



URBEM

Urban Reference Buildings for Energy Modelling



Con quali dati sono stati costruiti gli archetipi URBEM

Politecnico di Milano, Dipartimento di Energia
26.03.2025

Prof.ssa Ilaria Ballarini, Politecnico di Torino





EPBD IV (UE 2024/1275)

Banche dati della prestazione energetica nell'edilizia

Articolo 22, comma 1. Ciascuno Stato Membro crea una **banca dati nazionale** che permette di raccogliere dati sulla **prestazione energetica dei singoli edifici e dell'intero parco immobiliare nazionale**. Tali banche dati possono essere costituite di una **serie di banche dati interconnesse**.

La banca dati permette di raccogliere da tutte le fonti pertinenti dati relativi ad **attestati di prestazione energetica, ispezioni, passaporto di ristrutturazione degli edifici, indicatore della predisposizione all'intelligenza**, e dati relativi all'energia calcolata o misurata degli edifici contemplati. Per alimentare la banca dati, possono anche essere raccolti dati relativi alle **tipologie di edificio**.



BANCA DATI DEGLI EDIFICI



COSTRUZIONE DELLA TIPOLOGIA EDILIZIA

Qual è lo stato delle banche dati oggi?





IL PUNTO DI PARTENZA DI URBEM

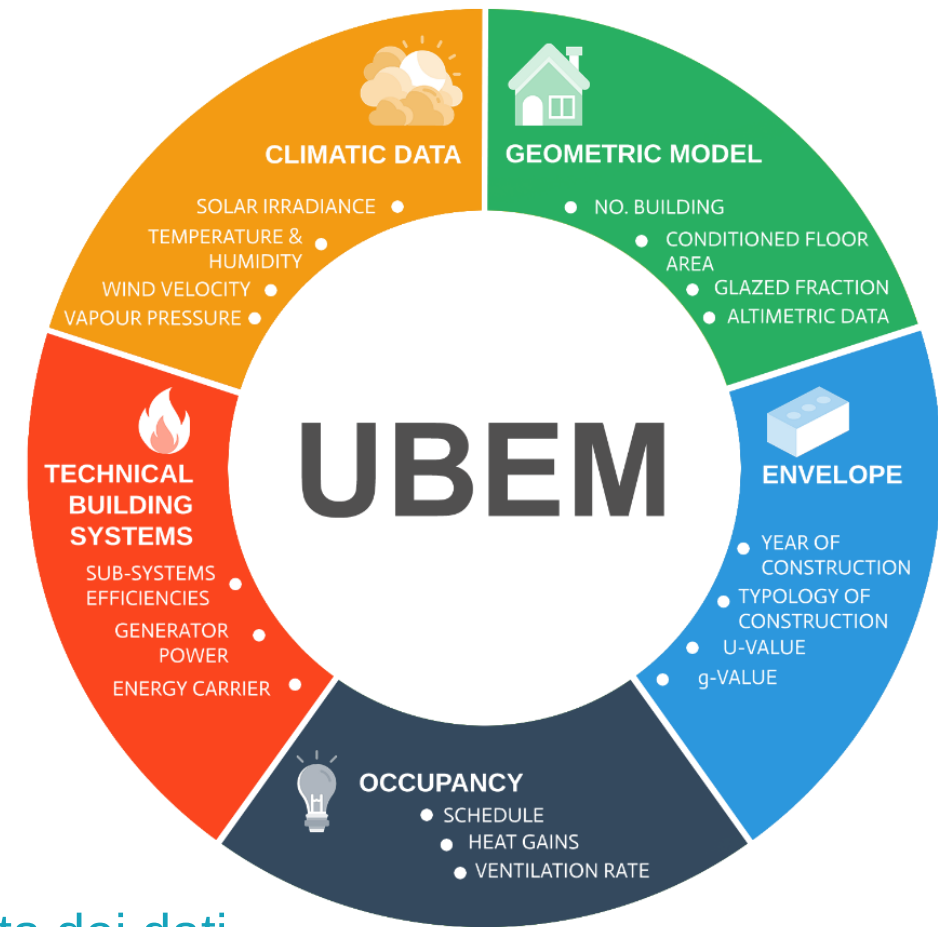
Analisi di banche dati e raccolta dei dati

- OBIETTIVI:

- analisi e revisione di banche dati esistenti
- identificazione di nuove banche dati
- raccolta dei dati
- definizione della qualità dei dati

- RISULTATI PRINCIPALI

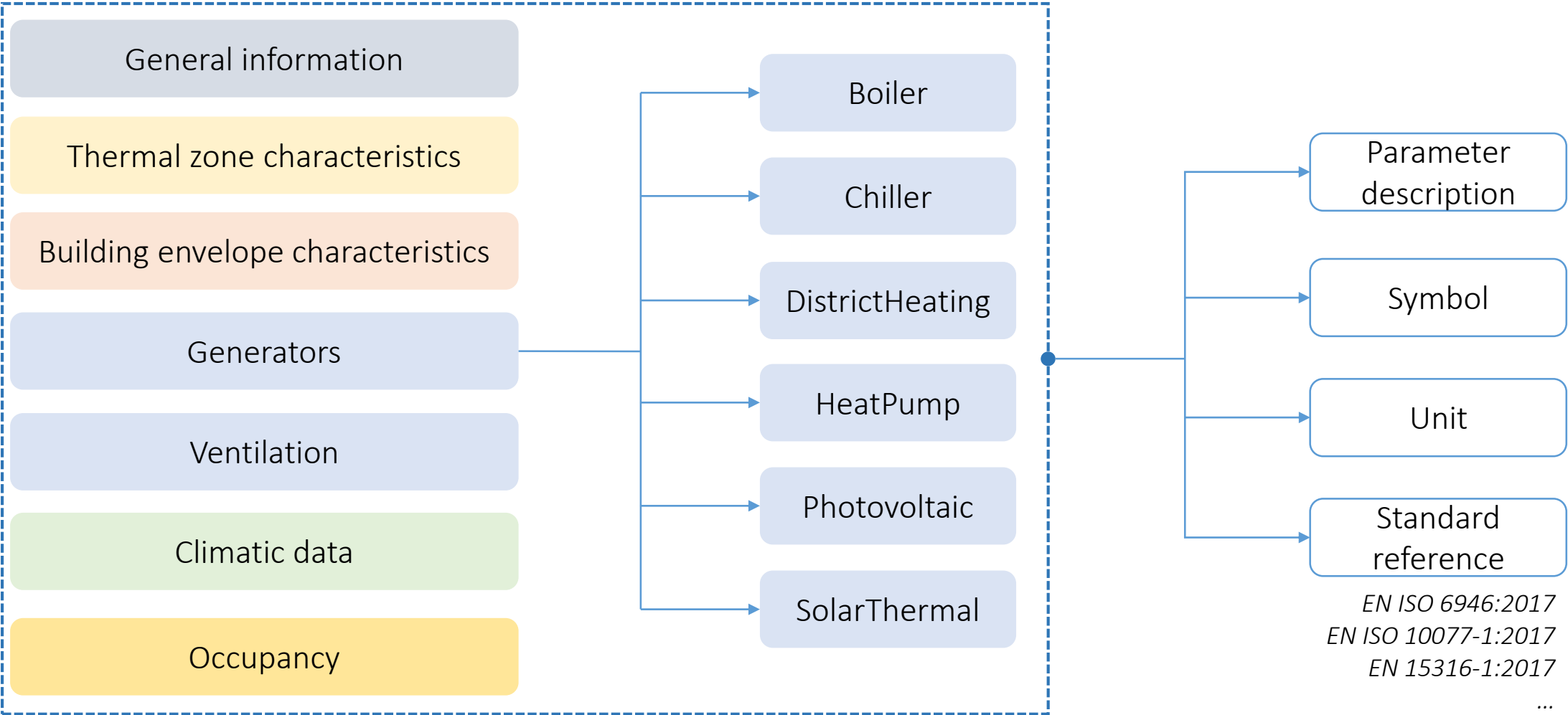
- Generazione di una struttura armonizzata per la raccolta dei dati necessari per lo sviluppo di un *Urban Building Energy Model* (UBEM)
- Classificazione dettagliata di banche dati nazionali, regionali e locali
- Raccolta dei dati dalle diverse banche dati
- Assegnazione di etichette di qualità ai dati raccolti





