

In-class training

Applicazione della procedura di verifica di qualità degli APE

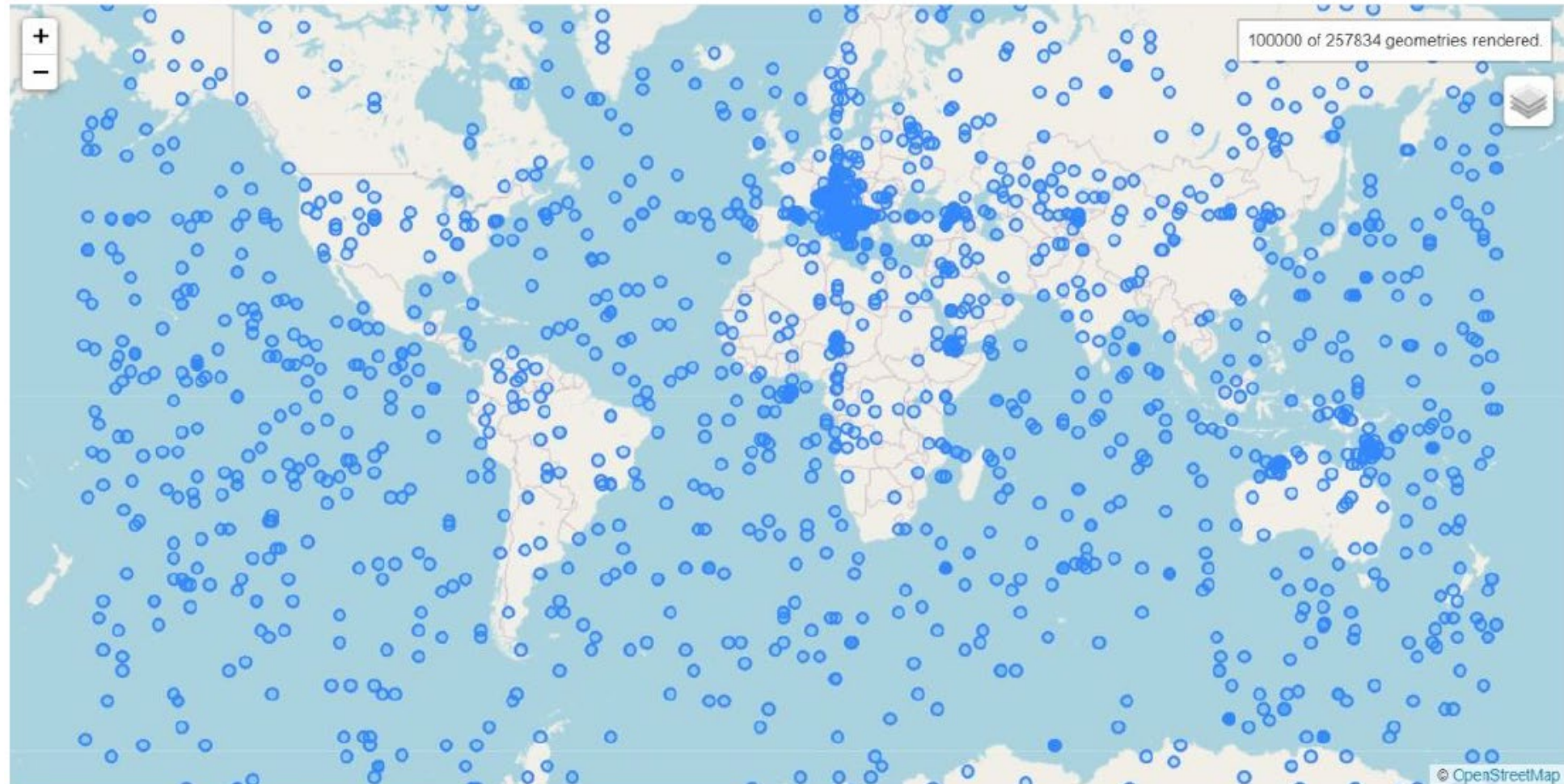
Mamak P. Tootkaboni
29 maggio 2024
Politecnico di Torino



Politecnico di Torino



Perché la qualità dei dati è importante?



Fonte: ENEA & CTI. (2023). Rapporto Annuale sulla Certificazione Energetica degli Edifici- 2023. p. 69. ISBN 978-88-8286-448-4.

