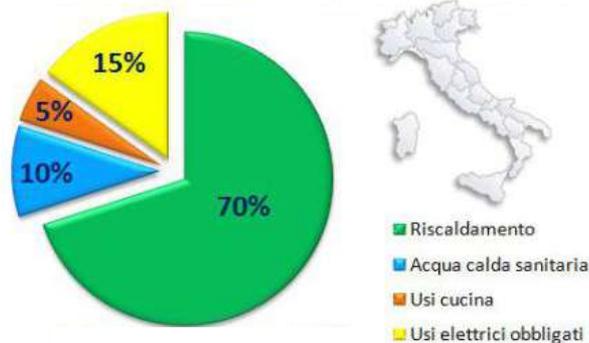
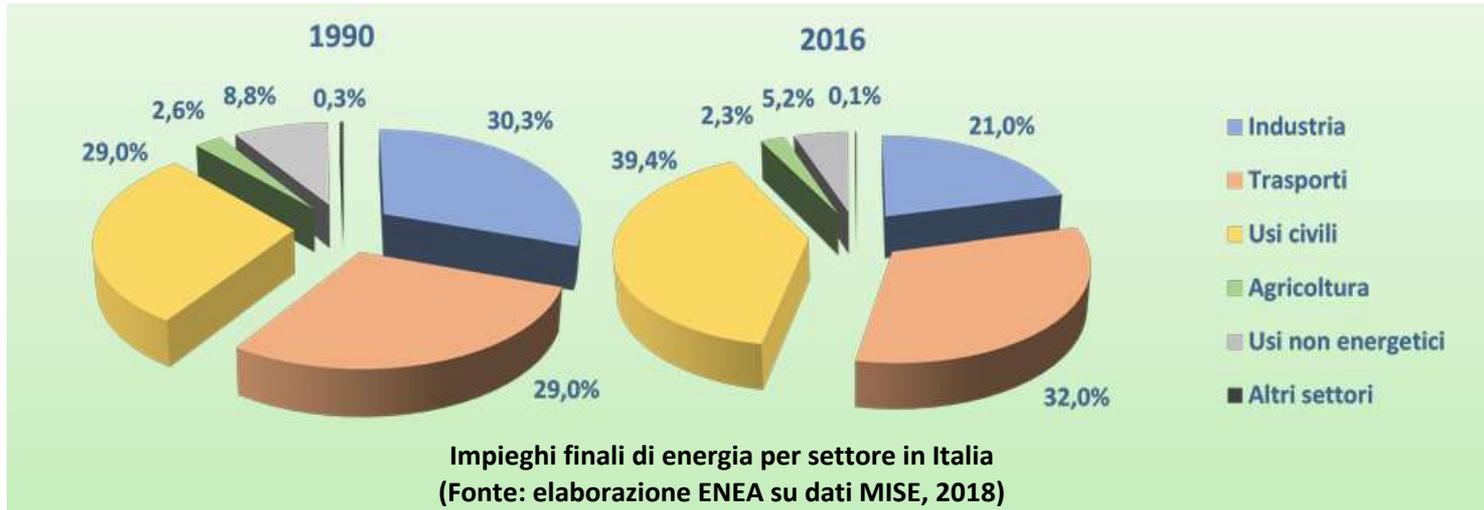




CLIMATOLOGIA URBANA PER GLI INGEGNERI IL CLIMA E L'ENERGIA

21
SETTEMBRE
2020

LA DOMANDA ENERGETICA PER IL RISCALDAMENTO



Consumo energetico globale per usi finali degli edifici nel 2010

Fonte: elaborazione ENEA su dati MISE

Consumi energetici per climatizzazione, ventilazione e acqua calda (HVAC in industria, terziario, residenziale)

- progettazione edificio-impianto
- manutenzione/gestione impianti
- diagnosi/certificazioni energetiche
- sistemi di gestione dell'energia
- contabilizzazione energetica
- sistemi di monitoraggio distribuito di energia/efficientamento energetico

H	- Heating
V	- Ventilation
A	- Air
C	- Conditioning

LA NORMA TECNICA PER I DATI CLIMATICI

La UNI 10349 è stata pubblicata negli anni '90 che ha rappresentato, negli ultimi venti anni, la base per tutti i calcoli termotecnici effettuati dai professionisti

Fonte dei dati climatici:

- Rete Agro-meteorologica Nazionale (dal 1990)
- Servizio Idrografico (1951-1967)
- Aeronautica Militare Italiana (1951-1994)
- Unità Dati Bioclimatici e Territoriali (DBT) dell'ENEA (dal 1994)

I DATI CLIMATICI – CRITICITA'

- I dati climatici a supporto di altre norme tecniche frammentati in più documenti normativi.
 - Tale problematica è stata in parte dovuta alle indicazioni contenute nelle stesse norme EN che spesso prevedono, nel relativo recepimento e per la loro applicabilità, appendici nazionali non concedendo il ricorso a specifiche norme tecniche.
- Le varie norme, spesso e volentieri, nel riportare valori di riferimento, citavano **stazioni di rilevazione dei dati tra loro non omogenee**. Quest'ultima problematica si riscontra per via del fatto che le stazioni di rilevazione dei dati climatici, in base alle necessità dell'ente che le gestisce, nel tempo possono essere dismesse o spostate

LE STAZIONI METEO

La UNI EN ISO 15927-4:2005 prescrive che possano essere utilizzati solamente dati climatici acquisiti da stazioni che applicano i metodi e le prescrizioni della WMO Guide N. 8, 1996 *“Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation”* (l'ultima versione è del 2010).

La base dati per l'aggiornamento della UNI 10349 è stata dunque determinata secondo la norma UNI EN ISO 15927-4 ed ha permesso di stabilire anni tipo climatici per 110 stazioni di rilevazione dei dati

UNI 10349:2016

Nel 2016 la norma UNI 10349 è stata aggiornata in quanto nel corso del tempo, le condizioni climatiche hanno subito inevitabili deviazioni e la loro misura si è resa più affidabile e completa, con ovvie ricadute sui calcoli energetici.

NORMA	TITOLO
UNI 10349-1	“Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell’edificio e metodi per ripartire l’irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l’irradianza solare su di una superficie inclinata”.
UNI 10349-2	“Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 2: Dati di progetto”
UNI 10349-3	UNI 10349-3:“Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici”

I nuovi dati sono stati ottenuti dalle agenzie per la protezione dell’ambiente (ARPA o APPA nel caso di Trento) e sono il valore medio della temperatura di ciascun mese “più caratteristico” degli ultimi anni (UNI EN ISO 15297).