STRUTTURA ARMONIZZATA PER LA RACCOLTA DEI DATI

Classificazione dei dati per UBEM





STRUTTURA ARMONIZZATA PER LA RACCOLTA DEI DATI

Classificazione dei dati per UBEM

Building envelope characteristics

Description	Symbol	Unit	Standard reference
Thickness of the material layer in the component	d	m	EN ISO 6946:2017
Design thermal conductivity	λ	W/(m·K)	EN ISO 6946:2017
External surface resistance	R_{se}	(m ² ·K)/W	EN ISO 6946:2017
Internal surface resistance	R_{si}	(m ² ·K)/W	EN ISO 6946:2017
Hemispherical emissivity of the surface	ε	—	EN ISO 6946:2017
Surface		—	
Surface		—	
Density of building component	ρ_m	kg/m ³	EN ISO 13786:2017
Specific heat capacity of building component	c_m	J/(kg·K)	EN ISO 13786:2017
Solar absorption coefficient of external opaque surfaces	$\alpha_{sol;k}$	—	EN ISO 52016-1:2017
Visible absorption coefficient of external opaque surfaces		—	
Water vapour resistance factor	μ	—	EN ISO 10456:2007
Roughness of building component			ISO 4287-1:1984
Thermal conductivity of glass	λ	W/(m·K)	EN ISO 10077-1:2017
Thermal transmittance of window	U_w	W/(m ² ·K)	EN ISO 10077-1:2017
Total solar energy transmittance of the transparent part of window w_i	$g_{gl;wi}$	—	EN ISO 52016-1:2017
Solar direct reflectance of the side of the glazing facing the incident radiation	ρ_e	—	ISO 52022-1:2017

