₂ e)	
F. Emissioni CO ₂ e annue residue	0,00

CO₂e = 0

10 Nuova normativa regionale DGR 967/2015 e modifiche al foglio di calcolo

Alla luce dell'aggiornamento normativo è stata valutata la coerenza dello strumento, apportando le necessarie modifiche, che non vanno a modificare l'approccio metodologico con cui la tematica viene affrontata.

Vengono contestualmente aggiornati alcuni coefficienti di calcolo con riferimento a valori dichiarati da organismi preposti (ISPRA, gestore della rete di teleriscaldamento, AEEG,...).

Nell'intento di rendere utilizzabile a terzi il foglio di calcolo, nello specifico rispetto alla localizzazione dell'intervento esaminato in Comuni differenti da Reggio Emilia, viene modificato il form di inserimento dati per aumentare la flessibilità dello strumento.