



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



# Linee guida per le diagnosi energetiche degli edifici

**Ing. Carmen Lavinia**

**ENEA - Dipartimento Unità Efficienza Energetica**

**Laboratorio Efficienza Energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano**



1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000



# Indice

- Diagnosi energetica (DE) degli edifici:
  - ✓ Valenza
  - ✓ Definizione
  - ✓ Pacchetto normativo
  - ✓ Rapporto tecnico
  - ✓ Strumenti/obiettivi
  - ✓ Requisiti
  - ✓ Parallelismo (diagramma di flusso/schema a blocchi)
  - ✓ Descrizione schema a blocchi
  - ✓ Conclusioni

# Perché ha valenza strategica condurre la DE di un edificio?

Conoscenza del consumo energetico



Individuazione degli interventi di miglioramento della prestazione energetica

Valutazione dei benefici energetici, economici, ambientali e sociali degli interventi

Condivisione dei risultati

# Definizione DE



“Procedura sistematica finalizzata ad ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi - benefici e a riferire in merito ai risultati”

*Fonte: Dlgs 141/2016*

# Pacchetto normativo DE

UNI CEI EN  
16247-1:2012  
DE - Requisiti  
generali

UNI CEI EN  
16247-2:2014  
DE - Edifici

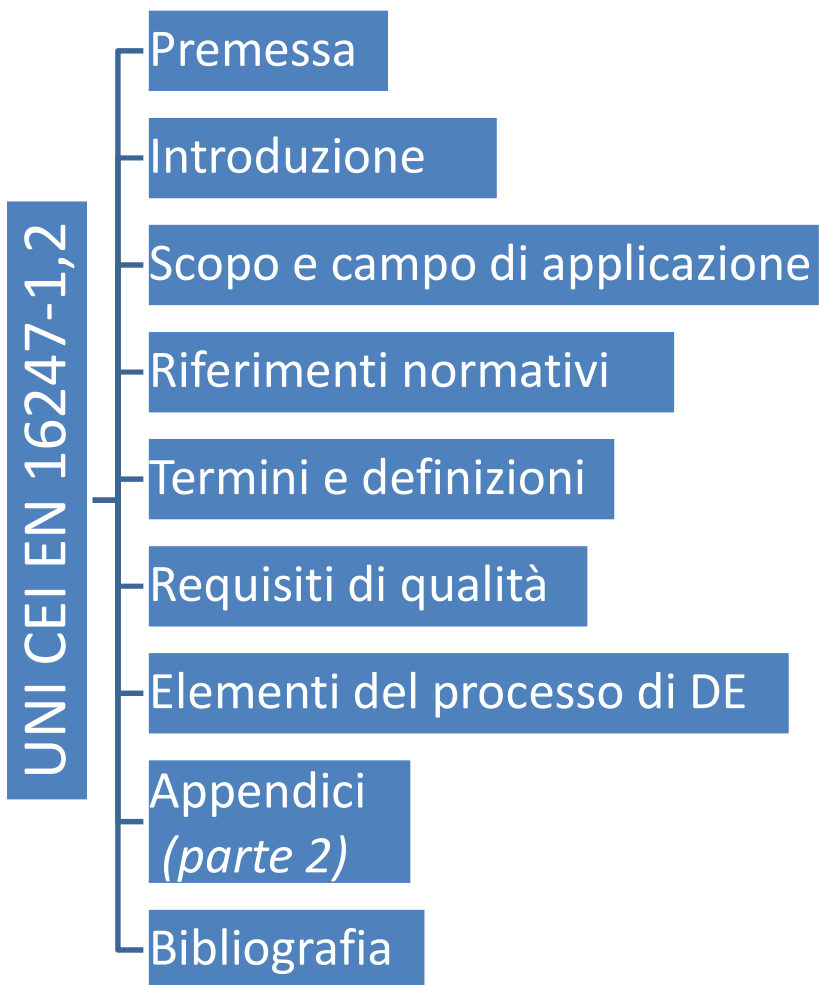
NORME  
TECNICHE  
NAZIONALI

UNI CEI EN  
16247-5:2015  
DE - Competenze del  
Referente della DE  
(REDE)

UNI CEI EN  
16247-3:2014  
DE - Processi

UNI CEI EN  
16247-4:2014  
DE - Trasporto

# Pacchetto normativo DE



# Pacchetto normativo DE

UNI CEI EN 16247-2

Appendici

- A – Diagramma di flusso del processo di DE
- B – Esempi di soggetti coinvolti in una DE di edifici
- C – Esempi di scopo, finalità ed accuratezza delle DE negli edifici
- D – Esempi di liste di controllo per l'attività in campo di DE negli edifici
- E – Esempi di analisi dell'uso dell'energia negli edifici
- F – Esempi di liste di controllo per l'analisi nelle DE negli edifici
- G – Esempi di indicatori di prestazione energetica negli edifici
- H – Esempi di opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici
- I – Esempi di analisi e calcolo dei risparmi nelle DE negli edifici
- J – Esempi di rapporto di una DE di edifici
- K – Esempio di metodo di verifica del miglioramento energetico negli edifici

Acquisizione,  
mantenimento e  
miglioramento della  
competenza

Titolo di studio

Esperienza lavorativa

Formazione continua  
metodologia di DE

Partecipazione  
conferenze e seminari

Consultazione  
letteratura tecnica

Tirocini

Partecipazione DE  
complesse

**UNI CEI EN  
16247-1,5  
REDE**

Caratteristiche personali

Competenza

Confidenzialità

Obiettività

Trasparenza

Conoscenze e capacità specifiche

Quadro normativo

Principi fisici e tecnologie

Programma di misura, equipaggiamento e validazione dati

Processi di produzione, trasmissione e distribuzione delle  
fonti energetiche

Metodi di analisi, modelli di simulazione, reportistica

Usi, consumi e risparmi energetici

Indicatori di prestazione energetica

Interventi di efficienza energetica

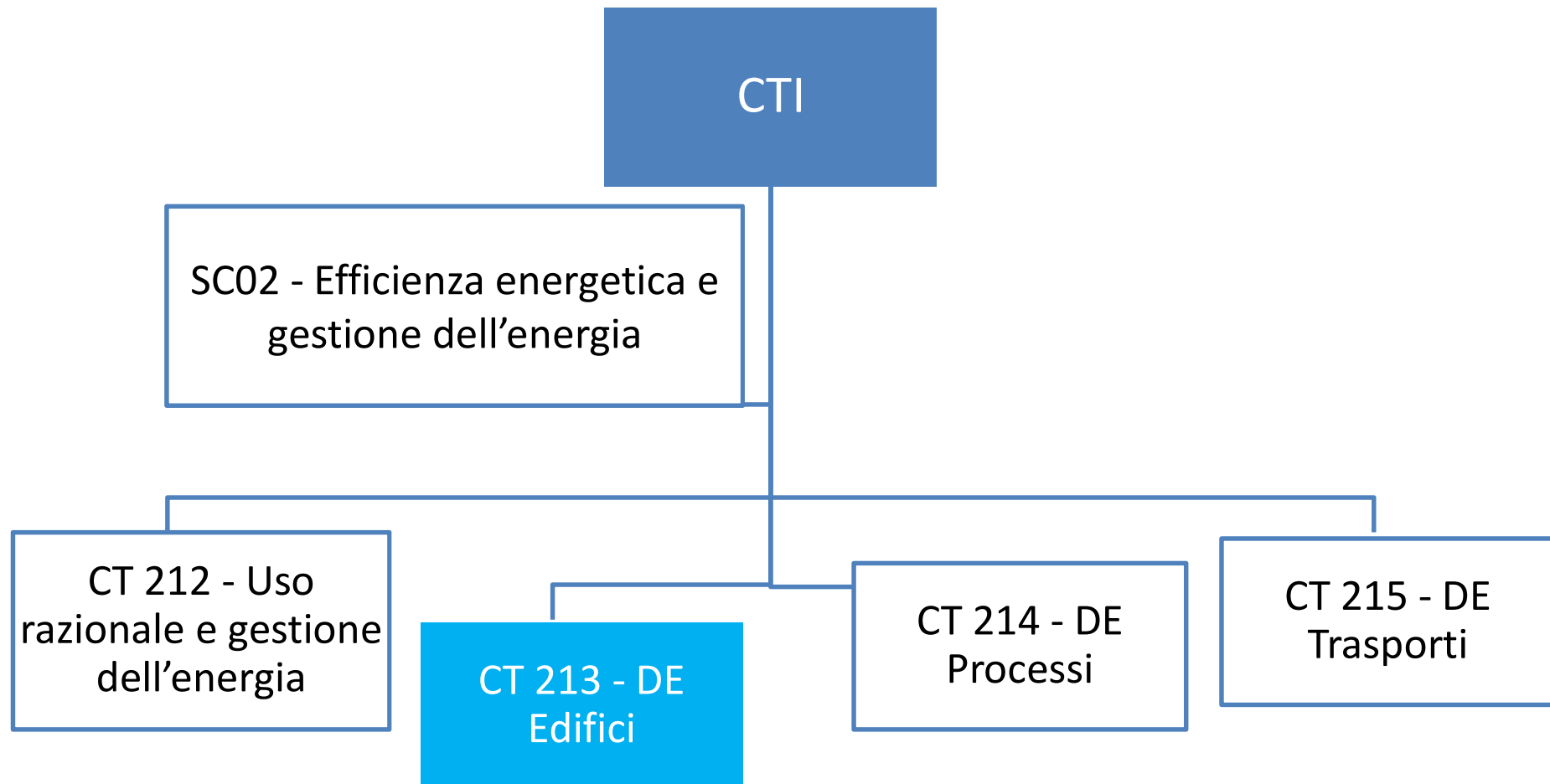
Piano di monitoraggio degli interventi

Analisi costi-benefici degli interventi



# DE edifici

## Attività tecnica ENEA/CTI



# Rapporto tecnico DE edifici

Catalogo UNI  
[www.uni.com](http://www.uni.com)

**Norma numero :** UNI/TR 11775:2020

**Titolo :** Diagnosi Energetiche - Linee guida per le diagnosi energetiche degli edifici

...

**Stato :** IN VIGORE

**Commissioni Tecniche :** [CTI – Diagnosi energetiche negli edifici – Attività nazionale]

**Data entrata in vigore :** 19 marzo 2020

...

**Sommario :** Il rapporto tecnico costituisce una linea guida per l'applicazione della UNI CEI EN 16247-2 sulle diagnosi energetiche degli edifici.

Il presente rapporto tecnico costituisce una linea guida per l'esecuzione delle diagnosi energetiche degli edifici (ad uso residenziale, terziario o altri assimilabili).

...

# Strumenti/obiettivi DE



- Razionalizzazione flussi energetici significativi
- Individuazione tecnologie energy-saving ed uso fonti rinnovabili
- Recupero energie disperse
- Ottimizzazione contratti di fornitura energetica
- Gestione rischi tecnici ed economici
- Miglioramento modalità di conduzione e manutenzione

- Miglioramento efficienza energetica
- Riduzione costi approvvigionamento energetico
- Miglioramento sostenibilità ambientale
- Riqualficazione sistema energetico



# Requisiti DE

Descrizione:

C

- Involucro
- Riscaldamento
- Raffrescamento
- Ventilazione
- Impianto elettrico
- Fonti rinnovabili
- Sistemi di automazione e controllo
- Trasporto: impianti ascensori e scale mobili
- Comfort termico, qualità dell'aria, acustica e illuminazione

T

Chiare: fonti di dati, modalità di elaborazione dei risultati, ipotesi di lavoro assunte

V

Verifica del conseguimento degli obiettivi di efficienza energetica a mezzo degli interventi

Ad

Rispondenza DE alle condizioni contrattuali stabilite fra REDE e committenza

U

Analisi costi-benefici degli interventi di efficienza energetica

At

Bontà quantità e qualità dati. Attività in campo e rilievi strumentali

# Procedura DE

## Diagramma di flusso DE

# Schema a blocchi DE

Contatto Preliminare

Incontro di avvio

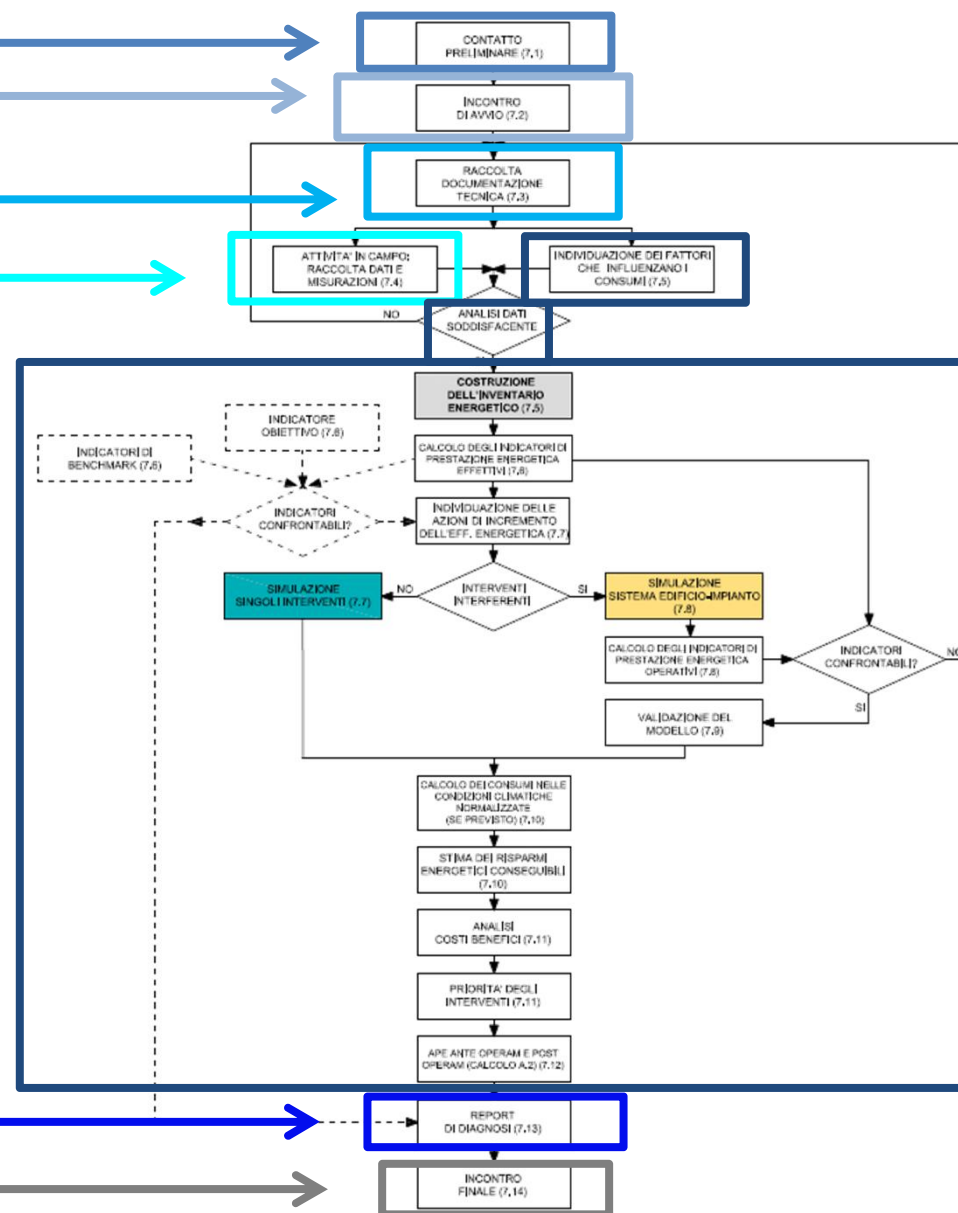
Raccolta dati

Attività in campo

Analisi

Rapporto

Incontro finale



# Schema a blocchi DE

## Contatto preliminare

Definizione di:

Scopo:

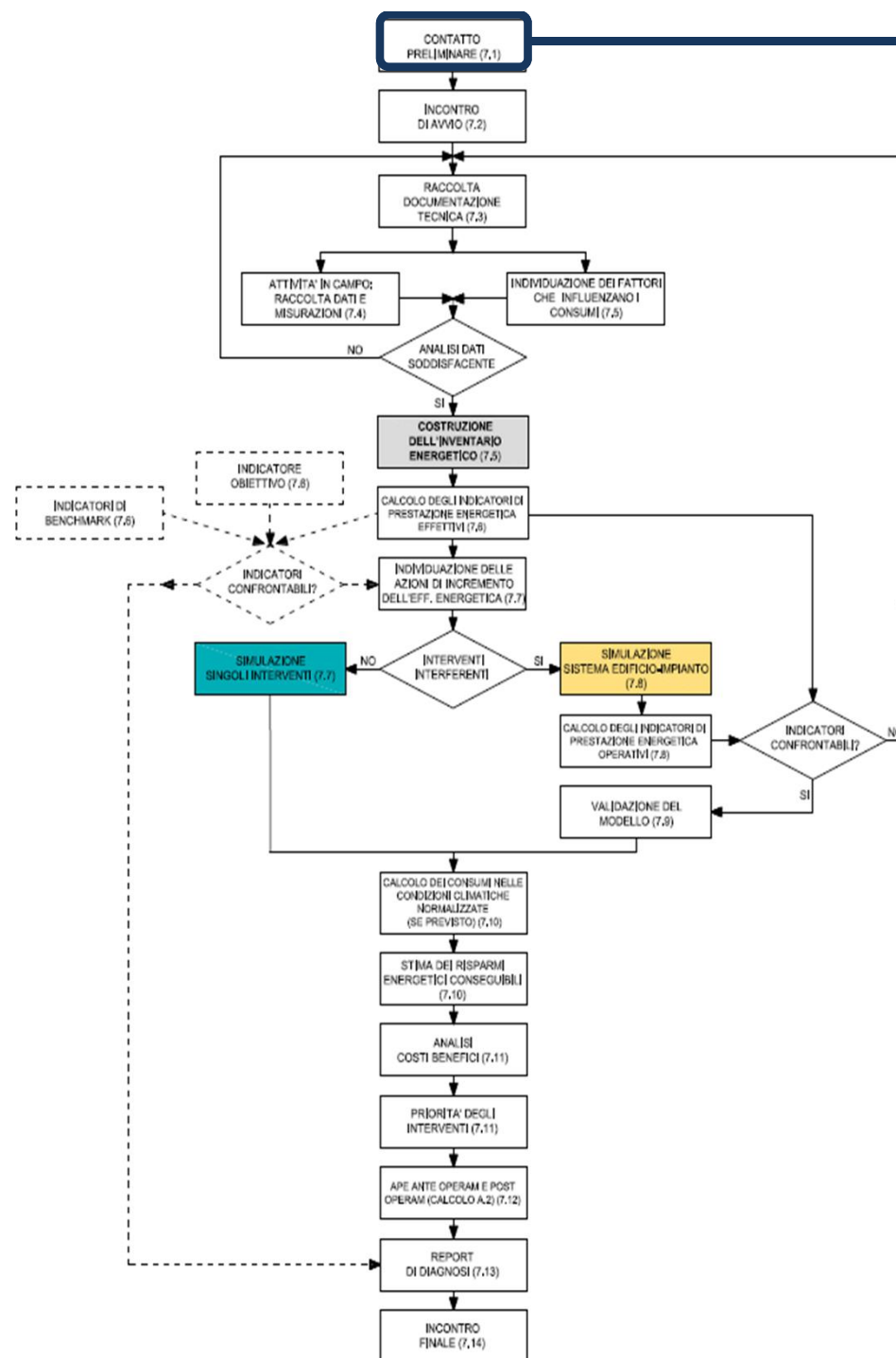
- ✓ edifici o parti di edifici
- ✓ servizi energetici
- ✓ sistemi tecnici dell'edificio
- ✓ aree e sistemi esterni agli edifici