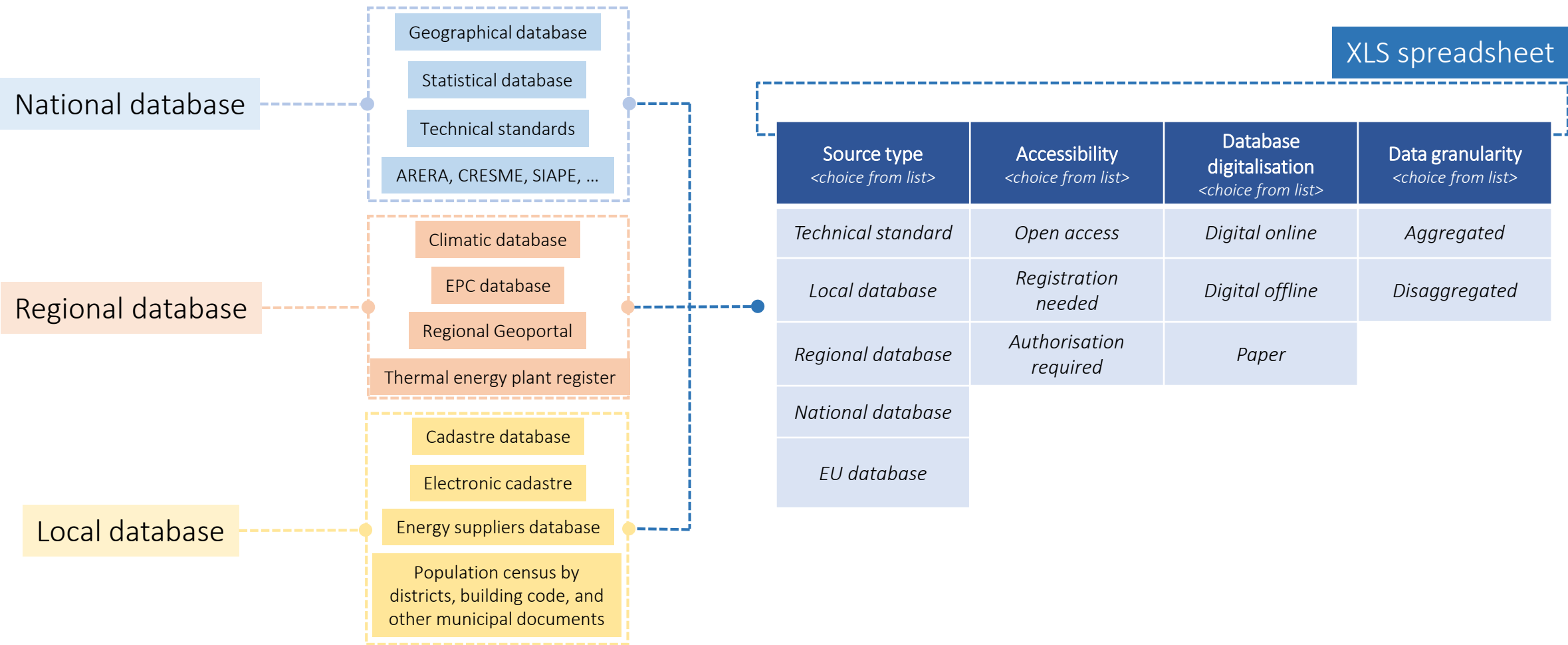
Esempio per l'involucro edilizio





CLASSIFICAZIONE DETTAGLIATA DI BANCHE DATI

Banche dati nazionali, regionali e locali



CLASSIFICAZIONE DETTAGLIATA DI BANCHE DATI

Banche dati nazionali, regionali e locali

Title

Organisation

Source type

Accessibility

Database digitalisation

Data granularity

Website link

Note

	Title	Organisation	Source type	Accessibility	Database digitalization	Data granularity	Website link	Note
	<Free text>	<Free text>	<Choice from list>	<Choice from list>	<Choice from list>	<Choice from list>	<Free text>	<Free text>
EPC databases	EPC database Abruzzo	Regione Abruzzo ENEA	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	apeabruzzo.enea.it	
	EPC database Basilicata	Regione Basilicata	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	portalebandi.regione.basilicata.it/PortaleBandi/detail-istanzeonline.jsp?id=339568	
	EPC database Bolzano	Agenzia per l'Energia Alto Adige	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	siape.bz.it/it/ape-attestato-di-prestazione-energetica-1.html	
	EPC database Calabria	Regione Calabria ENEA	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	apecalabria.enea.it	
	EPC database Campania	Regione Campania	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	sid.sviluppocampania.it/WebAccesso/Login.aspx	
	EPC database Emilia-Romagna	Regione Emilia-Romagna	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	sace.regione.emilia-romagna.it/Login.aspx?ReturnUri=%2f	
	EPC database Friuli-Venezia Giulia	Regione Friuli-Venezia Giulia	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	energia.regione.fvg.it/home	Aggregated data on open access
	EPC database Lazio	Regione Lazio ENEA	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	apelazio.enea.it	
	EPC database Liguria	Regione Liguria	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	servizi.regione.liguria.it/page/welcome/CERTIFICAZIONE_ENERGETICA_PROFESSIONISTI	
	EPC database Lombardia	Regione Lombardia ARIA	Regional database	Open access	Digital online	Disaggregated	cened.it	
	EPC database Marche	Regione Marche ENEA	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	apemarche.enea.it	
	EPC database Molise	Regione Molise ENEA	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	apemolise.enea.it	
	EPC database Piemonte	Regione Piemonte	Regional database	Open access	Digital online	Disaggregated	servizi.regione.piemonte.it/catalogo/sistema-informativo-per-prestazione-energetica-degli-edifici-sipee	
	EPC database Puglia	Regione Puglia ENEA	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	apepuglia.enea.it	
	EPC database Sardegna		Regional database					Not identified
	EPC database Sicilia	Regione Sicilia ENEA	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	apesicilia.enea.it	
	EPC database Toscana	Regione Toscana	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	siert.regione.toscana.it	
	EPC database Trento	Provincia Autonoma di Trento	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	ace.provincia.tn.it	
	EPC database Umbria	Regione Umbria	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	ape.regione.umbria.it	
	EPC database Valle d'Aosta	Regione Autonoma Valle d'Aosta	Regional database	Registration needed	Digital online	Disaggregated	regione.vda.it/energia/certificazionesenergetica/default.i.aspx	
	EPC database Veneto	Regione del Veneto	Regional database	Open access	Digital online	Disaggregated	regione.veneto.it/web/energia/prestazione-energetica-degli-edifici	
	EPC database SIAPE	ENEA	National database	Open access	Digital online	Aggregated	siape.enea.it	

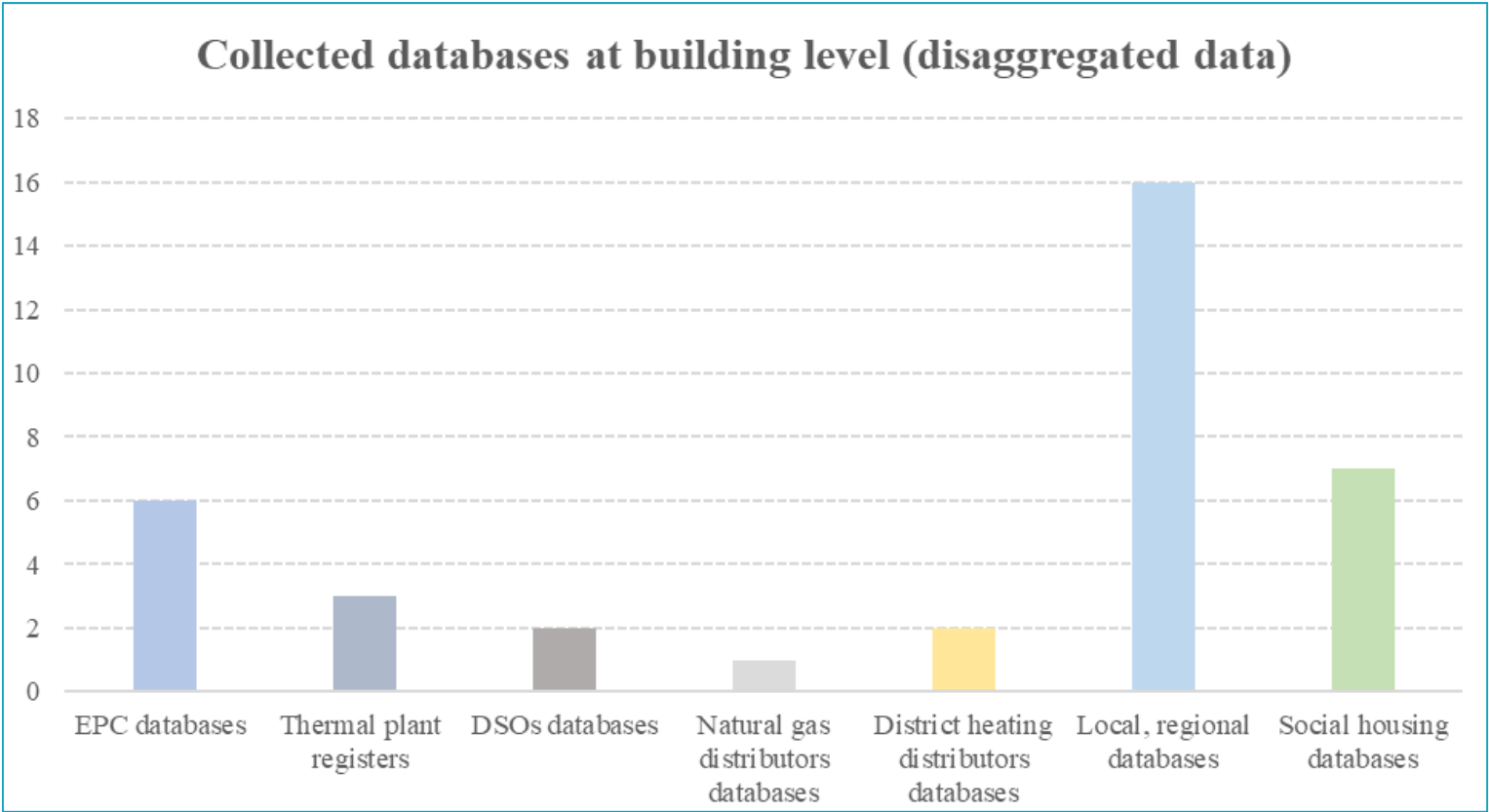
Esempio di banche dati relative agli Attestati di Prestazione Energetica degli edifici (APE)