Introduzione

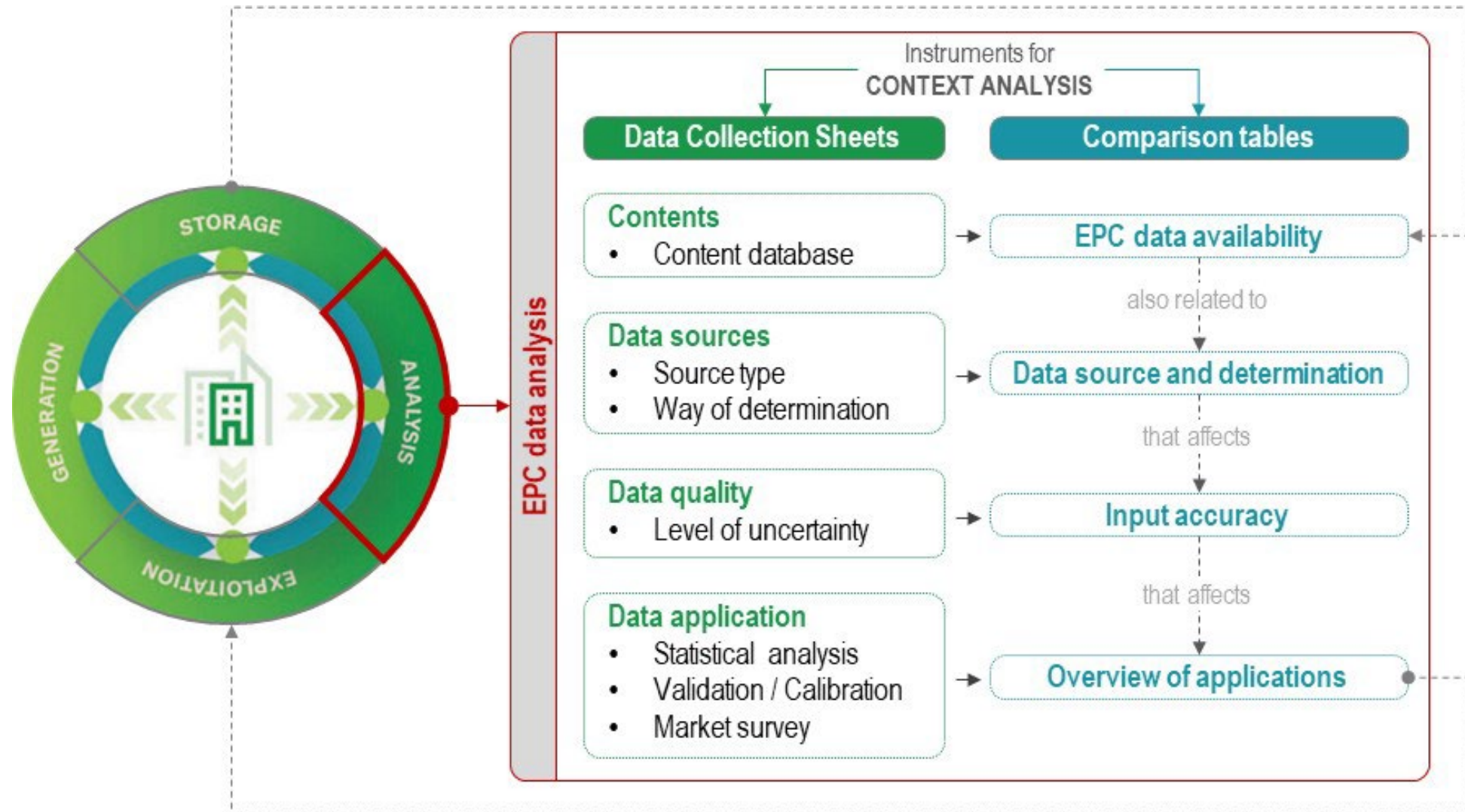
Obiettivi:

- Identificazione delle carenze negli attuali certificati energetici
- Stabilire la validità dei dati degli APE al fine di sfruttarli per effettuare benchmarking e analisi su larga scala
- Identificare potenziali miglioramenti nell'attuale qualità dei dati degli APE

Metodi:

- Valutazione **qualitativa** attraverso l'analisi comparativa dei dati degli APE
- Valutazione **quantitativa** attraverso regole e attribuzione di punteggio applicate ai dati degli APE

Valutazione qualitativa



Schede di raccolta dati

Contenuti

Fonte dei dati

Qualità dei dati

Applicazione dei dati

| Contenuti | | | | | | | | | | Fonte dei dati | | | Qualità dei dati | | | Applicazione dei dati | | | |
|--|---|------------------------------------|--|--|--|---------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|---|----------------------------|--|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| Content | | | | | | | | | | Data source | | | Data quality | | | Data application | | | |
| Name | Description | Content database | | | | Data category | Type | Input or output for energy calculation | Notes | Source type | Way of determination | Notes | Suggested level of uncertainty | Level of uncertainty | Notes | Energy & Environment of Statistics | Calibration or Validation | Market surveys | Other |
| <i>Identifying name for the parameter (only for new entries)</i> | <i>Brief description of the parameter</i> | <i>Availability of the content</i> | <i>Availability of the content in the ILM database</i> | <i>Availability of the content in the open access database</i> | <i>Availability of the content in the EPC scheme</i> | | | <i>Requires daily for the parameter related to the energy performance calculation</i> <i>Output to be used daily for final results</i> | | | | <i>Automatic fill-in</i> | <i>Manual completion in substitution of the requested level of uncertainty</i> | | <i>True (/) / False (X)</i> | <i>True (/) / False (X)</i> | <i>True (/) / False (X)</i> | <i>True (/) / False (X)</i> | |
| <i>(Free text)</i> | <i>(Free text)</i> | <i>(Yes/No)</i> | <i>(True or False)</i> | <i>(True or False)</i> | <i>(True or False)</i> | <i>(Choice from list)</i> | <i>(Choice from list)</i> | <i>(Choice from list)</i> | <i>(Free text)</i> | <i>(Choice from list / (link of section))</i> | <i>(Choice from list / (link of section))</i> | <i>(Automatic fill-in)</i> | <i>(Choice from list)</i> | <i>(Free text)</i> | <i>(True or False)</i> | <i>(True or False)</i> | <i>(True or False)</i> | <i>(Free text)</i> | |
| Azzerio object | Building, part of a building or part of a building that is the object of the energy performance assessment | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | | | | | | | ✓ | X | X | | |
| Application type | Motivation for issuing the EPC (new construction, building renovation, rental, sale, etc.) | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | | | | | | | ✓ | X | X | | |
| Adaptive simulation software | Simulation software used to create the energy model | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | | | | | | | X | X | X | | |
| Azzerio's information | General information on the technician in charge | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | | | | | | | X | X | X | | |
| EPC ID code | Unique identifier for the EPC | Yes | X | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | | | | | | | X | X | X | | |
| Geographical location | Geographic location defined by the longitude and latitude | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | Geographical information | Quantitative | | Geographical database | External reference | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Building address | Collection of information to give the location of the building | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | Geographical information | Qualitative | | Geographical database | External reference | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Cadastre information | General cadastral data on the properties listed in the cadastral database | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | Cadastre database | External reference | | | | | ✓ | X | X | | |
| Number of building units | Number of section, floor or apartment within a building which is designed or altered to be used separately from the rest of the building | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Quantitative | | | | | | | | | | | | |
| Building typology | Characterize and quantify a building (single-family house, terrace house, multi-family house, apartment block, etc.) | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | | | | | | | ✓ | X | ✓ | | |
| Building constructive typology | Type of building construction (e.g. reinforced concrete skeleton, load-bearing masonry building, etc.) | Yes | ✓ | ✓ | X | General | Qualitative | | Regional or national database | Technician assumption | | | | | | | | | |
| Building use | Classification of building and/or building unit related to their main use or their secondary use, for the purpose of enabling differentiation of the energy performance assessment procedure and/or energy performance requirements | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | | | | | | | ✓ | X | X | | |
| Information of building property | Information about private or public property of the building | Yes | ✓ | ✓ | X | General | Qualitative | | | | | | | | | | | | |
| Year of construction | Year of construction of the building | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | Regional or national database | External reference | | | | | ✓ | X | ✓ | | |
| Year of last renovation | | Yes | ✓ | ✓ | ✓ | General | Qualitative | | Regional or national database | External reference | | | | | ✓ | X | ✓ | | |

Esempio per il database di APE della Regione Piemonte

[Link to the Sheet](#)

Tabelle di confronto

- Le tabelle di confronto vengono utilizzate per condurre **analisi di contesto** sui dati degli APE
- Sono state prodotte quattro tabelle di confronto, ciascuna focalizzata su uno specifico argomento di ricerca:
 - Disponibilità dei dati APE
 - Fonte e determinazione dei dati
 - Precisione dei dati di input
 - Panoramica delle applicazioni

Disponibilità dei dati APE

- Questa tabella presenta la disponibilità dei dati APE all'interno di un particolare database a livello nazionale.

| | Name | Description | ITALY | | | CROATIA | | | CYPRUS | | |
|---|-----------------------------|--|--------------------|-----|-----|---------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| | | | POLITO / EDIC / RP | | | EIHP | | | CEA / CUT | | |
| EPC information on the assessed object, tool and assessor | Assessed object | Building, part of a building or portfolio of buildings that is the object of the energy performance assessment | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC |
| | Application type | Motivation for issuing the EPC (new construction, building renovation, rental, sale, etc.) | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC |
| | Adopted simulation software | Simulation software used to create the energy model | XML | OAD | EPC | | | | XML | OAD | EPC |
| | Assessor's information | General information on the technician in charge | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC |
| | EPC ID code | Unique identifier for the EPC | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC | XML | OAD | EPC |

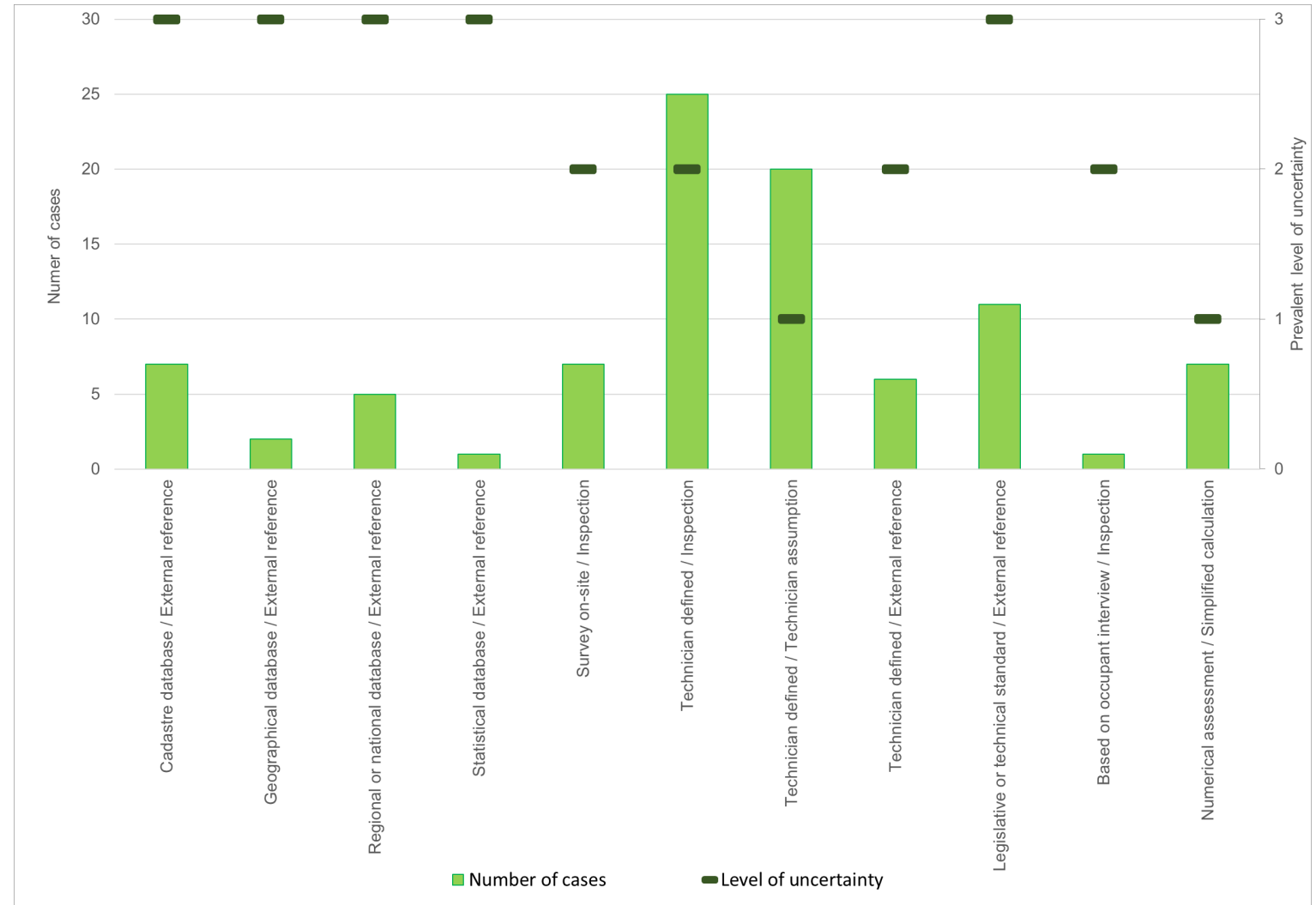
Fonte e determinazione dei dati

- Questa tabella riassume tutte le possibili combinazioni di fonti e modalità di determinazione che sono state assegnate ai dati nelle schede di raccolta.

| Cadastre database | Geographical database | Regional or national database | Statistical database | Survey on-site |
|---|---|--|--------------------------------------|--|
| External reference | External reference | External reference | External reference | Inspection |
| Geographical location - SLOVENIA | Geographical location - ITALY - SPAIN - AUSTRIA | Building typology - ITALY | Climatic region - CROATIA - SLOVENIA | Building address - CROATIA |
| Building address - SLOVENIA - AUSTRIA | Building address - ITALY | Year of construction - ITALY | | Building constructive typology - ITALY |
| Cadastre information - ITALY - CROATIA - SLOVENIA - AUSTRIA | | Year of last renovation - ITALY | | Technical building system (TBS) type of generator per energy service - ITALY - CROATIA - CYPRUS - SLOVENIA |
| Number of building units - ITALY - SLOVENIA | | Climatic region - ITALY - CYPRUS - SPAIN | | TBS energy carrier per energy service - ITALY - CROATIA - CYPRUS - SPAIN - SLOVENIA |
| Building use - ITALY | | TBS mean global seasonal efficiency per energy service - AUSTRIA | | TBS nominal power per energy service - ITALY - CROATIA - CYPRUS - SLOVENIA |
| Information of building property - ITALY - CROATIA - SLOVENIA - AUSTRIA | | | | TBS subsystems efficiency per energy service - ITALY - CYPRUS - SLOVENIA |
| Year of construction - CROATIA - SLOVENIA | | | | TBS year of installation per energy service - SLOVENIA |
| | | | | |
| | | | | |

Fonte e determinazione dei dati

- La maggior parte dei dati APE provengono da **valutazioni e ipotesi** da parte dei **tecnici**.



Precisione dei dati di input

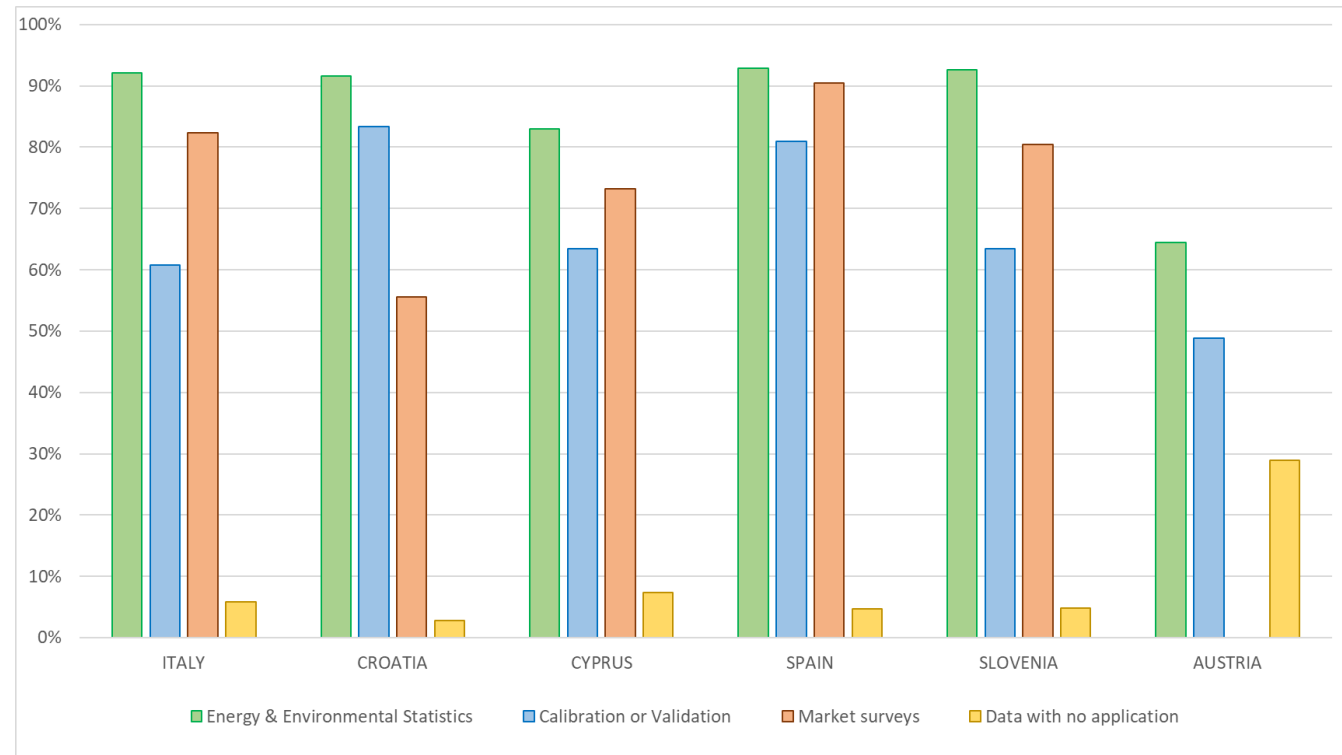
- Questa analisi offre l'opportunità di definire meglio i dati di input specifici che necessitano di essere **migliorati per motivi di accuratezza**.

| Name | ITALY | CROATIA | CYPRUS | |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| | POLITO / EDIC / RP | EIHP | CEA / CUT | |
| EPC information on building at the current state | Thermally conditioned floor area | Input | Input | Input |
| | Thermally conditioned gross volume | Input | Input | |
| | Compactness ratio | Intermediate result | Input | |
| | Thermal envelope area | Input | | Input |
| | Opaque thermal envelope area | Input | | Input |
| | Transparent thermal envelope area | Input | Input | Input |
| | Thermal envelope area per exposure | Intermediate result | | Input |
| | Mean thermal transmittance of the total building envelope | Intermediate result | Intermediate result | Intermediate result |
| | Mean thermal transmittance of opaque building envelope | Intermediate result | | Intermediate result |
| | Mean thermal transmittance of transparent building envelope | Intermediate result | | Intermediate result |
| | Thermal transmittance per building envelope component | Intermediate result | Intermediate result | Input |
| | Thermo-physical properties of the materials composing the envelope components | Input | | Input |
| | Building envelope thermal transmittance limit | | Input | Input |

Panoramica delle applicazioni

- Questa tabella deriva dalle informazioni fornite nella sezione “Applicazioni dati” della scheda di raccolta dati.

| | Name | ITALY | | | CROATIA | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|
| | | POLITO / EDIC / RP | | | EIHP | | |
| | | Energy & Environmental Statistics | Calibration or Validation | Market surveys | Energy & Environmental Statistics | Calibration or Validation | Market surveys |
| EPC information on the assessed object, tool and assessor | Assessed object | ✓ | X | X | ✓ | X | X |
| | Application type | ✓ | X | X | ✓ | ✓ | X |
| | Adopted simulation software | X | X | X | | | |
| | Assessor's information | X | X | X | X | ✓ | X |
| | EPC ID code | X | X | X | X | ✓ | X |



Valutazione quantitativa

Parametro non critico ⇒ Dati APE la cui validità non influenza drasticamente l'analisi statistica. Le regole di non conformità per i parametri non critici determinano che *dati specifici dell'APE* verranno scartati.

Parametro critico ⇒ Dati APE la cui validità è considerata fondamentale per l'analisi statistica. Le regole di non conformità per i parametri critici determinano che *il set di dati dell'APE* verrà scartato.

Parametri critici dei dati APE

| |
|---|
| Data name (Critical parameter*) |
| Assessed object |
| Application type |
| EPC ID code* |
| Building city |
| Number of building units |
| Building typology |
| Building constructive typology |
| Building category |
| Year of construction |
| Climatic region |
| Heating degree days |
| Thermally heated/cooled floor area |
| Thermally heated/cooled gross volume |
| Compactness ratio |
| Thermal envelope area |
| Opaque/transparent thermal envelope area |
| Mean thermal transmittance of the total building envelope |
| Mean thermal transmittance of the opaque building envelope |
| Mean thermal transmittance of the transparent building envelope |
| Heating/cooling/domestic hot water energy service |
| Energy carrier per heating/cooling/domestic hot water |
| Main technical building system (TBS) type of space heating generator |
| Overall mean seasonal efficiency of the heating/cooling/domestic hot water system |

| |
|--|
| Data name (Critical parameter*) |
| Mean seasonal efficiency of the heating generation |
| Mean seasonal efficiency of the heating distribution/control/emission sub-system |
| Energy need for space heating |
| Energy need for space cooling |
| Overall non-renewable energy performance |
| Delivered natural gas/electricity/ thermal energy from district heating |
| Recommended energy efficiency measures |

Regole per il controllo della qualità dei dati APE

Tre gruppi di regole sono riassunti come segue:

- (D) I controlli sui tipi di dati valutano i tipi di dati (ad esempio: numero intero, stringa, valore booleano, ecc.) dei dati analizzati
- (P) I controlli di impossibilità fisica valutano l'ordine di grandezza dei dati APE, confrontandoli con l'ammissibilità fisica per quel parametro
- (C) I controlli di consistenza rappresentano quell'insieme di regole che determinano la validità di un parametro rispetto ad un altro

Regole per il controllo della qualità dei dati APE

| Data name (Critical parameter*) | Typology of rules | Rule | Respected rule (score) | Unrespected 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 constructive 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 |
| Climatic region | D | string not null | 0,000 | 1/(n - m) |
| Heating degree days | D, P | integer > 0 | 0,000 | 1/(n - m) |
| <u>Thermally heated/cooled floor area</u> | D, P, C | decimal > 0 if the space heating/cooling service exists | 0,000 | 1,000 |
| <u>Thermally heated/cooled gross volume</u> | D, P, C | decimal > 0 if the space heating/cooling service exists | 0,000 | 1,000 |
| Compactness ratio | D, P | decimal > 0 | 0,000 | 1/(n - m) |
| <u>Thermal envelope area</u> | D, P | decimal > 0 | 0,000 | 1,000 |
| Opaque/transparent thermal envelope area | D, P | decimal > 0 | 0,000 | 1/(n - m) |

Regole integrate in un foglio di calcolo MS Excel

... e altri dati APE

Attribuzione del punteggio

n = numero totale di dati APE

| Data name (Critical parameter*) | Typology of rules | Rule | Respected rule (score) | Unrespected 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 | m_1 |
| 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 constructive typology | D | string not null | 0,000 | $1/(n - m)$ | |
| <u>Building category</u> | D | string not null | 0,000 | 1,000 | m_2 |
| <u>Year of construction</u> | D, P | integer > 0 | 0,000 | 1,000 | m_3 |
| Climatic region | D | string not null | 0,000 | $1/(n - m)$ | |
| Heating degree days | D, P | integer > 0 | 0,000 | $1/(n - m)$ | |
| <u>Thermally heated/cooled floor area</u> | D, P, C | decimal > 0 if the space heating/cooling service exists | 0,000 | 1,000 | m_4 |
| <u>Thermally heated/cooled gross volume</u> | D, P, C | decimal > 0 if the space heating/cooling service exists | 0,000 | 1,000 | m_5 |
| Compactness ratio | D, P | decimal > 0 | 0,000 | $1/(n - m)$ | |
| <u>Thermal envelope area</u> | D, P | decimal > 0 | 0,000 | 1,000 | m_6 |
| Opaque/transparent thermal envelope area | D, P | decimal > 0 | 0,000 | $1/(n - m)$ | |

... e altri dati APE

n = numero totale di dati APE

m = numero totale di parametri critici

s = punteggio del parametro non critico = $1/(n - m)$

e = valore soglia di accettabilità = $(n \cdot s)/2$
 (< 1)



x-tendo.eu/toolboxes/epc-databases

Il caso della regione Piemonte

| EPC ID | Error (critical parameter) | | Error (non-critical parameter) | |
|--------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | Thermally cooled gross volume | Compactness ratio | Thermal envelope area | Opaque thermal envelope area |
| | $V_{C,g}$ | CR | A_{env} | A_{op} |
| | $[m^3]$ | $[m^{-1}]$ | $[m^2]$ | $[m^2]$ |
| 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 |

If overall EPC score \leq acceptability threshold value

- reliable EPC (920_2_2017)
- reliable EPC (968_8_2022)
- discarded EPC (1743_14_2017)
- discarded EPC (1952_21_2019)

A_{op} discarded (pointing to 0,026 in the 968_8_2022 row)

Ad ogni dato dell'APE è stata associata una regola ed un punteggio!

Il caso della regione Piemonte

n = numero totale di dati APE

| 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 m_1 |
| 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 constructive typology | D | string not null | 0,000 | $1/(n - m)$ |
| <u>Building category</u> | D | string not null | 0,000 | 1,000 m_2 |
| <u>Year of construction</u> | D, P | integer > 0 | 0,000 | 1,000 m_3 |
| Climatic region | D | string not null | 0,000 | $1/(n - m)$ |
| Heating degree days | D, P | integer > 0 | 0,000 | $1/(n - m)$ |
| <u>Thermally heated/cooled floor area</u> | D, P, C | decimal > 0 if the space heating/cooling service exists | 0,000 | 1,000 m_4 |
| <u>Thermally heated/cooled gross volume</u> | D, P, C | decimal > 0 if the space heating/cooling service exists | 0,000 | 1,000 m_5 |
| Compactness ratio | D, P | decimal > 0 | 0,000 | $1/(n - m)$ |
| <u>Thermal envelope area</u> | D, P | decimal > 0 | 0,000 | 1,000 m_6 |
| Opaque/transparent thermal envelope area | D, P | decimal > 0 | 0,000 | $1/(n - m)$ |

... e altri dati APE

n = numero totale di dati APE = 48

m = numero totale di parametri critici = 10

s = punteggio del parametro non critico

$$s = 1/(n - m) = 1/(48 - 10) = 0,026$$

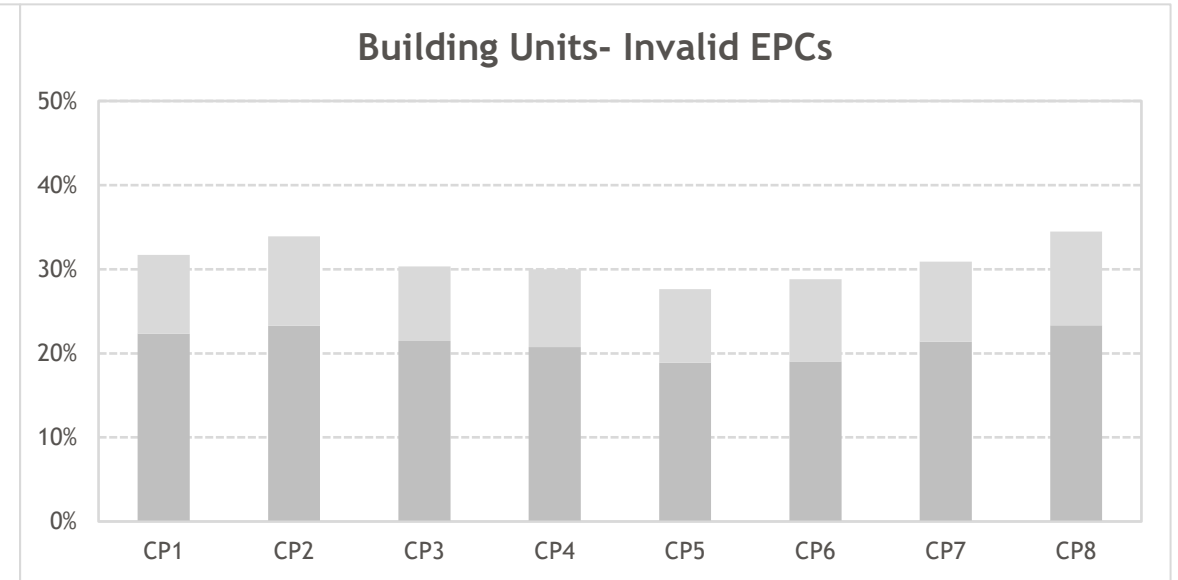
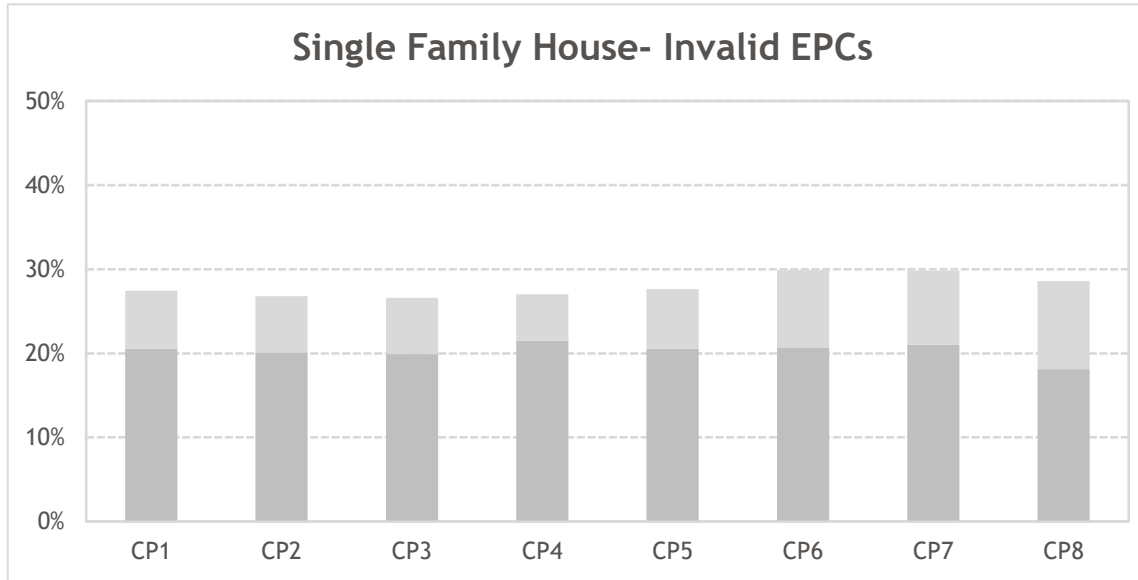
e = valore soglia di accettabilità

$$e = (n \cdot s)/2 = (48 \cdot 0,026)/2 = 0,631$$

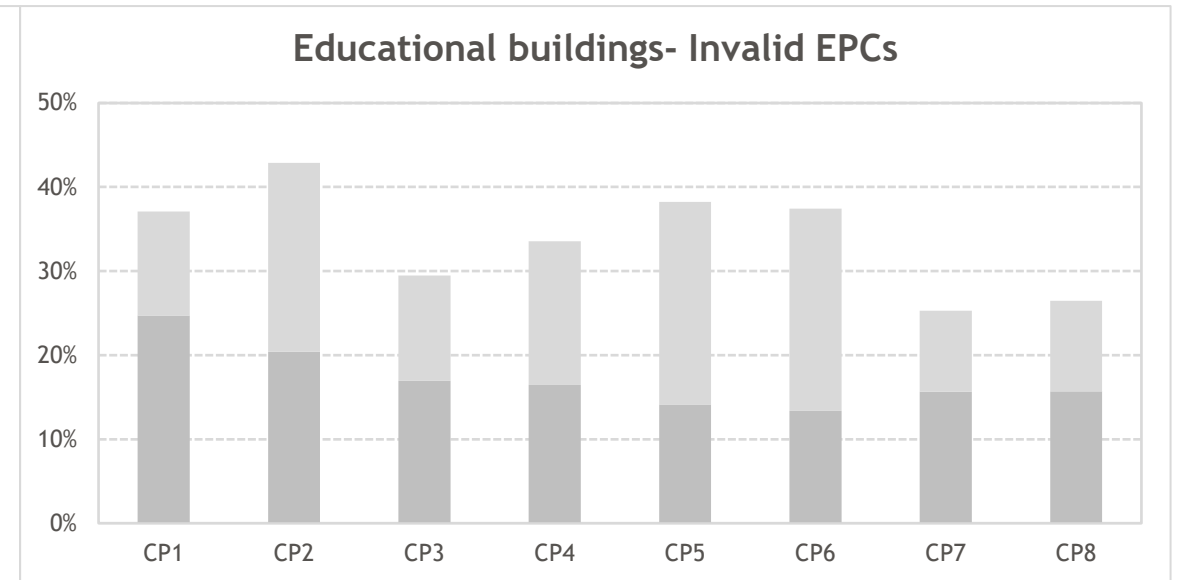
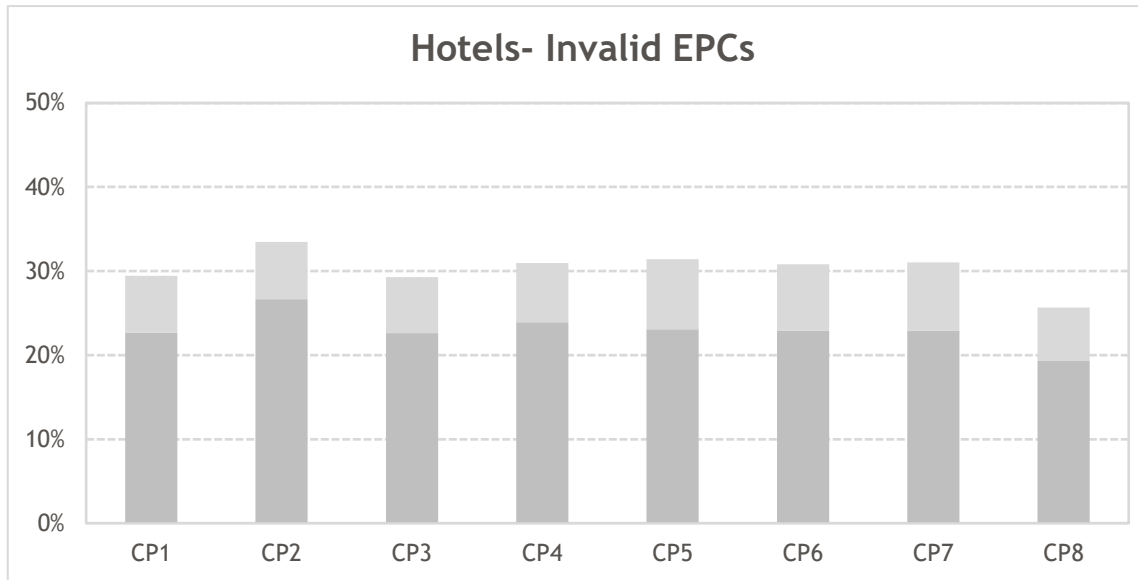
[Link to the Sheet](#)

Il caso della regione Piemonte

Invalid EPCs due to other rules



Invalid EPCs due to U-value rules



Conclusioni

- Per utilizzare gli attestati di prestazione energetica come fonte di dati per l'implementazione di analisi su larga scala, **la valutazione della qualità dei dati è fondamentale.**
- Per evitare queste carenze in futuro, per i parametri **le soglie** possono essere **identificate** e **implementate** negli strumenti per la generazione di APE.