Accuratezza:

grado di approfondimento

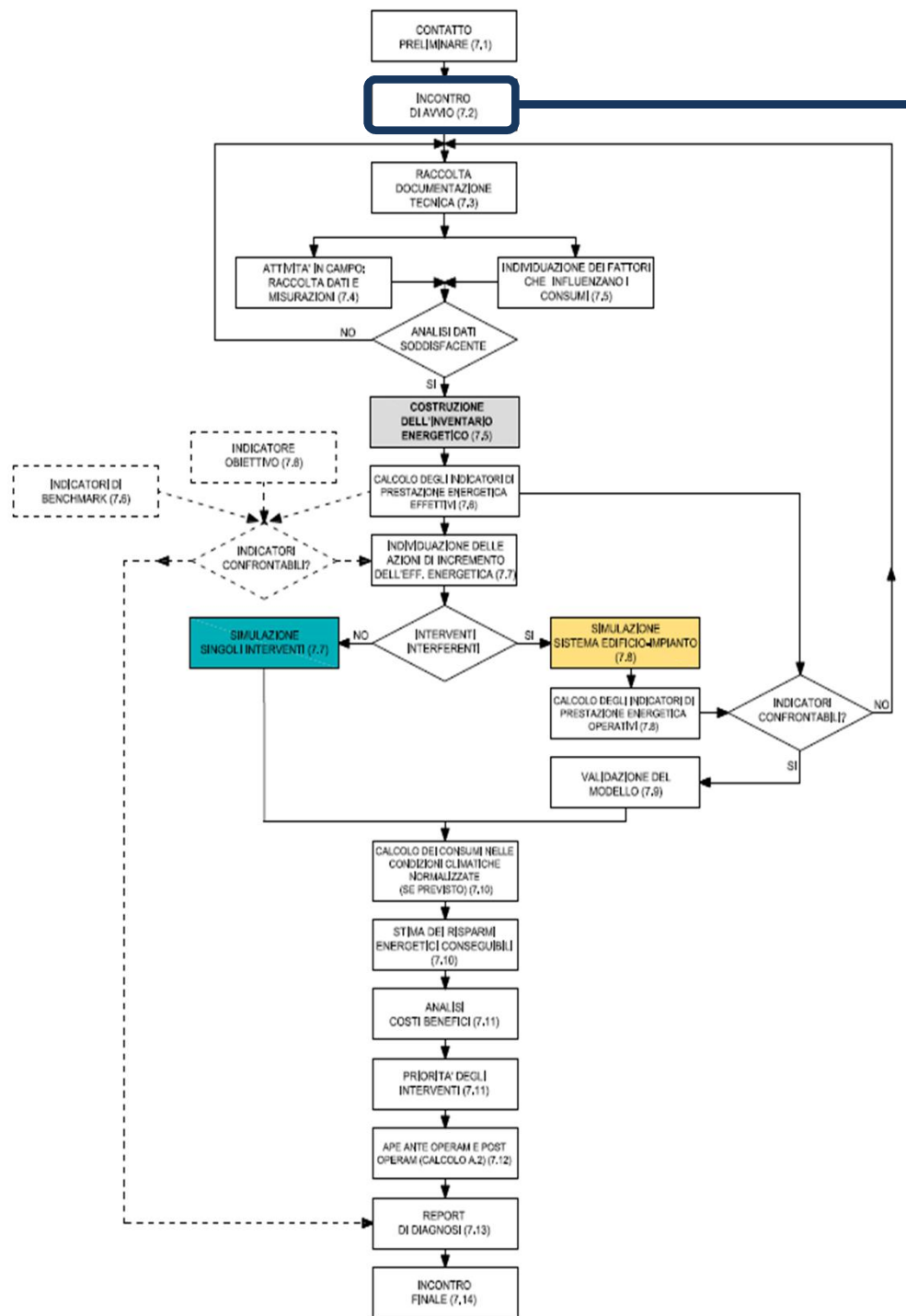
Finalità:

- ✓ riduzione dei costi e consumi dell'energia
- ✓ riduzione dell'impatto ambientale
- ✓ conformità alla legislazione o ad obblighi volontari



# Schema a blocchi DE

## Incontro di avvio



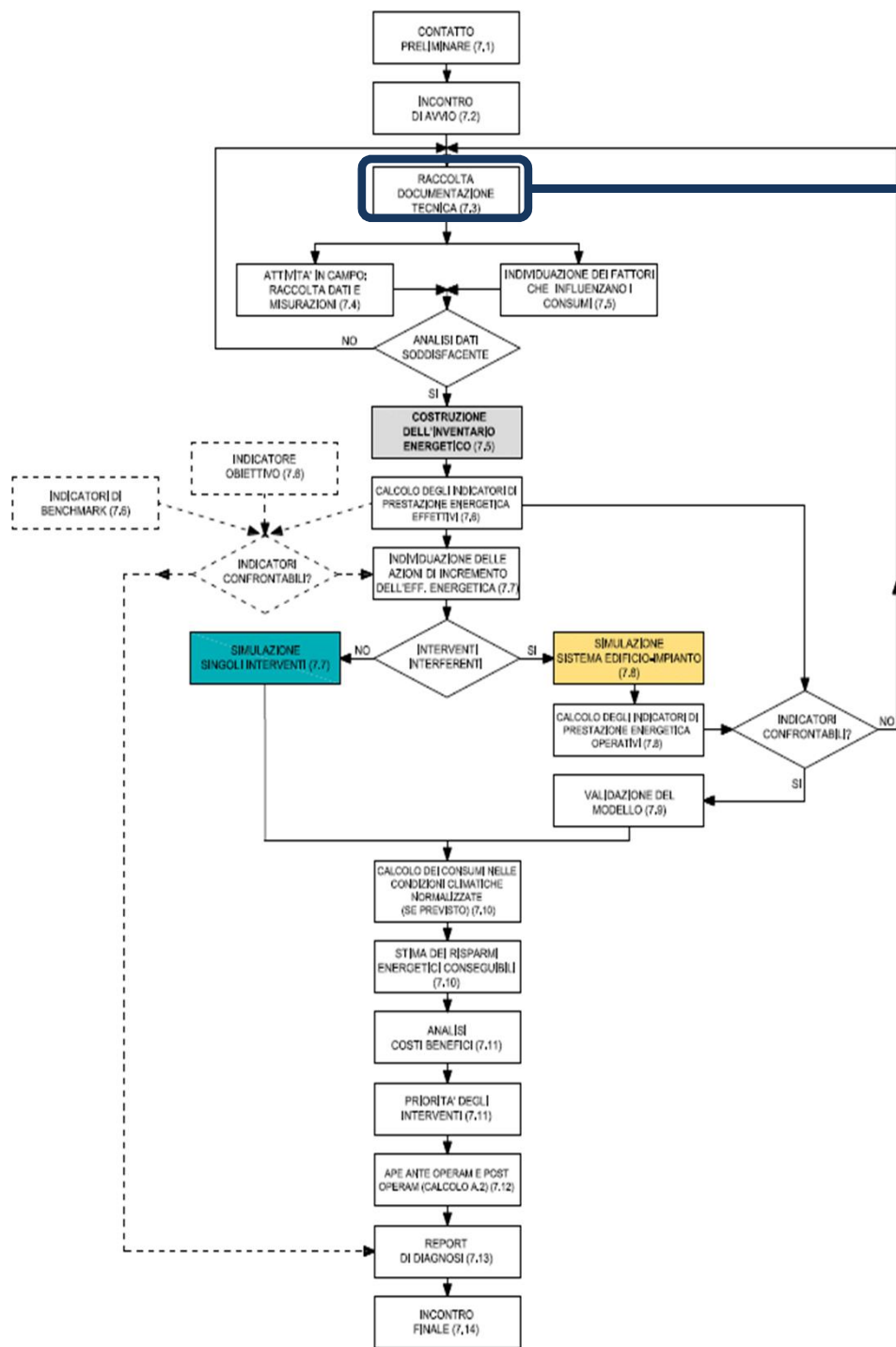
- ✓ programma di verifica della documentazione tecnica
- ✓ crono-programma dei sopralluoghi
- ✓ livello di coinvolgimento degli occupanti dell'edificio
- ✓ condizioni di accesso alle aree oggetto di indagine
- ✓ rischi e pericoli per la salute



# Schema a blocchi DE

## Raccolta documentazione tecnica

- ✓ documenti tecnici esistenti in merito a geometria e dimensione dell'edificio, elementi tecnologici ed impianti
- ✓ valori di impostazione di parametri ambientali interni
- ✓ profili di occupazione
- ✓ cambiamenti avvenuti negli ultimi 3 anni o nel periodo di disponibilità dei dati
- ✓ certificazione energetica dell'edificio e relazione tecnica (ex legge 10)
- ✓ documentazione relativa ad interventi di manutenzione/riqualificazione



# Schema a blocchi DE

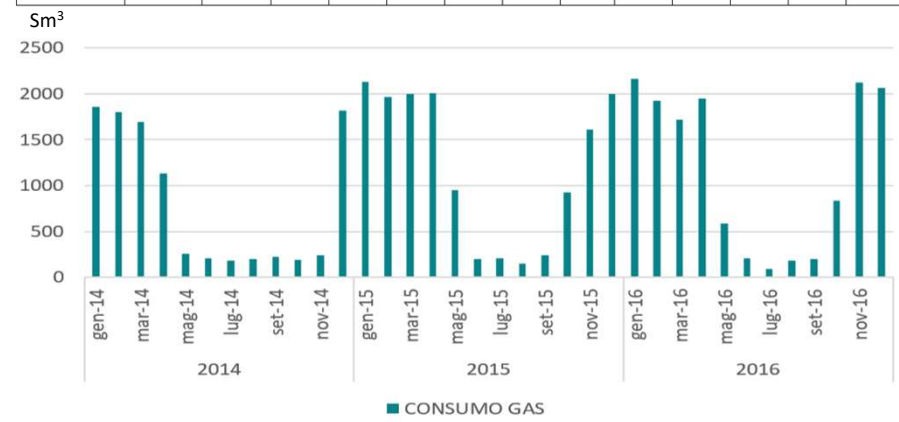
Raccolta documentazione tecnica

Dati di consumo

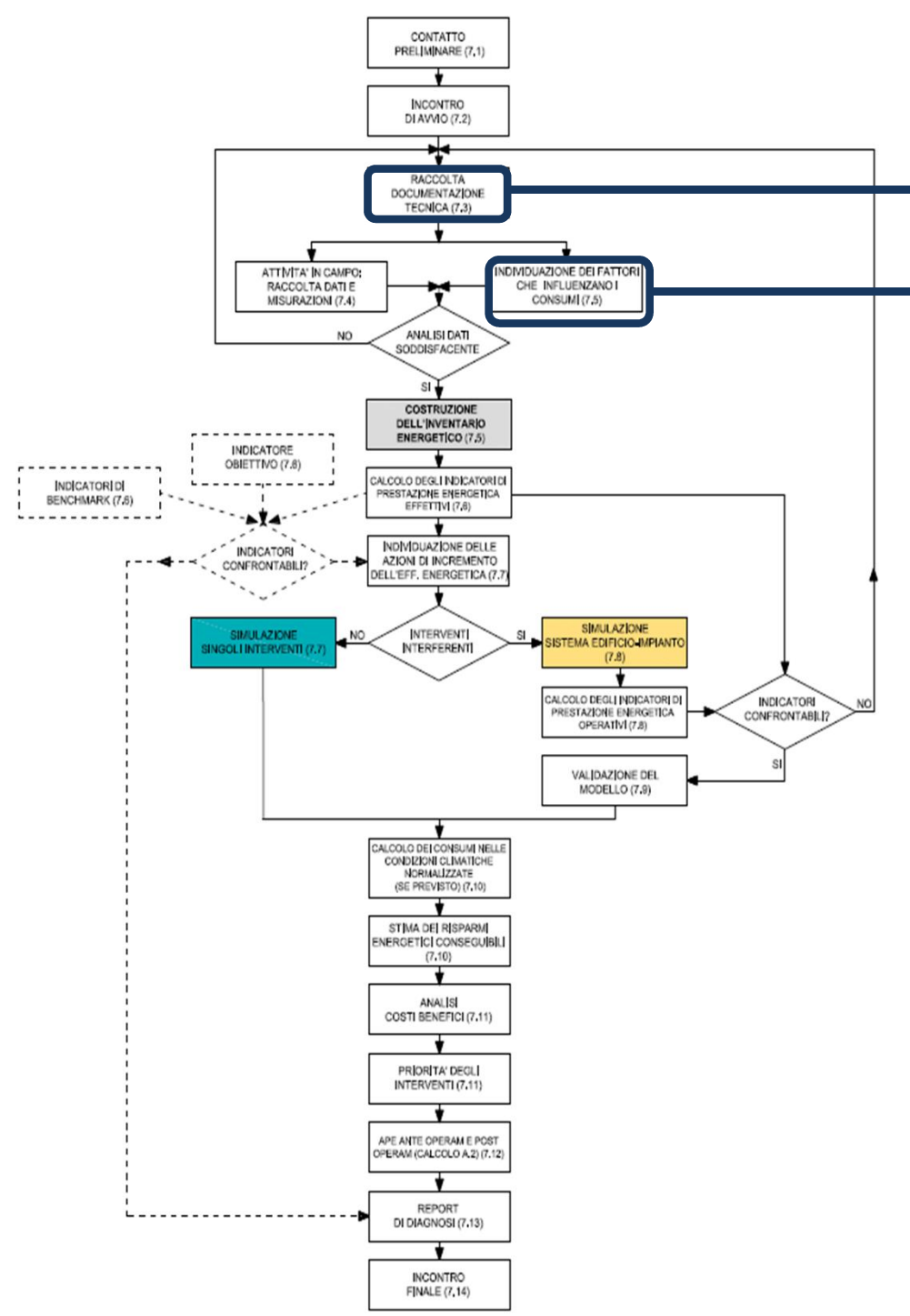
✓ BOLLETTE; ✓ LETTURE

Ricostruzione dell'andamento dei consumi di 3 anni

[Sm <sup>2</sup> ]	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
<b>Consumi gas metano 2014</b>	1.855	1.804	1.695	1.135	258	208	182	203	222	192	237	1.816	9.805
<b>Consumi gas metano 2015</b>	2.127	1.966	2.000	2.007	952	200	210	151	237	926	1.609	1.995	14.380
<b>Consumi gas metano 2016</b>	2.165	1.922	1.720	1.950	590	210	90	185	202	835	2.119	2.064	14.052

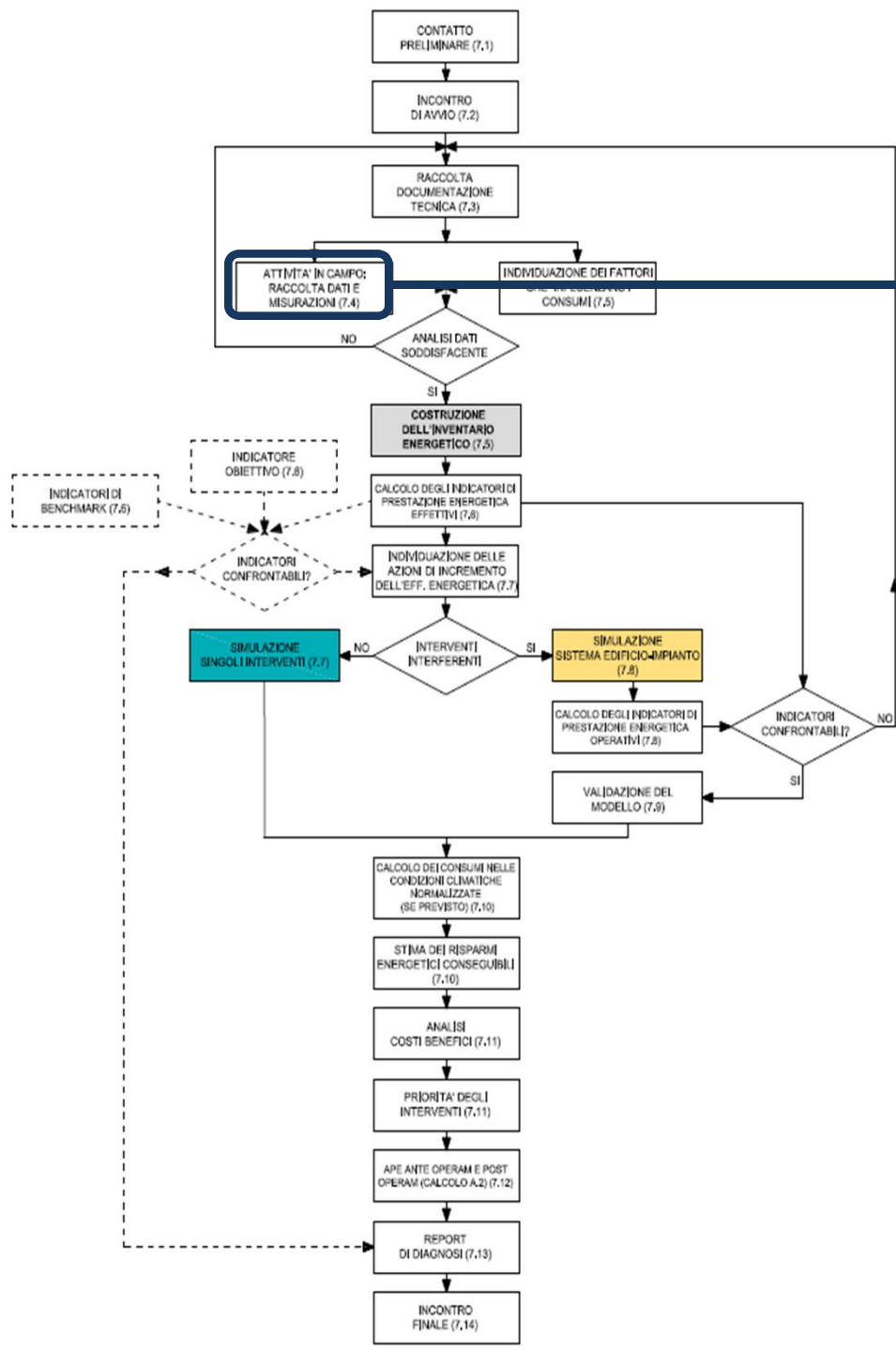


Individuazione dei fattori che influenzano i consumi temperature, gradi-giorno...