RACCOLTA DEI DATI IN URBEM

Dati disaggregati (a livello di edificio)

Databases at building level
EPC databases of Region and Autonomous Provinces
Thermal plant registers of Region and Autonomous Provinces
DSOs databases
Natural gas distributors databases
District heating distributors databases
Climatic databases
Geographical databases
Local, regional databases
Social housing databases

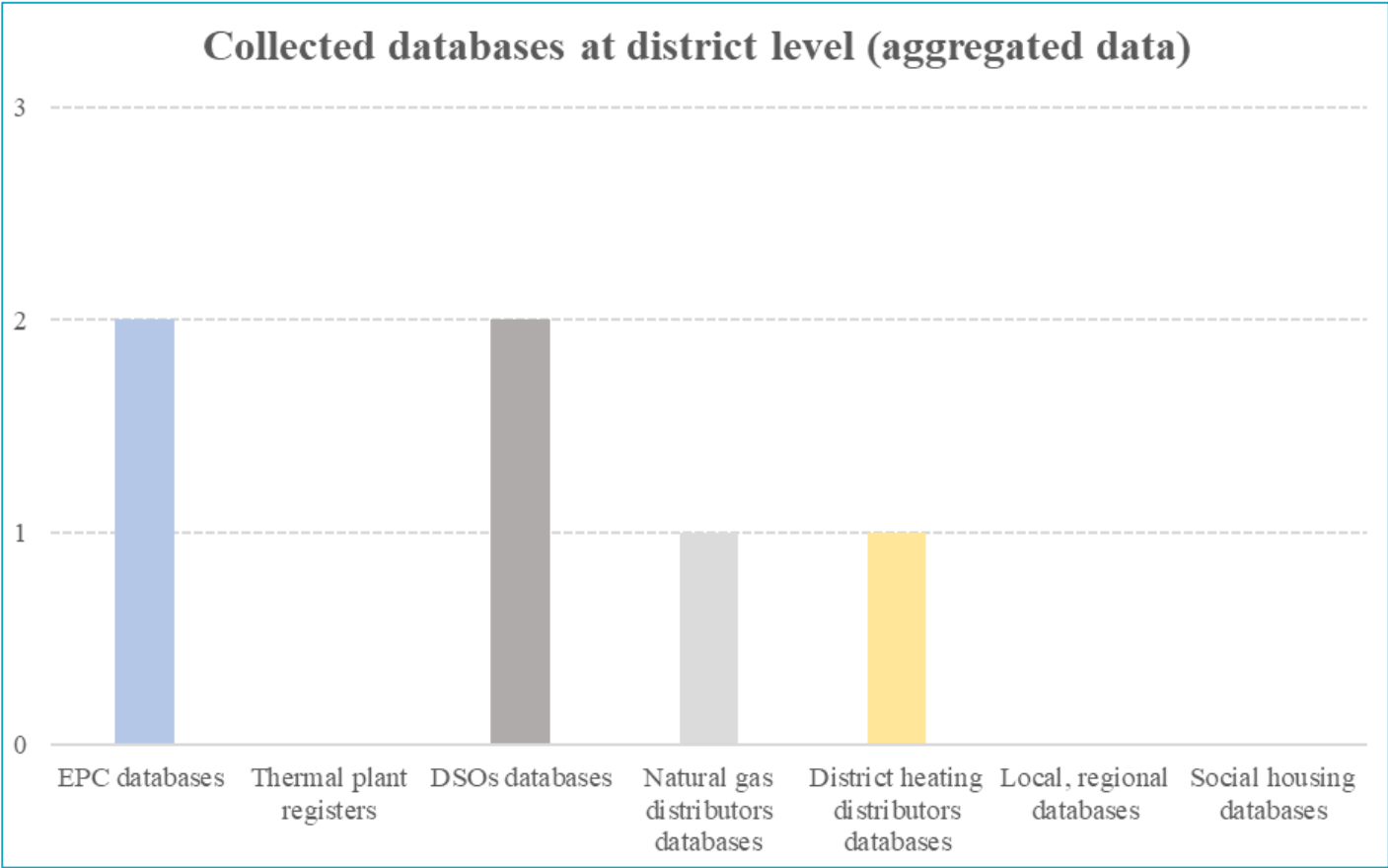




RACCOLTA DEI DATI IN URBEM

Dati aggregati

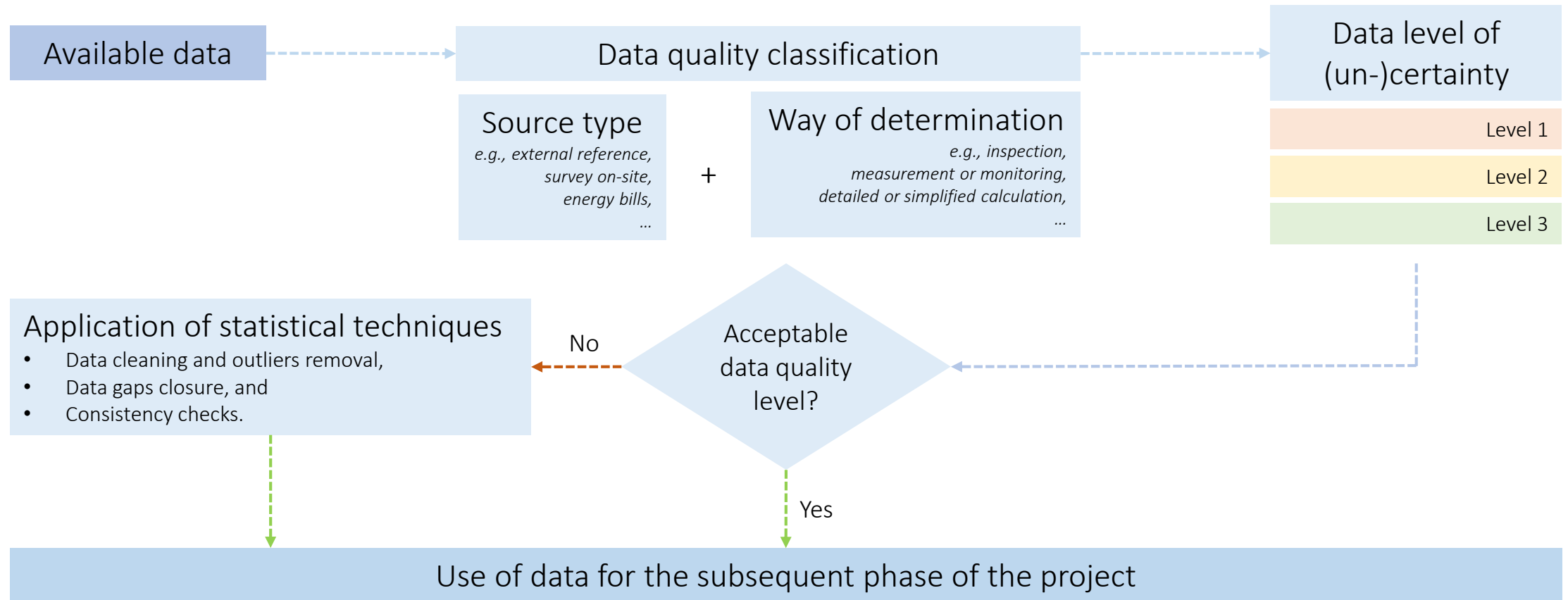
Databases at district level
EPC databases of Region and Autonomous Provinces
DSOs databases
Natural gas distributors databases
District heating distributors databases
Technical standard databases
Statistical databases
National and EU databases





QUALITÀ DEI DATI

Assegnazione di etichette di qualità





QUALITÀ DEI DATI

Assegnazione di etichette di qualità

<i>Source type vs. way of determination</i>		Way of determination				
		Inspection	Detailed calculation	Simplified calculation	Measurement or monitoring	Other/undefined
Source type	External reference					Variable
	Survey on-site	Level 2			Level 3	
	Legislative or technical standard		Level 3	Level 2		Level 2
	Technician assumption	Level 1				Variable
	Occupant interview	Level 1				
	Numerical tool		Level 3	Level 1		
	Energy bills	Level 2			Level 3	

Level 1	Most inaccurate data quality level
Level 2	Middle data quality level
Level 3	Most accurate data quality level
Variable	Multiple levels of uncertainties
Undefinable	Undefinable level of uncertainty. It is recommended to specify an "undefinable" level only if the way of determination is "other/undefined"
	Inconsistency originated from specific combinations of <i>source type</i> and <i>way of determination</i> for which no level of uncertainty can be associated





QUALITÀ DEI DATI

Assegnazione di etichette di qualità

Energy Performance Certificate (EPC) Database of Valle d'Aosta Region					
UoR_2		PolITO			
Classification	Database title	EPC Database of Valle d'Aosta Region			
	Organisation	Aosta Valley Region			
	Source type	Regional database			
	Accessibility	Authorisation required			
	Database digitalisation	Digital offline			
	Data granularity	Disaggregated			
General	Parameter	Availability [*]	Source type ^{**}	Way of Determ. ^{***}	LoU ^{****}
	Building use category	Yes	External reference	Other/undefined	Undefinable
	Location	Yes	External reference	Other/undefined	Undefinable
	Climatic zone	Yes	External reference	Other/undefined	Undefinable
	Period of construction	Yes	Survey on-site	Inspection	Level 2
	Building type	Yes	Survey on-site	Inspection	Level 3
	Building constructive typology	Yes	Survey on-site	Inspection	Level 2
	Building energy services	Yes	Survey on-site	Inspection	Level 2
	Floor area	Yes	Survey on-site	Meas./monit.	Level 3
	Volume	Yes	Survey on-site	Meas./monit.	Level 3
	Thermal envelope area	Yes	Survey on-site	Meas./monit.	Level 3
	Compactness ratio	Yes	Numerical tool	Simplified calculation	Level 3
Envelope	Opaque				
	Thermal transmittance	Yes	External reference	Other/undefined	Undefinable
	Transparent				
	Thermal transmittance	Yes	External reference	Other/undefined	Undefinable
	Total solar energy transmittance	No			

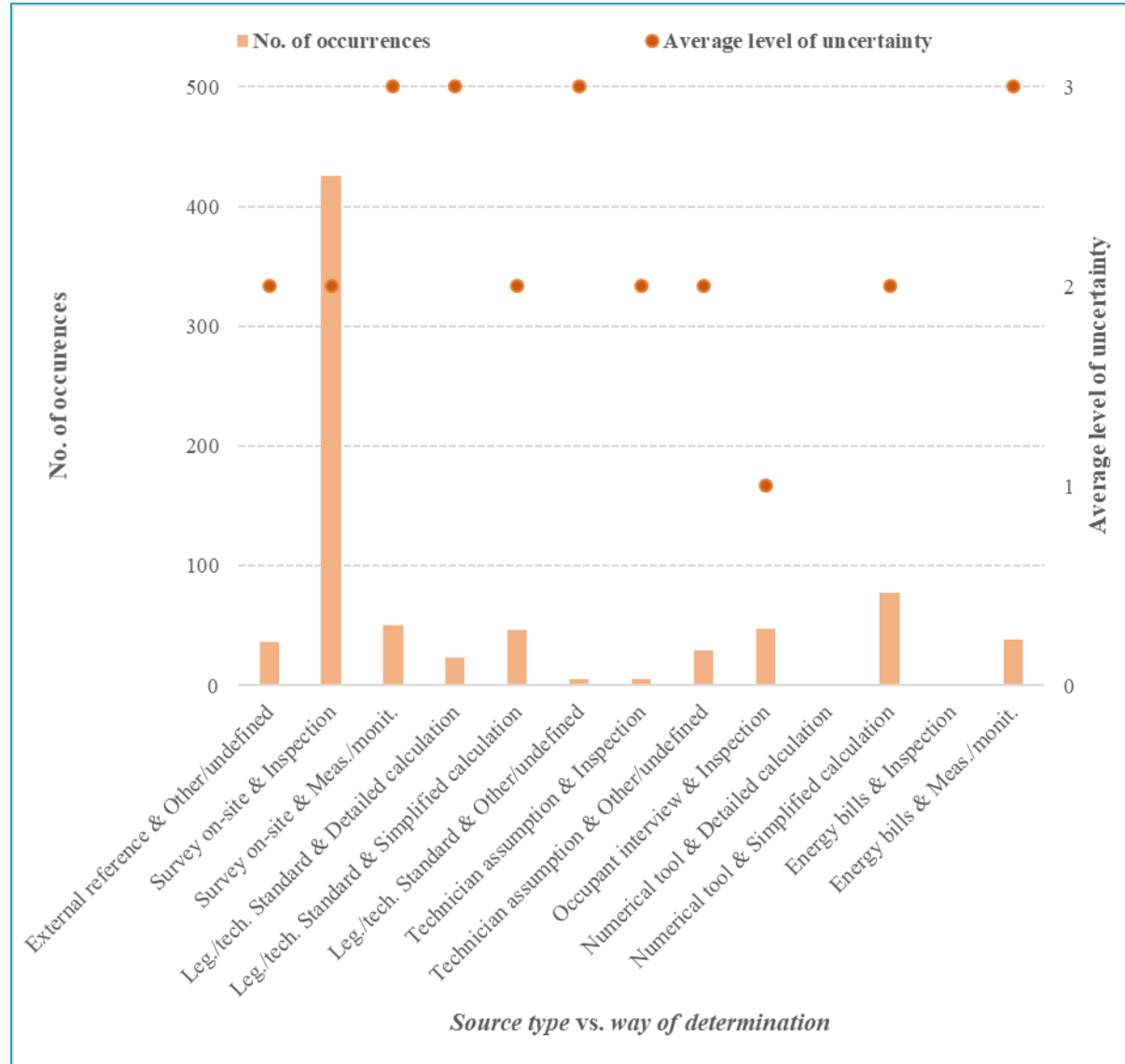
Esempio per la banca dati relativa agli Attestati di Prestazione Energetica degli edifici (APE) della Regione Valle d'Aosta