PROGETTAZIONE – PARAMENTRI CLIMATICI PER IL RISCALDAMENTO

temperatura esterna di progetto, t_e
numero di gradi - giorno, GG
numero di giorni di riscaldamento, N

L. 10/1991
DPR 412/1993

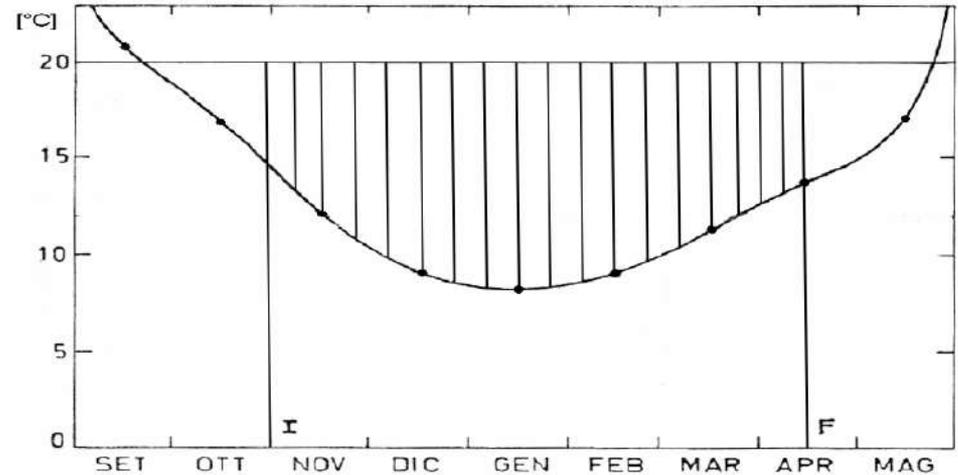
Significato delle grandezze:

- **Temperatura esterna di progetto** concorre a determinare la **potenzialità di un impianto termico**.
- **Gradi-giorno** è utilizzato per classificare le condizioni climatiche esterne delle varie località ed è significativo nei riguardi dell'**ordine di grandezza dei consumi di energia termica per il riscaldamento**

I GRADI-GIORNO

$$GG = \sum_{e=1}^{365} (20 - T_e)$$

con $T_e \leq 20$ [°C]



Zona climatica	Gradi giorno	Alcuni esempi	Periodo di riscaldamento
F	oltre 3000	Trento, Belluno, Cuneo	nessun limite (tutto l'anno)
E	da 2101 a 3000	Milano, Torino, Bologna	15 Ottobre - 15 Aprile
D	da 1401 a 2100	Roma, Firenze, Genova, Ancona	1 Novembre - 15 Aprile
C	da 901 a 1400	Napoli, Bari, Cagliari	15 Novembre - 31 Marzo
B	da 601 a 900	Catania, Palermo, Reggio Calabria	1 Dicembre - 31 Marzo
A	fino a 600	Lampedusa, Linosa, Porto Empedocle	1 Dicembre - 15 Marzo



**Zonizzazione
climatica**

I GRADI-GIORNO

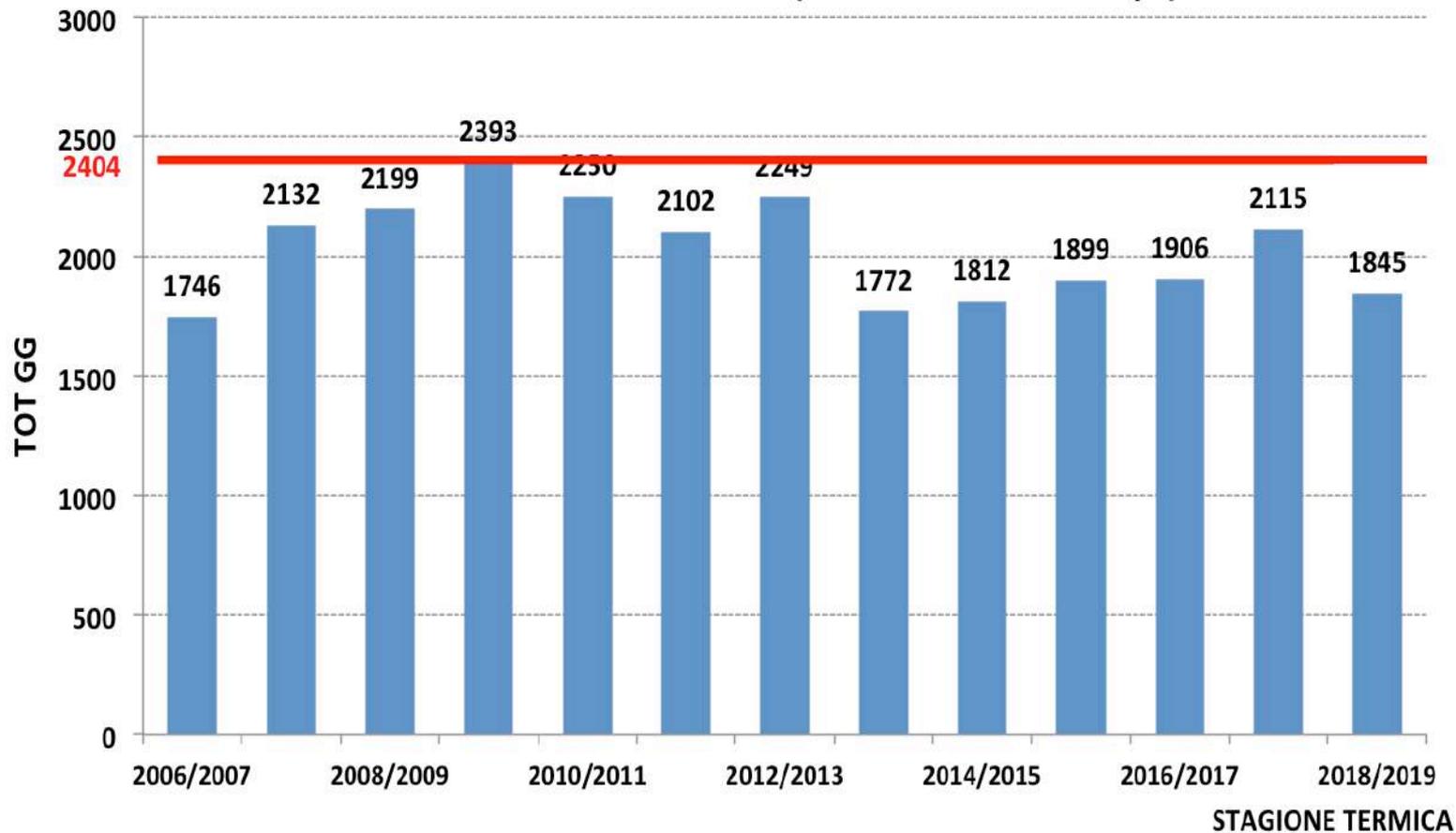
L'aggiornamento dei gradi giorno introdotto dalla nuova norma sui dati climatici UNI 10349:2016 pubblicata a marzo 2016, ha posto il problema del riferimento da utilizzare per la definizione della zona climatica.

Secondo tale aggiornamento infatti circa il 25% dei comuni italiani è collocato in una zona climatica differente da quella precedente nota e indicata dal DPR 412/93.

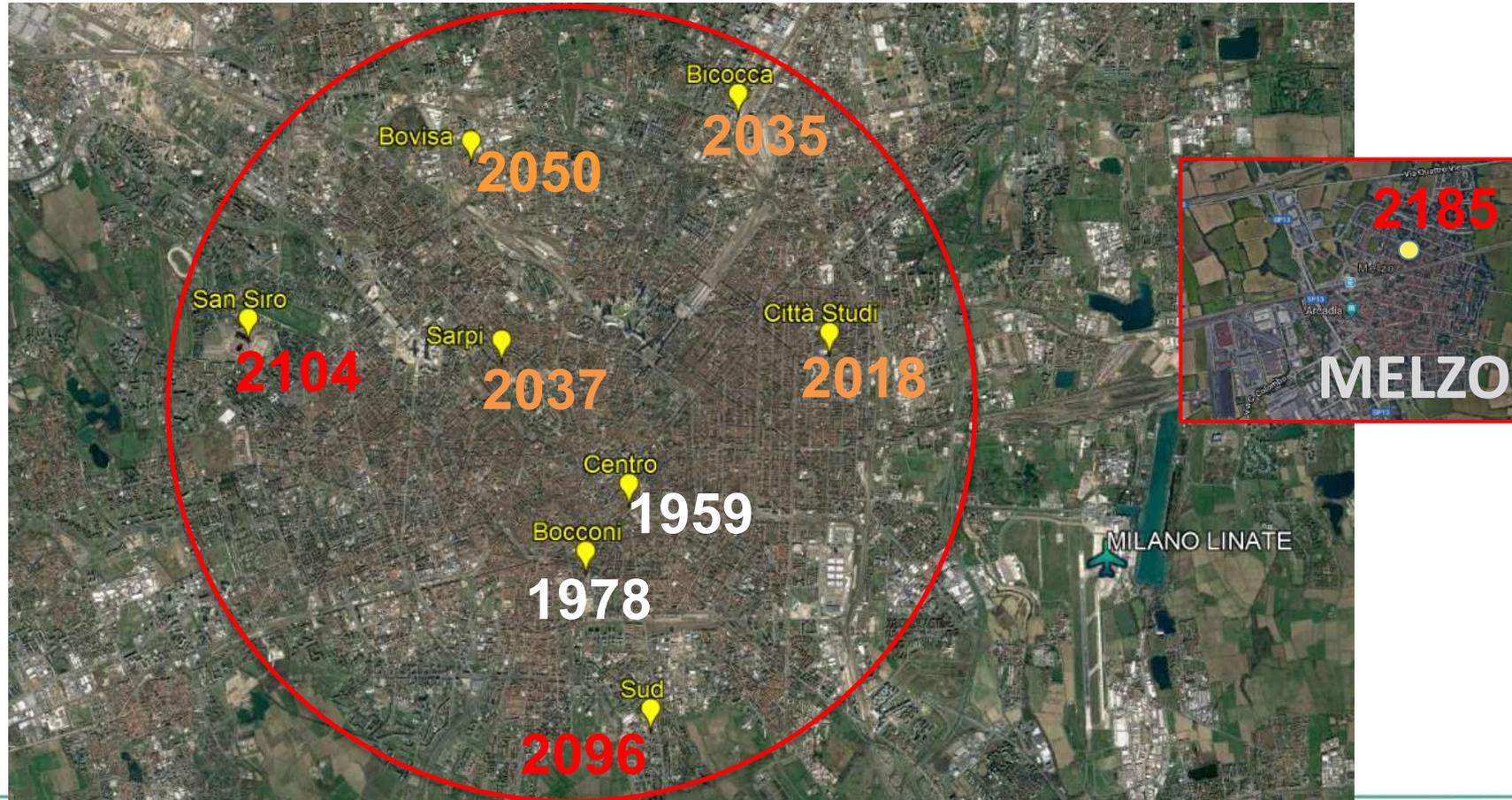
Tuttavia, la definizione della zona climatica (e di conseguenza dei valori limite di legge) deve essere eseguita secondo il DPR 412/93, poiché ad oggi è ancora il riferimento ufficiale con peso legislativo maggiore.

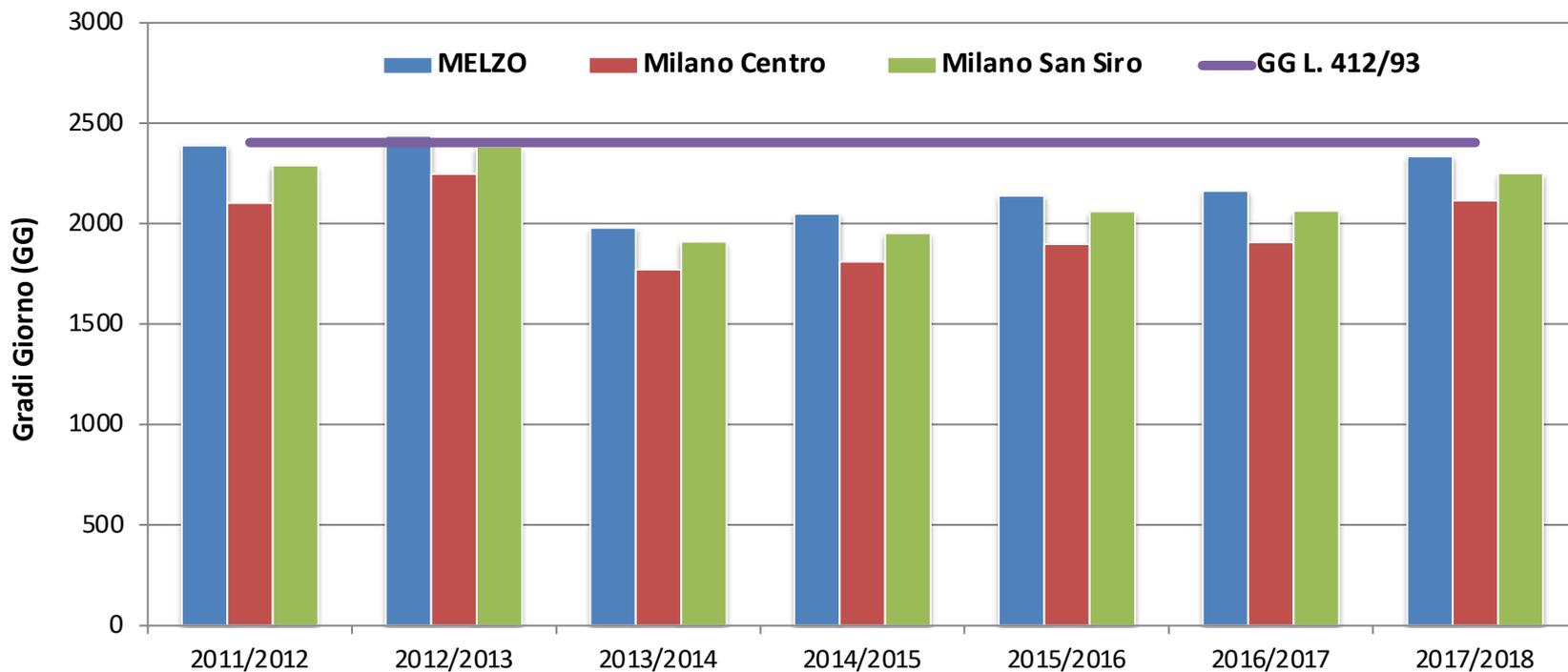


GG STAGIONALI MILANO CENTRO (ZONA E: 15 ott - 15 apr)



MILANO e Melzo: GG valore medio per stagione termica da 2012/2013 a 2017/2018





Stagione termica

	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	Media GG
MELZO	2389	2439	1981	2049	2140	2165	2335	2214
Milano Centro	2102	2249	1772	1812	1899	1906	2115	1979
Milano San Siro	2290	2384	1910	1954	2061	2063	2252	2131

GG DPR 412/93: 2404 GG

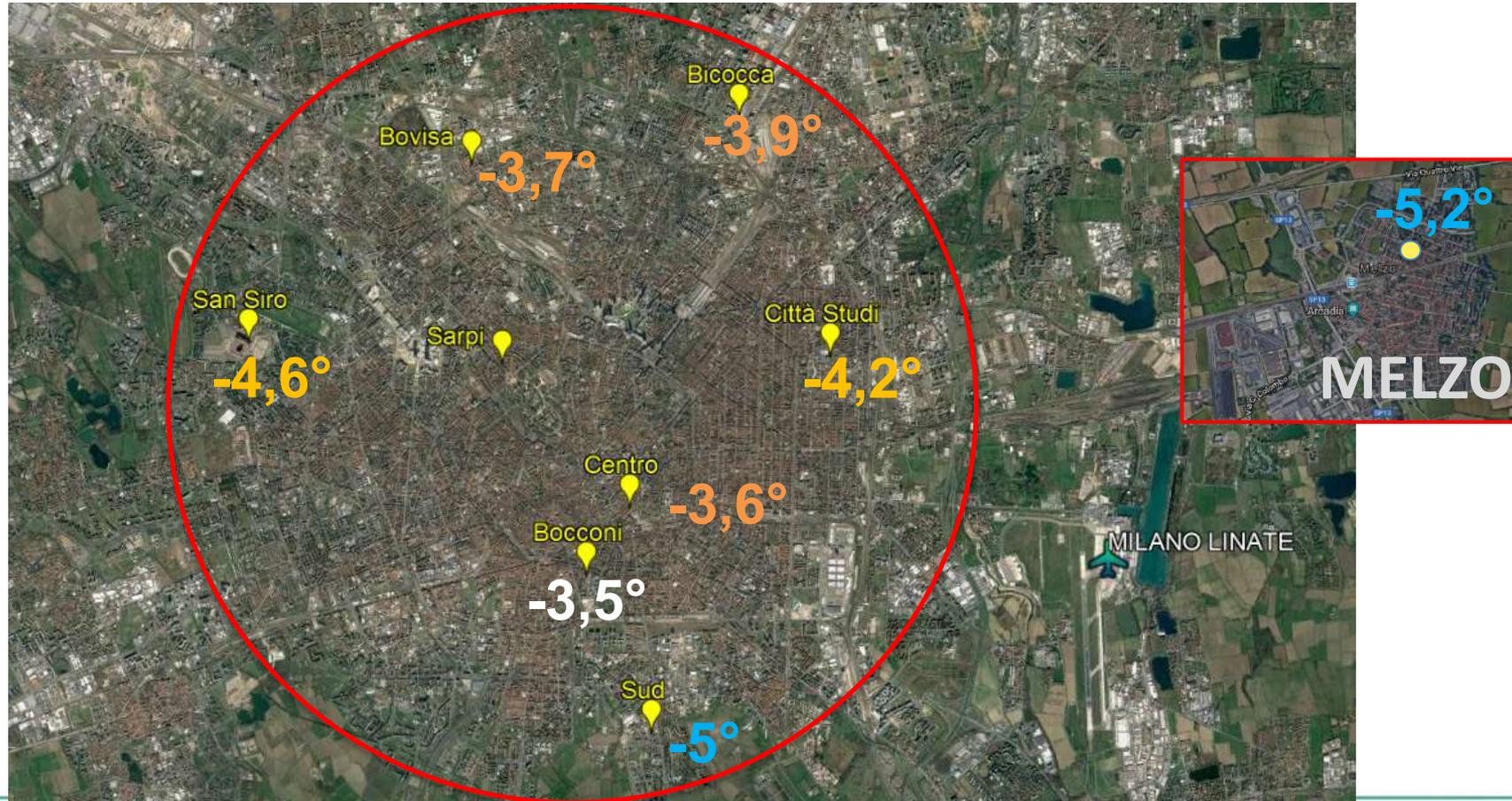
TEMPERATURA ESTERNA DI PROGETTO (INVERNALE)

Si definisce ***temperatura esterna di progetto*** la temperatura a cui nei mesi di dicembre-gennaio-febbraio o comunque nella stagione invernale corrisponde una *frequenza cumulata* del 99% per gli edifici con involucro leggero e del 97,5% per gli edifici con involucro pesante o normale, dove per “frequenza cumulata” s’intende la percentuale dei valori orari di temperatura che risultano superiori ad un determinato limite

La UNI 5364:1976 indicava per Milano una temperatura esterna di progetto di **-5°C**

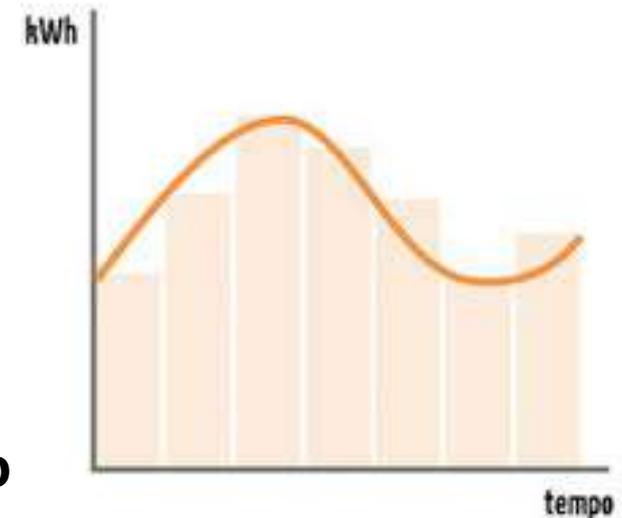
TEMPERATURA MINIMA ASSOLUTA (DIC-FEB)

I dati rappresentati sono una proxy della temperatura esterna di progetto, in quanto calcolata con il 100% delle osservazioni



SIMULAZIONE DINAMICA ORARIA DEGLI EDIFICI

La simulazione dinamica è una metodologia di calcolo che consente di verificare il comportamento termico di un edificio considerando gli **effetti inerziali dell'involucro e degli impianti**, simulandone il comportamento sulla base di una **caratterizzazione oraria delle condizioni climatiche esterne** e del **profilo di utilizzo del fabbricato**.



Progetto Strumenti

SIMULAZIONE DINAMICA ORARIA DEGLI EDIFICI

- Progetto
- Dati climatici
- Gestione zone
- Involucro
- Calcola edificio
- Visualizza ed...

Provenienza dei dati

UNI 10349:2016 Importazione utente

Località

Importazione dati climatici

Selezionare il foglio di lavoro

ISO_FDIS_52016_1_BESTEST_ClimDa

Località

Latitudine

Longitudine

Fuso orario UTC

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		meese	giorno	ora	theta_e_air	I_sol	I_sol	I_sol	I_sol
2					ATTENT...				
3					Climato d...				
4					theta_e_air	I_sol	I_sol	I_sol	I_sol
5					C	W/m2	W/m2	W/m2	W/m2
6						NV	EV	SV	WV
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0
8	1	1	1	1	0	0	0	0	0
9	1	1	1	2	0	0	0	0	0
10	1	1	1	3	0	0	0	0	0
11	1	1	1	4	0	0	0	0	0
12	1	1	1	5	0	0	0	0	0
13	1	1	1	6	3,3	0	0	0	0
14	1	1	1	7	2,2	4.04962...	9.50106...	7.37297...	4.04962...
15	1	1	1	8	3,3	46.8198...	178.719...	164.094...	46.8198...
16	1	1	1	9	7,2	57.2900...	91.1526...	102.849...	57.2900...
17	1	1	1	10	7,8	89.2258...	306.060...	701.365...	89.2258...
18	1	1	1	11	8,9	87.9871...	216.156...	959.588...	87.9871...
19	1	1	1	12	9,4	72.6687...	72.6687...	934.856...	179.957...
20	1	1	1	13	10,6	52.5606...	52.5606...	858.999...	370.914...
21	1	1	1	14	10	29.5360...	29.5360...	670.662...	488.159...
22	1	1	1	15	9,4	12.4815...	12.4815...	458.323...	498.163...
23	1	1	1	16	6,7	9.96689...	9.96689...	69.9141...	105.269...
24	1	1	1	17	5,6	0	0	0	0

	Importa	Dato	Colonna
<input checked="" type="checkbox"/>	Temperatura [°C]	C	
<input type="checkbox"/>	Radiazione diffusa [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione diretta orizzontale [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione totale orizzontale [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Est [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Est [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Est [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Nord-Ovest [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Ovest [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Radiazione Sud-Ovest [W/m²]		
<input type="checkbox"/>	Pressione [Pa]		
<input type="checkbox"/>	Umidità relativa [%]		
<input type="checkbox"/>	Velocità vento [m/s]		

Visualizza righe seguenti

Importare i dati a partire dalla riga

1

Importa

Annulla

Importazione 0:00

Esci

183 gior

269,6 W/

1,7 m/s

atu

Progetto Strumenti

- Progetto
- Dati climatici
- Gestione zone
- Involucro
- Calcola edificio
- Visualizza ed esporta dati

Provenienza dei dati

UNI 10349:2016 Importazione utente

Fonte dei gradi giorno

DPR 412/93

UNI 10349:2016

Provincia di appartenenza

MI - MILANO

Lattitudine 45 - 27

Temperatura di progetto -5.0 °C

Gradi giorno 2274

Comuni della provincia di MILANO

Longitudine 9 - 11

Temperatura media annuale 14.3 °C

Zona climatica E

Durata della stagione di riscaldamento 183 giorni

Irradianza media del mese di massimo insolazione 269.6 W/m²

Fuso orario UTC +1

Temperatura media stagione 7.8 °C

Densità dell'aria 1.190 kg/m³

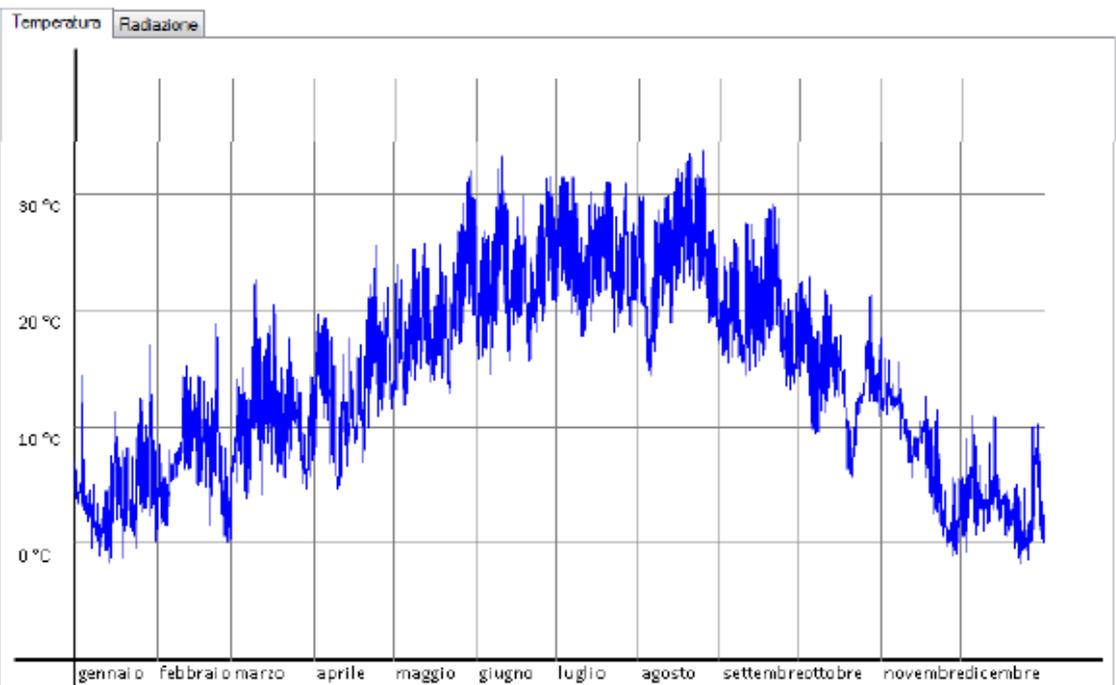
Velocità del vento medio annuale 1.7 m/s

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici

MI - MILANO

Radiazione solare

Visualizza da giovedì 1 gennaio 2015 a giovedì 31 dicembre 2015 Chiudi



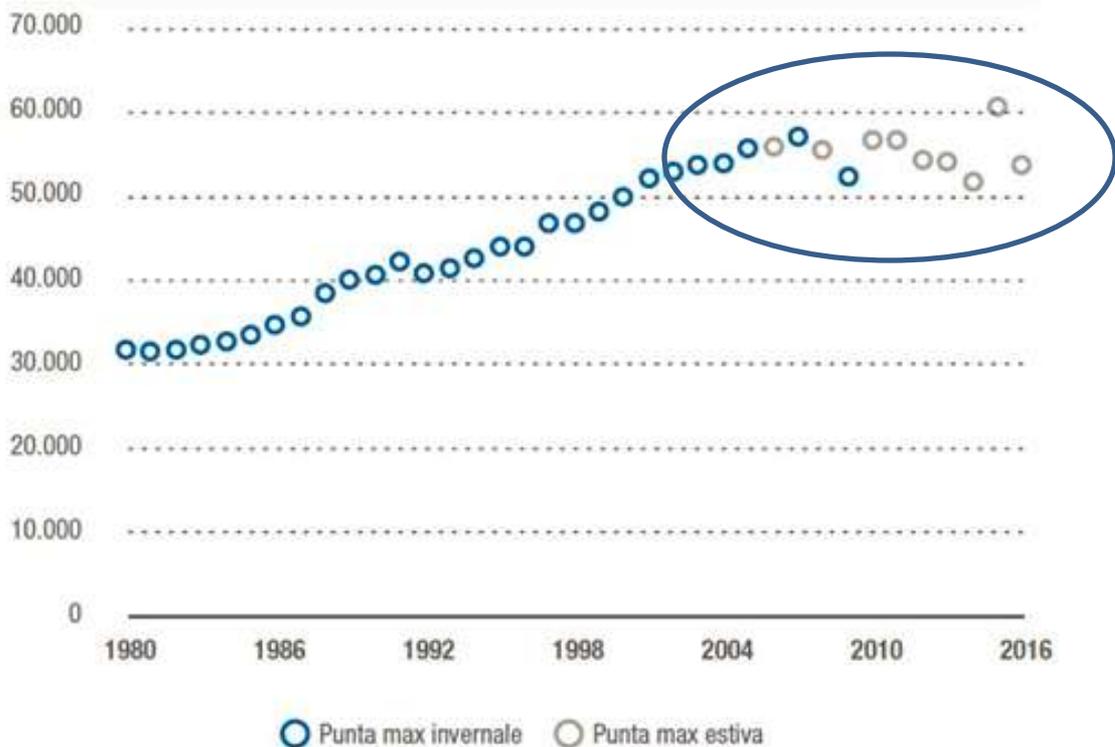
Diffusiva	Temperatura ciclo [°C]
0.62	-8.1
0.89	-6.0
1.39	-4.9
1.81	-0.1
2.31	6.8
2.71	7.0
2.45	9.3
2.07	10.0
1.60	3.4
0.99	4.3
0.58	-4.7
0.52	-9.4

- gennaio
- febbraio
- marzo
- aprile
- maggio
- giugno
- luglio
- agosto
- settembre
- ottobre
- novembre
- dicembre

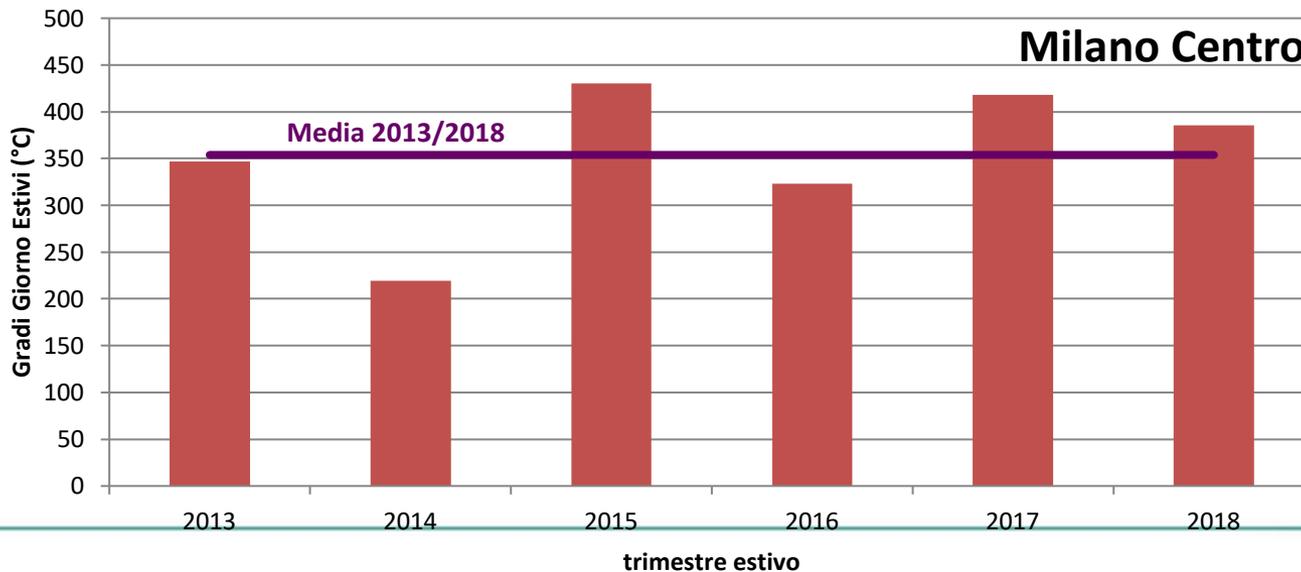
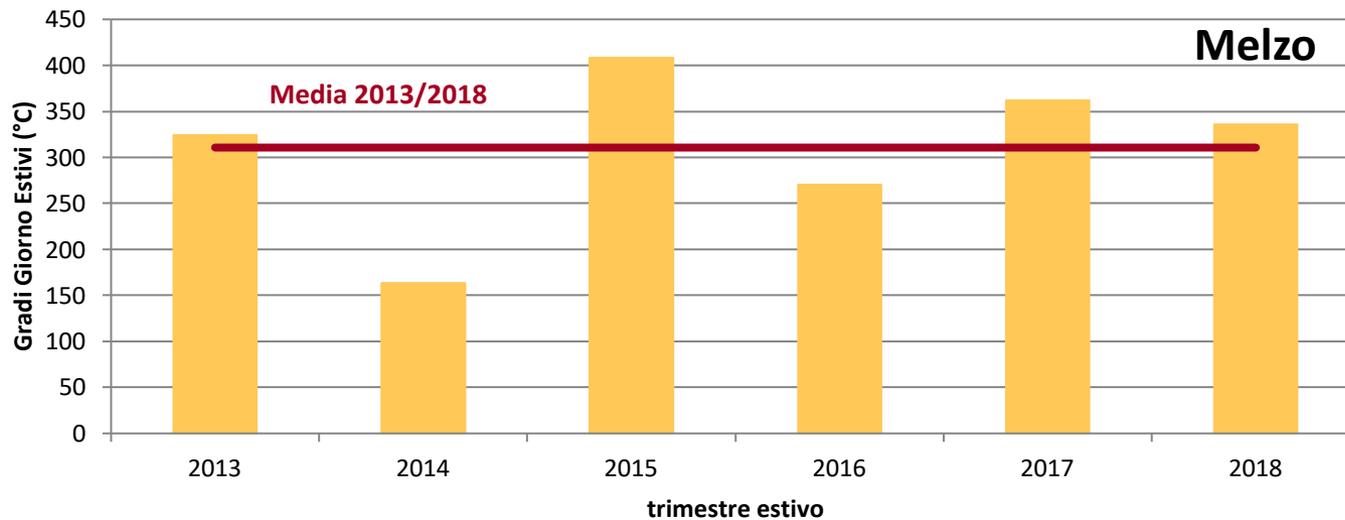
Visualizza dati climatici

IL CONDIZIONAMENTO ESTIVO

FIGURA 59 – CARICO MASSIMO ANNUO IN ITALIA DAL 1980 (MW)

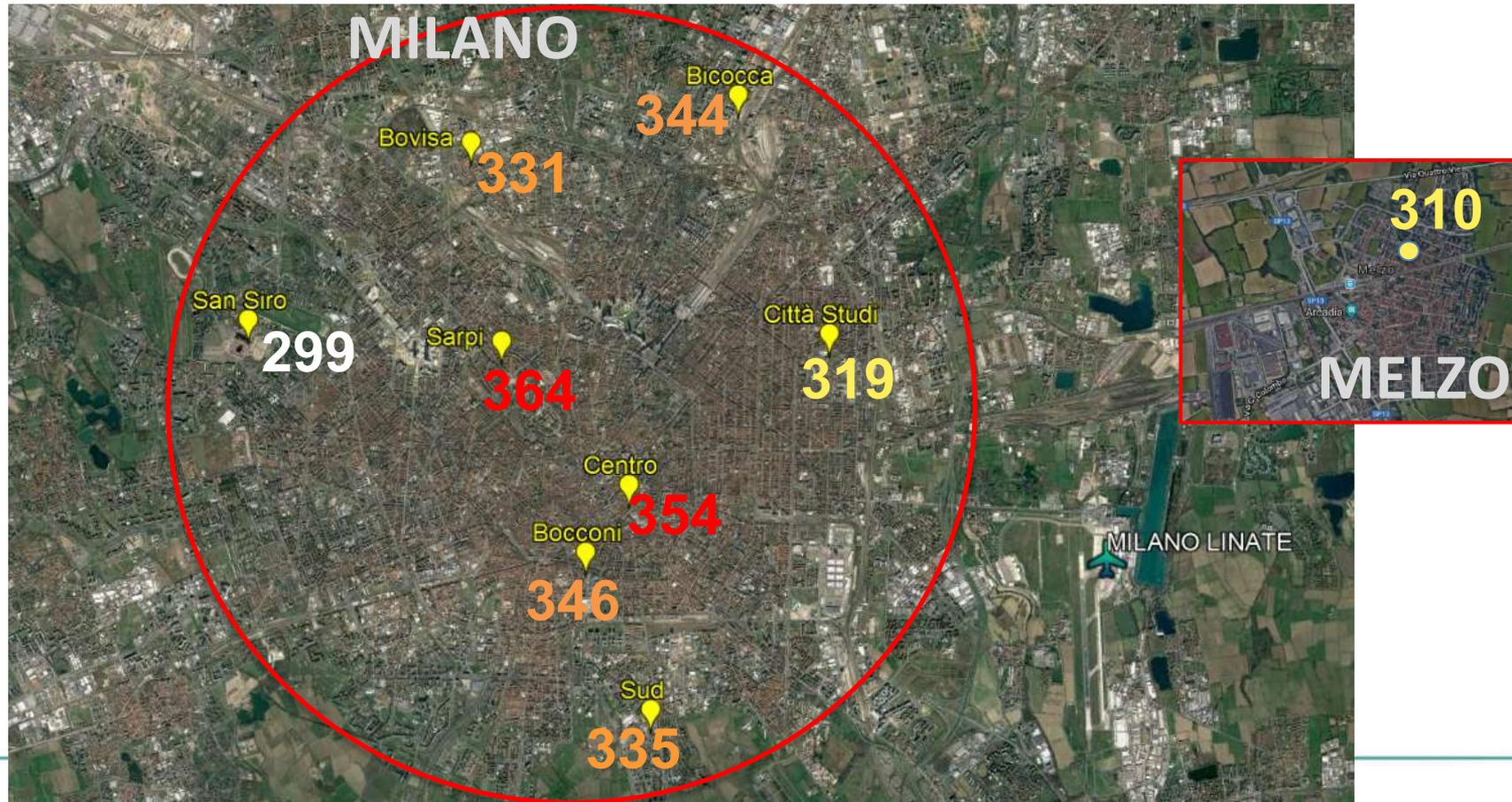


Source: Terna



Distribuzione spaziale in un grande centro urbano

MILANO: **GGE valore medio trimestrale** dal 2013 al 2018 (giugno-agosto)



Meteorologia a supporto del settore energetico

LIVELLO GESTIONALE

- valutazione della performance di un impianto termico
- processi di monitoraggio, ottimizzazione e prediagnosi
- EPC, contratti energetici a prestazioni garantite

Il dato meteorologico è un'ottima **VARIABILE DI CONTROLLO SISTEMATICO** sul funzionamento degli impianti termici perché:

- il fabbisogno energetico HVAC è correlato ad indici climatologici
- Il parametro meteo è variabile indipendente rispetto alle altre grandezze che caratterizzano l'impianto

ESEMPIO

Diagrammi utili per la diagnosi della gestione degli impianti di riscaldamento:

- Grafico clima/potenza ⇒ **PTE "Potenza Termica Edificio"**
- Consumo unitario per grado giorno ⇒ **CUC "Consumo per Unità Climatica"**

CONTRATTI SERVIZIO ENERGIA



INNOVAZIONI & SCIENZA



in collaborazione con:



**LINEE GUIDA CCIAA MILANO (2014):
utilizzo di gradi giorno misurati dalla
stazione meteo più vicina possibile**

ALLEGATO 4 al Contratto Servizio Energia Base N°.....del gg/mm/aaaa Tabella Gradi Giorno e Formule di Calcolo

Sviluppo dei i valori contrattuali rapportati con i valori desunti dal DPR 412/93

I gradi giorno nominali assunti a riferimento sono rilevati presso [indicare la stazione meteorologica prevista contrattualmente] e rappresentano: [indicare il criterio adottato per la determinazione dei gg - esempio media degli ultimi __ anni].

VOCE		CONTRATTO	DPR 412/93
a) Zona Climatica	fascia		E
b) periodo contrattuale annuo	giorni	_____	183
c) Data inizio	Dal	_____	15 Ott
d) Data termine	Al	_____	15 Apr
e) Ore giorno di erogazione del servizio	h	14	14
f) temperatura ambiente	T°	20	20
g) fabbisogno presunto di energia termica	MWh		
h) gradi giorno nominali assunti a riferimento (Osservatorio di riferimento indicare quello più prossimo)	gg		
i) Rapporto tra fabbisogno presunto di energia termica e gradi giorno nominali assunti a riferimento	MW/gg	MWh contrattuali Gradi giorno contrattuali	MWh contrattuali Gradi giorno contrattuali
j) Importo unitario	€/MWh		
B1) servizio di climatizzazione invernale quota riferita al consumo di energia	€	j x h	j x h
B2) servizio di produzione acqua calda ad uso igienico sanitario quota riferita al consumo di _____ (Energia o Acqua Immessa nell'impianto)	€		
B3) servizio climatizzazione estiva	€		
B4) Quota di esercizio relativa ai punti 1) e 2) ove offerto	€		
Totale servizi	€		
B5) canone annuo complessivo (capitale e oneri finanziari)	€		
IMPORTO GLOBALE PRESUNTO ANNUO	€		

L'Azienda _____ (luogo e data) (timbro e firma)
Il Committente _____ (luogo e data) (timbro e firma)

COMUNE DI GARGNANO
Via Roma, n. 47

APPALTO SERVIZIO ENERGIA E GESTIONE CALORE,
CON TELECONTROLLO,
FORNITURA DEL COMBUSTIBILE CON ESECUZIONE
DEI LAVORI ACCESSORI DI ADEGUAMENTO
DELLE CENTRALI TERMICHE
A SERVIZIO DEGLI EDIFICI COMUNALI

PERIODO 15.10.2016 – 15.10.2026

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

ART. 7. Corrispettivo fornitura combustibile, conduzione e manutenzione ordinaria impianti di climatizzazione invernale (A) applicabili alle nuove volumetrie

Il valore del corrispettivo dovuto (CA), al netto di IVA, per il servizio erogato nell'intera stagione di riscaldamento, per il singolo luogo di fornitura, è ottenuto moltiplicando:

- Il Prezzo Unitario Servizi A (PUA);
- Il totale delle ore di riscaldamento (H);
- I Gradi Giorno Effettivi (GGE);
- Il Volume del luogo di fornitura espresso in migliaia di metri cubi (Volume/1000);

$$CA = PUA * H * GGE * V/1000$$

- GGE: Gradi Giorno Effettivi relativi all'intera stagione di riscaldamento, verranno calcolati come somma, nel periodo compreso fra il 15 ottobre e il 15 aprile, delle sole differenze positive fra le temperature richieste dalla stessa amministrazione e la media ottenuta fra le rilevazioni dei valori medi giornalieri dall'Osservatorio meteorologico dell'Istituto Tecnico agrario statale "G. Pastori" di Brescia e la nuova stazione da installare a Gargnano.