# Schema a blocchi DE

Attività in campo  
Raccolta dati e misurazioni  
Schede di rilievo



**DATI GENERALI**

Dati tecnico rilevatore

Cognome	
Nome	
Titolo	SI NO
Ordine/Albo di iscrizione	SI NO
Numero di iscrizione	
Indirizzo	SI NO
Civico	SI NO
Comune	SI NO
CAP	SI NO
Provincia	SI NO
Telefono	SI NO
Indirizzo mail	SI NO
Indirizzo PEC	SI NO

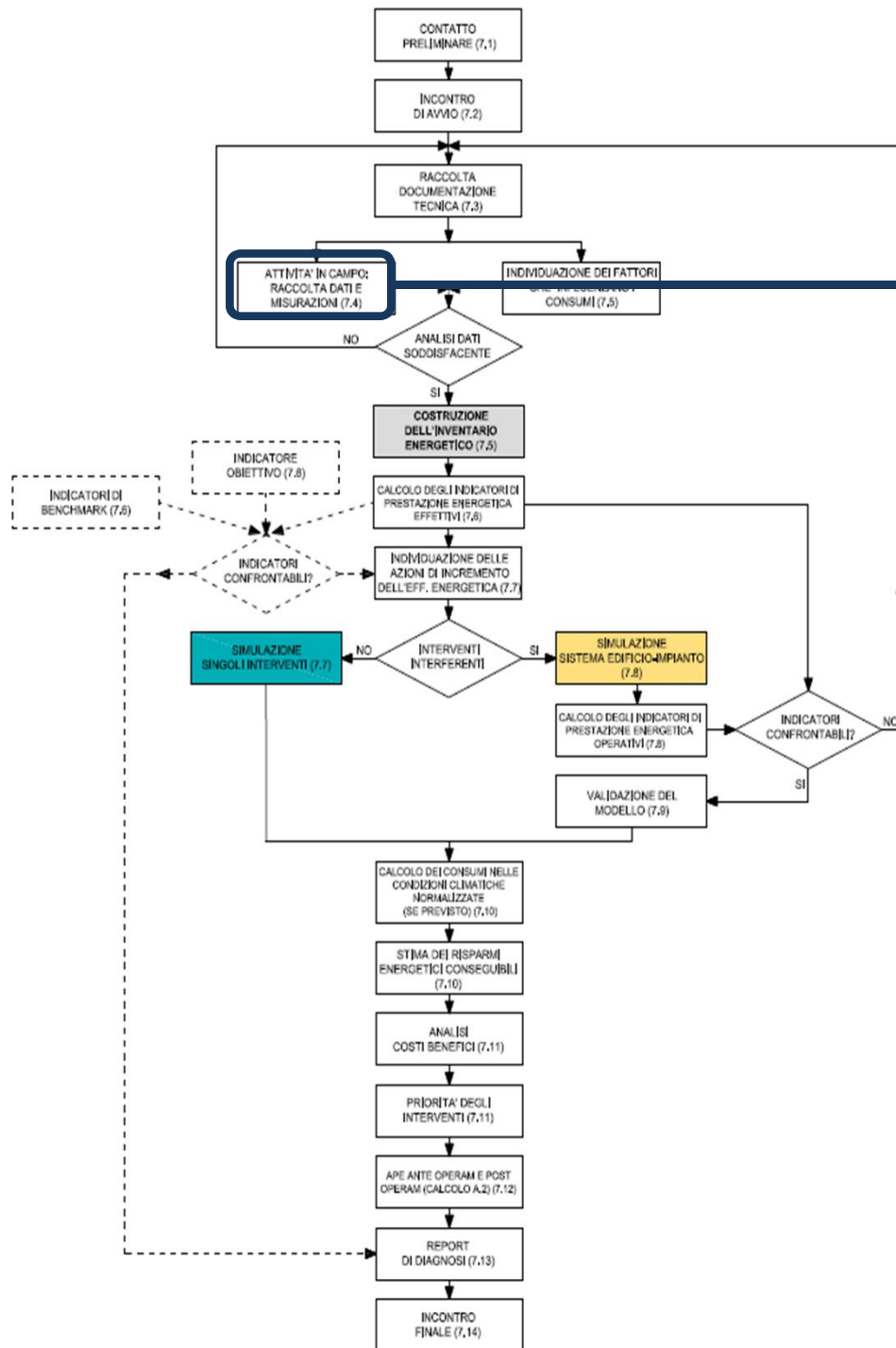
Dati generali

Nome dell'ufficio	
Codice dell'ufficio	
Codice dell'edificio	SI NO
Tipologia di ufficio*	SI NO
Tipo A	SI NO
Tipo B	SI NO
Tipo C	SI NO
Ufficio pubblico	SI NO
Comune	SI NO
CAP	SI NO
Latitudine	SI NO
Longitudine	SI NO
ad uso	SI NO
Possibilità di chiusura dell'ufficio per breve periodo	SI NO
Possibilità di chiusura dell'ufficio per lungo periodo	SI NO
Edificio sottoposto a Vincolo di Tutela del Patrimonio Culturale	SI NO

Biomasse liquide  
Biomasse gassose

# Schema a blocchi DE

Attività in campo  
Raccolta dati e misurazioni  
Rilievi strumentali



Termocamera/  
Telecamera  
termografica  
Mappe di  
temperatura



Termoflussimetro  
Trasmittanza  
termica

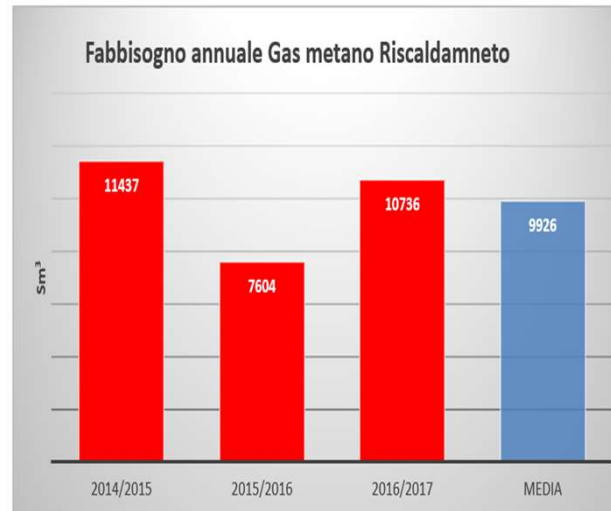
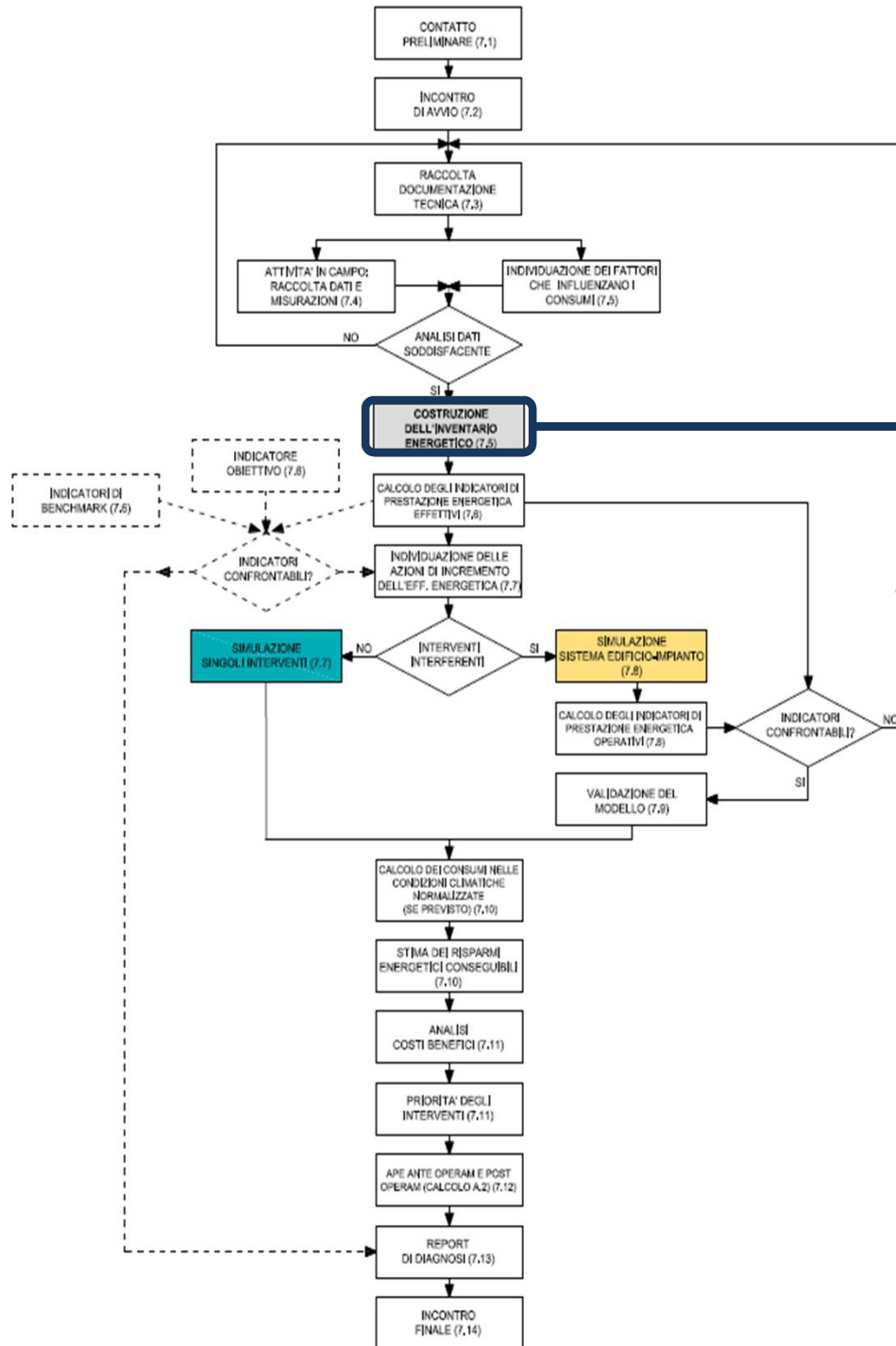
# Schema a blocchi DE

Costruzione dell'inventario energetico

Descrizione analitica dei consumi di ciascun vettore energetico (energia elettrica e combustibili)

## Consumo di riferimento

Per ogni vettore energetico, si ottiene dalla media dei consumi dei 3 anni in esame. Se il consumo di 1 dei 3 si discosta da quello degli altri 2, si analizzano le cause ed, eventualmente, il consumo di riferimento è definito dalla media tra i 2 anni coerenti



Media triennale.

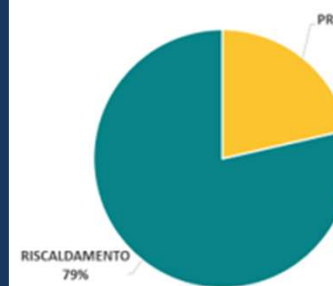
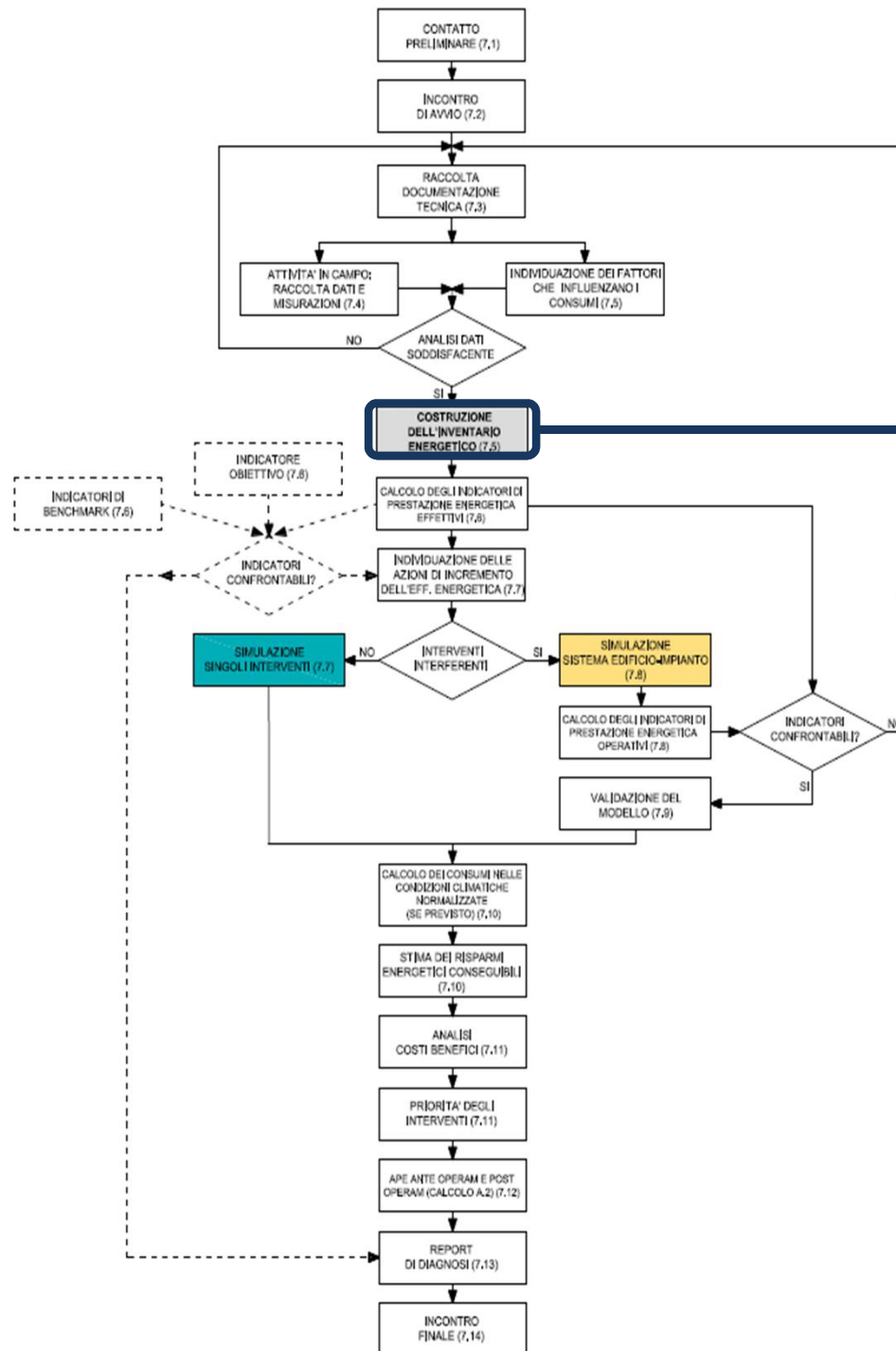
Analogo approccio per i consumi di energia elettrica

# Schema a blocchi DE

Costruzione dell'inventario energetico

I consumi reali, per ogni vettore energetico, si ripartiscono in base ai servizi energetici presenti che possono essere (Decreto 26 giugno 2015):

- ✓ climatizzazione invernale
- ✓ climatizzazione estiva
- ✓ produzione di Acqua Calda Sanitaria - ACS
- ✓ illuminazione
- ✓ ventilazione
- ✓ ascensori e scale mobili



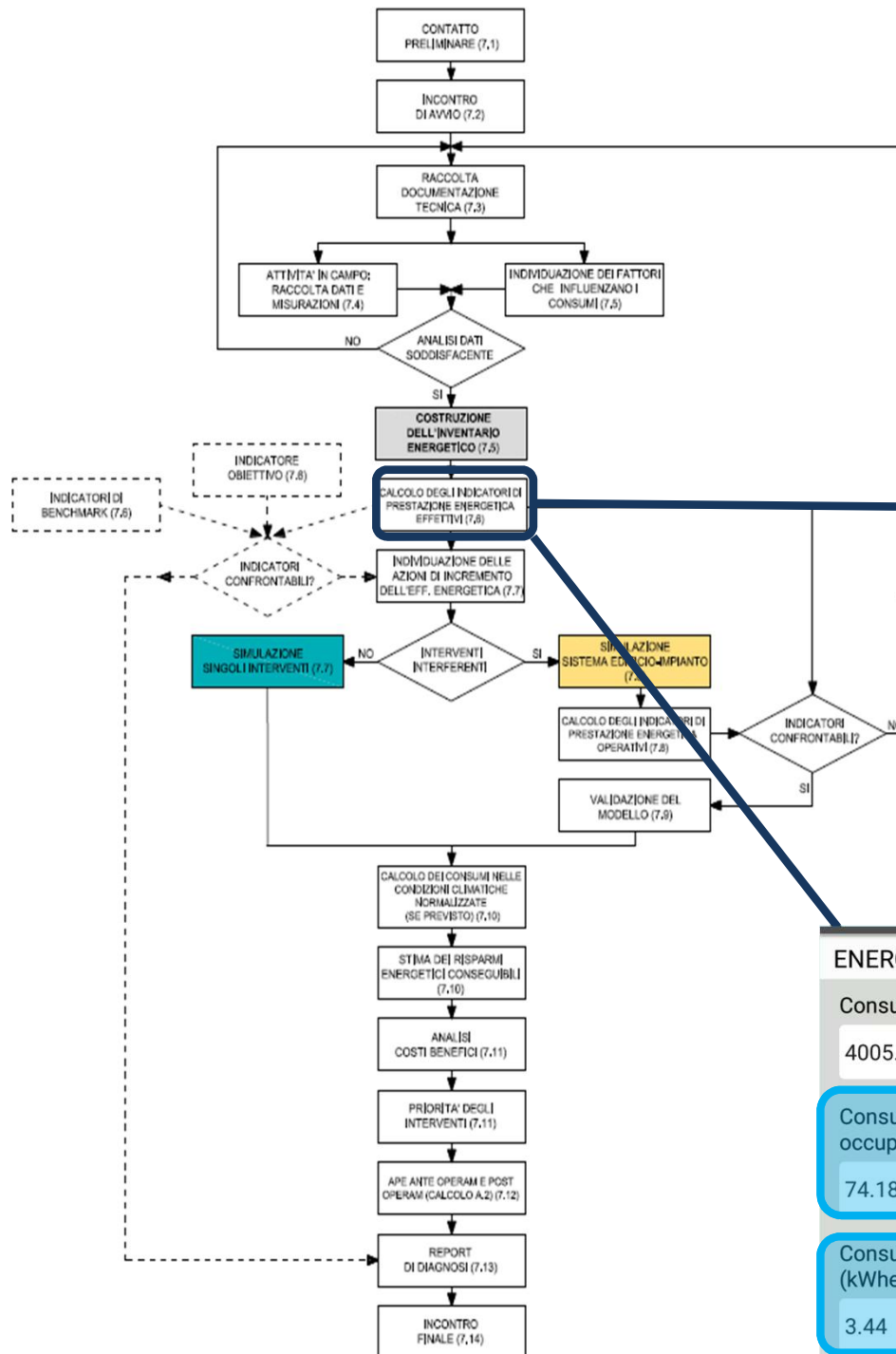
Consumi di gas naturale



Consumi di energia elettrica

# Schema a blocchi DE

## Calcolo degli indicatori di prestazione energetica effettivi



### RISCALDAMENTO

Consumo medio annuo vettore energetico (Sm<sup>3</sup>)