QUALITÀ DEI DATI

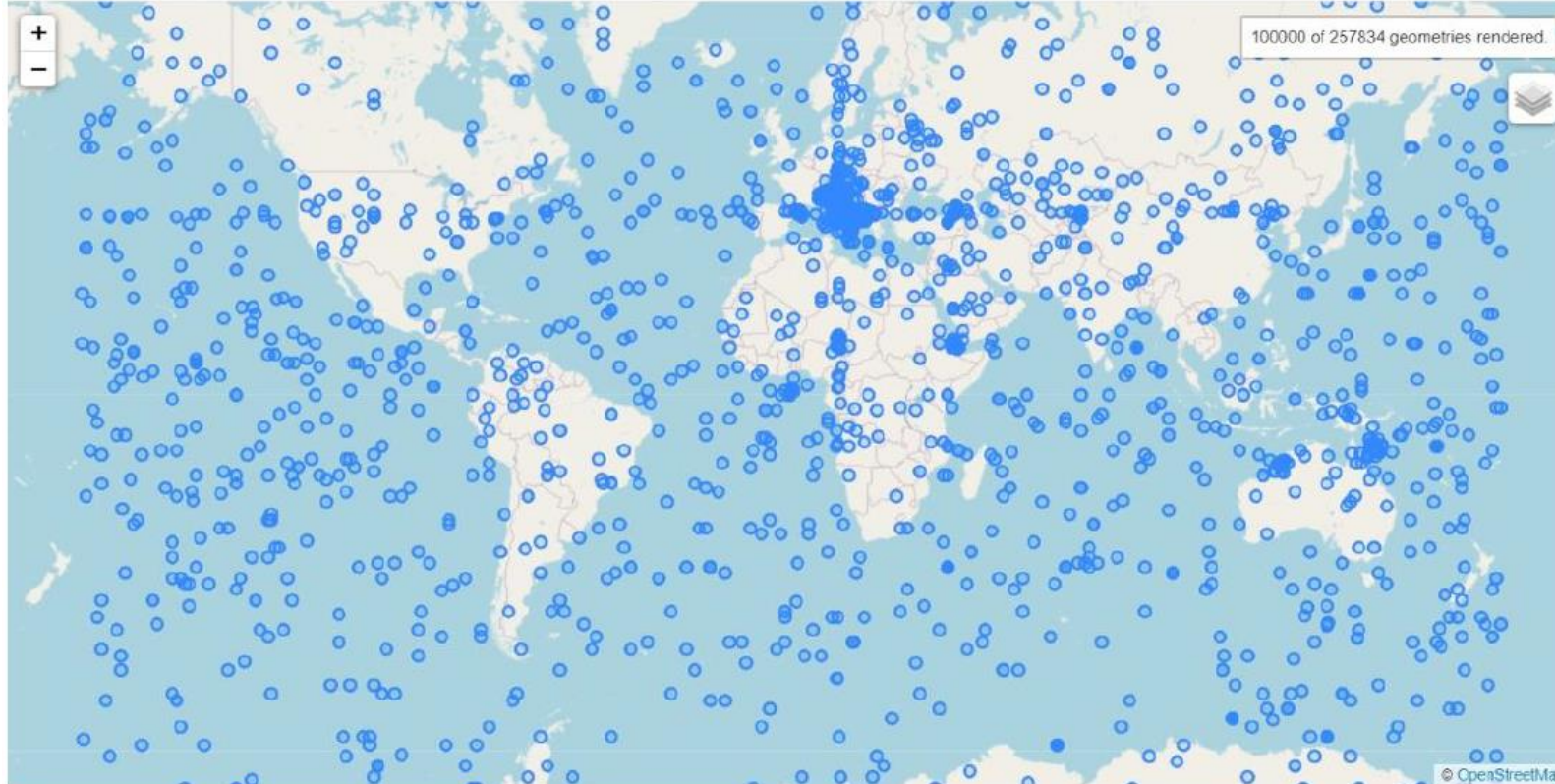
Assegnazione di etichette di qualità – esiti in URBEM



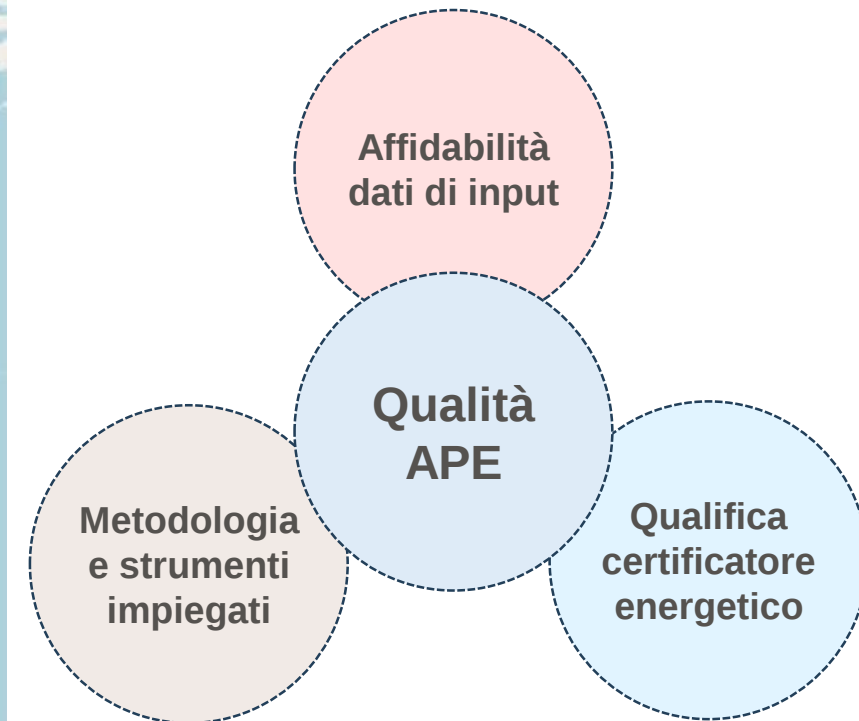


LA QUALITÀ DEI DATI È IMPORTANTE!

Focus sui dati contenuti negli APE



Fonte: ENEA & CTI. (2023). Rapporto annuale sulla certificazione energetica degli edifici- Annualità 2023. p. 69. ISBN 978-88-8286-448-4.





La **procedura di controllo della qualità** dei dati degli APE prevede l'**attribuzione** di un **punteggio** ai parametri e ai valori dei dati.

A ciascun dato dell'APE è associata una **regola di validità**, basata su 3 possibili tipi di controllo:

- controllo formale (tipo di dato)
- possibilità fisica del valore
- coerenza del valore

EPC data rules and scores

Data name (Critical parameter*)	Typology of rules	Rule	Respecte d rule (score)	Unrespec ted rule (score)
Assessed object	D	string not null	0,000	$1/(n - m)$
Application type	D	string not null	0,000	$1/(n - m)$
<u>EPC ID code*</u>	D	string not null	0,000	1,000
Building city	D	string not null	0,000	$1/(n - m)$
Number of building units	D	string not null or integer ≥ 0	0,000	$1/(n - m)$
Building typology	D	string not null	0,000	$1/(n - m)$
Building construction typology	D	string not null	0,000	$1/(n - m)$
<u>Building category</u>	D	string not null	0,000	1,000
<u>Year of construction</u>	D, P	integer > 0	0,000	1,000

Calcolo del punteggio per parametri non critici

EPC data scoring

	EPC ID	Thermally cooled gross volume	Compactness ratio	Thermal envelope area	Opaque thermal envelope area
		V_{Cg}	CR	A_{env}	A_{op}
		[m ³]	[m ⁻¹]	[m ²]	[m ²]
If overall EPC score $\leq$ acceptability threshold value	920_2_2017	0,000	0,000	0,000	0,000
	968_8_2022	0,000	0,000	0,000	0,026
	1743_14_2017	1,000	0,000	0,000	0,026
	1952_21_2019	1,000	0,000	0,000	0,000

reliable EPC ← 920_2_2017
reliable EPC ← 968_8_2022
discarded EPC ← 1743_14_2017
discarded EPC ← 1952_21_2019

Error (critical parameter) → Compactness ratio
Error (non-critical parameter) → Opaque thermal envelope area
→ A_{op} discarded

n = total number of EPC data considered
 m = total number of critical parameters
 s = non-critical parameter score = $1/(n - m)$





Regole armonizzate, applicabili a diversi database regionali

- i. Controllo formale (data type)
- ii. Possibilità fisica del valore
- iii. Coerenza del valore

Livello di criticità

XML-ridotto



+

XML-esteso



Critical (C) or non-critical (n-C)	Database fields	Symbol	Unit of measure	cod. database	Data type	Rule
n-C	No. building units			NR_UM	number	integer > 0 (if field populated)
C	Climatic region			ZONA_CLIMATICA	string	"A" OR "B" OR "C" OR "D" OR "E" OR "F"
n-C	Heating degree days	HDD	[°C·d]	GG Gradi giorno	number	if ZONA_CLIMATICA = "A" then $600 \leq HDD$ OR if ZONA_CLIMATICA = "B" then $601 \leq HDD \leq 900$ OR if ZONA_CLIMATICA = "C" then $901 \leq HDD \leq 1400$ OR if ZONA_CLIMATICA = "D" then $1401 \leq HDD \leq 2100$ OR if ZONA_CLIMATICA = "E" then $2101 \leq HDD \leq 3000$ OR if ZONA_CLIMATICA = "F" then $HDD > 3000$
C	Year of construction			ANNO_COSTRUZIONE	number	integer > 1800 AND integer < 2023
n-C	Year of last renovation			ANNO_ULT_RIST	number	integer > 1800 (if field populated) AND integer < 2023 AND ANNO_ULT_RIST > ANNO_COSTRUZIONE
C	Mean thermal transmittance of opaque building envelope	U_{op}	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	TRASMITTANZA_MED_SUP_OPACHE	number	decimal (0,0; 4,5) $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
n-C	Mean thermal transmittance of walls	U_{wl}	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	1 - Chiusure verticali opache / Trasmittanza media (W/mqK)	number	decimal (0,0; 4,5) $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
n-C	Mean thermal transmittance of roof	$U_{fl,up}$	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	4 - Coperture piane / Trasmittanza media (W/mqK) 5 - Coperture a falda / Trasmittanza media (W/mqK) 6 - Solaio sotto ambienti non climatizzati / Trasmittanza media (W/mqK)	number	decimal (0,0; 4,5) $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
n-C	Mean thermal transmittance of floor	$U_{fl,lw}$	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	7 - Basamenti su vespaio o cantina / Trasmittanza media (W/mqK) 8 - Basamenti su pilotis / Trasmittanza media (W/mqK) 9 - Basamenti su terreno / Trasmittanza media (W/mqK) 10 - Vespaio / Trasmittanza media (W/mqK)	number	decimal (0,0; 4,5) $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

Esempio di parametri critici/non critici e attribuzione delle regole di validità

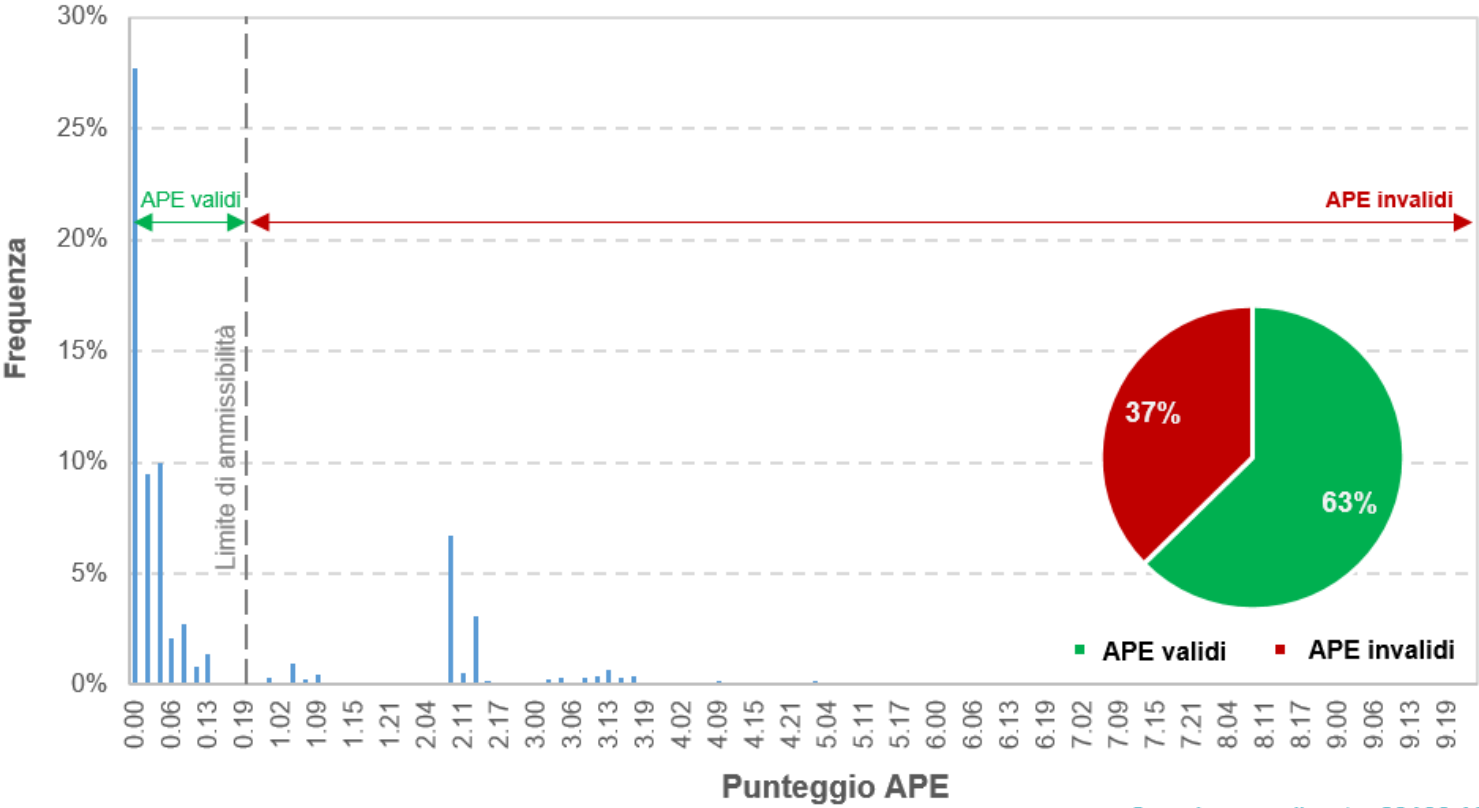




TASK FORCE QUALITÀ APE

Risultati (esempio APE Valle d'Aosta)

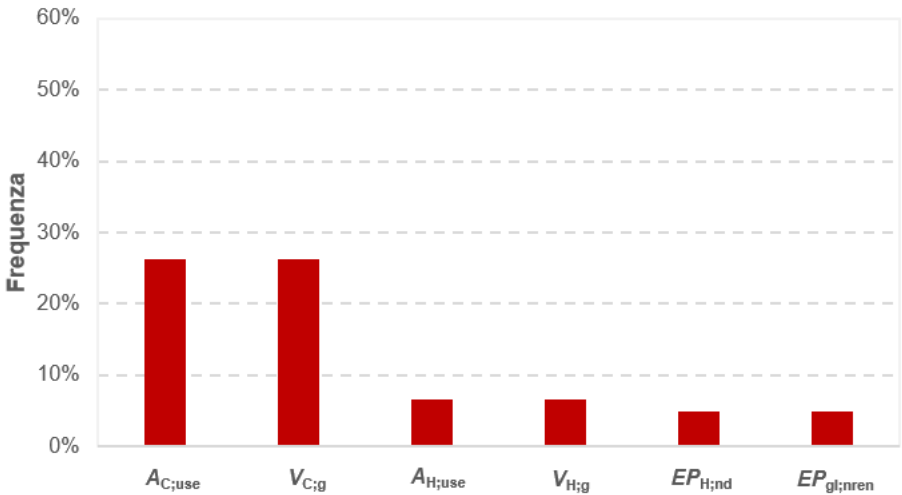
Database APE Valle d'Aosta (APE rilasciati dopo il 2018)



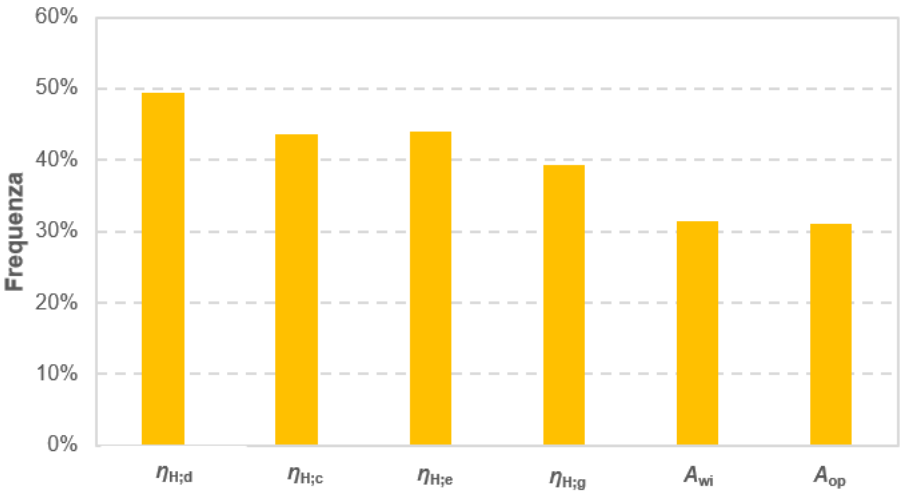
Campione analizzato: 23166 APE

Limite di ammissibilità = (numero totale di dati dell'APE) x (punteggio del parametro non critico) / 2

Parametri critici (APE invalidi)



Parametri non critici





CONCLUSIONI

- Le **banche dati** si rivelano fondamentali per la conoscenza del patrimonio edilizio al fine di mettere a punto efficaci strategie per la sua ristrutturazione.
- Molte informazioni sono spesso **inaccessibili**, **aggregate** e di **scarsa qualità**.
- Potenzialità degli **attestati di prestazione energetica** come fonti di dati per la creazione di archetipi edilizi: è essenziale garantirne la disponibilità e la qualità.
- Auspicabile l'identificazione e l'implementazione di un **sistema di controllo** per valutare la qualità degli APE e rimuovere errori.



Università partner di progetto:



1222-2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Università
di Catania



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Università partner associate:



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



UNIVERSITÀ
DI PAVIA

I
- - -
U
- - -
A
- - -
V

Università Iuav
di Venezia



UNIVERSITÀ
DELLA CALABRIA



TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA