



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



Regione
Lombardia



POR FESR 2014-2020 / INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ

POR FESR 2014-2010

REPORT DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

2018

SINTESI NON TECNICA

Focus

***Efficientamento energetico degli
edifici pubblici***

AZIONE IV.4.c.1.1

Autorità Ambientale Regionale

Maggio 2019

Autorità Ambientale Regionale

Direzione Generale Ambiente e Clima

U.O. Sviluppo Sostenibile e tutela risorse dell'ambiente

Giuseppina Panizzoli

Roberto Canobio

Assistenza tecnica all'Autorità Ambientale Regionale

Poliedra – Centro di servizio e consulenza del Politecnico di Milano su pianificazione ambientale e territoriale

Coordinamento scientifico: *Eliot Laniado*

Elaborazione del Report: *Silvia Vaghi, Valeria Crespi, Elena Conte, Silvia Pezzoli, Gabriele Confortola*



Contributi e ringraziamenti

Si ringraziano per la disponibilità al confronto, la trasmissione di dati e i contributi tecnici

Regione Lombardia UO Clima e qualità dell'aria: *Silvia Galante, Valentina Sachero*

Infrastrutture Lombarde SpA: *Dino De Simone, Alessio Morimondi, Anna Boccardi, Giacomo Di Nora*

ARPA Lombardia: *Elisabetta Angelino, Alessandro Marongiu*

Indice

I bandi per l'efficientamento energetico dell'Asse 4.....	4
Il contesto d'intervento	6
I progetti finanziati	12
Gli effetti attesi	15
Orientamenti.....	21
Allegato 1 – Risultati principali del monitoraggio ambientale.....	22
Allegato 2 – Architettura bio-ecologica	23

I bandi per l'efficientamento energetico dell'Asse 4

Il monitoraggio ambientale del POR FESR è previsto dalla Valutazione Ambientale Strategica (VAS) e permette di controllare periodicamente gli effetti sull'ambiente derivanti dell'attuazione del Programma e il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati, così da individuare tempestivamente eventuali effetti negativi e adottare le opportune misure correttive.

In questo documento sono esposti i principali esiti del primo report¹ di monitoraggio ambientale del POR-FESR 2014-2020 di Regione Lombardia, riguardante il focus sui bandi di efficientamento energetico degli edifici pubblici, attivati nell'ambito dell'Azione IV.4.c.1.1.

Asse 4	Sostenere la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio in tutti i settori
Azione IV.4.c.1.1	Promozione dell'eco-efficienza e riduzione di consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche (smart buildings)

Si tratta in particolare dei due seguenti bandi²:

- **BANDO PICCOLI COMUNI:** bandi per la riqualificazione energetica degli edifici di proprietà dei Comuni con popolazione sino a 1.000 abitanti, delle Comunità Montane, delle Fusioni e delle Unioni di comuni;
- **BANDO FREE – Fondo Regionale per l'Efficienza Energetica:** bandi per la concessione di agevolazioni finalizzate all'efficientamento energetico degli edifici pubblici di proprietà degli enti locali.

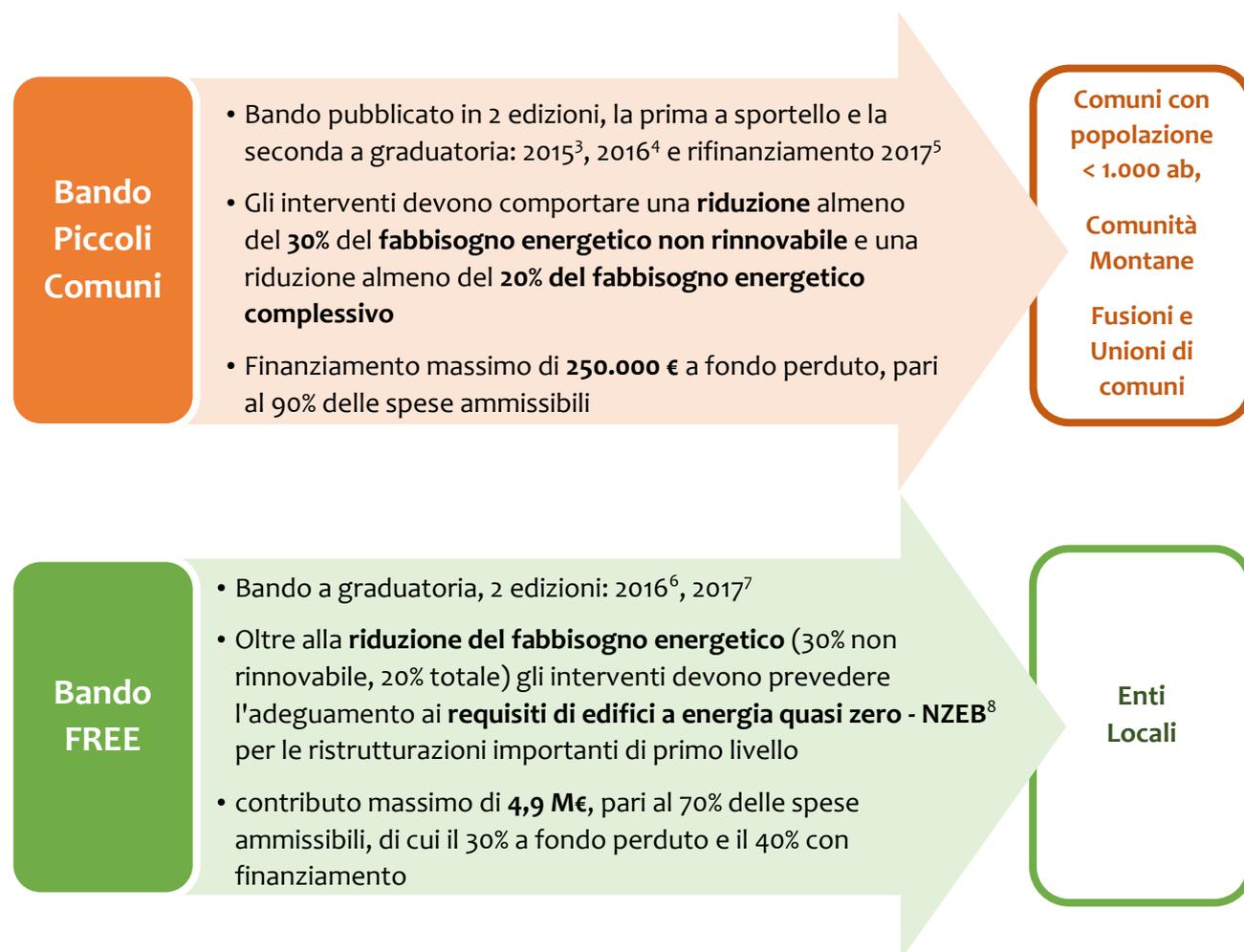
Ai fini del monitoraggio, in questa analisi si considera l'insieme dei progetti finanziati tramite i Bandi citati (salvo i progetti eventualmente decaduti alla data della stesura del report) e **se ne stimano gli effetti ambientali attesi a partire dalle caratteristiche progettuali dichiarate.**

¹ **Monitoraggio ambientale: focus Asse 4 Energia 2018:**

<http://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/570382c1-aa6c-4cbc-bd5a-f0f2efe23e0b/Autorit%C3%A0+Ambientale+-+MONITORAGGIO+AMBIENTALE+-+FOCUS+POR+Asse+4+Energia.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=570382c1-aa6c-4cbc-bd5a-f0f2efe23e0b>

² L'Azione IV.4.c.1.1 del POR FESR si attua anche tramite strumenti negoziali: con DGR n° X/7569 del 18/12/2017 è stato attivato il Protocollo di intesa fra Regione Lombardia, Ministero della Giustizia e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, per l'efficientamento energetico di alcune strutture penitenziarie in Lombardia. Analogamente, con DGR n° X/7796 del 17/01/2018 è istituito il Protocollo di intesa tra Regione Lombardia e Città Metropolitana di Milano per la realizzazione di interventi atti a ridurre il fabbisogno energetico per la climatizzazione di istituti destinati alla istruzione superiore ubicati sul territorio della Città Metropolitana.

Le caratteristiche principali dei bandi per la riqualificazione energetica degli edifici pubblici



Da tali caratteristiche discende che, in linea generale, **ci si aspettino performance energetiche e ambientali maggiori dai finanziamenti concessi dal Bando FREE**, in particolare per quanto riguarda l'adeguamento alle caratteristiche degli edifici classificati come NZEB.

*Gli **edifici NZEB** sono strutture ad altissima prestazione energetica nei quali il bilancio tra energia consumata e prodotta è vicina allo zero. In tali edifici sono minimi i consumi per riscaldamento, climatizzazione, illuminazione, ventilazione e produzione di acqua calda sanitaria.*

³ DDUO 26 maggio 2016 n. 4708, BURL Serie Ordinaria n. 21 - 27 maggio 2016

⁴ Decreto n. 4657 - 26 aprile 2017

⁵ DDUO 1 giugno 2016 n. 5002, BURL Serie Ordinaria n. 23 - 10 giugno 2016

⁶ DDUO 3 maggio 2017 n. 4888, BURL Serie Ordinaria n. 19 - 8 maggio 2017

⁷ Requisiti minimi prestazionali previsti dal DDUO n. 6480 del 30 luglio 2015 e s.m.i. (ristrutturazioni importanti di primo livello).

⁸ Requisiti minimi prestazionali previsti dal DDUO n. 6480 del 30 luglio 2015 e s.m.i. (ristrutturazioni importanti di primo livello).

Il contesto d'intervento

La strategia dell'Asse 4 del POR riguardo l'efficiamento energetico degli edifici (Azione IV.4.c.1.1) ha come quadro di riferimento la normativa comunitaria, nazionale e regionale relativa all'energia, con particolare riguardo all'efficienza nell'uso dell'energia.

Il principale riferimento per il POR è rappresentato dal **Pacchetto europeo Clima-Energia 2020**, costituito da una serie di normative⁹ atte a garantire il raggiungimento degli obiettivi stabiliti dal Consiglio dell'Unione Europea nel 2007 con un orizzonte temporale al 2020.

Gli obiettivi del Pacchetto europeo Clima-Energia 2020

- riduzione dei gas ad effetto serra del 20%, rispetto ai livelli del 1990;
- produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 20% dei consumi energetici europei;
- riduzione dei consumi energetici del 20%.

Fra le Direttive più significative per i bandi ad oggetto di questo documento si richiamano:

- la **Direttiva sull'efficienza energetica** – EED (2012/27/CE)

Tra i contenuti della Direttiva, in relazione al tema dell'efficienza nell'uso dell'energia in edilizia, si sottolinea il **ruolo esemplare dell'Ente pubblico** e si stabilisce l'obbligo, a partire dal 2014, di ristrutturare annualmente almeno il 3% della superficie coperta utile degli edifici pubblici.

- la **Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia** (2010/31/CE)

Essa stabilisce nuovi requisiti minimi della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione. In particolare, stabilisce che a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione, occupati da Pubbliche Amministrazioni e di proprietà di queste ultime, debbano possedere le caratteristiche di **edifici a energia quasi zero** (obbligo esteso al settore privato dal 31 dicembre 2020).

Stabilisce inoltre la sostituzione dell'ACE – Attestato di Certificazione Energetica degli edifici con l'**APE – Attestato di Prestazione Energetica**, che estende la valutazione a tutti i consumi energetici dell'edificio¹⁰.



Il recepimento della Direttiva 2010/31/CE è avvenuto in **Italia** tramite la Legge n. 90 del 2013 ("Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/CE").



Regione Lombardia con l.r. n. 7 del 2012 ha operato la scelta di **anticipare l'applicazione dei limiti di fabbisogno energetico previsti per gli edifici NZEB** al 31 dicembre 2015, estendendoli a tutto il patrimonio edilizio, sia pubblico che privato.

⁹ Direttiva Fonti Energetiche Rinnovabili (Direttiva 2009/28/CE); Direttiva Emission Trading (Direttiva 2009/29/CE); Direttiva sulla qualità dei carburanti (Direttiva 2009/30/CE); Direttiva Carbon Capture and Storage - CCS (Direttiva 2009/31/CE); Decisione Effort Sharing (Decisione 2009/406/CE); Regolamento CO2 Auto (Regolamento 2009/443/CE); Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia (2010/31/CE); Direttiva EED (2012/27/CE); Direttiva Ecodesign (Direttiva 2009/125/CE); Direttiva sul "labelling" (Direttiva 2010/30/CE).

¹⁰ Climatizzazione invernale ed estiva, acqua calda per usi sanitari, ventilazione, illuminazione (settore terziario), eventuali impianti ascensori o scale mobili.

A completamento del quadro si riporta che, dopo l'approvazione del POR FESR, ulteriori avanzamenti normativi mostrano una sempre crescente attenzione agli impegni a favore dell'efficienza energetica e della riduzione delle emissioni climalteranti. Fra questi, il **Quadro per il Clima e l'Energia**, adottato dal Consiglio dell'Unione Europea nell'ottobre 2014, che fissa i target da raggiungere entro il **2030**.

Tali impegni sono coerenti con il percorso per il raggiungimento degli obiettivi comunitari di lungo periodo, contenuti nella **Tabella di marcia al 2050 per un'Europa a basse emissioni di carbonio**, che prevedono sia conseguito entro il 2050 un taglio delle emissioni climalteranti dell'80% rispetto ai valori del 1990.

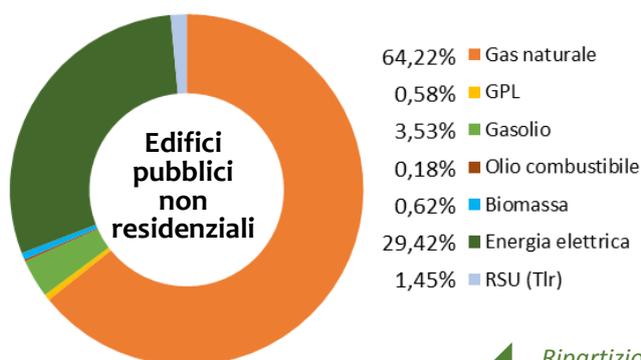
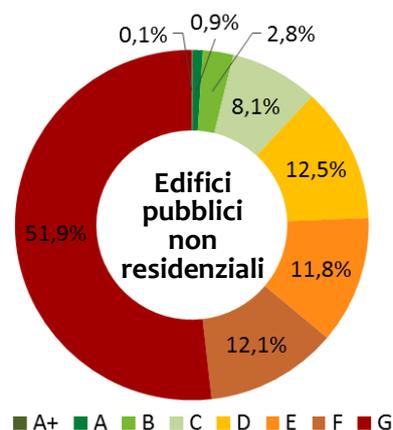
Il PEAR: Programma Energetico e Ambientale Regionale

Il Programma energetico e ambientale regionale (PEAR)¹¹ di Regione Lombardia individua l'**efficienza energetica come settore prioritario** per il conseguimento degli obiettivi di riduzione del consumo di fonti fossili e delle emissioni di gas climalteranti al 2020.

I dati del bilancio energetico regionale riferiti al 2012 mostrano che il **settore civile** (residenziale e terziario) costituisce complessivamente il comparto più energivoro, con una quota pari al **45% degli usi finali**.

Il **patrimonio edilizio pubblico non residenziale**, ovvero il segmento di riferimento per gli interventi del POR FESR, consta di circa 22.100 unità catastali (Fonte: PEAR Lombardia, dati CRESME 2011). I dati relativi alla quota di edifici dotata di certificazione energetica (ACE), attestano una netta **prevalenza degli edifici in Classe G¹²** (51,9%), corrispondente alle peggiori performance energetiche.

Ripartizione degli ACE degli edifici pubblici non residenziali per classe energetica (Regione Lombardia, Finlombarda – CEER, elaborazione PEAR)



Analizzando i dati percentuali dei **combustibili utilizzati nel settore termico** è prevalente negli edifici pubblici certificati non residenziali l'utilizzo del gas naturale (64,2%) e dell'energia elettrica (29,4%); mentre i combustibili più inquinanti, ovvero gasolio e olio combustibile, rappresentano complessivamente il 3,7% e sono concentrati prevalentemente nella provincia di Sondrio (zone montane non raggiunte dalla rete del metano).

Ripartizione dei generatori di calore per tipologia di combustibile (Fonte: PEAR su dati Regione Lombardia/Finlombarda – CEER)

¹¹ Piano Energetico e Ambientale Regionale – Approvato con dgr n. 3706 del 12 giugno 2015 (successivamente modificata con dgr 3905 del 24 luglio 2015)

¹² Le classi energetiche citate sono attribuite con la metodologia precedente a quella attuale, cioè corrispondente alla metodologia dell'Attestato di Certificazione Energetica ACE, ora sostituito con l'Attestato di Prestazione Energetica APE.

Nell'ambito dell'edilizia pubblica, il PEAR individua fra gli **ambiti di intervento prioritari** l'edilizia scolastica, gli uffici pubblici e gli ospedali.

I BANDI FREE E PICCOLI COMUNI

NEL PEAR

Il PEAR identifica nel **Fondo FREE** e negli interventi di efficienza energetica a favore dei **piccoli Comuni** due strumenti in grado di contribuire in modo significativo agli obiettivi del Programma.

Nel concreto, grazie all'attivazione dell'Azione del POR FESR, ipotizzando una dotazione finanziaria di 100 M€, esso stima un risparmio energetico entro il 2020 pari a:

- 6 GWh/anno di riduzione del fabbisogno per i Piccoli Comuni
- 100GWh/anno di riduzione del fabbisogno con il Fondo FREE.

Il PRIA: Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria

Il Piano Regionale di Interventi per la Qualità dell'Aria (PRIA) di Regione Lombardia, approvato nel 2013¹³, è stato recentemente aggiornato¹⁴ con l'introduzione di un'ulteriore specificazione delle azioni per la riduzione delle emissioni in atmosfera, tenendo conto dell'attuazione degli Accordi sottoscritti con il Ministero dell'Ambiente e le Regioni del bacino padano e delle nuove evidenze tecnico-scientifiche emerse.

Ciò detto, il Piano mantiene l'**obiettivo del PRIA 2013**: rientrare nei valori limite di qualità dell'aria nel più breve tempo possibile nelle zone di superamento degli inquinanti e preservare da peggioramenti le zone di rispetto.

Il rispetto degli attuali limiti di legge (Direttiva 2008/50/CE, D.Lgs. 155/2010) per tutti gli inquinanti atmosferici rappresenta ancora per la Lombardia un obiettivo difficile da perseguire, anche per via delle particolari condizioni orografiche e meteorologiche del Bacino Padano.

Se da un lato il miglioramento tecnologico e le politiche adottate hanno consentito una riduzione negli anni delle emissioni nei diversi settori, con una conseguente diminuzione della concentrazione di molti inquinanti, risultano ancora in generale non rispettati i limiti e gli obiettivi previsti dalla normativa per particolato (PM10 e PM2.5), biossido di azoto (NO2) e ozono (O3). Si registrano anche superamenti del valore obiettivo per il benzo(a)pirene in alcune stazioni di Milano e di fondovalle.



Per poter valutare il **ruolo** degli effetti determinati dai bandi del POR FESR – **Piccoli Comuni e FREE sulla qualità dell'aria**, è necessario inquadrare il contesto regionale di intervento.

Sulla base dell'aggiornamento più recente dell'**inventario delle emissioni INEMAR**, relativo all'anno 2014, appare confermata una progressiva riduzione delle emissioni dei principali inquinanti. La tabella seguente offre una panoramica complessiva delle emissioni annuali di Regione Lombardia, ripartite per le diverse componenti inquinanti e rispetto ai vari settori emissivi (macrosettori).

¹³ Approvazione PRIA (PRIA 2013): dgr n. 593 del 06/09/2013

¹⁴ Approvazione dell'aggiornamento del PRIA (PRIA 2018): dgr n. 449 del 2/8/2018

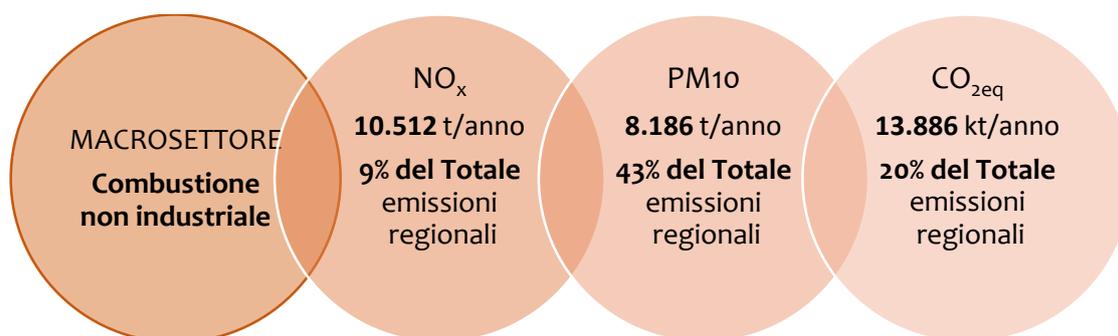
Emissioni in Lombardia nel 2014 ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

MACROSETTORI	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno
1 - Produzione energia e trasform. combustibili	2.984	6.437	600	1.430	10.919	11.343	329	13	136	144	150	11.477
2 - Combustione non industriale	800	10.512	9.835	6.740	76.409	13.561	524	190	7.989	8.186	8.639	13.886
3 - Combustione nell'industria	5.679	19.364	3.506	851	12.868	10.994	338	362	1.457	1.775	2.278	11.116
4 - Processi produttivi	2.018	1.503	12.706	171	21.016	3.378	54	45	347	611	913	3.403
5 - Estrazione e distribuzione combustibili			6.785	73.957								1.849
6 - Uso di solventi	1,2	57	78.382	0,1	48			149	912	1.039	1.563	2.575
7 - Trasporto su strada	106	62.910	14.825	1.245	67.015	17.023	593	972	3.440	4.644	5.990	17.231
8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	202	12.387	1.600	28	5.837	1.362	48	2,3	585	588	596	1.378
9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	840	3.154	1.128	78.623	1.250	1.031	429	523	38	39	44	3.125
10 - Agricoltura	40	687	56.841	220.912	2.106		10.351	99.461	526	1.045	2.152	8.607
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	13	56	32.057	4.743	1.632	-4.802	1,8	62	601	772	857	-4.683
Totale	12.684	117.067	218.267	388.700	199.101	53.891	12.669	101.779	16.030	18.843	23.182	69.963

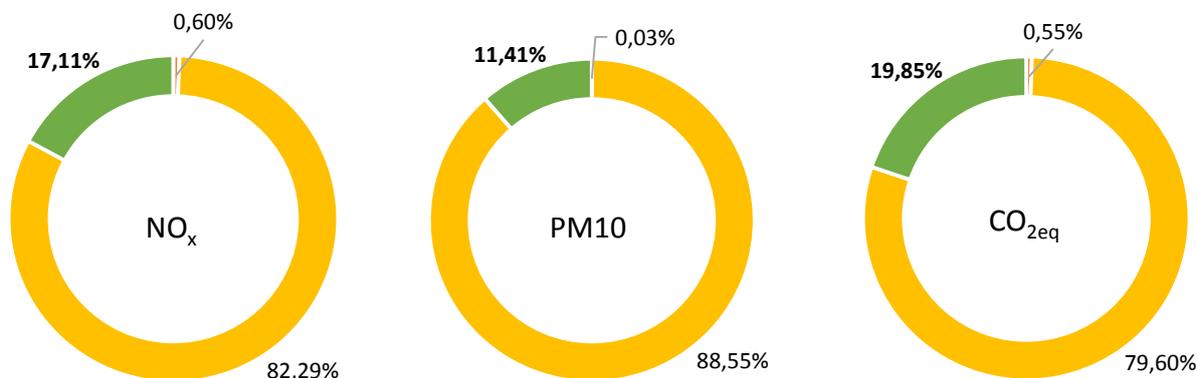
Di questi, di seguito si analizzano in particolare **PM10** e **NO_x**, inquinanti citati nel POR FESR come possibile oggetto di monitoraggio in fase attuativa del Programma.

Il macrosettore “combustione non industriale” è la sezione a cui afferisce il settore civile, fra cui gli edifici pubblici non residenziali qui oggetto di interesse: le emissioni annuali provenienti da questo settore rappresentano per l’**NO_x** il **9% del totale** delle emissioni regionali e per il **PM10** il **43% del totale** emesso in Lombardia.

Inoltre, in riferimento alle emissioni climalteranti, tale settore è responsabile dell’emissione di **CO₂** **equivalente**, pari a circa il **20% del totale** delle emissioni lombarde.



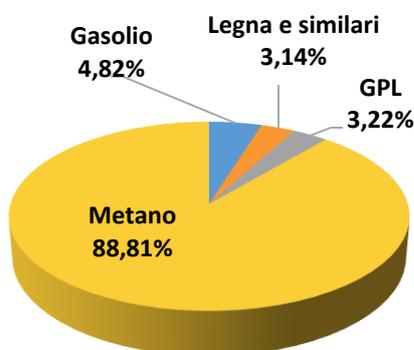
È possibile indagare con maggiore dettaglio il macro settore della combustione non industriale, andando a ripartire le quote di emissione tra le seguenti tipologie: Impianti in agricoltura, Impianti residenziali, **Impianti commerciali e istituzionali**. In quest’ultima categoria, nella quale ricadono gli edifici di interesse per il bando Piccoli Comuni e il bando FREE, le emissioni rappresentano una quota minoritaria rispetto al settore residenziale.



■ Impianti in agricoltura silvicoltura e acquacoltura ■ Impianti residenziali ■ Impianti commerciali ed istituzionali

Ripartizione delle emissioni di NO_x, PM10, CO₂ equivalente del Macrosettore "Combustione non industriale" (Fonte: dati INEMAR 2014)

Infine, prendendo in considerazione esclusivamente gli Impianti commerciali e istituzionali, si osserva nelle figure seguenti il diverso contributo alle emissioni in funzione dei combustibili utilizzati da tale settore.



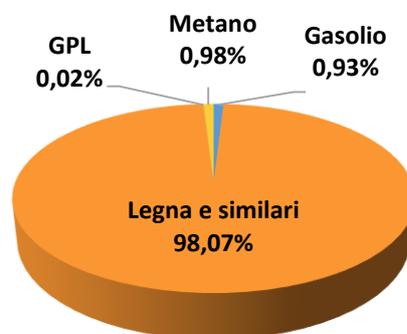
Gli impianti commerciali e istituzionali producono circa il 17% delle emissioni di **NO_x** del macrosettore di riferimento: "Combustione non industriale".

Di questa fetta di emissioni, l'**89%** è riconducibile all'utilizzo di **caldaie a metano**, mentre seguono in quote emissive comparabili, il gasolio (4,82%), il GPL (3,22%) e la legna (3,14%).

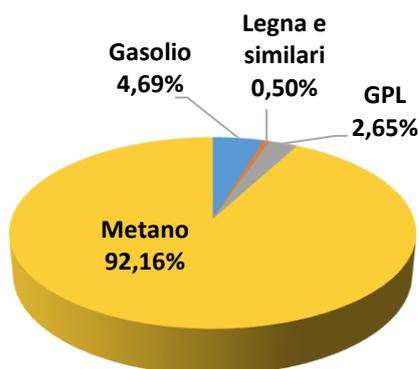
Emissioni di NO_x degli Impianti commerciali e istituzionali per combustibile (Fonte: dati INEMAR 2014)

Per il **PM10** le emissioni dovute al settore degli impianti commerciali e istituzionali sono pari all'11,4% del totale del macrosettore.

Ben il **98%** delle emissioni degli impianti commerciali e istituzionali è ascrivibile a **bruciatori a biomassa legnosa**. Il restante 2% circa si suddivide fra attività che utilizzano caldaie alimentate a metano (0,98%), gasolio (0,93%) e GPL (0,02%).



Emissioni di PM10 degli Impianti commerciali e istituzionali per combustibile (Fonte: dati INEMAR 2014)



La **CO₂ equivalente**, attribuita agli impianti commerciali e istituzionali, è circa il 20% del totale emesso dal macrosettore di riferimento.

Questo 20% è riconducibile per il **92,16%** all'utilizzo di **caldaie a metano**, per il 4,69% al gasolio, per il 2,65% al GPL e per lo 0,5% alla biomassa.

◀ *Emissioni di CO₂ eq degli Impianti commerciali e istituzionali per combustibile (Fonte: dati INEMAR 2014)*

Di quanto esposto, si evidenzia come il ruolo del settore degli impianti commerciali e istituzionali, in cui si localizzano gli interventi finanziabili dai bandi Piccoli Comuni e FREE, sia minoritario rispetto a quello degli impianti residenziali per gli inquinanti considerati. Tale ruolo è particolarmente ridotto per il PM10, in cui la quasi totalità delle emissioni è generata dalla combustione di legna.

I BANDI FREE E PICCOLI COMUNI NEL PRIA

Fra le azioni che il PRIA individua come funzionali alla riduzione delle emissioni inquinanti, all'interno del settore Efficienza Energetica (EE), è presente (e confermata con l'aggiornamento 2018) l'azione regionale finalizzata all'incremento dell'**efficienza energetica nel settore dell'edilizia pubblica (Azione EE-2n)**.

Tale azione riguarda l'edilizia pubblica, sia terziaria che residenziale, in linea con quanto già delineato nel PEAR.

Fra le sotto-azioni individuate ritroviamo anche:

- il proseguimento del Fondo rotativo **FREE** per l'edilizia pubblica.

Azione EE-2n del PRIA 2018

Efficientamento edilizia pubblica e interventi di pubblica utilità

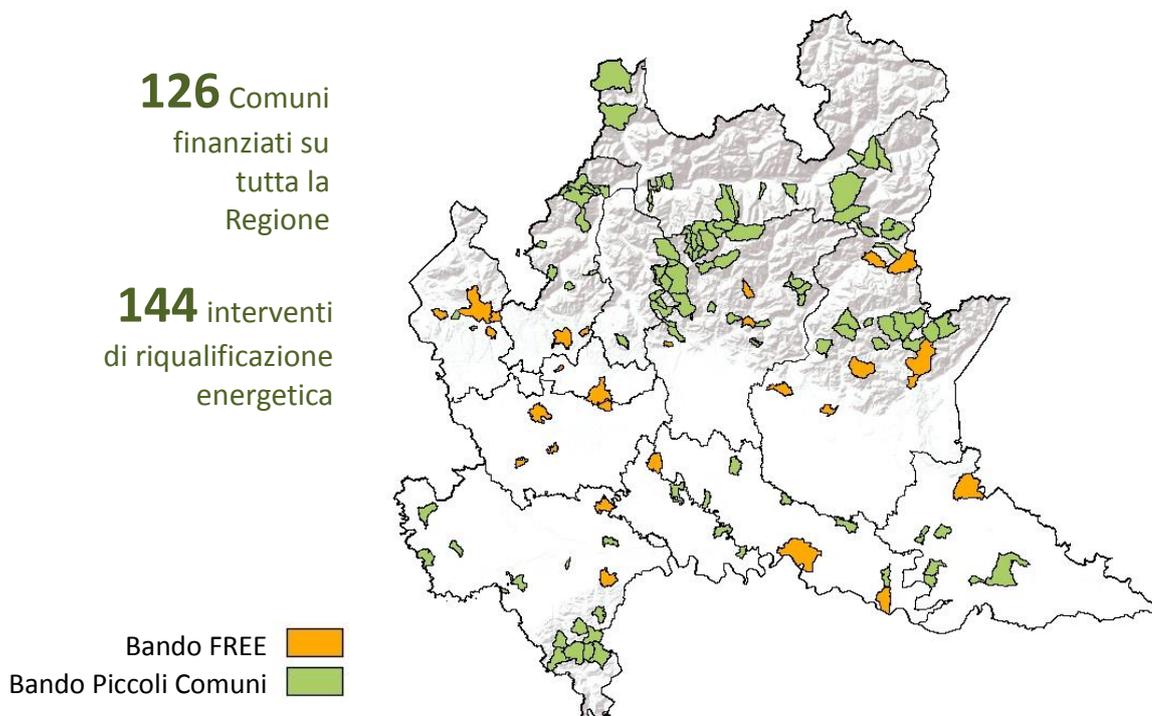
L'azione è valutata capace di produrre un impatto positivo sulla riduzione delle emissioni locali di NO_x, COV e particolato, ma **classificato come "Basso"** rispetto al bilancio emissivo regionale complessivo. Anche a livello globale, si prevede un impatto positivo dell'azione sulla riduzione delle emissioni climalteranti.

RIDUZIONE DELLE EMISSIONI INQUINANTI						
A scala locale	Impatto sulla riduzione delle emissioni	Basso	Medio	Alto	A scala globale	Impatto sulla riduzione delle emissioni
	NO _x	☺				Gas climalteranti
	Particolato	☺				☑
	COV	☺				
	NH ₃					

Impatti previsti sulle emissioni inquinanti dell'Azione EE-2n del PRIA (Fonte: PRIA 2018)

Nelle seguenti sezioni vengono discussi i risultati principali ottenuti dal monitoraggio ambientale dei bandi Piccoli Comuni e FREE; in Allegato 1 se ne riporta un quadro complessivo.

I progetti finanziati



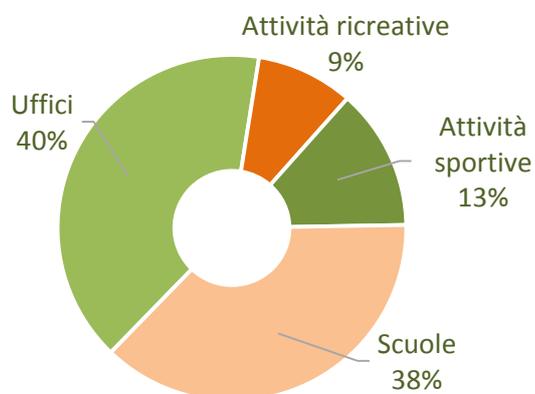
Attraverso i finanziamenti concessi dal Bando FREE e dal Bando Piccoli Comuni sono previsti **144 interventi di riqualificazione energetica**, che sono localizzati in **126 comuni della Regione Lombardia**. Dei 144 interventi finanziati, 99 sono relativi al Bando Piccoli Comuni e 45 riguardano il Bando FREE.

Dalla figura sopra, si osserva la distribuzione geografica degli interventi sul territorio regionale. Si può notare che i **99 interventi del Bando Piccoli Comuni** si concentrano prevalentemente nei territori della montagna lombarda (province di Sondrio, Bergamo, Lecco, Como, Brescia e Oltrepò Pavese) e in minor misura nella pianura irrigua delle province di Pavia, Lodi, Cremona e Mantova. Invece, i **45 interventi del Bando FREE** si localizzano nella fascia pedemontana e di pianura della Lombardia, comprendendo le province di Milano e Monza e Brianza, che rimangono escluse dal Bando Piccoli Comuni. Si registrano anche interventi in alcuni capoluoghi di provincia (segnatamente Cremona e Varese).

Il finanziamento complessivo è di **oltre 61 Milioni di euro**, di cui circa due terzi riguardano il Bando FREE e la restante quota il Bando Piccoli Comuni.

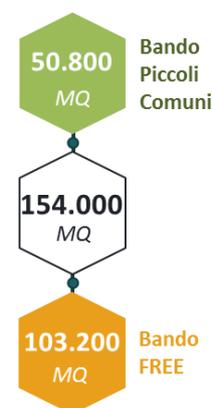


Caratteristiche degli edifici oggetto di riqualificazione energetica



Sulla base della classificazione degli edifici oggetto di intervento secondo la loro destinazione d'uso¹⁵, si identifica che la maggior parte dei progetti interessa **uffici** (il 40% del totale) e **edifici scolastici** (38% del totale). I restanti progetti riguardano edifici adibiti ad attività sportive (13% del totale) e ricreative (9% del totale)

L'insieme dei 144 progetti interessa una superficie complessiva oggetto di intervento¹⁶ che **supera i 150.000 metri quadri** (153.983 m²). Di questi, circa due terzi provengono dagli interventi finanziati dal Bando FREE e un terzo dal Bando Piccoli Comuni.



SUPERFICIE OGGETTO DI INTERVENTO

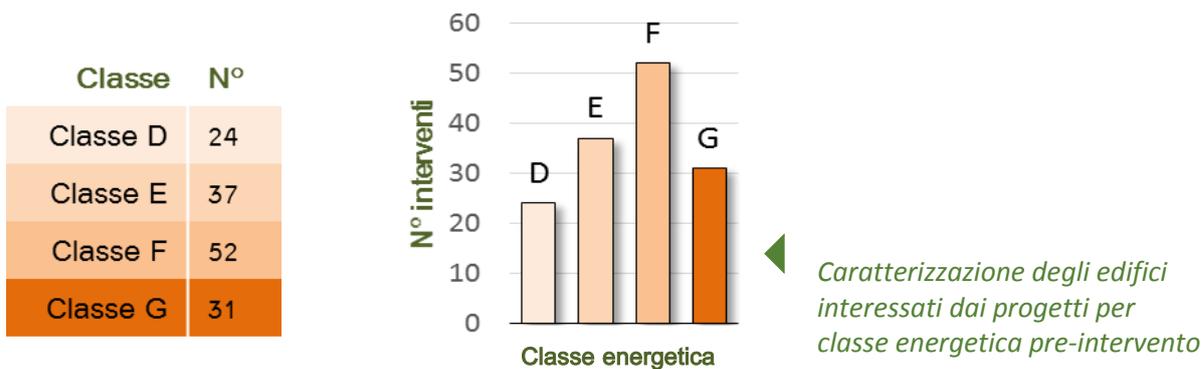
TARGET POR 4c1

- Il POR FESR si pone come valore **target** da sottoporre a riqualificazione energetica una superficie di **810.810 metri quadri**.
- I bandi Piccoli Comuni e FREE finanziano **153.983 metri quadri**, cioè poco meno del **20% del valore target**.
- ✧ Il target era stato ipotizzato prima dell'introduzione della normativa sugli edifici NZEB, pensando alla realizzazione di interventi di efficientamento meno profondi. Invece, a parità di risparmio energetico, vengono realizzati interventi che coinvolgono edifici con una superficie inferiore.
- ✧ Una valutazione dell'effettiva capacità di raggiungere il target del POR FESR potrà essere effettuata a valle del monitoraggio sull'insieme di strumenti che contribuiscono al suo raggiungimento, tra cui i Protocolli di intesa Carceri e Istruzione e le Strategie Aree interne.

¹⁵ Destinazione d'uso definita all'Art. 3 D.p.r. 26 agosto 1993, n. 412 - Classificazione generale degli edifici per categorie.

¹⁶ Superficie espressa in termini di *superficie utile*. Tale superficie è utilizzata per la determinazione degli specifici indici di prestazione energetica (Dduo 8 marzo 2017 n. 2456 - BURL Serie ordinaria n. 12, 20 marzo 2017).

Secondo i requisiti dei due bandi, i progetti devono riguardare edifici dotati di Attestato di Prestazione Energetica (APE) valido secondo le normative vigenti¹⁷. Le specifiche classi ammesse sono **D, E, F o G** (le peggiori nella scala complessiva composta da 10 classi). Nella figura seguente i 144 progetti sono ripartiti secondo le classi energetiche attribuite loro prima dell'intervento di efficientamento energetico. La classe energetica più frequente è la classe F.



L'Attestato di Prestazione Energetica rappresenta l'etichetta energetica di un immobile, introdotto con il D.Lgs 63/2013 in sostituzione dell'Attestato di Certificazione Energetica (ACE). L'APE indica la Classe Energetica dell'immobile per mezzo dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile. Le classi partono da A4 (alta efficienza energetica) a G (bassissima efficienza energetica). (Fonte ENEA)



¹⁷ Riferimento normativo complessivo regionale D.d.u.o. 8 marzo 2017 n. 2456 - BURL Serie ordinaria n. 12 del 20 marzo 2017: Integrazione delle disposizioni per l'efficienza energetica degli edifici approvate con decreto n. 176 del 12 gennaio 2017 e riapprovazione complessiva delle disposizioni relative all'efficienza energetica degli edifici e all'attestato di prestazione energetica

Gli effetti attesi

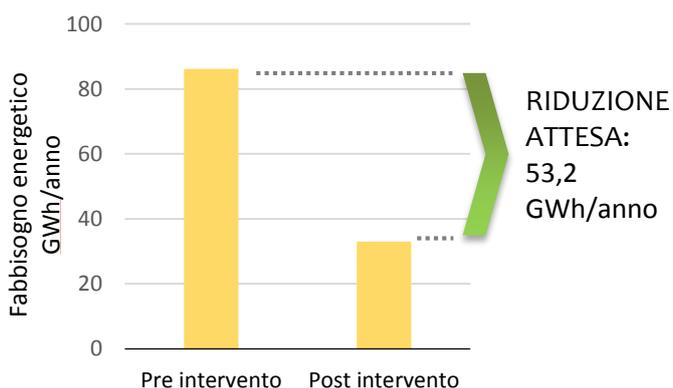
Come già era stato previsto nella VAS e nel Piano di monitoraggio ambientale del POR FESR, l'insieme degli **effetti attesi** dall'attuazione dell'Azione IV.4.c.1.1, di cui fanno parte i due bandi analizzati, risulta interamente di **segno positivo**. Non si prevedono, in questa fase del monitoraggio, peggioramenti della condizione ambientale bensì solo effetti positivi, in alcuni casi più rilevanti di altri, e con un ruolo differente tra Bando Piccoli Comuni e Bando FREE.

Energia e Ambiente

Le performance energetiche degli edifici sono strettamente correlate agli **effetti sull'ambiente e sul clima**. Attraverso gli interventi di riqualificazione è possibile ridurre il consumo di energia agendo sugli **impianti termici ed elettrici** (dotandoli di sistemi più efficienti) e al contempo sulle **modalità** con le quali essi vengono gestiti. È anche possibile intervenire sulla **struttura dell'edificio** per ridurre il suo fabbisogno energetico, migliorandone l'isolamento, ad esempio attraverso la sostituzione dei serramenti o la realizzazione di un cappotto termico. Inoltre è possibile modificare il **mix energetico** utilizzato, sostituendo i combustibili più inquinanti con altre fonti energetiche, tra cui quelle **rinnovabili** (FER) come impianti fotovoltaici e solare termico o pompe di calore.

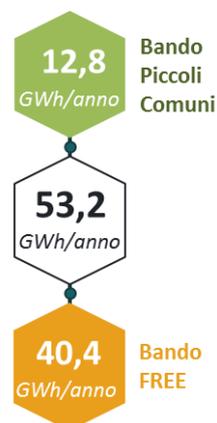
Performance energetiche

A partire dagli APE degli edifici, attestanti le prestazioni energetiche pre intervento, e sulla base dei dati progettuali degli interventi di riqualificazione, è stata effettuata una previsione della **riduzione del fabbisogno energetico** degli edifici e dunque, una stima della riduzione dei consumi energetici complessivi.



Globalmente attraverso i progetti del Bando Piccoli Comuni e del Bando FREE si prevede una riduzione del fabbisogno energetico di **oltre 50 GWh all'anno**. In altre parole, il consumo di energia primaria degli edifici pubblici riqualificati sarà pari a circa il 40% di quello pre intervento.

A questa riduzione, corrisponde un contributo maggiore dal bando FREE: più di 40 GWh all'anno risparmiati, grazie ai restringenti requisiti di adeguamento alle caratteristiche di edifici a energia quasi zero - NZEB.



**DIMINUIZIONE
DEL
CONSUMO
ANNUALE DI
ENERGIA
PRIMARIA
DEGLI EDIFICI
PUBBLICI**

**TARGET
POR CO₃₂**

- Il POR FESR si pone come **target** di riduzione del consumo annuale di energia primaria degli edifici pubblici un valore di **50 GWh/anno**.
- I bandi Piccoli Comuni e FREE finanziano **53,2 GWh/anno** superando così il target, nell'ipotesi che gli interventi finanziati siano realizzati in conformità ai progetti.
- ✧ Al raggiungimento del target contribuiscono altri strumenti, come i già citati Protocolli di intesa Carceri e Istruzione per l'efficiamento energetico o le Strategie Aree interne.
- ✧ Dato il valore raggiungibile con i Bandi Piccoli Comuni e FREE non emergono **criticità** in merito a questo target.

Confronto con i risparmi attesi previsti dal PEAR

Il PEAR, a fronte di una dotazione di 100 M€ stimava di poter conseguire 6 GWh/anno di riduzione del fabbisogno energetico per i Piccoli Comuni e di 100 GWh/anno per il FREE.

Ricalibrando i risparmi attesi in funzione della dotazione finanziaria reale pari a 61 M€, si ottengono i seguenti valori: 3,6 GWh/anno per i Piccoli Comuni e 61 GWh/anno per il FREE, per un **totale di 64,6 GWh/anno**.

Dal confronto emerge che i Piccoli Comuni superano di molto le attese, con una riduzione del fabbisogno di circa 12,7 GWh/anno, mentre il FREE con 40,3 GWh/anno di riduzione del fabbisogno si pone al di sotto delle previsioni. **Complessivamente, il risultato di 53 GWh/anno di riduzione del fabbisogno è pari all'82% della previsione PEAR, ricalibrata sul finanziamento reale (64,6 GWh/anno).**

Il fabbisogno energetico di un edificio, coerentemente con la valutazione effettuata negli APE, può essere scomposto in due parti: la quota di energia prodotta da **fonti rinnovabili** e la parte **non rinnovabile**.

**FABBISOGNO
ENERGETICO
RINNOVABILE**

**Circa
3 volte
maggiore del
valore pre
intervento**

Considerando i bandi Piccoli Comuni e FREE nel complesso, si prevede un **incremento** della copertura del fabbisogno di energia primaria tramite **FER pari a 7,2 GWh/anno**. Di questo, ben l'88% del totale è merito del Bando FREE. Dal punto di vista della parte di fabbisogno energetico soddisfatto tramite fonti energetiche **non rinnovabili** si prevede una **riduzione complessiva di 60,4 GWh/anno**.

**FABBISOGNO
ENERGETICO
NON
RINNOVABILE**

**Circa ¼
del valore
pre intervento**

Fonti energetiche rinnovabili

Come detto, si prevede un sostanziale incremento del fabbisogno energetico coperto da fonti rinnovabili. È interessante osservare anche come si distribuisce, **in termini medi** sui progetti finanziati, la **percentuale del fabbisogno energetico coperto da FER**, prima e dopo la riqualificazione energetica.

La **percentuale FER**:

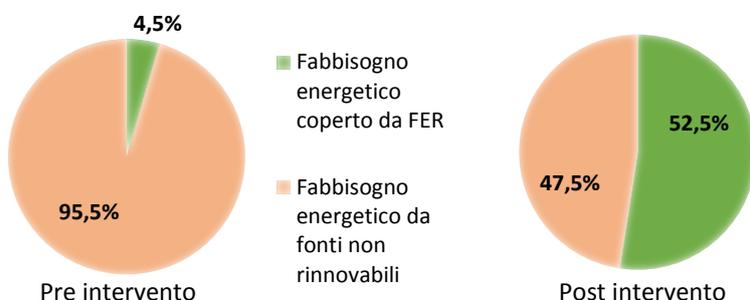
- nel **Bando Piccoli Comuni** passa da un valore medio del 4,4% FER al **15,9% FER**;
- mentre nel **Bando FREE** da un valore medio di quota FER del 4,5% si raggiunge il **52,5% FER**.

La differenza sostanziale tra i valori attesi dai due bandi è da ricercare chiaramente nei differenti requisiti previsti dagli stessi, in particolare l'adeguamento alle caratteristiche degli edifici NZEB per il Bando FREE.

Bando Piccoli Comuni



Bando FREE



◀ *Confronto quota di fabbisogno energetico coperto da FER pre e post intervento di riqualificazione energetica*

POTENZA FOTVOLTAICA INSTALLATA

+ 1.800 kW

Le caratteristiche dei due bandi, in particolare il bando FREE, comportano una positiva diffusione di impianti di produzione dell'energia in loco tramite **pannelli fotovoltaici**, con un totale di oltre **1.800 kW** di potenza installata, nel **60% dei progetti**.

Esclusivamente per il bando FREE si evidenzia inoltre che, dei circa 1.500 kW di potenza fotovoltaica installata, circa il **16%** rappresenta **una quota aggiuntiva rispetto ai limiti di legge¹⁸**, interpretabile come un impegno ulteriore verso le rinnovabili e l'ambiente, che conferma il ruolo esemplare dell'Ente pubblico.



¹⁸ Il D.d.u.o 8 marzo 2017 - n. 2456, tra i requisiti di edifici a energia quasi zero, definisce la quantità minima di potenza fotovoltaica da installare.

Effetti ambientali

Spostando lo sguardo agli effetti più propriamente ambientali, in relazione ai progetti finanziati dai Bandi Piccoli Comuni e FREE, si stimano¹⁹ le seguenti riduzioni:



Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra pari a circa 10.500 tonnellate all'anno di CO₂ equivalente, corrispondente al **63%** del valore pre interventi. Le emissioni annuali, a seguito degli interventi, risulteranno quasi 1/3 del valore iniziale.

Confronto con le emissioni in Lombardia

La riduzione attesa corrisponde allo **0,1% circa** delle emissioni di CO₂ equivalente derivanti dal macrosettore "**Combustione non industriale**" in Lombardia, che sono pari a 13.886 kton/anno (INEMAR, 2014).



Rispetto alle **emissioni di particolato fine PM10**, gli interventi di efficientamento comportano una **riduzione dei quantitativi emessi pari a circa 65 chilogrammi all'anno**, che corrisponde al **44%** del valore iniziale.



La **riduzione** prevista delle **emissioni di ossidi di azoto NO_x** è stimata per un valore pari a circa **6.000 Kg all'anno**, ovvero il **62%** in meno.

Riduzione delle emissioni climalteranti e inquinanti

▼ - 63% di CO₂eq/anno

▼ - 44% di PM10

▼ - 62% di NO_x

Confronto con le emissioni in Lombardia

In riferimento agli specifici risultati sulla qualità dell'aria, si sottolinea che il dato emissivo di partenza per gli edifici considerati, stimato pari a 148 kg/anno di PM10 e 9.715 kg/anno di NO_x, è un valore esiguo sia in assoluto sia rispetto al complesso delle emissioni lombarde, che per il macrosettore "**Combustione non industriale**" è di 8.186 t/anno di PM10 e di 10.512 t/anno di NO_x (INEMAR, 2014). Pertanto, **la riduzione conseguita appare significativa se rapportata al dato di partenza, seppur esigua in termini assoluti**. Queste valutazioni appaiono coerenti con il PRIA 2018, che ha attribuito alla misura di Efficientamento energetico degli edifici pubblici un effetto positivo per la riduzione degli inquinanti, attribuendo però un grado di efficacia "Basso".

¹⁹ Per la metodologia di stima si faccia riferimento all'Allegato 2 del Focus Asse 4 Energia 2018.

DIMINUZIONE ANNUALE STIMATA DEI GAS A EFFETTO SERRA

TARGET POR CO₃₄

- Il POR FESR si pone come **target di riduzione** dei gas a effetto serra, attraverso l'efficientamento energetico, un valore di **21.000 tonnellate all'anno di CO₂ equivalente**.
- Dai bandi Piccoli Comuni e FREE si stima una riduzione di tali emissioni pari a circa **10.500 tonnellate all'anno**, cioè circa il 50% del target.
 - ✧ Questo valore target, originariamente presente nel POR approvato a febbraio 2015, non è stato modificato in sede di riprogrammazione come invece è avvenuto per il target relativo all'indicatore sul risparmio di energia primaria (CO₃₂), che è stato quasi dimezzato, passando da 90 GWh/anno a 50 GWh/anno.
 - ✧ Una valutazione compiuta della possibilità di raggiungere il target di riduzione delle emissioni climalteranti potrà essere effettuata solo una volta considerati anche i progetti finanziati tramite i Protocolli di intesa Carceri e Istruzione e quelli delle Strategie Aree interne.

Architettura bio-ecologica

Accanto agli effetti ambientali principali descritti sin ora, è stato possibile monitorare ulteriori benefici ambientali rientranti nel tema dell'Architettura bio-ecologica, ovvero quella tecnica dell'edilizia che si preoccupa di limitare gli impatti sull'ambiente.

- Nel caso del **Bando Piccoli Comuni**, le informazioni progettuali relative all'architettura bio-ecologica sono estrapolate da una **scheda di rilevazione**²⁰ delle caratteristiche ambientali sottoposta ai beneficiari.
- Per il **Bando FREE** l'Architettura bio-ecologica rappresenta uno **specifico criterio** della valutazione di merito tecnico, dalla quale discende la graduatoria dei progetti (criterio C₆ – 10 punti/100).

Dalla differenza strutturale con la quale è stata inclusa nei bandi l'Architettura bio-ecologica ne deriva il fatto che i risultati ottenuti per il Bando Piccoli Comuni sono di minore impatto, ma comunque di notevole interesse (Quadro completo dei risultati in Allegato 2).

BANDO PICCOLI COMUNI

Dalla scheda di rilevazione del Bando Piccoli Comuni emerge in particolare che quasi **il 70% dei progetti** impiega **tecnologie** che contribuiscono alla **riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera** come ad esempio la sostituzione dei generatori di calore a caldaia con modelli più efficienti o l'installazione di impianti fotovoltaici. Inoltre, nel **23%** degli interventi finanziati, è previsto l'utilizzo di **materiali eco-compatibili certificati**.



²⁰ Allegato 3 all'allegato A del D.d.u.o. 30 luglio 2015 n. 6484

BANDO
FREE

Gli interventi del Bando FREE permettono di registrare una **riduzione della superficie impermeabilizzata** pari a **2.500 metri quadri**, in particolare attraverso 6 interventi che agiscono sulla de-impermeabilizzazione.



Si prevede inoltre di ottenere un volume di accumulo per il **riuso dell'acqua piovana** pari a **265 metri cubi**, grazie a 13 progetti che introducono tali accorgimenti.

Quasi la metà dei progetti, il **44%**, utilizza **materiali eco-compatibili certificati**, in particolare nell'ambito delle coibentazioni. Le certificazioni più diffuse riscontrate sono Natureplus, FSC, PEFC, EPD.



Nel **20%** dei progetti sono stati inclusi **elementi verdi con funzioni bio-climatiche**. Si tratta di realizzazioni di tetti verdi, facciate verdi e schermature verdi, con il principale effetto di regolazione termica, sia in estate che in inverno, oltre al ruolo di mitigazione dell'inquinamento dell'aria.

Una piccola quota pari all'**11%** dei progetti realizza **sistemi solari passivi**, in particolare attraverso delle serre solari, utili nella stagione invernale per riscaldare gli ambienti interni, accumulando calore nelle ore diurne.



Orientamenti

Tramite i dati di progetto, è ampiamente dimostrato che, a seguito degli interventi, **il patrimonio edilizio pubblico che ha ricevuto il finanziamento potrà migliorare considerevolmente la sua prestazione in termini di efficienza energetica**, con effetti direttamente misurabili sulla quantità di energia consumata dagli edifici che risulterà significativamente ridotta, ma anche sulla qualità di tale energia, grazie alla promozione dei sistemi di produzione in loco da fonti rinnovabili.

Consumi di energia

A fronte della riduzione dei fabbisogni energetici, la possibilità di conseguire effettive e significative riduzioni dei consumi dipenderà, come sottolineato anche dal PEAR, in buona parte dalla **gestione degli edifici**: per questa ragione è opportuno monitorare i consumi anche in fase di esercizio ed eventualmente proporre ai gestori degli impianti attività di formazione e informazione che permettano una maggiore efficienza legata agli aspetti di conduzione degli edifici, che possono incidere in modo significativo sui consumi.

I risultati mostrati sulle **emissioni in atmosfera** (CO_{2eq}, PM10, NO_x) sono indubbiamente positivi, in particolare se confrontati con i dati ex ante: **mediamente l'impatto di ogni singolo edificio è circa dimezzato**.

Combustibili e qualità dell'aria

Naturalmente, per quanto visto finora, i 144 interventi finanziati non potranno, da soli, ricoprire un ruolo significativo nello scenario emissivo lombardo, bensì sono da interpretare come casi di **best practice**, la cui diffusione su larga scala porterebbe a degli effettivi miglioramenti sulla riduzione delle emissioni climalteranti e inquinanti.

Per ottenere una maggiore efficacia in termini di riduzione delle emissioni inquinanti sarebbe opportuno indirizzare gli interventi verso gli edifici che utilizzano i combustibili peggiori dal punto di vista emissivo (biomassa, gasolio, olio combustibile). Tali combustibili tuttavia, come evidenziato nell'analisi di contesto, sono utilizzati in una quota minoritaria di edifici pubblici.

L'inclusione del tema dell'**architettura bio-ecologica** all'interno dei bandi ha contribuito a valorizzare i progetti, portandoli a una maggiore qualificazione ambientale. I progetti finanziati hanno posto attenzione ad aspetti quali l'utilizzo di materiali ecocompatibili, l'applicazione di soluzioni per il risparmio idrico, l'inserimento di elementi verdi con funzioni bioclimatiche, la de-impermeabilizzazione del suolo, l'introduzione di sistemi solari passivi.

CAM edilizia

Tali effetti saranno certamente potenziati grazie all'introduzione dell'obbligo di applicazione dei **Criteri Ambientali Minimi – CAM** per l'edilizia (in attuazione del Piano nazionale GPP²¹), previsto dal d.lgs. 50/2016, che determineranno un'**importante integrazione della sostenibilità ambientale in tutti gli appalti edilizi**, rendendo obbligatori gli elementi considerati premianti nel criterio "Architettura bio-ecologica".

²¹ CAM Edilizia approvati con [DM 11 ottobre 2017](#), in G.U. Serie Generale n. 259 del 6 novembre 2017

Allegato 1 – Risultati principali del monitoraggio ambientale

Quadro complessivo dei risultati principali del monitoraggio. È presentato il valore ricavato per i due Bandi Piccoli Comuni e FREE e, ove valutabile, il totale dei due.

INDICATORE DI MONITORAGGIO		Bando Piccoli Comuni	Bando FREE	TOTALE
Superficie oggetto dell'intervento (m ²)		50.789	103.193	153.983
Classe Energetica pre intervento (n°)	D	13	11	24
	E	25	12	37
	F	37	15	52
	G	24	7	31
Fabbisogno energetico coperto da FER pre e post intervento (% media)	<i>Pre intervento</i>	4,4	4,5	4,4
	<i>Post intervento</i>	15,9	52,5	27,3
Incremento della copertura del fabbisogno di energia primaria tramite FER (GWh/anno)		0,9	6,3	7,2
Riduzione dei consumi di energia primaria da fonti non rinnovabili (GWh/anno)		13,7	46,7	60,4
Diminuzione del consumo annuale di energia primaria degli edifici pubblici (GWh/anno)		12,8	40,4	53,2
Potenza fotovoltaica installata (kW)		232,5	1.574,2	1.806,7
Potenza fotovoltaica installata aggiuntiva rispetto al limite di legge (kW)		<i>n.p.</i>	252,6	-
Bandi che integrano criteri relativi al Green Procurement, per settore merceologico (n°)		<i>n.v.</i>	<i>n.v.</i>	-
Diminuzione annuale stimata dei gas a effetto serra (tCO _{2eq} /anno)		2.665,5	7.911,1	10.576,7
Riduzione delle emissioni inquinanti PM ₁₀ , NO _x (Kg/anno)	PM10	20,7	44,7	65,4
	NO_x	1.400,9	4.646,8	6.047,8
Riduzione della superficie impermeabilizzata (m ²)		<i>n.p.</i>	2.500	-
Uso sostenibile delle risorse idriche: volumi di accumulo dell'acqua piovana (m ³)		<i>n.p.</i>	265	-

n.v. = indicatore previsto ma non valutabile alla fase corrente / *n.p.* = monitoraggio non previsto

Allegato 2 – Architettura bio-ecologica

Esiti dell'inclusione dell'architettura bio-ecologica nei bandi Piccoli Comuni e FREE.

ARCHITETTURA BIO-ECOLOGICA		
BANDO PICCOLI COMUNI	99 interventi finanziati	Inclusione tramite scheda di rilevazione caratteristiche ambientali
		<ul style="list-style-type: none"> • Circa il 23% degli interventi finanziati prevede l'utilizzo di materiali eco-compatibili certificati, tra questi il più diffuso è la lana di roccia per l'isolamento termico, ma anche intonaci, legno per i serramenti, vetrate a basso impatto energetico e pannelli per il cappotto termico.
		<ul style="list-style-type: none"> • Quasi il 70% dei progetti impiega tecnologie che contribuiscono alla riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera, in particolare tramite la sostituzione dei generatori di calore a caldaia con modelli più efficienti a condensazione o con pompe di calore, l'installazione di impianti fotovoltaici, di sistemi di illuminazione a LED, valvole termostatiche per la regolazione termica, coibentazione dell'involucro e sostituzione dei serramenti.
		<ul style="list-style-type: none"> • Un solo intervento si impegna nel riutilizzo degli scarti prodotti dal cantiere (riuso del materiale di copertura) mentre non viene preso in considerazione l'uso di elementi vegetali con funzioni bioclimatiche.
BANDO FREE	144 interventi finanziati	Inclusione tramite criterio ai fini della graduatoria
		<ul style="list-style-type: none"> • L'82% dei progetti prevede l'installazione di potenza fotovoltaica aggiuntiva rispetto al limite di legge (anche indicatore di monitoraggio ambientale). Sono premiati i progetti che non si limitano a soddisfare il valore minimo di potenza da installare, bensì lo superano, indipendentemente dal grado di superamento della soglia limite (che va da 1 kW fino a 30 kW).
		<ul style="list-style-type: none"> • Quasi la metà dei progetti, il 44%, utilizza materiali eco-compatibili certificati. La maggior parte delle proposte prevede di intervenire sulle coibentazioni, nello specifico delle strutture opache verticali, con cappotti e pannelli isolanti in materiali plastici, spesso riciclati, o in lana di roccia.
		<ul style="list-style-type: none"> • Il 31% dei progetti risponde all'uso sostenibile della risorsa idrica; gli interventi prevedono l'adozione di tecnologie per il recupero e il riutilizzo delle acque meteoriche, principalmente per irrigazione delle aree verdi e scarichi WC, indipendentemente dal volume idrico accumulabile (che va da 2 m³ a circa 40 m³).
		<ul style="list-style-type: none"> • Nel 20% dei progetti sono stati inclusi elementi verdi con funzioni bio-climatiche; si tratta di realizzazioni di tetti verdi, facciate verdi e schermature verdi, con il principale effetto di regolazione termica, sia in estate sia in inverno, oltre al ruolo di mitigazione dell'inquinamento dell'aria.
		<ul style="list-style-type: none"> • Circa il 18% dei progetti prevede l'installazione di sistemi di accumulo dell'energia elettrica prodotta. Si tratta di apparecchi costosi e ancora poco diffusi; i progetti sono stati premiati indipendentemente dalla capacità installata (si va dai 3 kW di potenza fino a circa 15 kW).
		<ul style="list-style-type: none"> • Il 13% dei progetti risponde al criterio dell'uso sostenibile del suolo tramite operazioni di de-impermeabilizzazione (anche indicatore di monitoraggio ambientale). In particolare, si tratta di recuperi di aree esterne attualmente impermeabilizzate, ove si prevede il ritorno ad area verde o comunque di suoli drenanti. La superficie interessata varia da 10 m² fino a 1000 m².
		<ul style="list-style-type: none"> • Infine, una piccola quota pari all'11% dei progetti realizza sistemi solari passivi, in particolare attraverso delle serre solari, utili nella stagione invernale per riscaldare gli ambienti interni, accumulando calore nelle ore diurne.