22627.50

Consumo medio annuo altro vettore energetico (kWh)

-

Consumo vettore energetico per superficie riscaldata (Sm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> riscaldati)

19.42

Consumo altro vettore energetico per superficie riscaldata (kWh/m<sup>2</sup> riscaldati)

-

Consumo vettore energetico per occupante (Sm<sup>3</sup>/occupante)

419.03

### ENERGIA ELETTRICA

Consumo elettrico annuo (kWh)

4005.50

Consumo elettrico per occupante (kWh/occupante)

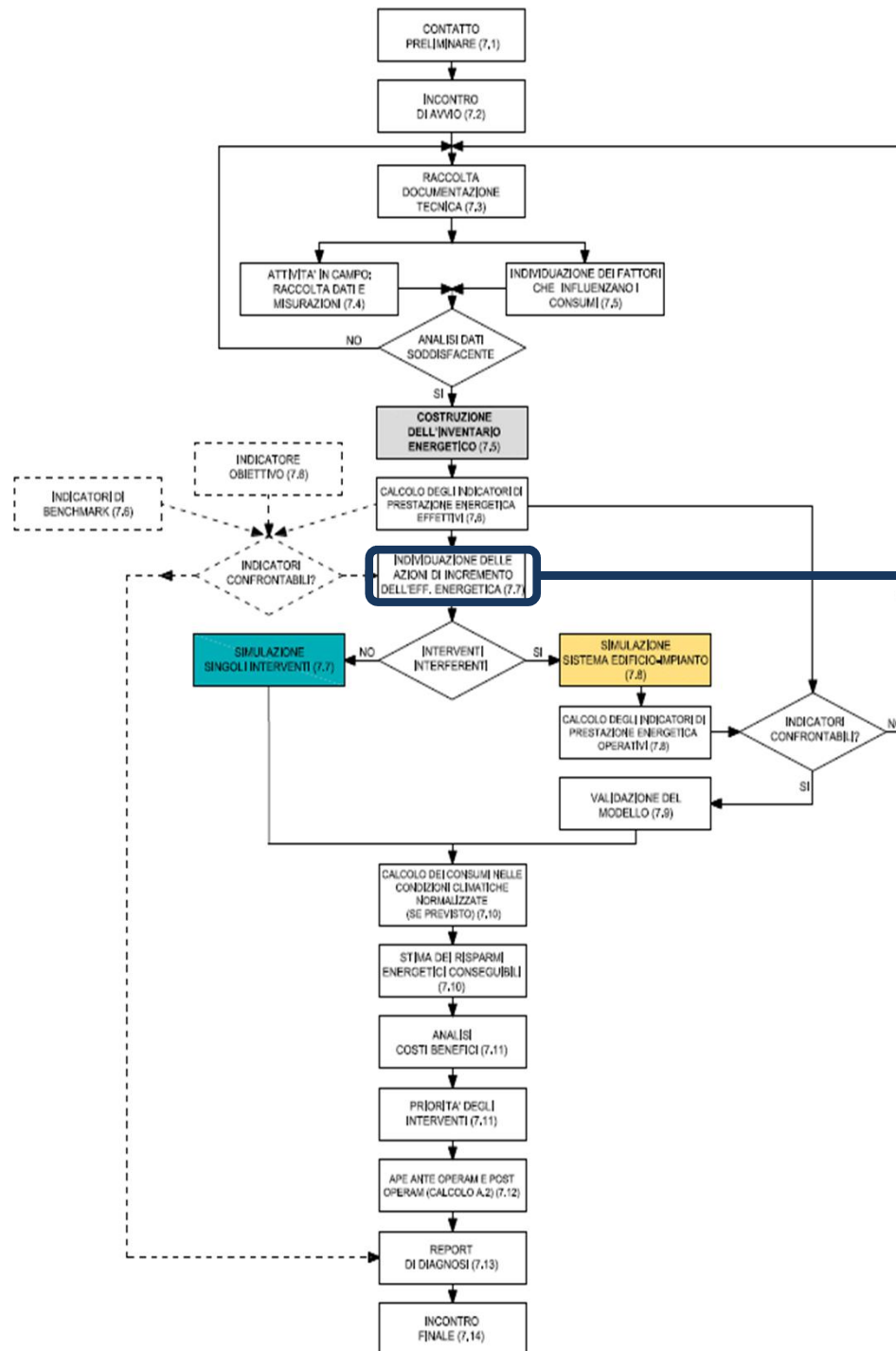
74.18

Consumo elettrico per superficie servita (kWh/m<sup>2</sup>)

3.44

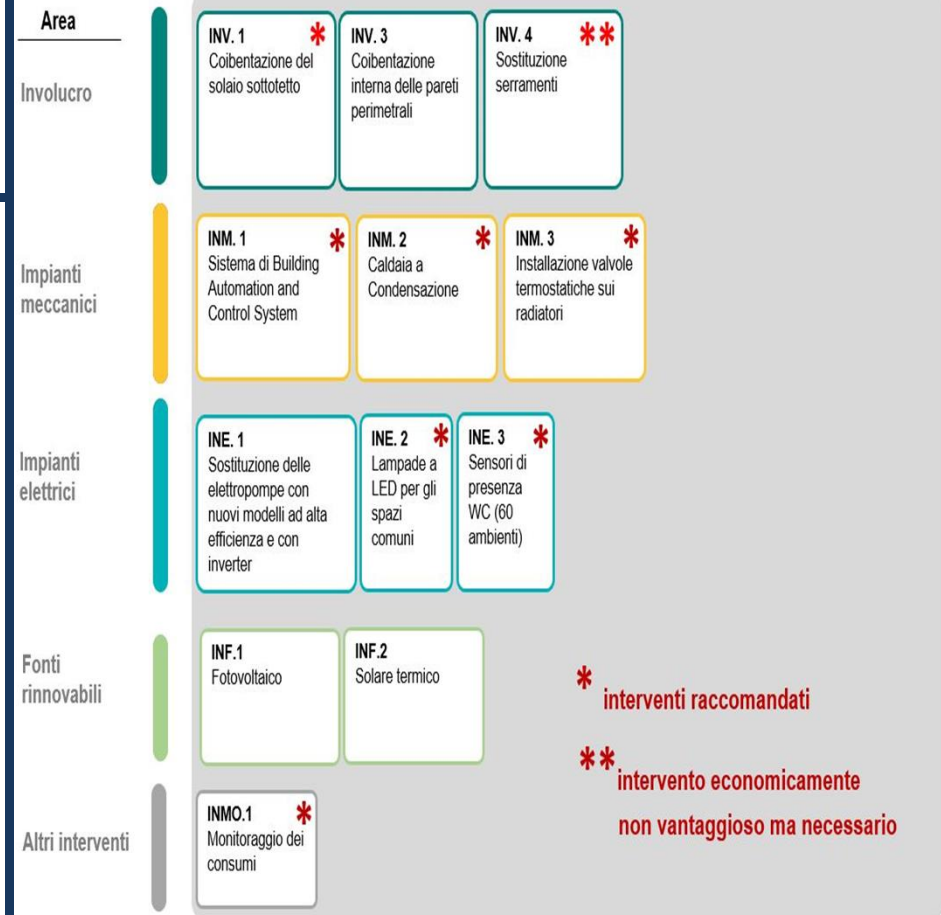
# Schema a blocchi DE

## Individuazione delle azioni di incremento dell'efficienza energetica

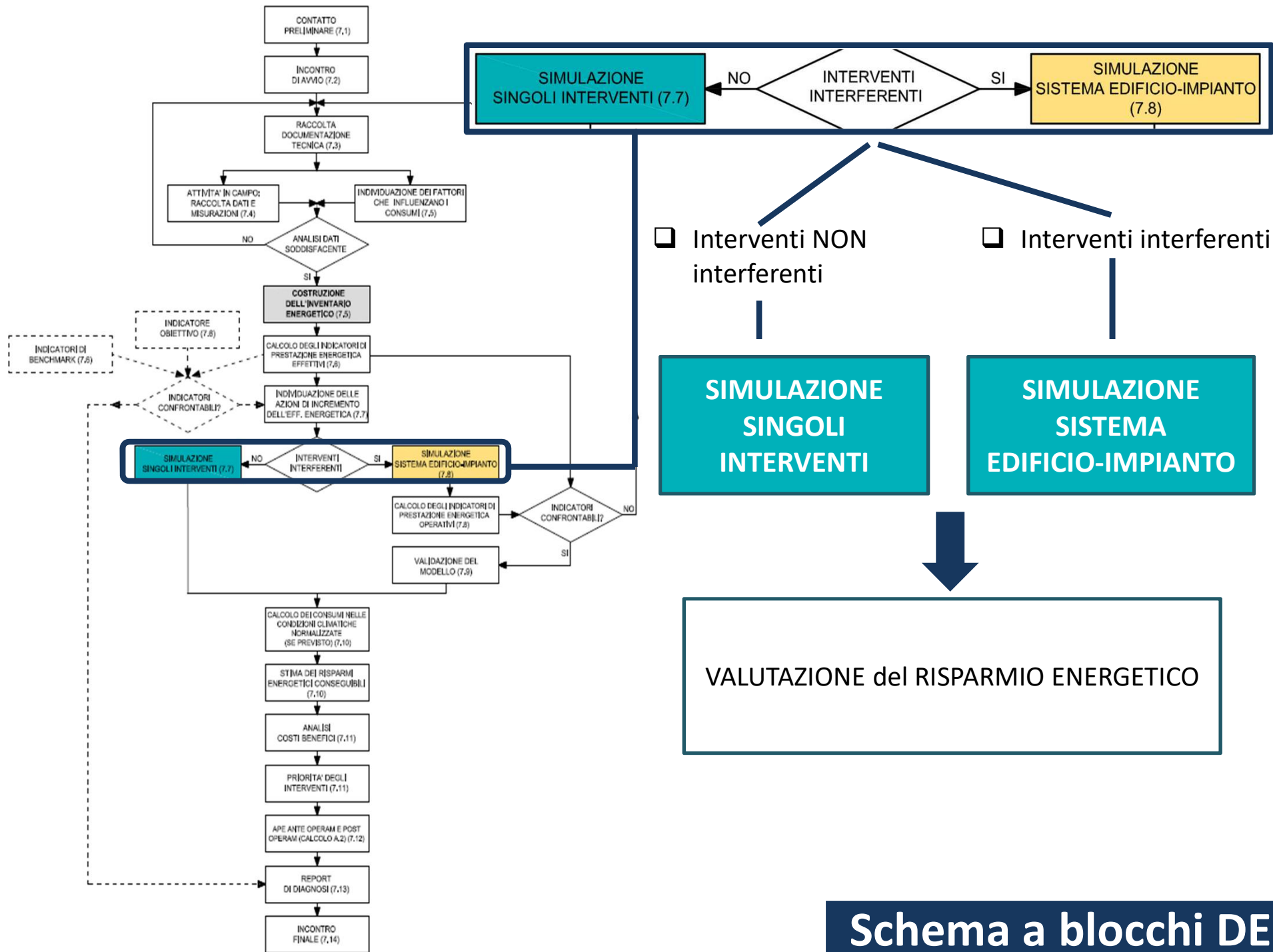


Schema di sintesi:

Interventi individuati







**Schema a blocchi DE**

# Schema a blocchi DE

Simulazione singoli interventi

## SERVIZI PRESENTI



RISCALDAMENTO

ACS

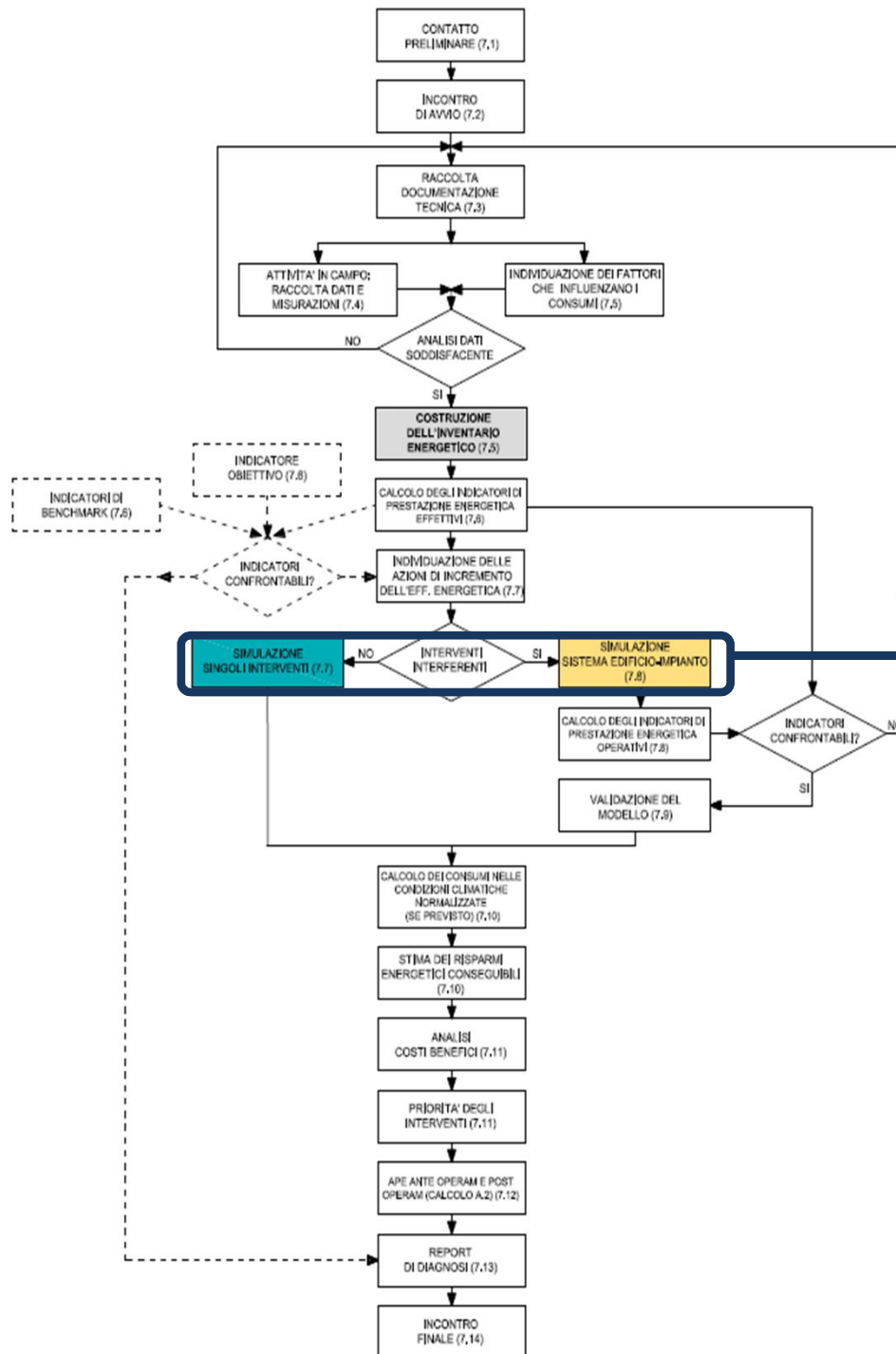
ILLUMINAZIONE

## Interventi individuati

- VALVOLE TERMOSTATICHE
- LAMPADE A LED



Gli interventi individuati non presentano interferenze: è possibile valutare il risparmio energetico del singolo intervento



# Schema a blocchi DE

Simulazione sistema edificio-impianto

## SERVIZI PRESENTI



RISCALDAMENTO



ACS



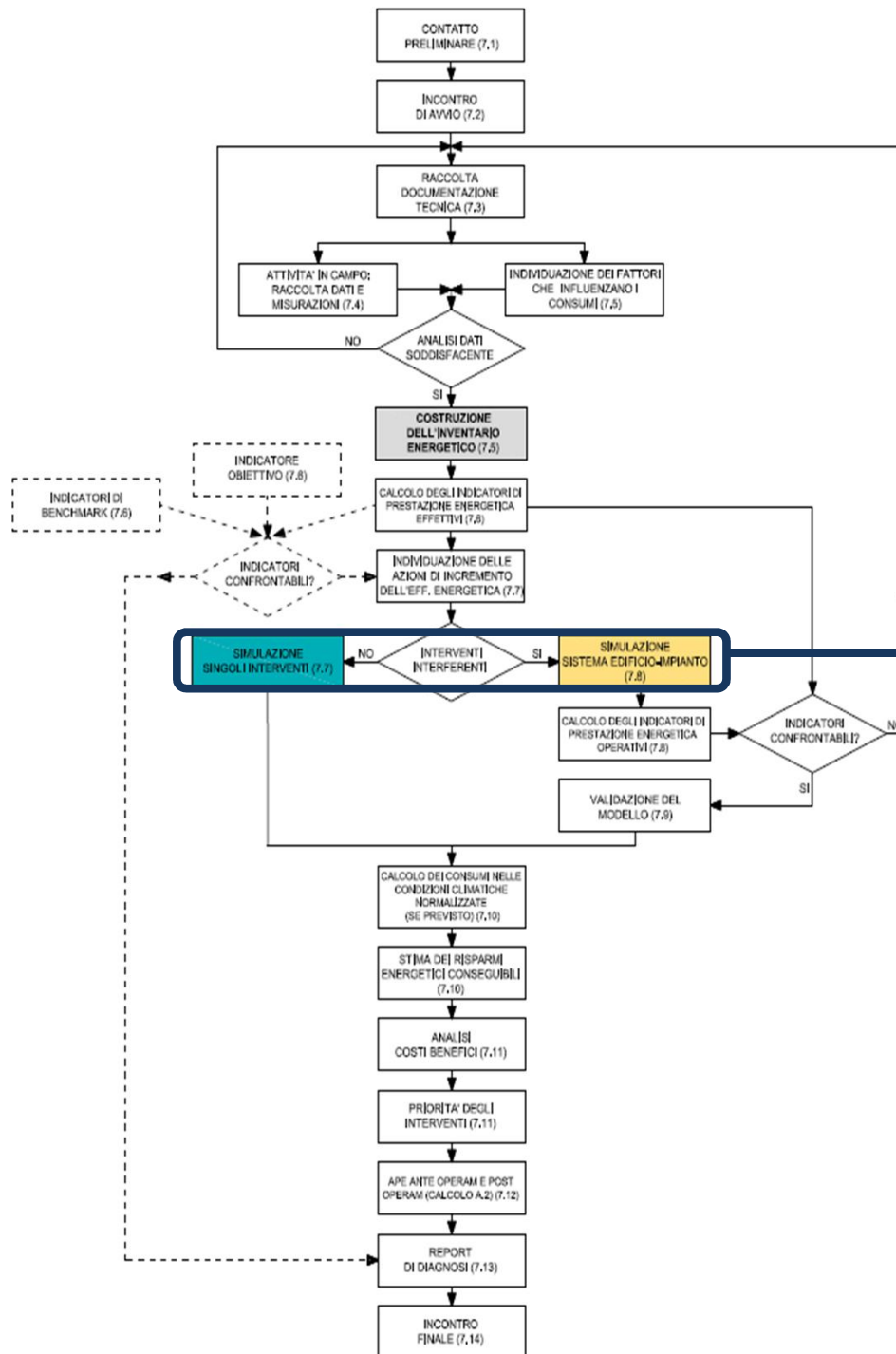
ILLUMINAZIONE

## Interventi individuati

- ISOLAMENTO A CAPPOTTO
- SOSTITUZIONE CALDAIA



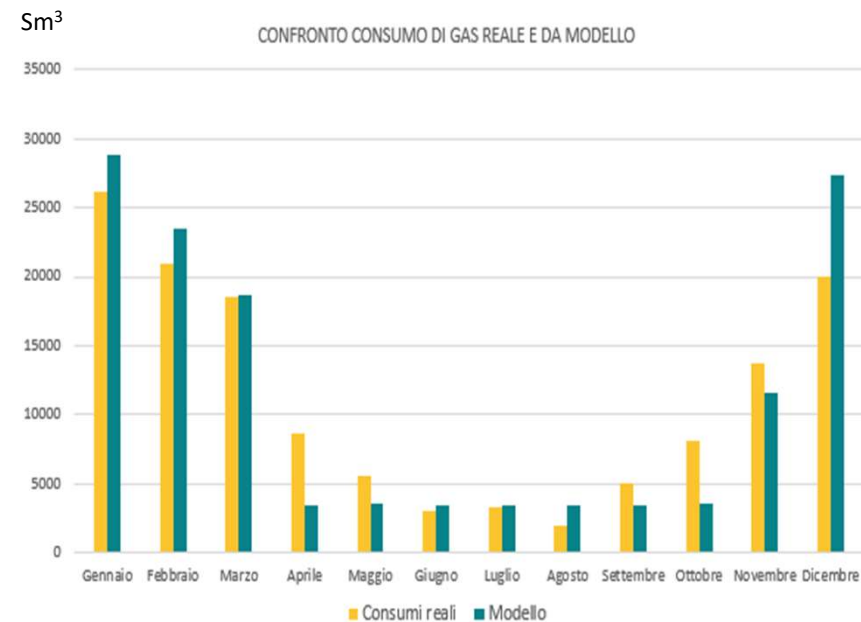
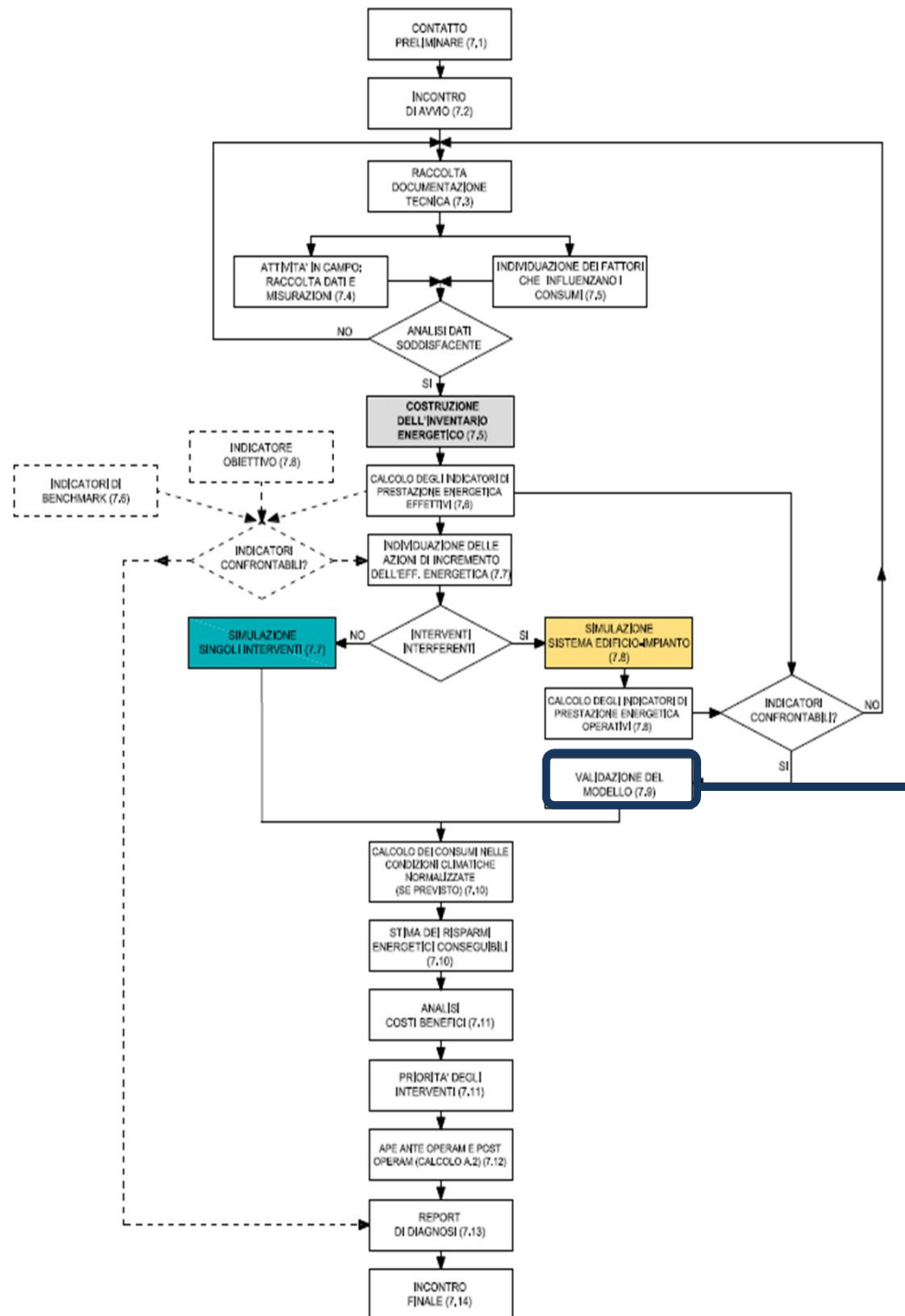
Gli interventi individuati presentano interferenze: è necessario valutare il risparmio energetico attraverso un modello di simulazione energetica



# Schema a blocchi DE

Validazione del modello

Confronto tra consumi effettivi/reali (Ce) e consumi operativi/da modello (Co) in **condizioni climatiche reali**



Verifica del **margin**e di incertezza

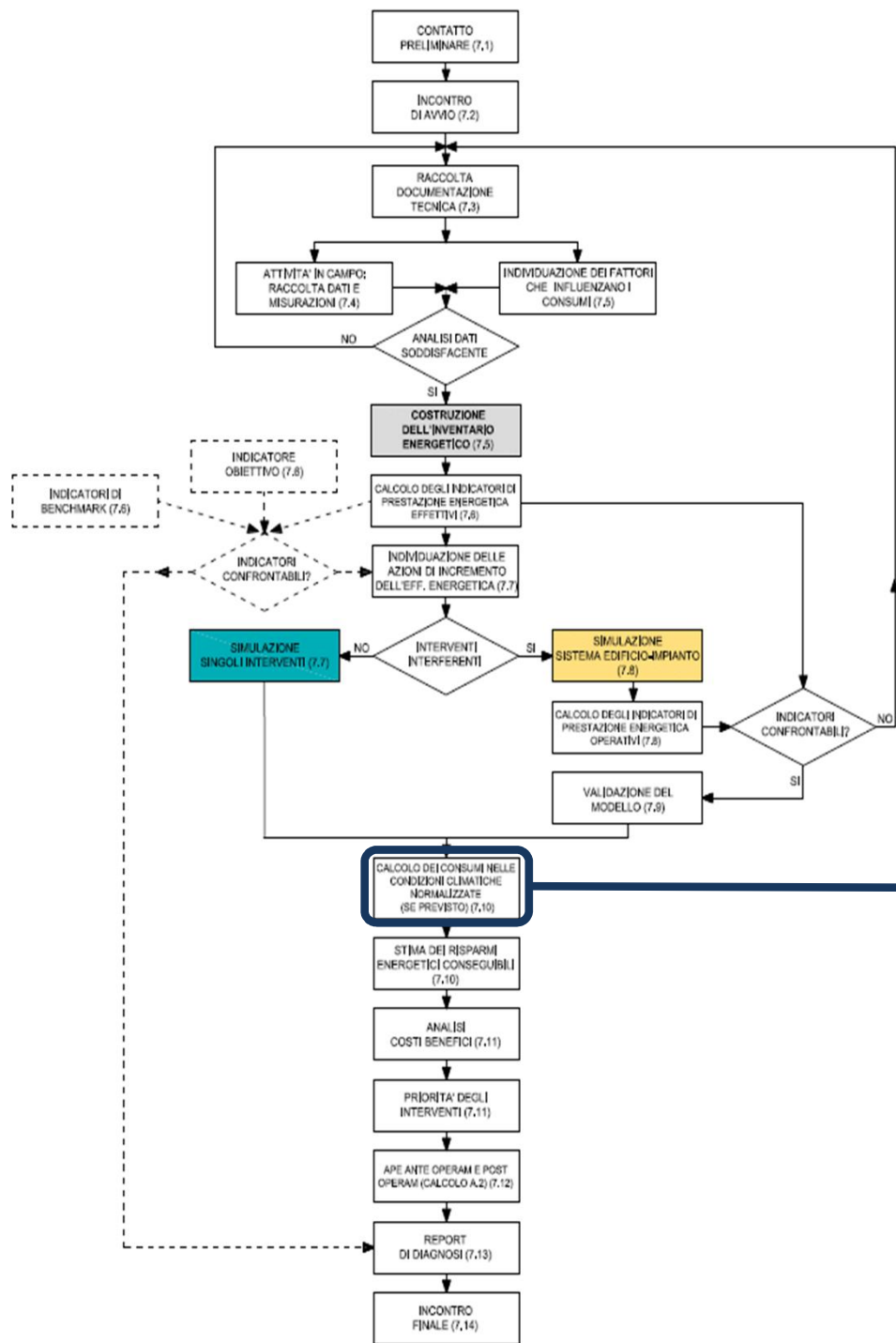
$$-0,05 \leq \frac{Co - Ce}{Ce} \leq 0,05$$

La validazione è condizione necessaria per la prosecuzione

# Schema a blocchi DE

Calcolo dei consumi nelle condizioni climatiche normalizzate

Validato il modello, occorre effettuare una nuova simulazione impostando i **dati climatici standard - destagionalizzazione**. I risultati della stessa si confrontano con quelli delle simulazioni nelle quali vengono inseriti gli interventi, svolte anch'esse in **condizioni standard**



CONSUMO ANTE OPERAM

—



CONSUMO POST OPERAM

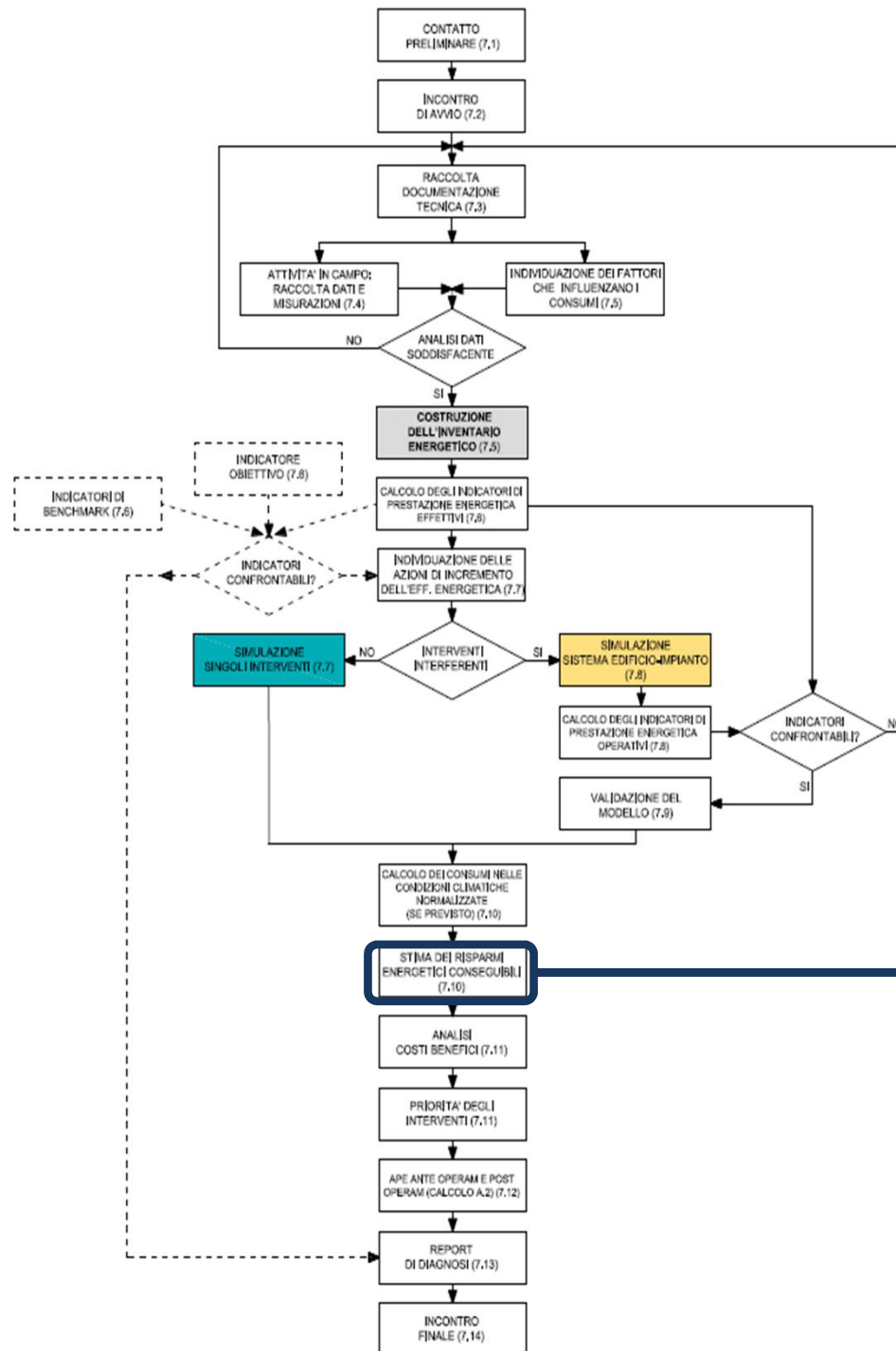
=

RISPARMIO

I modelli di confronto differiscono dal modello validato solo per i dati climatici

# Schema a blocchi DE

Stima dei risparmi energetici conseguibili



Fabbisogno energia elettrica kWh/anno	Rif.	Risparmio energetico conseguibile	
		Energia elettrica	Gas naturale
Fabbisogno gas metano Sm³/anno		kWh/anno	Rif2%
		Sm³/anno	Rif2%

INVOLUCRO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1				
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2			—	—
	Coibentazione pareti perimetrali	INV.3			—	—
	Sostituzione infissi	INV.4			—	—

IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1	—	—	—	—
	Caldaia a condensazione	INM.2			—	—
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3			—	—

IMPIANTI ELETTRICI	Elettropompe di circolazione	INE.1	—	—		
	Lampade LED corridoi	INE.2			—	—
	Sensori presenza VC	INE.3			—	—

FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1	—	—		
	Solare termico	INF.2			—	—

SCENARIO COMPLETO	Tutti gli interventi	TOT	—	—	—	—
-------------------	----------------------	-----	---	---	---	---

Ogni riga rappresenta il risparmio energetico conseguibile valutando il singolo intervento. Nella riga scenario completo, si considera la combinazione degli interventi

# Schema a blocchi DE

## Analisi costi - benefici

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato ..... €	Risparmio atteso ..... €/anno
		Incentivi	Ritorno dell'investimento ..... anni

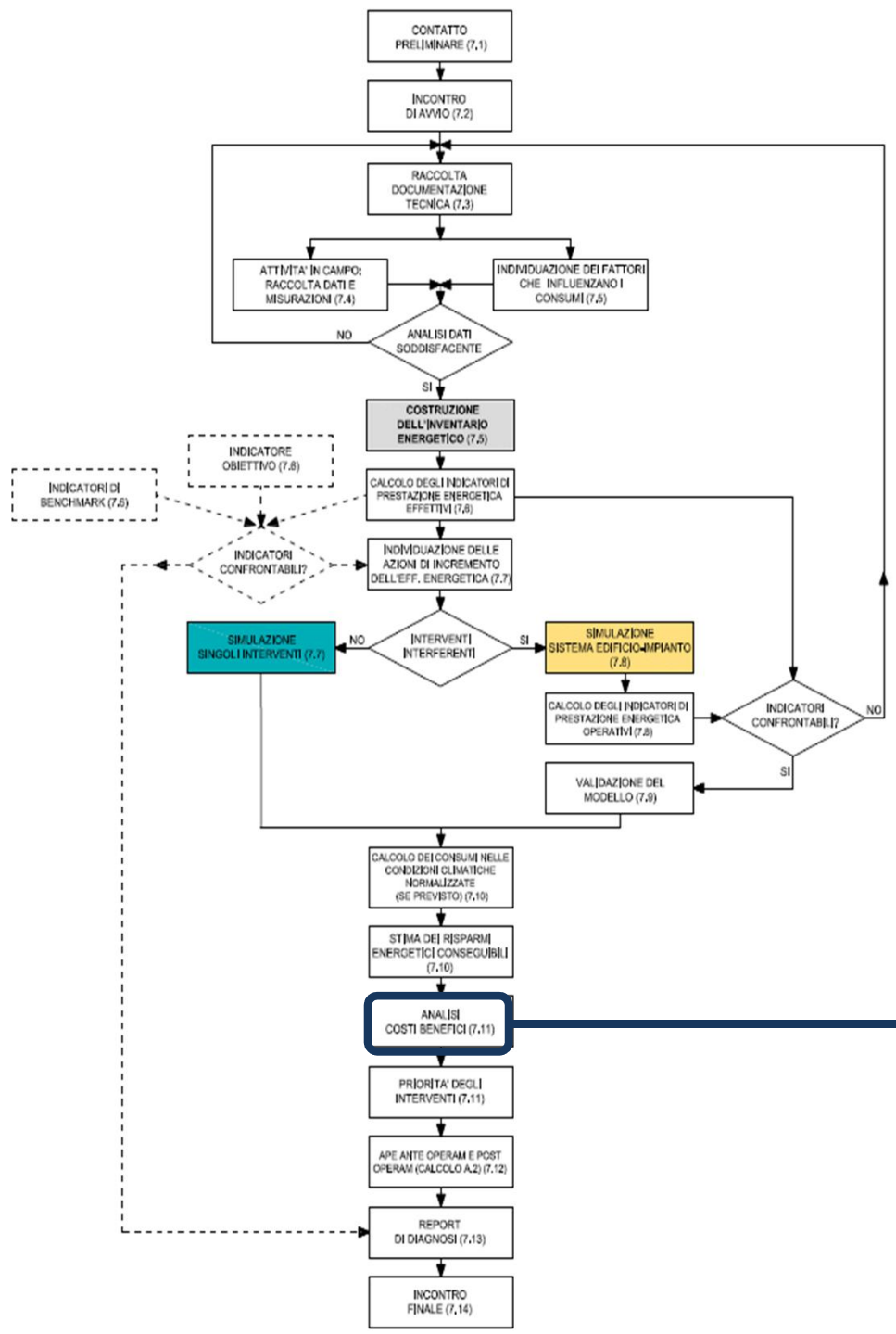
Di ciascun intervento viene verificato il **tempo di ritorno semplice (TR)** (rapporto fra investimento e flusso di cassa)

$$TR = \frac{I_0}{FC}$$

Come flusso di cassa si considera il **risparmio economico** dell'intervento (prodotto fra il **prezzo unitario del vettore energetico** e il **risparmio energetico conseguito**)

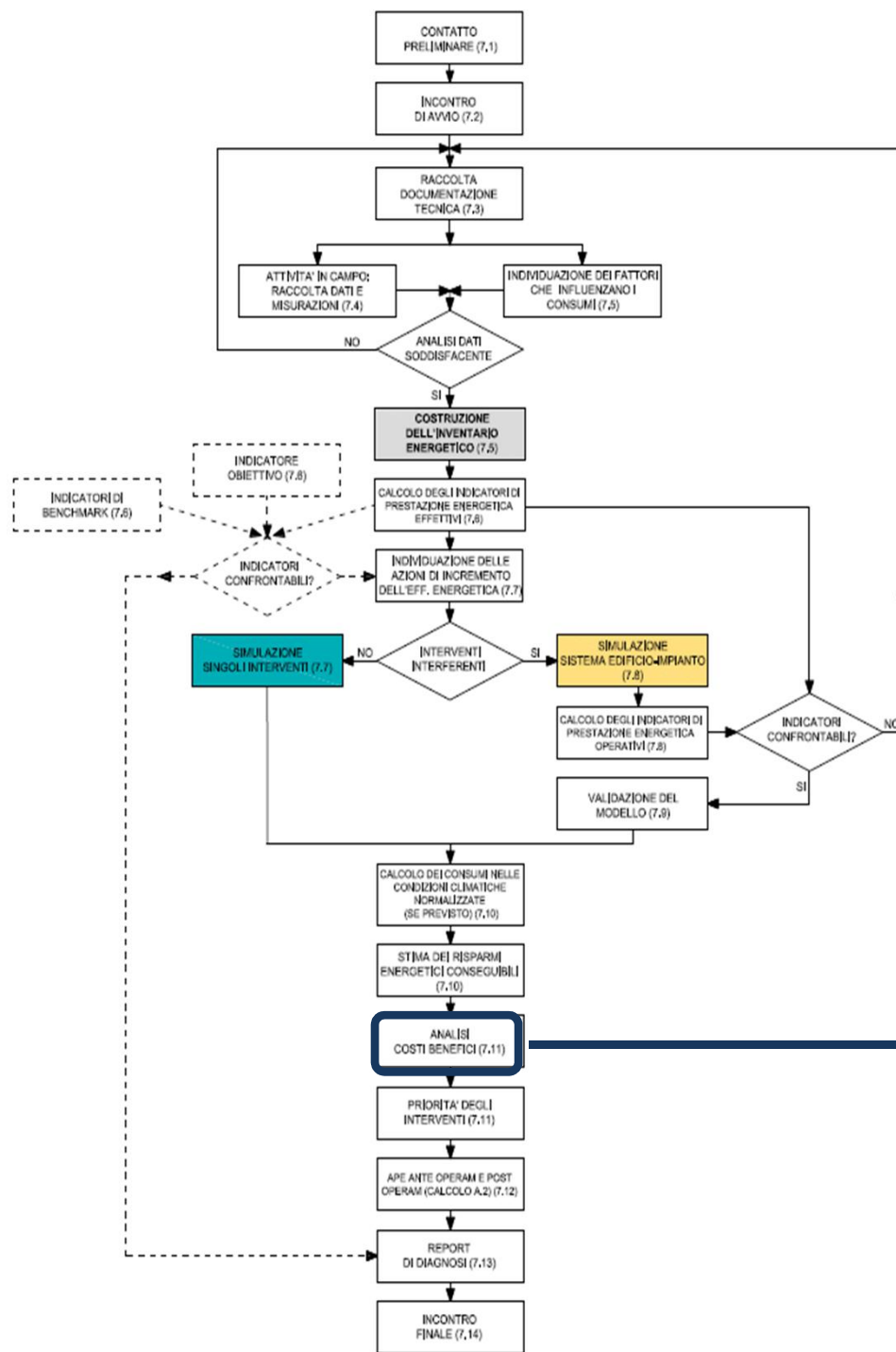
$$FC = C_u \times R_e$$

Vengono individuate le possibili **misure incentivanti** a sostegno di ogni intervento



# Schema a blocchi DE

## Analisi costi - benefici Interventi Involucro



**INV. 1**  
Coibentazione  
solai



Investimento:  
21.910 €  
Risparmio  
economico:  
2.212 €  
TR:  
≈ 10 anni

**INV. 2**  
Sostituzione  
infissi

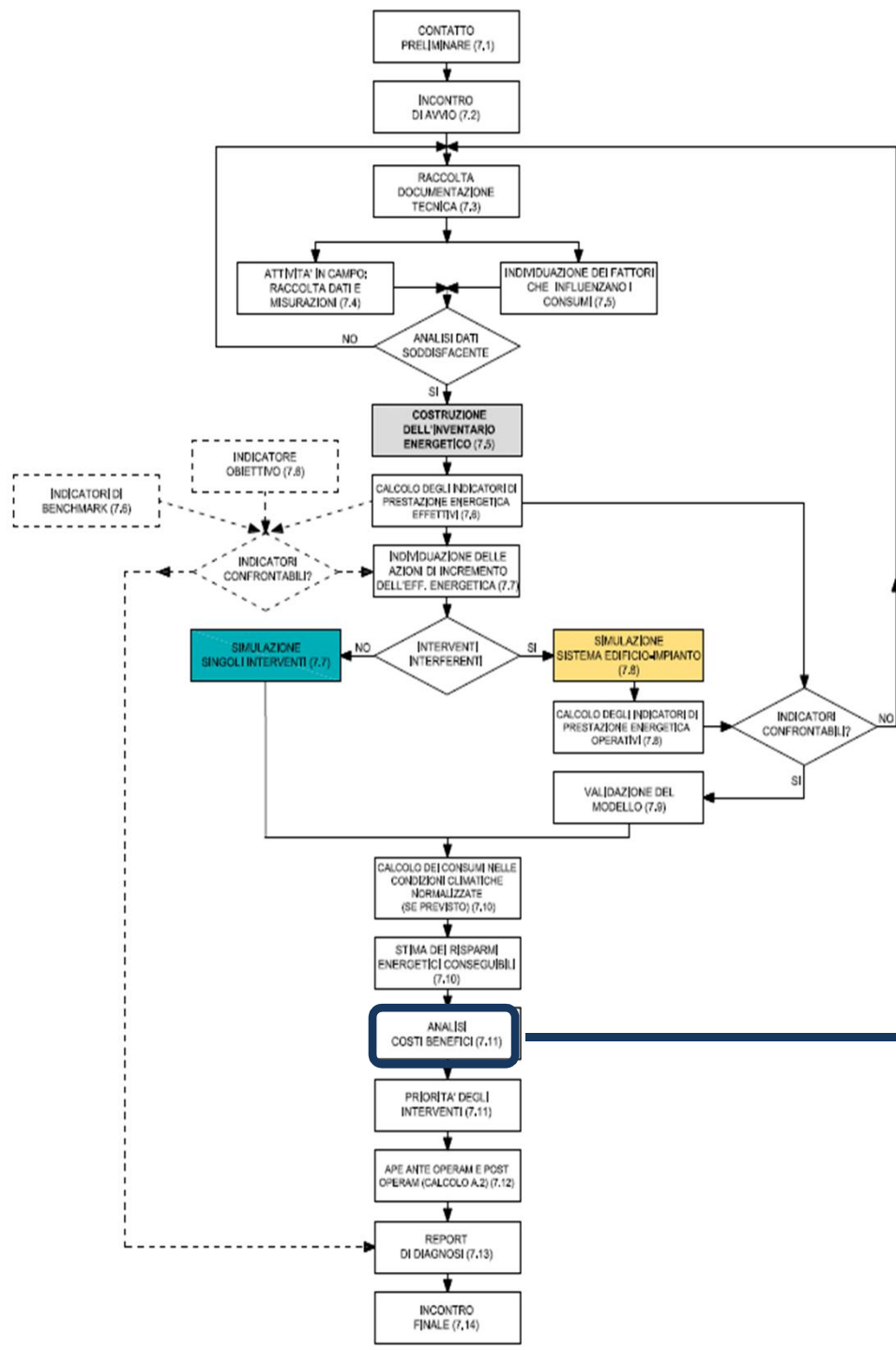


Investimento:  
52.404 €  
Risparmio  
economico:  
420 €  
TR:  
125 anni



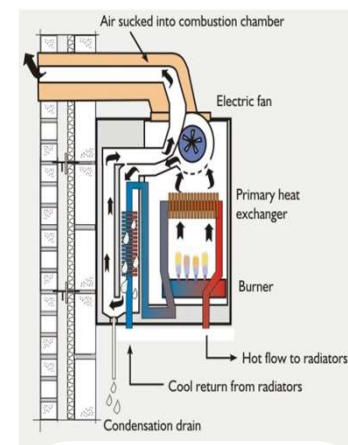
# Schema a blocchi DE

## Analisi costi - benefici Interventi Impianti meccanici



**IM. 1**  
Sostituzione  
caldaia

**IM. 2**  
Installazione valvole  
termostatiche



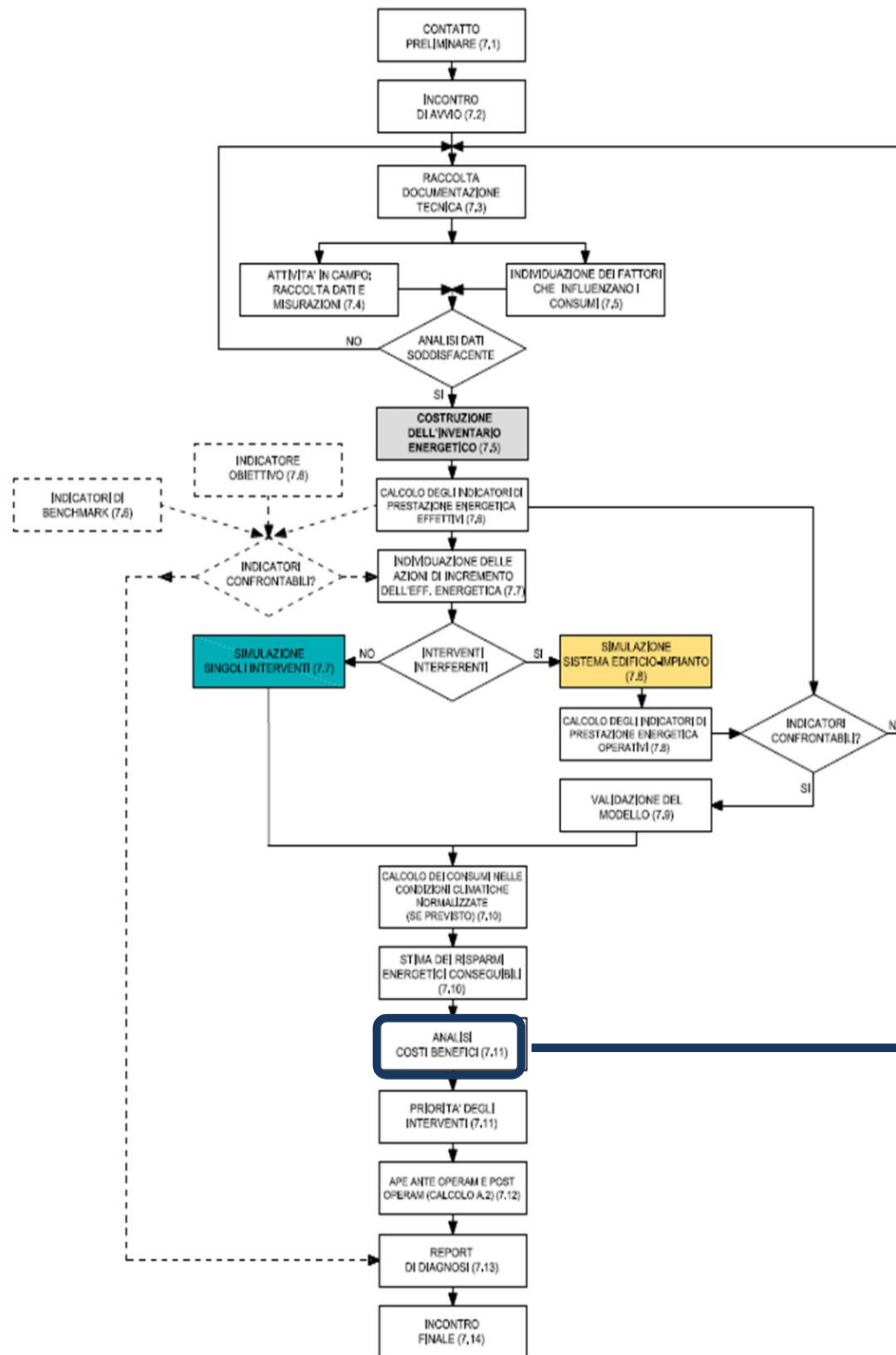
Investimento:  
15.000 €  
Risparmio  
economico:  
676 €  
TR:  
22 anni

Investimento:  
5.000 €  
Risparmio  
economico:  
570 €  
TR:  
≈ 9 anni

# Schema a blocchi DE

Analisi costi - benefici

Interventi Impianti elettrici



## IE. 1

Sostituzione corpi illuminanti con lampade LED



Investimento:

35.750 €

Risparmio

economico:

3.689 €

TR:

≈ 10 anni

## IE. 2

Sensori di presenza in WC



Investimento:

320 €

Risparmio

economico:

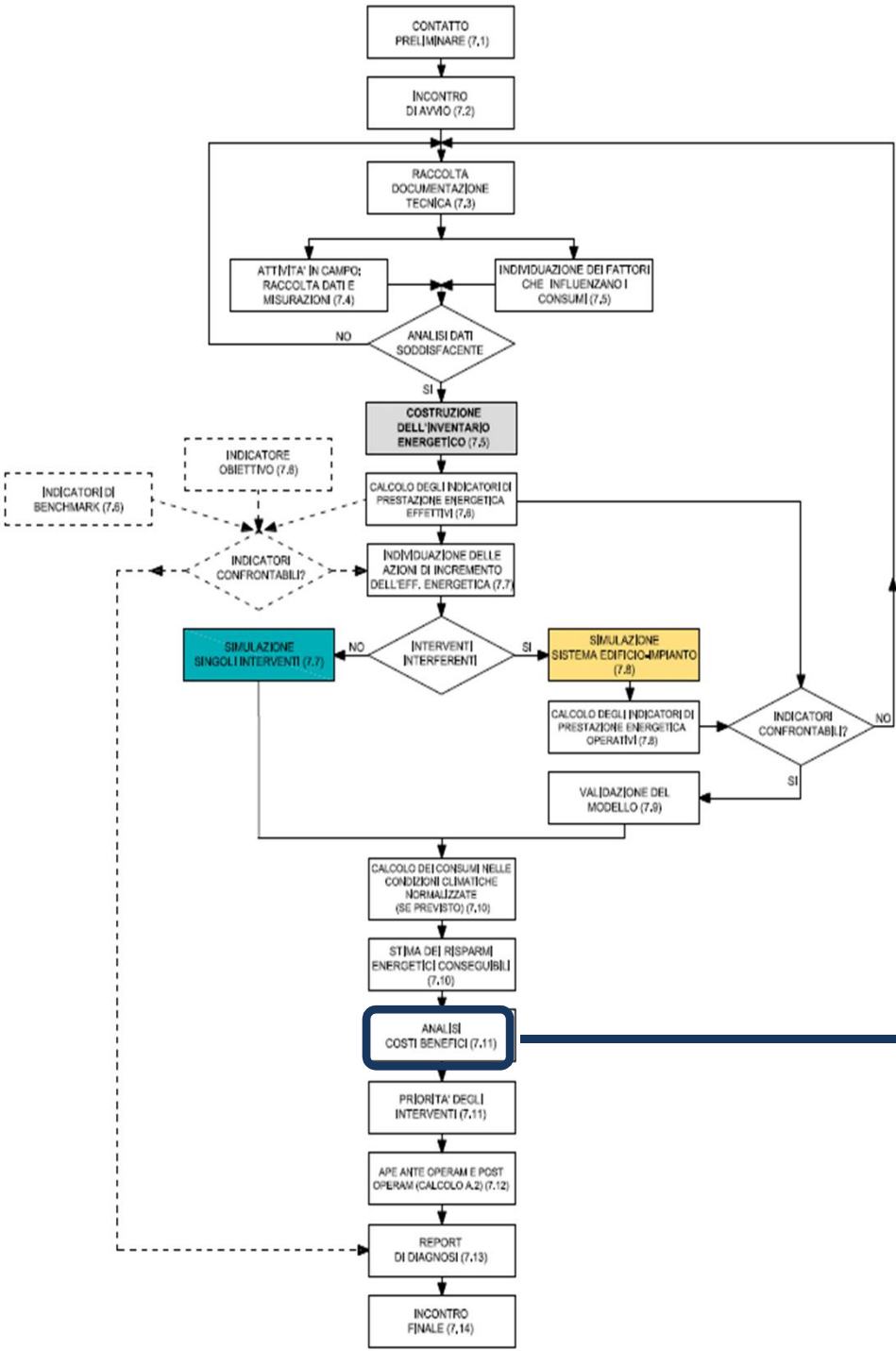
1.067 €

TR:

< 1 anno

# Analisi costi - benefici Altri Interventi (trasversali)

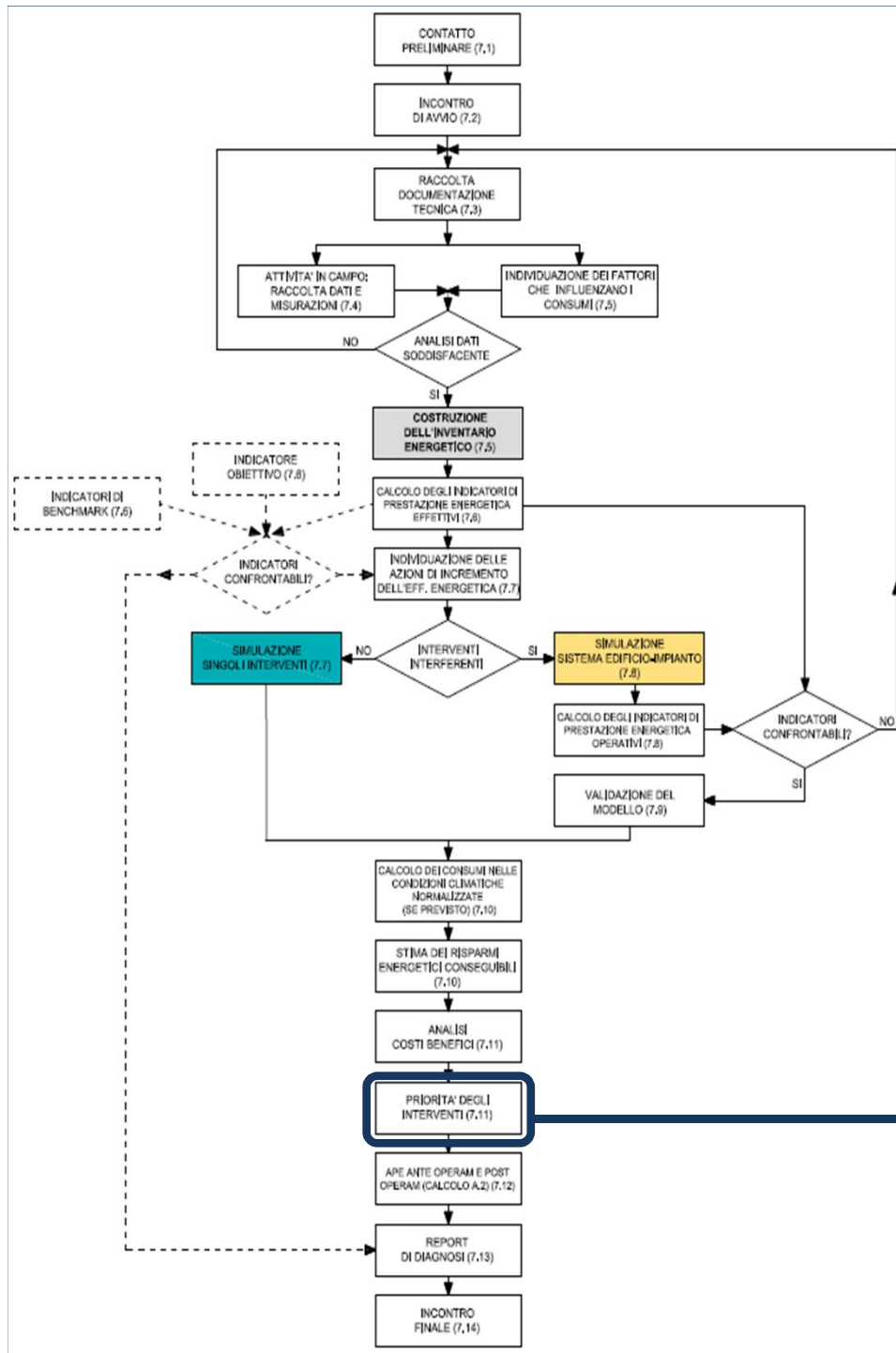
## INMO.1 Building Automation and Control System BACS



Investimento: 8.000 €  
Risparmio economico: 1.284 €  
TR:  
≈ 6 anni

# Schema a blocchi DE

## Priorità degli interventi



Scenario	Intervento	Costo [€]	Risparmio [€]	Tempo di ritorno semplice [anni]
S.1	Coibentazione solaio su pilotis con pannello in polistirene espanso	21.910	2.212	9,9
S.2	Sostituzione infissi in alluminio senza taglio termico con Infissi in PVC e doppi vetri 4-12-4	52.404	420	125
S.3	Sostituzione caldaia tradizionale con caldaia a condensazione	15.000	676	22
S.4	Installazione valvole termostatiche sui radiatori	5.000	570	8,8
S.5	Sostituzione corpi illuminanti con lampade LED	35.750	3.689	9,7
S.6	Sensori di presenza in WC	320	1.067	<1
S.7	BACS Passaggio classe di automazione da C a B	8.000	1.284	6,2

SCENARIO INTERVENTI CONSIGLIATI I RISPARMI DEGLI INTERVENTI NON SI SOMMANO				
S1+S4+S5+ +S6+S7	-Coibentazione solaio -Installazione valvole termostatiche -Lampade LED -Sensori di presenza WC -BACS	70.980	7.058	10

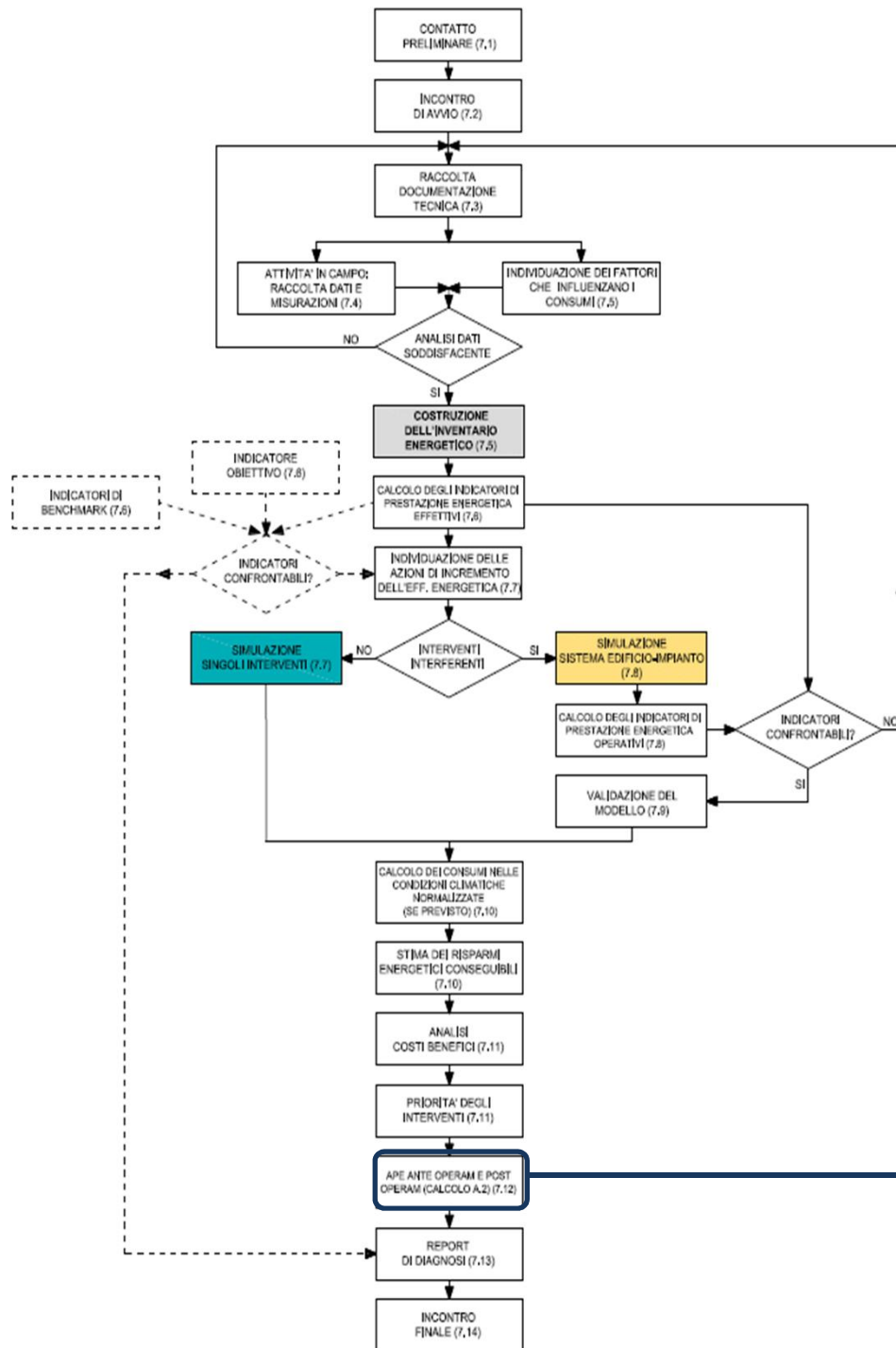
# Schema a blocchi DE

APE ante operam e post operam

## Definizione APE

“ Documento... rilasciato da esperti qualificati e indipendenti che attesta la prestazione energetica di un edificio attraverso l'utilizzo di specifici descrittori e fornisce raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica”

Fonte: Decreto legge 63/2013



Tipo di valutazione:

A2  
Standard  
(Asset rating)

A3  
Adattata all'utenza  
(Tailored rating)

# Schema a blocchi DE

APE ante operam e post operam

Riferimento normativo APE

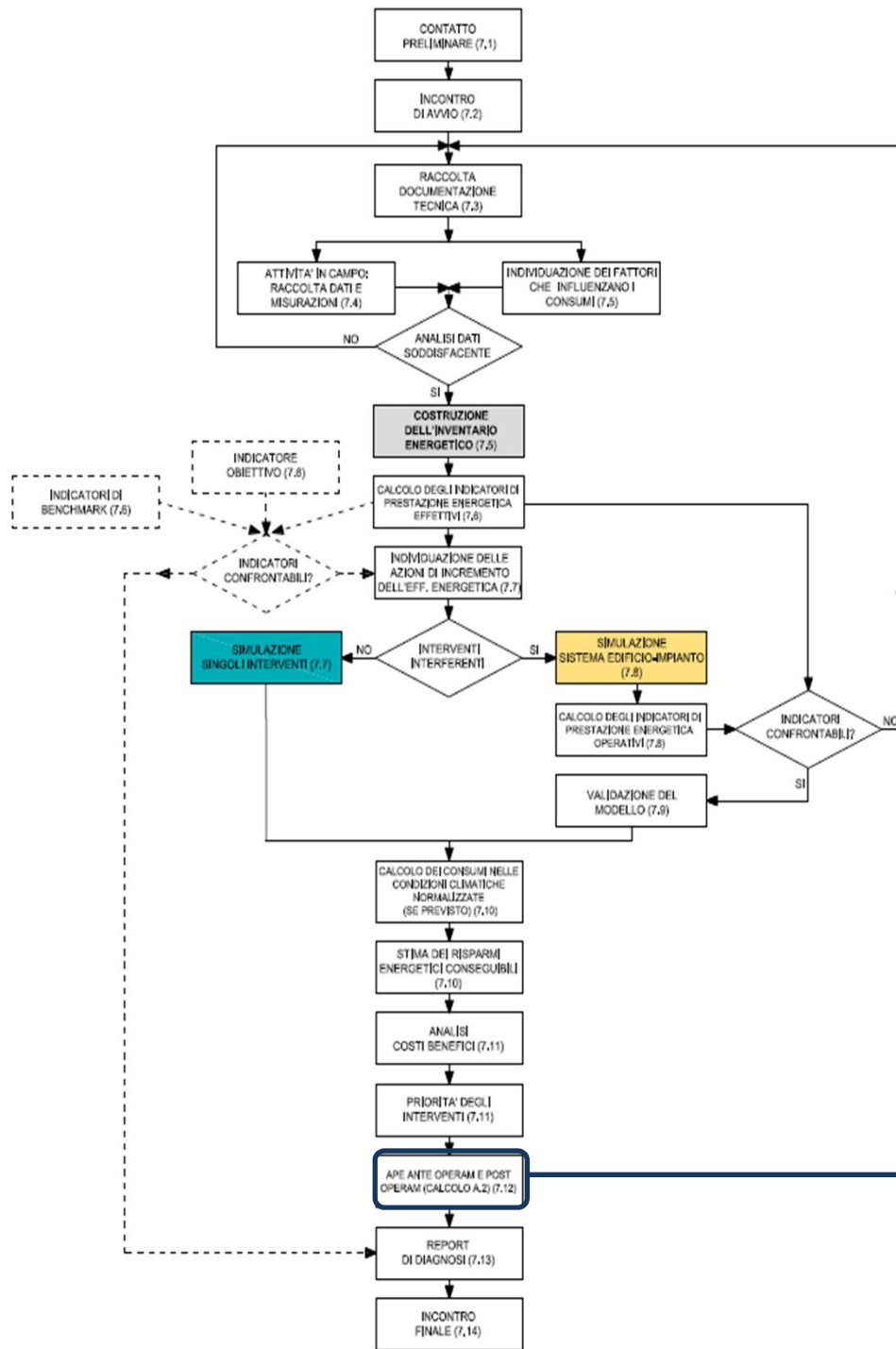
Decreti 26 giugno 2015

1. Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

2. Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici

3. Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici

Decreto APE

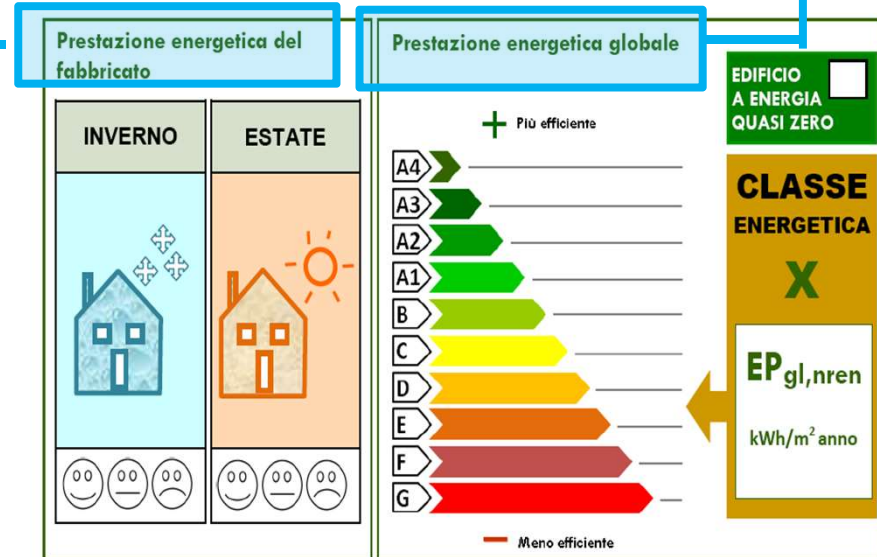
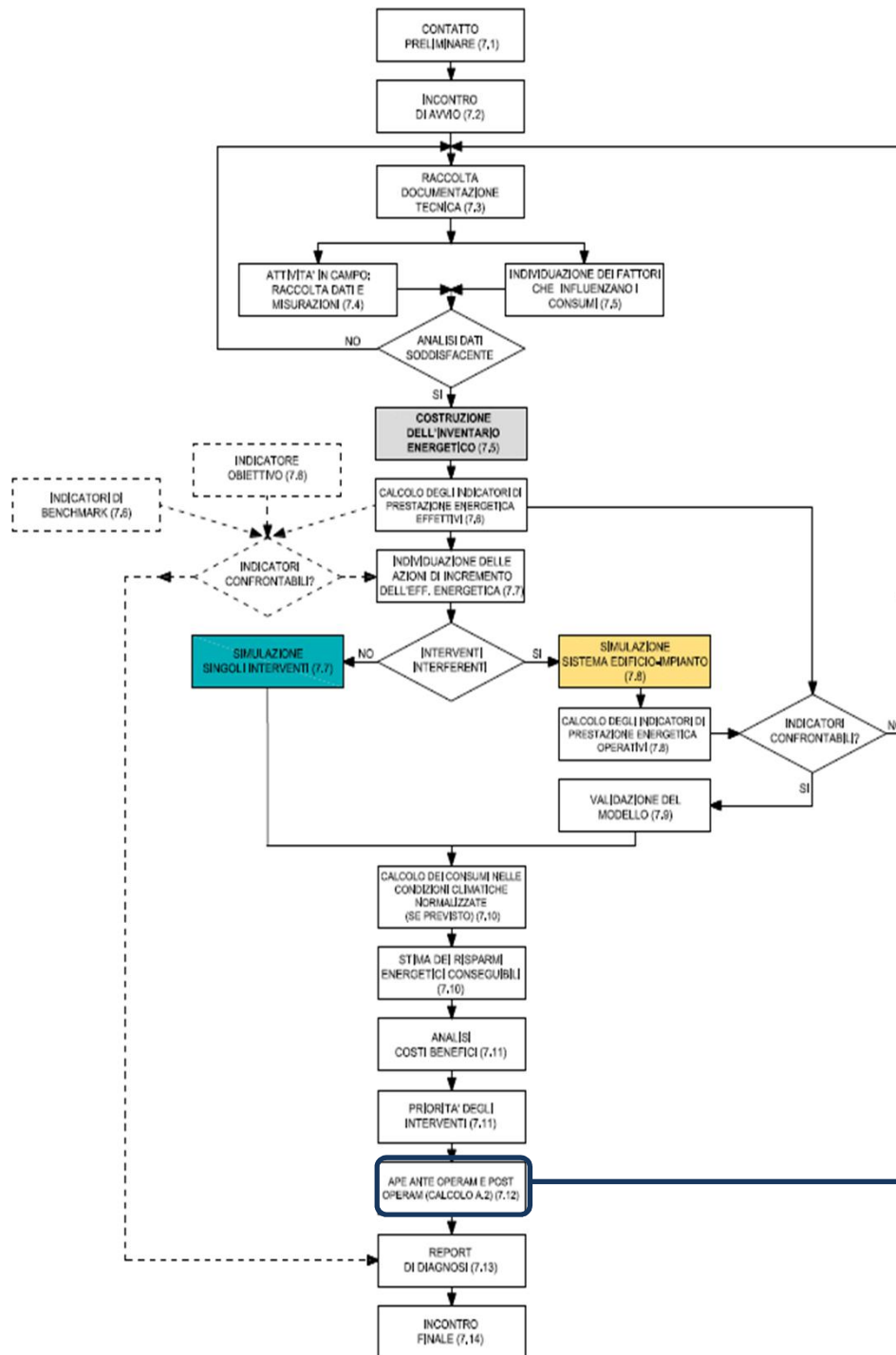


# Schema a blocchi DE

APE ante operam e post operam

➤ **Prestazione energetica del fabbricato:** “indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del confort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti”

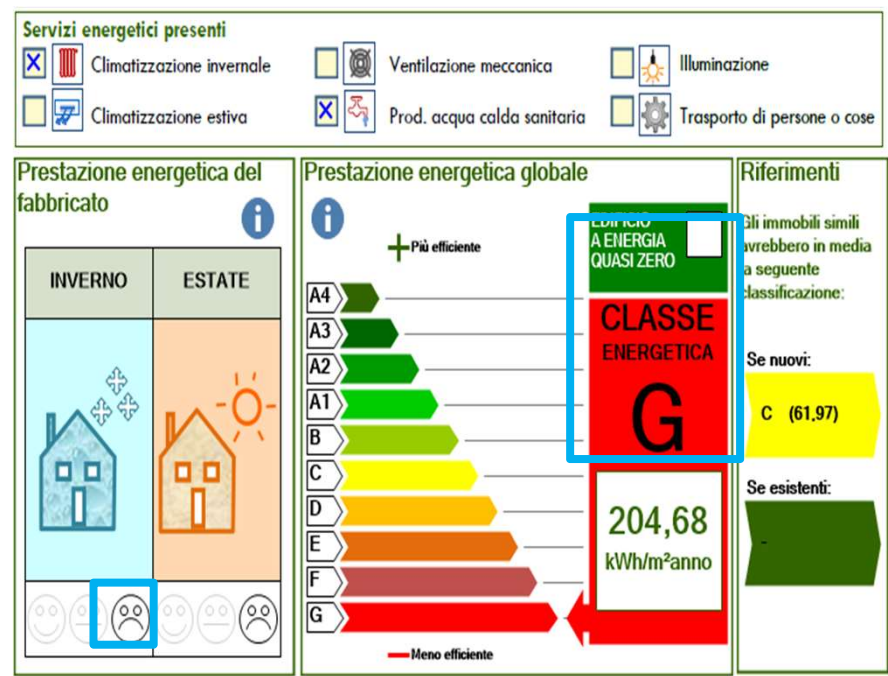
**Prestazione energetica globale ( $EP_{gl,nren}$ ):** “fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell’edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente)”



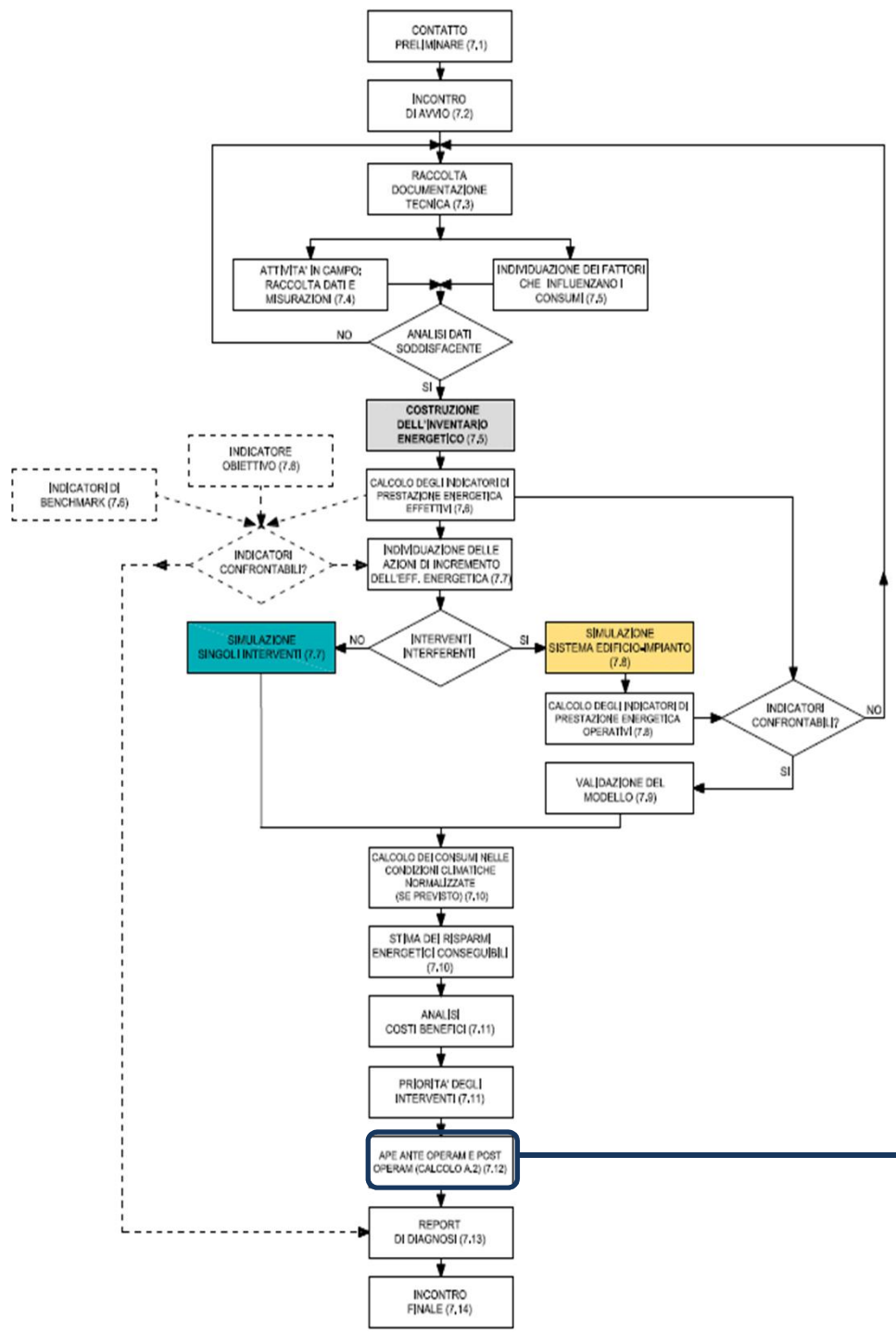
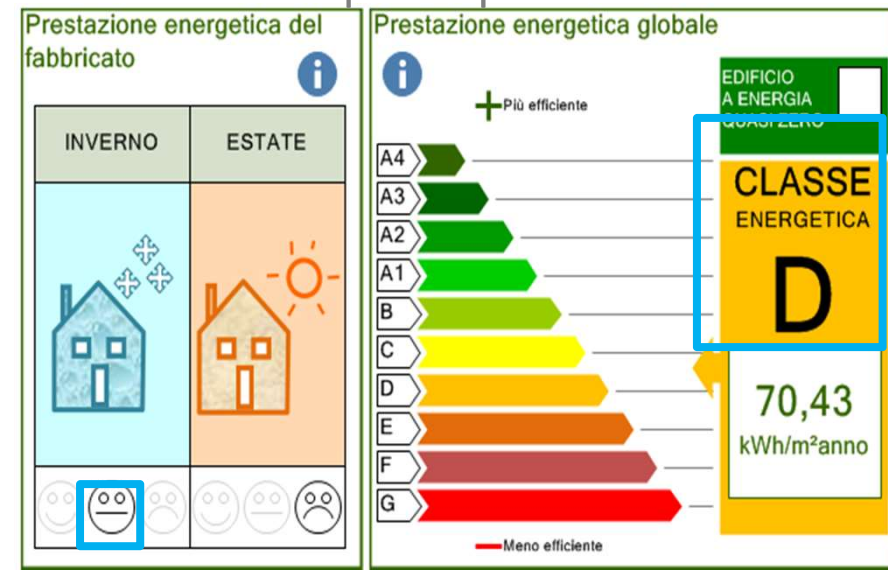
Fonte: Decreto 26 giugno 2015

# Schema a blocchi DE

## APE ante operam



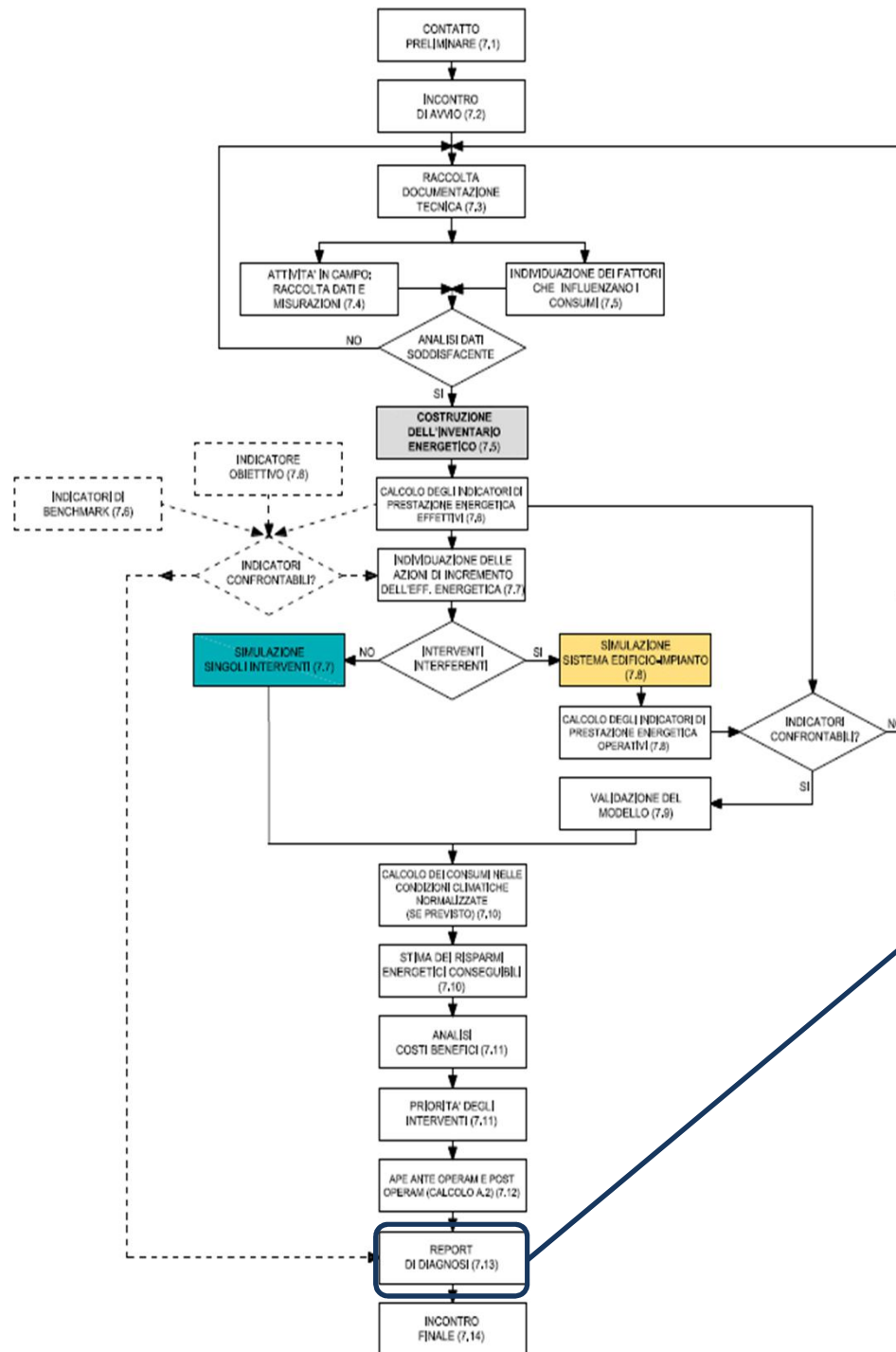
## APE post operam





# Schema a blocchi DE

Report di  
diagnosi



1. **PREMESSA**
2. **PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO**
3. **DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO**
  1. Involucro
    1. Pareti verticali esterne
    2. Copertura
    3. Solai inferiori
    4. Solai intermedi
    5. Serramenti
  2. Sistemi di climatizzazione invernale/estiva e di produzione di ACS
    1. Impianto di riscaldamento
    2. Impianto produzione di ACS
    3. Impianto di ventilazione meccanica controllata
    4. Impianto di climatizzazione estiva
    5. Sistemi di termoregolazione
  3. Impianto elettrico
    1. Illuminazione
4. **ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI**
  1. Metano
  2. Energia elettrica
  3. Principali indicatori di prestazione energetica
  4. Fabbisogno di energia primaria ed emissioni di CO<sub>2</sub>
  5. Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione
5. **SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO**
  1. Risultati simulazione sistema edificio-impianto
  2. Validazione del modello
6. **INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**
  1. Individuazione delle potenziali aree d'intervento
  2. Interventi sull'involucro
  3. Interventi sugli impianti meccanici
  4. Interventi sugli impianti elettrici
  5. Monitoraggio dei consumi
  6. Utilizzo di fonti rinnovabili
  7. Misure di formazione e sensibilizzazione degli utenti
  8. Scenari di intervento e analisi costi-benefici
7. **CONCLUSIONI**

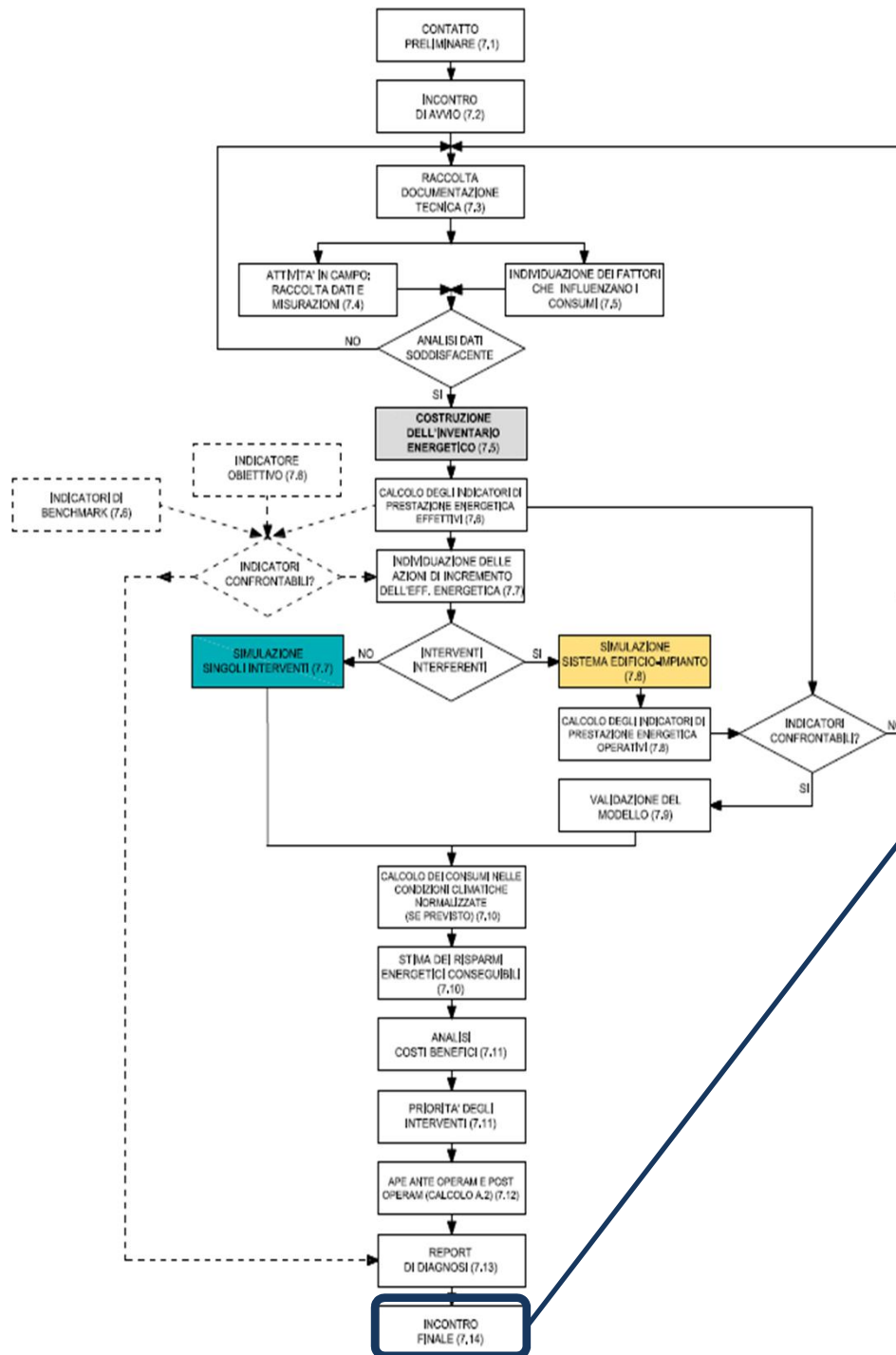
# Schema a blocchi DE

Incontro finale

Il REDE deve:

- ✓ consegnare il report di DE alla committenza
- ✓ presentare i risultati della DE, di modo da agevolare il processo decisionale della committenza

Discussione circa la necessità di un supplemento di indagine



# Conclusioni

- ✓ La DE consente la trasformazione di un edificio in una struttura ad alte prestazioni energetiche, attraverso interventi sull'involucro edilizio, di riqualificazione degli impianti elettrici e dei sistemi di produzione e distribuzione dell'energia termica, di installazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili
  
- ✓ Riferimenti DE:
  - UNI CEI EN 16247-1,2,5
  - UNI/TR 11775
  
- ✓ La DE non può essere condotta arbitrariamente ma è definita come una procedura sistematica (fasi stabilite: diagramma di flusso e schema a blocchi DE)



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

AGENZIA NAZIONALE  
EFFICIENZA ENERGETICA



Ing. Carmen Lavinia

[carmen.lavinia@enea.it](mailto:carmen.lavinia@enea.it)



*Grazie per l'attenzione*



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile