



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



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

# LA VALUTAZIONE DELLA PERFORMANCE ENERGETICA

LA DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI: il primo strumento per l'efficienza  
energetica

BARI, martedì 26 marzo 2019

*Hotel Majesty - Via Gentile, 97b*

**Ing. Nicolandrea Calabrese ([nicolandrea.calabrese@enea.it](mailto:nicolandrea.calabrese@enea.it))**  
**Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano**



## Cos'è una DIAGNOSI ENERGETICA

**DIAGNOSI ENERGETICA:** elaborato tecnico che individua e quantifica le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, individua gli interventi per la riduzione della spesa energetica e i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio nel sistema di certificazione energetica e la motivazione delle scelte impiantistiche che si vanno a realizzare. La diagnosi deve riguardare sia l'edificio che l'impianto.



## Diagnosi energetica: RIFERIMENTI LEGISLATIVI

*Con il Dlgs 141/2016, di integrazione del Dlgs 102/2014, all'art .2 lettera b-bis), viene reintrodotta in Italia la seguente definizione di **diagnosi energetica**:*

*“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”.*

## RIFERIMENTI NORMATIVI

*Allo stato attuale, rispetto al quadro normativo completo in tema di DE, in Italia, per eseguire la DE di edifici, si deve fare riferimento alle seguenti norme:*

**UNI CEI EN 16247-1: 2012** *“Diagnosi Energetiche - Parte 1: Requisiti generali”* che definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica comune a tutte le DE;

**UNI CEI EN 16247-2: 2014** *“Diagnosi Energetiche - Parte 2: Edifici”* che si applica alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, definendone i requisiti, la metodologia e la reportistica. Essa si applica anche al settore terziario.

**UNI CEI EN 16247-5: 2015** *“Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell’auditor energetico”* che specifica le competenze che deve possedere il REDE.

## IL REDE

*Il REDE è la figura tecnica esperta che esegue ed è **REsponsabile della procedura di Diagnosi Energetica**. Tale funzione può essere svolta da un singolo professionista (libero o associato), da una società di servizi (pubblica o privata, incluse le società d'ingegneria), da un Ente Pubblico competente, da un team di lavoro. Infatti, i tecnici chiamati a svolgere la DE devono essere esperti nella progettazione degli edifici e degli impianti ad essi asserviti e, qualora un unico tecnico non sia competente in tutti i campi necessari all'esecuzione della DE, può costituirsi un team di lavoro che implichi la collaborazione fra diversi tecnici, in modo che vengano coperti tutti gli ambiti professionali richiesti dalla DE.*

*Il ruolo dell'auditor è stato definito nella norma UNI CEI EN 16247-5 "Diagnosi energetiche. Parte 5: Competenze dell'auditor energetico".*

*Affianco alle conoscenze tecniche necessarie allo svolgimento dell'intero processo di diagnosi, il REDE dovrà possedere una spiccata capacità comunicativa, essenziale in quanto dovrà relazionarsi con tecnici e non tecnici.*

## REQUISITI DELLA DIAGNOSI

*La diagnosi energetica deve possedere cinque requisiti fondamentali che si evincono dal punto 4.1 del rapporto UNI CEI/TR 11428 (**Data ritiro: 01 marzo 2018**):*

- **Completezza:** Definizione puntuale del sistema energetico;
- **Attendibilità:** Raccolta di dati con sopralluoghi e indagini approfondite, in numero e qualità idonee;
- **Tracciabilità:** Ricostruzione del percorso logico e tecnico seguito nel processo di diagnosi;
- **Utilità:** Valutazione dei possibili interventi migliorativi effettuata con un'analisi costi-benefici.
- **Verificabilità:** Verifica dell'effettivo aumento di efficienza energetica a seguito degli interventi proposti in linea con quanto preventivato.

## REQUISITI DELLA DIAGNOSI

*In quanto procedura sistematica nel conseguimento degli obiettivi stabiliti, la diagnosi energetica deve possedere cinque requisiti fondamentali*

### **Completezza**

*Per completezza si intende la capacità di descrivere il sistema energetico includendo tutti gli aspetti significativi:*

- *involucro dell'edificio;*
- *impianto di riscaldamento;*
- *impianto di ventilazione e trattamento aria;*
- *impianto di raffrescamento estivo;*
- *impianto elettrico;*
- *impianti a fonti rinnovabili;*
- *sistemi di automazione e controllo (BACS);*
- *componenti di movimentazione all'interno degli edifici, quali ascensori, scale mobili, nastri trasportatori;*
- *comfort termico, qualità dell'aria, acustica e illuminazione.*

## REQUISITI DELLA DIAGNOSI

### **Attendibilità**

*L'attendibilità si esplicita attraverso l'acquisizione di dati soddisfacenti dal punto di vista quantitativo e qualitativo, ossia di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico. Tale requisito è perseguibile attraverso sopralluoghi e rilievi strumentali dell'edificio per la definizione delle caratteristiche essenziali del sistema e del consumo energetico, il quale sarà soggetto a verifica di coerenza con i dati di fatturazione o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura.*

### **Tracciabilità**

*La tracciabilità consiste nell'agevole individuazione delle fonti di dati, delle modalità di elaborazione dei risultati e delle ipotesi di lavoro assunte. Ciò si traduce nell'utilizzo di una procedura standardizzata di diagnosi energetica, nell'identificazione dei consumi energetici del sistema edificio-impianto, nella documentazione dell'origine dei dati e dell'eventuale modalità di elaborazione a supporto dei risultati della diagnosi includendo le ipotesi di lavoro eventualmente assunte.*



## REQUISITI DELLA DIAGNOSI

### **Utilità**

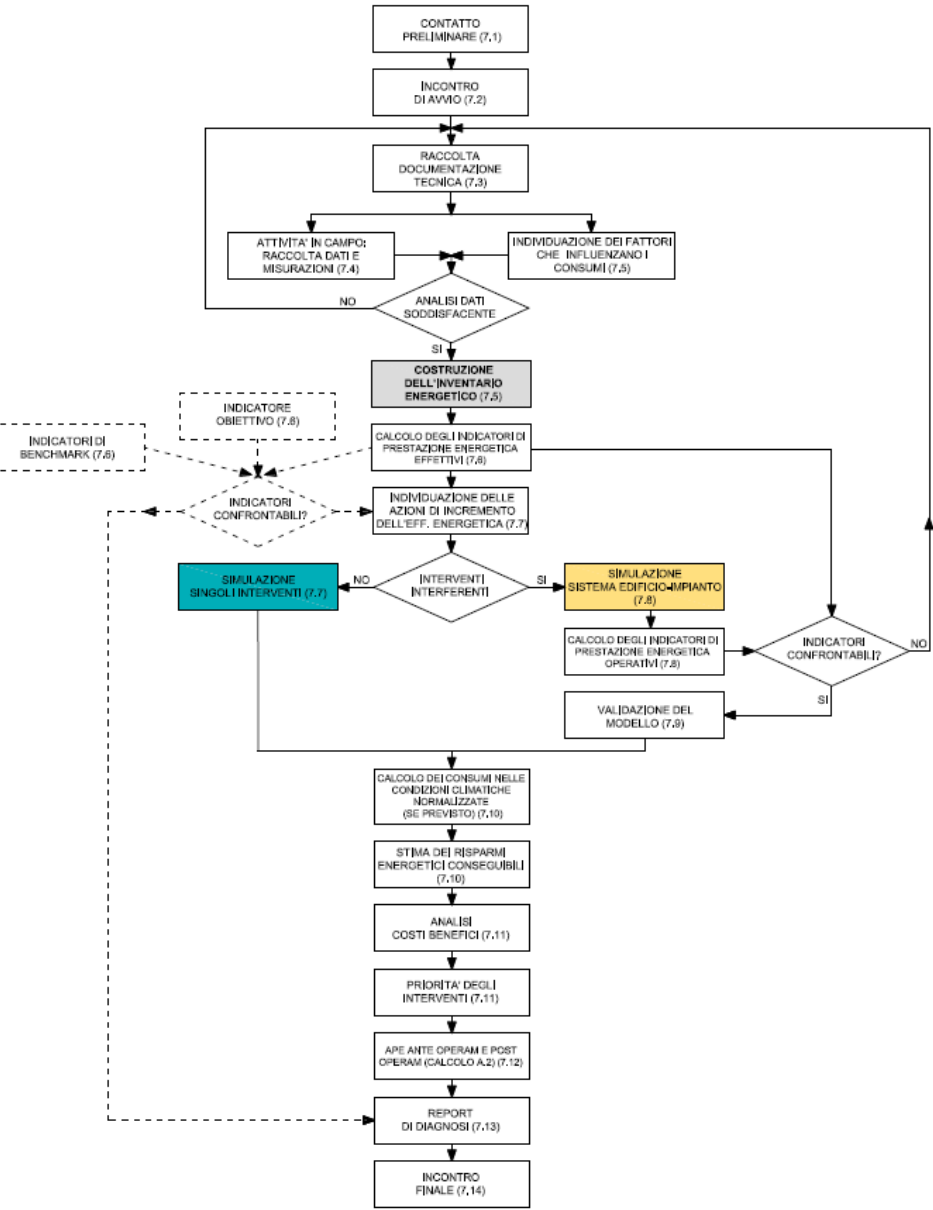
*L'utilità è intesa nell'accezione di identificazione e valutazione degli interventi di efficienza energetica sotto il profilo costi/benefici. Per ogni scenario di intervento saranno formulati la descrizione, l'analisi dei benefici energetici, economici ed ambientali, le cautele e interazioni con altri interventi, i fattori di costo, i riferimenti tecnici normativi e legislativi, le misure e verifiche da effettuare a valle dell'applicazione.*

### **Verificabilità**

*La verificabilità si esplicita nell'identificazione degli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dall'applicazione degli interventi proposti.*

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



**IMPORTANTE:**

La diagnosi energetica è differente da un Attestato di Prestazione Energetica (APE). E' un tipo di valutazione Adattata all'utenza che ha come dati in ingresso Profili di utilizzo, Clima e caratteristiche Edificio non standard ma REALI. La valutazione adattata all'utenza può consentire una stima realistica dei consumi energetici. (CALCOLO A3 UNI TS 11300)

## UNI TS 11300-1: 2014

Nel caso di applicazione all'intero edificio in modo omogeneo (progetto di nuovi edifici o ristrutturazioni globali o diagnosi energetica dell'intero edificio) si fa riferimento al prospetto 2, ricavato dalla UNI EN 15603.

prospetto 2 – Classificazione tipologie di valutazione energetica per applicazioni omogenee all'intero edificio

Tipo di valutazione		Dati di ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto ( <i>Design Rating</i> )	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard ( <i>Asset Rating</i> )	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all'utenza ( <i>Tailored rating</i> )	In funzione dello scopo		Reale

La valutazione energetica sul progetto (A1) o standard (A2) permette di determinare un fabbisogno convenzionale, utile per confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo. La valutazione adattata all'utenza (A3) può consentire una stima realistica dei consumi energetici.

## UNI TS 11300-1: 2014

prospetto 3 Classificazione tipologie di valutazione energetica e relative applicazioni

		Edificio		
		Progetto	Reale	Misto
Utenza	Standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Richiesta del permesso di costruire (nuova costruzione)</li> <li>- Certificazione energetica del progetto (nuova costruzione)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificazione energetica dell'edificio</li> <li>- Qualificazione energetica dell'edificio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Richiesta di titolo abilitativo (ristrutturazione)</li> <li>- Certificazione energetica del progetto (ristrutturazione)</li> </ul>
	Reale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottimizzazione del progetto (nuova costruzione)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnosi energetica (analisi dell'esistente)</li> <li>- Validazione modelli di calcolo (confronto con consumi reali)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottimizzazione del progetto (ristrutturazione)</li> </ul>

La valutazione energetica sul progetto (A1) o standard (A2) permette di determinare un fabbisogno convenzionale, utile per confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo. La valutazione adattata all'utenza (A3) può consentire una stima realistica dei consumi energetici.



## TIPO DI VALUTAZIONE: Esempio

### CONSUMI E RISPARMI

#### CONSUMO IN REGIME DI FUNZIONAMENTO INTERMITTENTE (REALE) (UNI 13790 e UNI 10348)

Litri di GPL consumati per la climatizzazione invernale (confronto tra la situazione attuale con due possibili soluzioni di isolamento delle pareti esterne: 8 e 12 cm di spessore)	2711 (base)	[litri/anno]	2277	[€/anno]
	1070 (8cm)	[litri/anno]	899	[€/anno]
	961 (12cm)	[litri/anno]	807	[€/anno]

#### CONSUMO IN REGIME DI FUNZIONAMENTO CONTINUO (NORMALIZZATO) (UNI 13790 E UNI 10348)

Litri di GPL consumati per la climatizzazione invernale (confronto tra la situazione reale con due possibili soluzioni di isolamento delle pareti esterne)	5460 (base)	[litri/anno]	4587	[€/anno]
	1391 (8 cm)	[litri/anno]	1169	[€/anno]
	1240 (12 cm)	[litri/anno]	1042	[€/anno]

Da notare l'enorme differenza tra i valori convenzionali, calcolati in regime continuo, e quelli reali, calcolati in regime intermittente. Nel primo caso, con 8 cm di isolante risulta un risparmio annuo di costi di combustibile (identificabile con il flusso di cassa) pari a  $4587 - 1169 \text{ €} = 3418 \text{ €/anno}$ ; nel secondo caso il risparmio è "solo" di  $2277 - 899 = 1378 \text{ €/anno}$ .

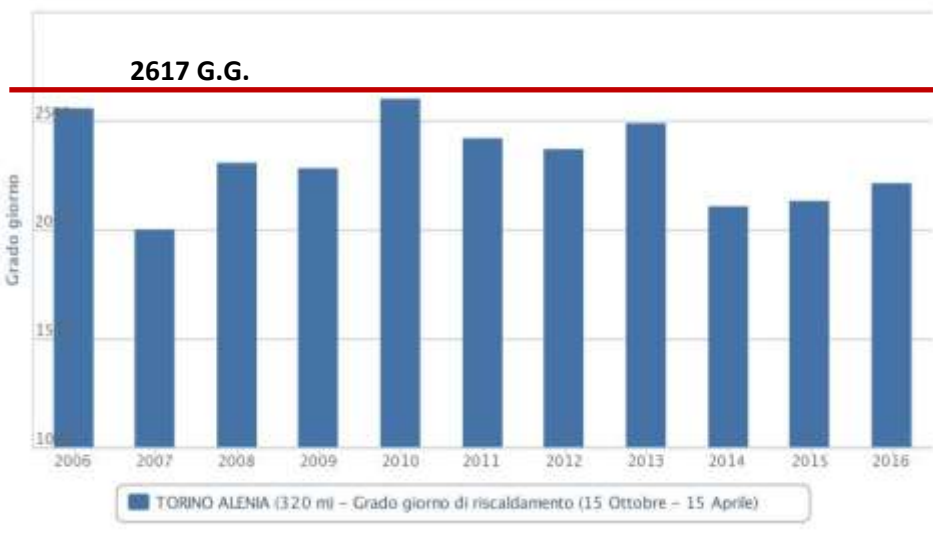
Effettuare i calcoli del VAN con il primo valore porterebbe a errori inaccettabili.

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

**Le differenti condizioni climatiche realmente registrate nella località d'interesse, rispetto ai valori standard (calcolo A1 e A2), incidono pesantemente sul calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio:**

## Località Torino



Regime normativo: UNI 10349:2016 | UNI 10349:1994

**Dati geografici**

Comune: Torino | Provincia: Torino | Gradi giorno: 2617 gg

Altitudine s.l.m.: 239 m | Latitudine Nord: 45° 7' | Longitudine Est: 7° 43' | Codice Catastale: L218 | CAP: 10100 | Codice ISTAT: 1272

Distanza dal mare: >40 km | Regione di vento: A | Dir. preval. vento: NE | Velocità vento media: 1.40 m/s | Velocità vento max: 2.90 m/s

**Dati invernali**

Stazione di rilevazione per: Temperatura: TO - Bauducchi | Inquinamento: TO - Bauducchi | Ventosità: TO - Bauducchi

Temperatura esterna: Località di rif.: Torino | Della località: 8.0 °C | Vento: 0.0 °C | Adottata: -8.0 °C

Periodo convenzionale riscaldamento: Zona climatica: E | Durata: 183 giorni | Dal giorno: 15 ottobre | Al giorno: 15 aprile

Irradianza solare massima sul piano orizzontale: 277.8 W/m²

**Dati estivi**

Località riferimento estiva: Torino

Temperatura bulbo secco: 31.0 °C | Temperatura bulbo umido: 22.7 °C | Umidità relativa: 50.0 % | Umidità assoluta: 14.4 g/kg

Escursione termica giornaliera: 11.0 °C

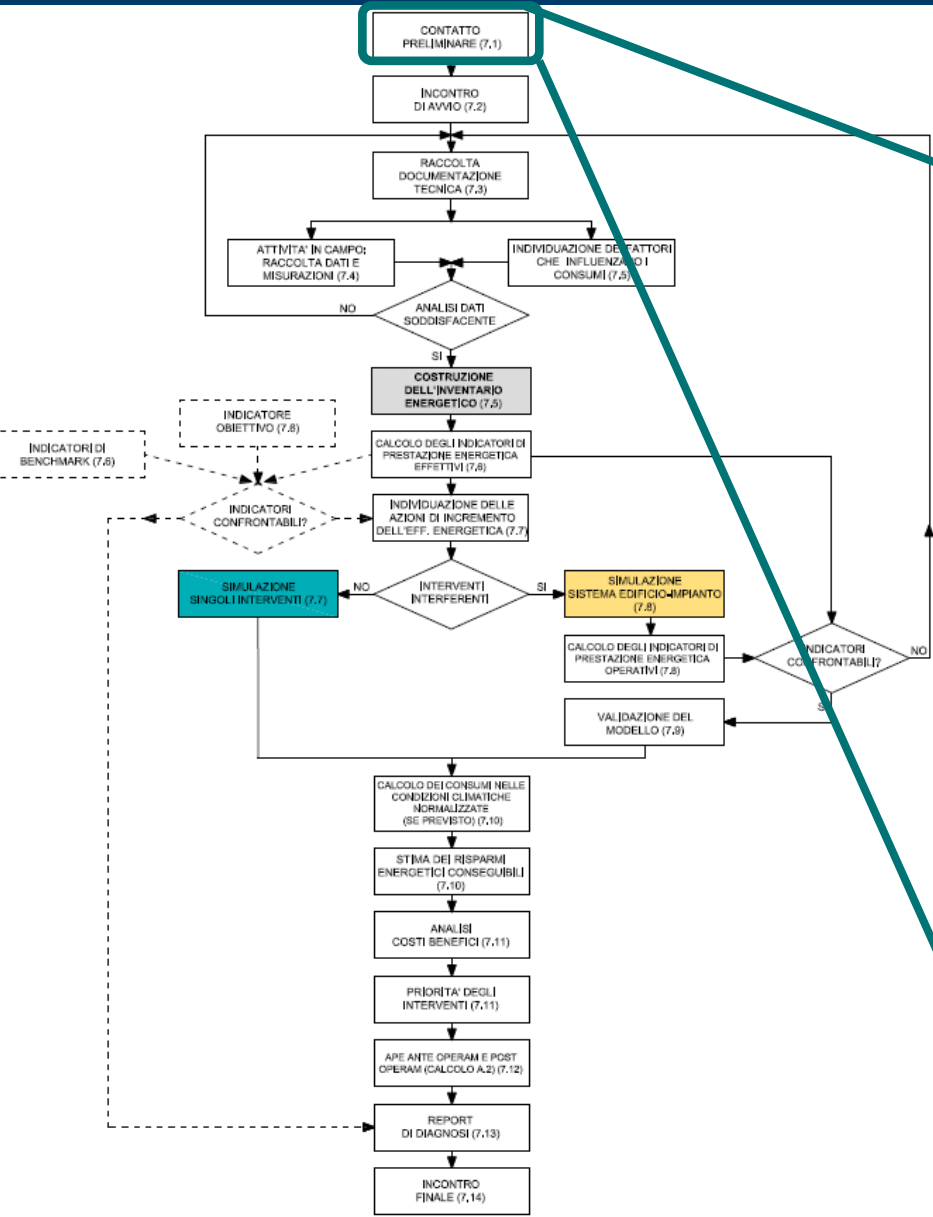
	2012	2013	2014	2015	2016
G.G.	2.369	2.493	2.111	2.137	2.218

Fonte: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it)



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

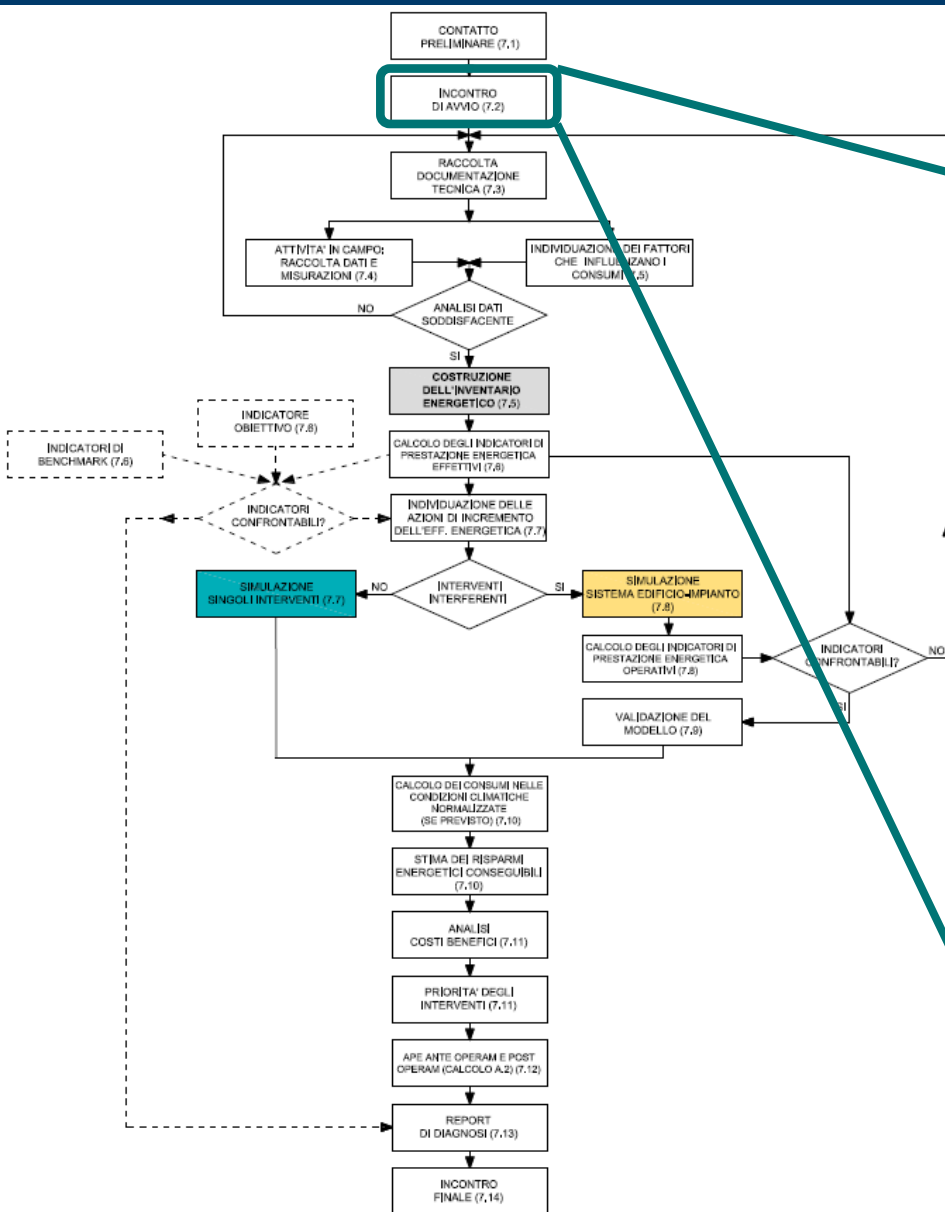


*Il referente della diagnosi energetica (REDE) deve concordare con il committente **scopo, grado di accuratezza e finalità** della diagnosi energetica. Il rede deve chiedere al committente di nominare un referente, informare il personale e assicurare la cooperazione delle parti interessate*



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



*Il REDE concorda con l'organizzazione la modalità di accesso al sistema edificio-impianti, i dati da fornire ed il programma di esecuzione della diagnosi energetica.*

*Oggetto dell'incontro:*

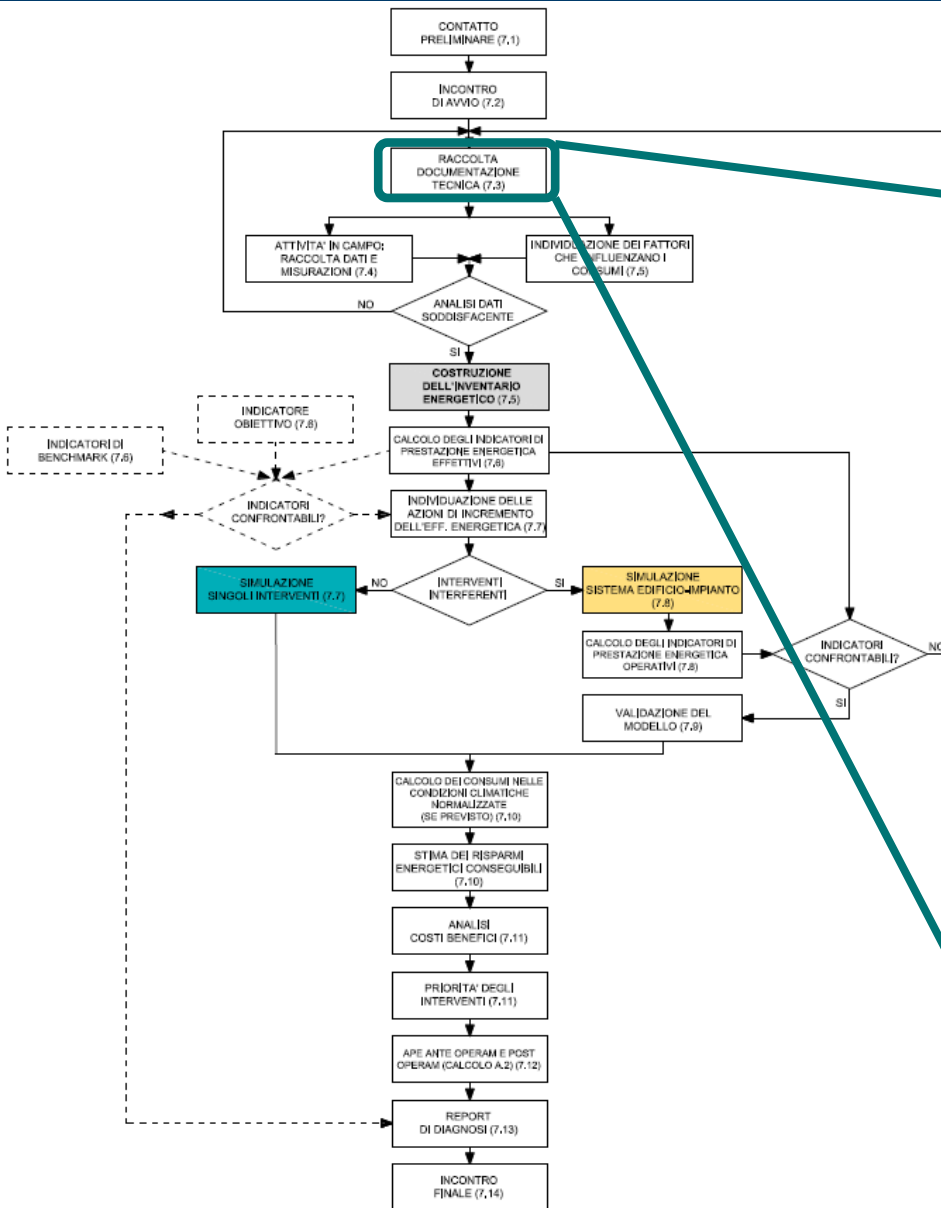
- ✓ ***Crono-programma dei sopralluoghi;***
- ✓ ***Livello di coinvolgimento degli occupanti dell'edificio;***
- ✓ ***Condizioni di accesso alle aree oggetto di indagine;***
- ✓ ***Rischi e pericoli per la salute;***
- ✓ ***Documentazione tecnica esistente.***

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## REPERIMENTO DATI DA DOCUMENTAZIONE TECNICA

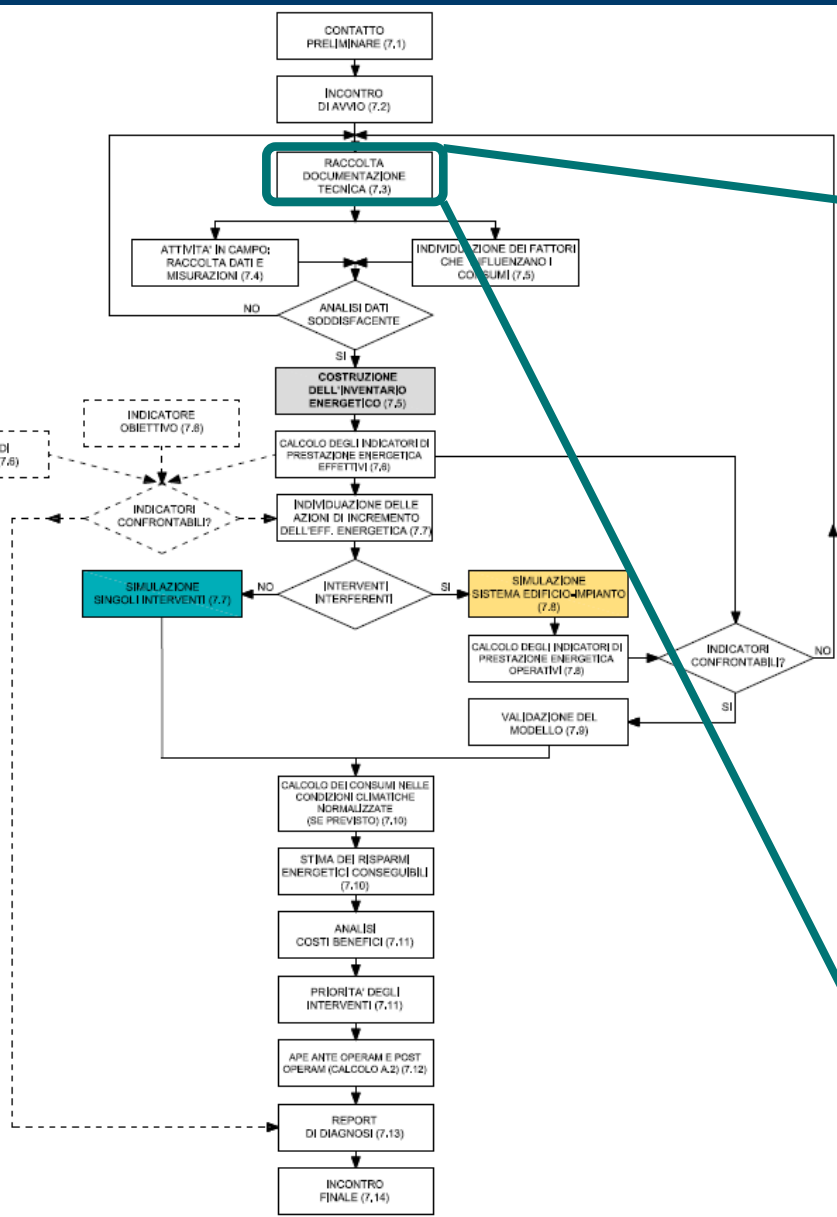
- Documenti esistenti in merito a geometria e dimensione dell'edificio, elementi tecnologici ed impianti (planimetrie, disegni tecnici, schemi di impianto, abaco infissi...)
- Valori di impostazione di parametri ambientali interni (temperature, portate d'aria, illuminamento, rumore) ed ogni loro variazione stagionale;
- Profili di occupazione per le differenti tipologie di attività svolte all'interno dell'edificio;
- Eventuali cambiamenti avvenuti negli ultimi tre anni o per il periodo di disponibilità dei dati;
- Certificazione energetica dell'edificio e relazione tecnica (ex legge 10), qualora disponibili;
- Documentazione relativa ad interventi di manutenzione/riqualificazione precedentemente eseguiti;



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## ALLEGATO 1 - SCHEDE DI RILIEVO



**DATI GENERALI**

Dati tecnico rilevatore

Cognome			
Nome		SI	NO
Titolo		SI	NO
Ordine/Albo di iscrizione		SI	NO
Numero di iscrizione		SI	NO
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

Possibilità di fruizione dell'ufficio per breve periodo  
 Possibilità di fruizione dell'ufficio per lungo periodo  
 Edificio sottoposto a Vincolo di Tutela del Patrimonio Culturale

Biomasse liquide  
 Biomasse gassose

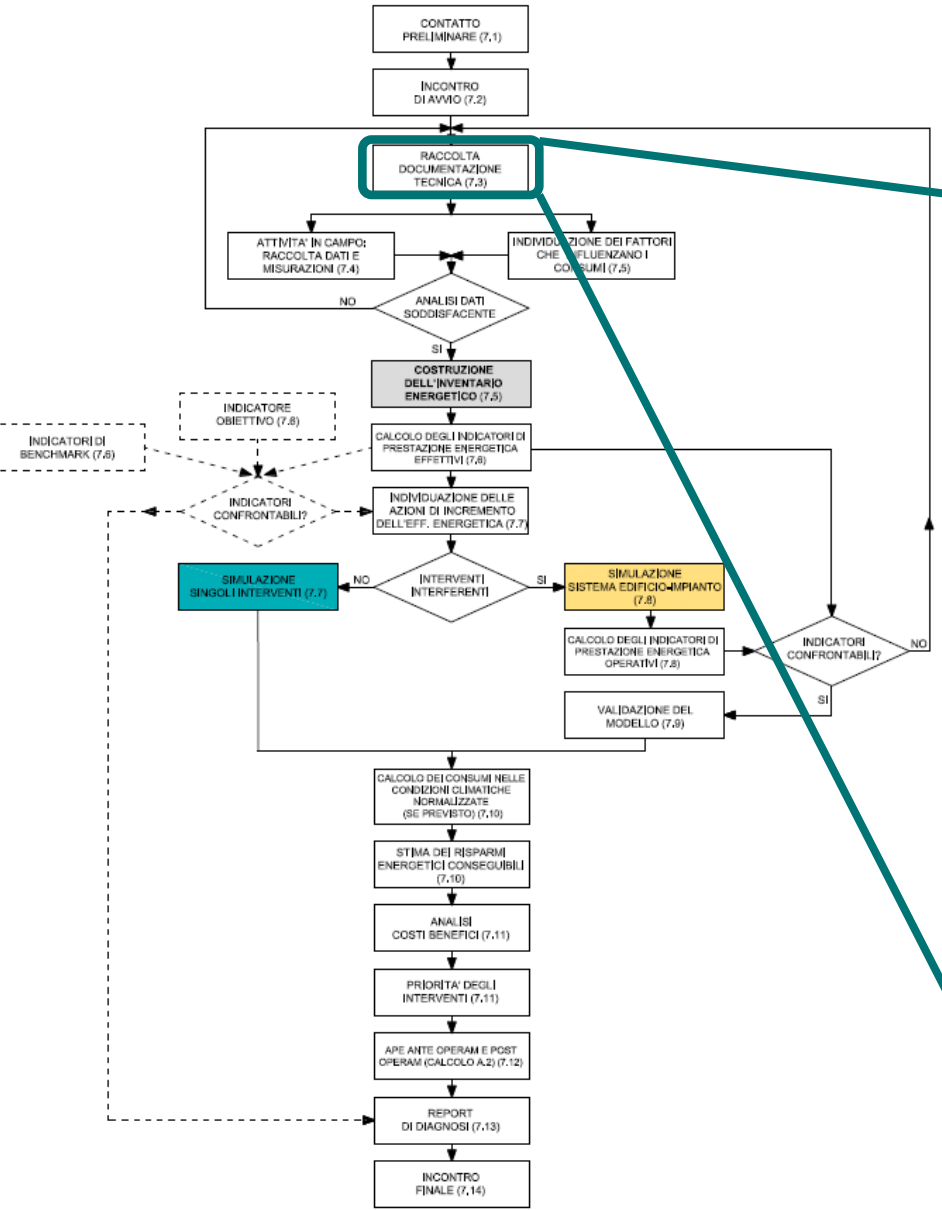
# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## ALLEGATO 1 - SCHEDE DI RILIEVO

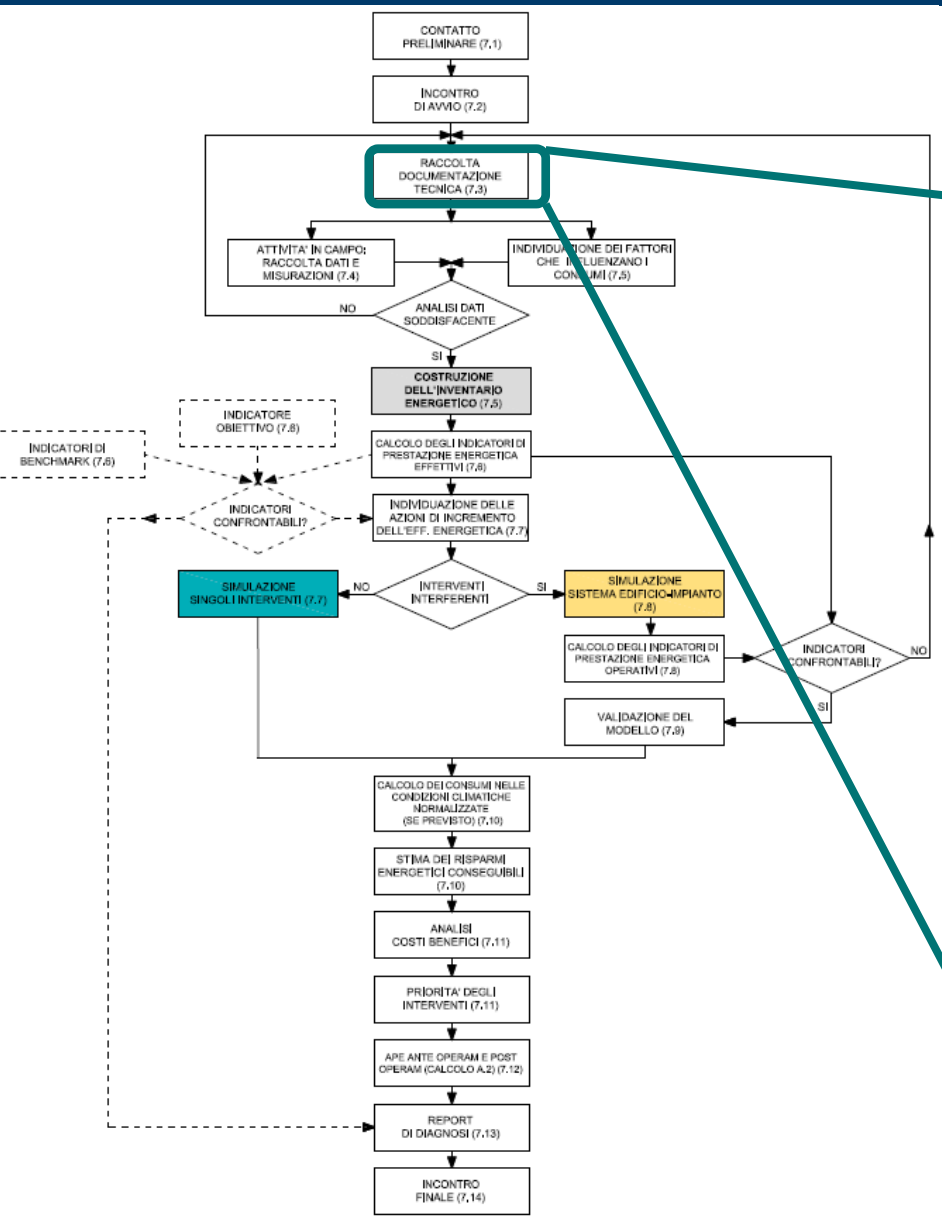
### ALLEGATO 1 - SCHEDE DI RILIEVO CONTENUTI

- *Dati tecnico rilevatore*
- *Dati generali*
- *Dati geometrici*
- *Manutenzione edilizia*
- *Manutenzione impianti e servizi presenti*
- *Conformità normativa*
- *Consumi*
- *Involucro*
- *Impianto di climatizzazione invernale*
- *Impianto di climatizzazione estiva*
- *Impianto ACS*
- *Ventilazione*
- *Energia elettrica ed illuminazione*
- *Fonti rinnovabili*
- *Gestione del verde*
- *Valutazione energetica*



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

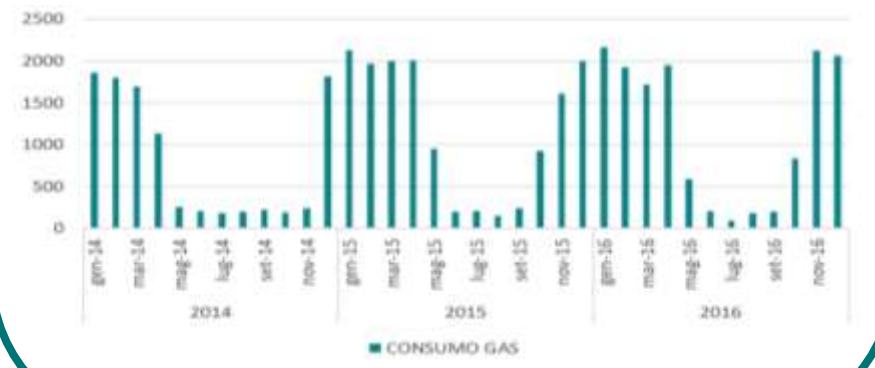


## RACCOLTA DATI DI CONSUMO:

- BOLLETTE
- LETTURE

Ricostruzione dell'andamento dei consumi di tre 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	1.605	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



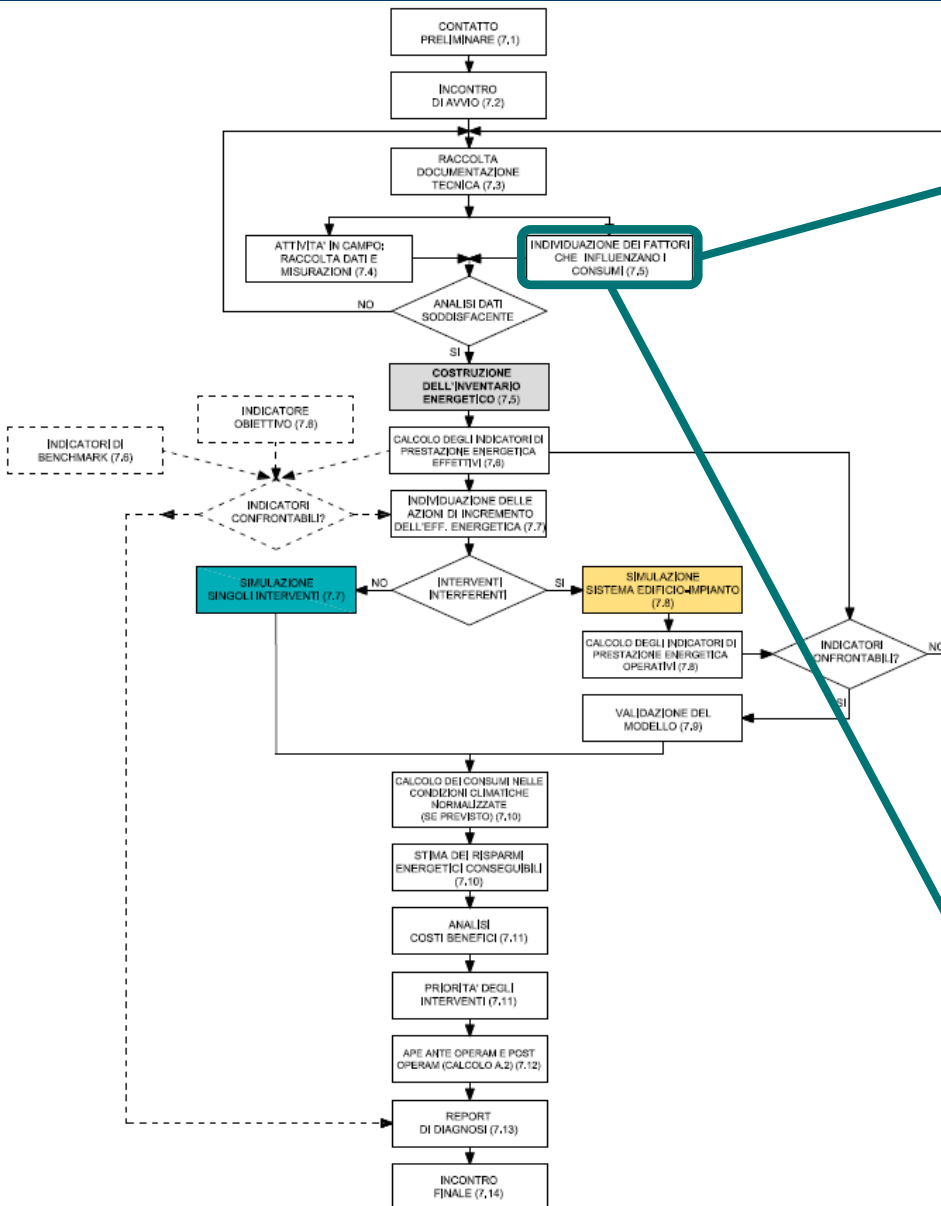
# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## FATTORI CHE INFLUENZANO I CONSUMI

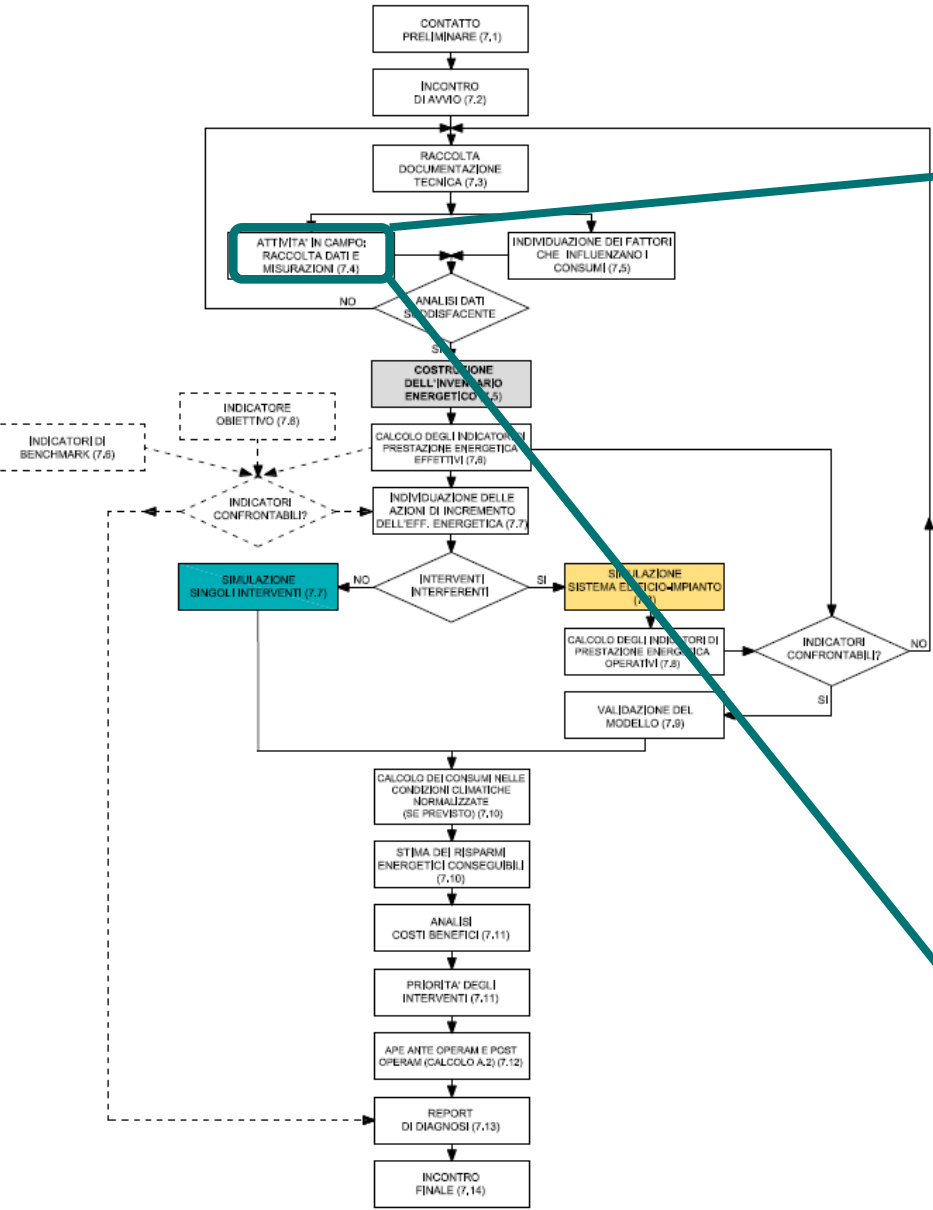
*I fattori che potrebbero alterare l'andamento dei consumi di un anno rispetto agli altri presi in esame sono ad esempio:*

- *Dati climatici anomali;*
- *Gestione dell'edificio (variazione date e orari utilizzo e funzionamento degli impianti e periodi di chiusura, turni lavorativi, ecc.) anomali rispetto allo standard;*
- *Cambi di destinazione d'uso all'interno dell'edificio;*
- *Diverse esigenze degli utenti (diverse condizioni termoigrometriche – diverso illuminamento);*
- *Variazioni sostanziali degli elementi del fabbricato;*



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## MISURAZIONI IN CAMPO:

Qualora si rendessero necessarie per valutare aspetti non riscontrabili nella documentazione disponibile (es. trasmittanza pacchetti murari), si potranno effettuare misure in campo:



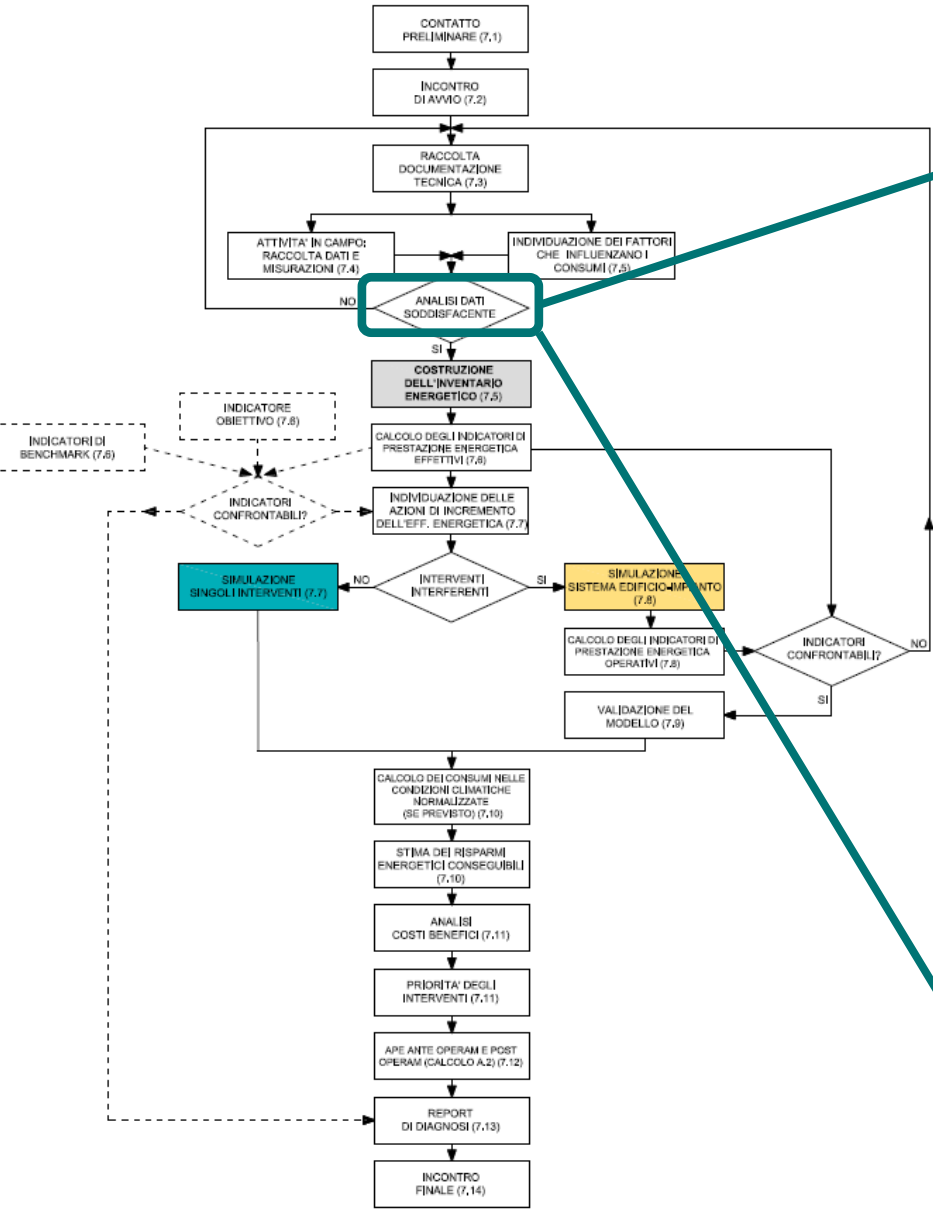
Termocamera



Termoflussimetro

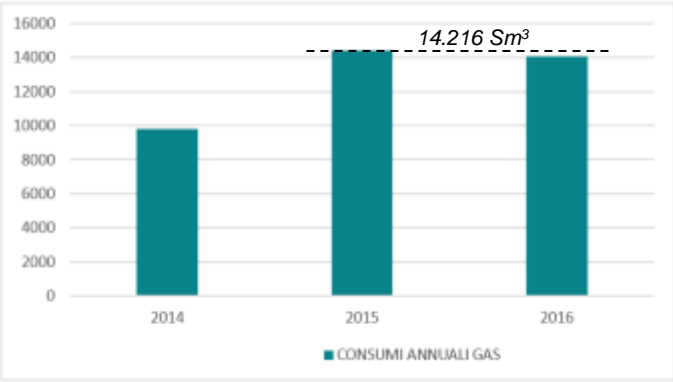
# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## CONSUMO DI RIFERIMENTO

*Il consumo di riferimento si ottiene dalla media dei consumi dei tre anni in esame. Se l'andamento dei consumi di uno dei tre è differente rispetto a quello degli altri due, come nell'esempio, si analizzano le possibili cause ed eventualmente si decide di escludere l'utilizzo del consumo di quell'anno. Il consumo di riferimento è definito, in questo caso, come la media tra i due anni tra loro coerenti.*

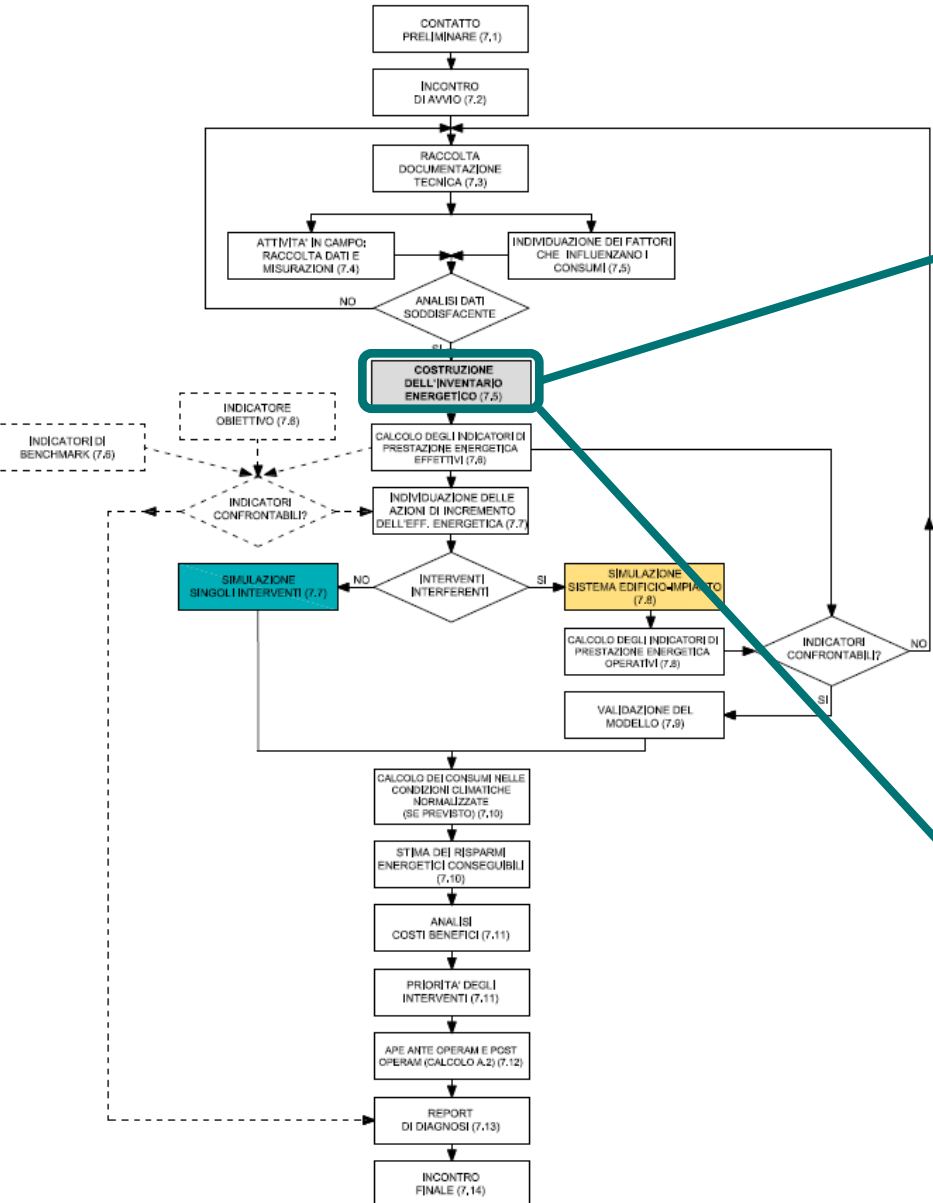


*Le temperature esterne considerate saranno quindi la media delle temperature degli anni presi in considerazione*



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

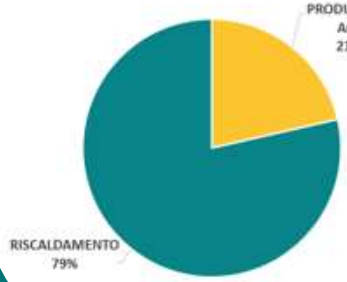
Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



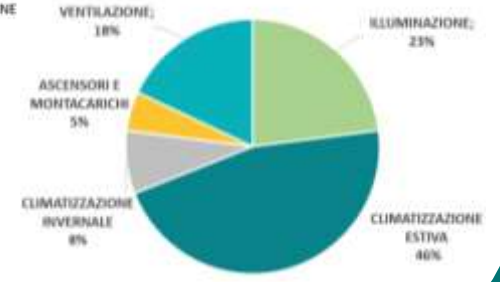
*I consumi reali, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che, in accordo con il D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi), possono essere:*

- **climatizzazione invernale**
- **climatizzazione estiva**
- **produzione di ACS**
- **illuminazione**
- **ventilazione**
- **ascensori e scale mobili**

**CONSUMI DI GAS**



**CONSUMI DI EN. ELETTRICA**

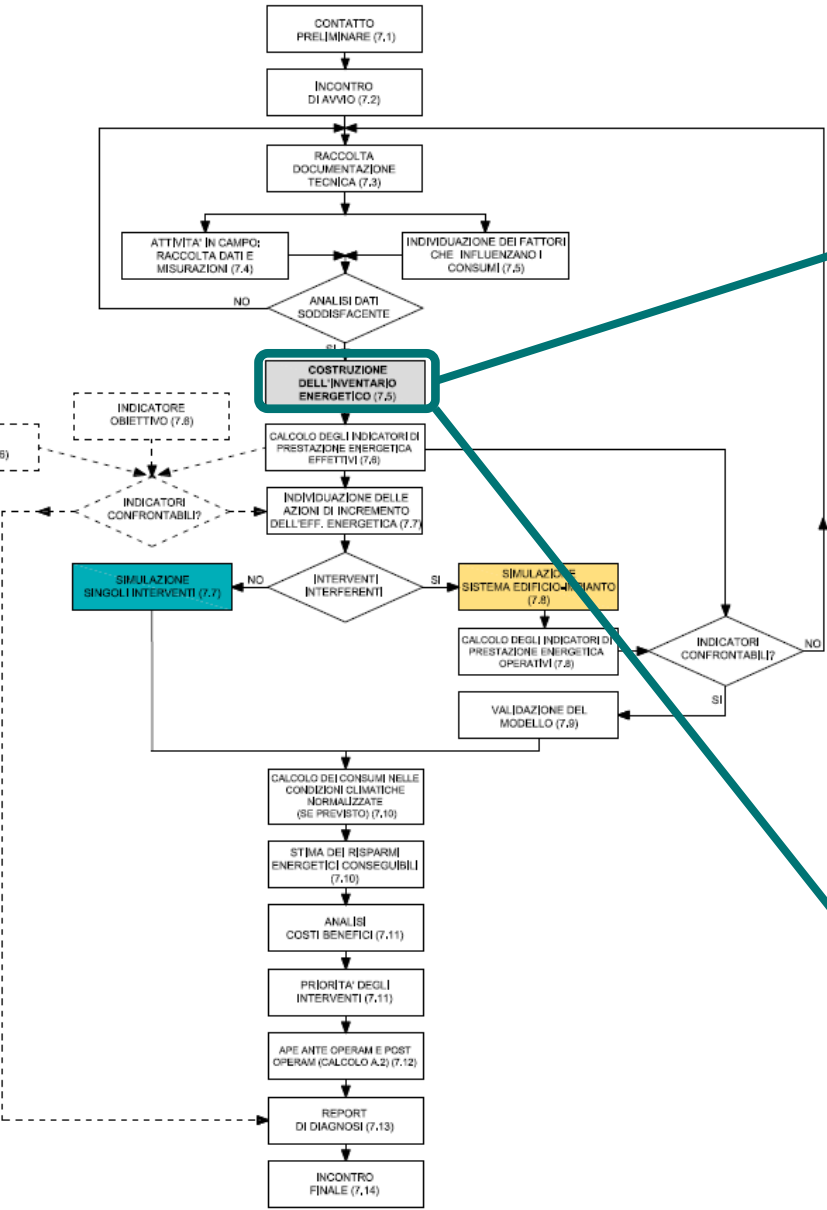


# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

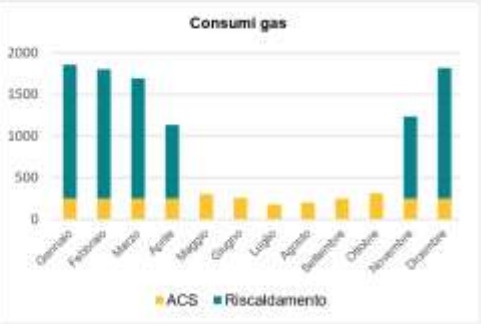
Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## INVENTARIO ENERGETICO

Relativamente ai consumi di gas, nel caso si disponga di un unico contatore per acs e riscaldamento, è necessario stimare il consumo di acs a partire dai dati di consumo dei mesi in cui non è presente il riscaldamento, ipotizzando che si mantenga più o meno costante durante tutto l'arco dell'anno. Si attribuirà quindi al fabbisogno energetico mensile per la produzione di acqua calda sanitaria nei mesi invernali, un consumo pari alla media mensile dei consumi di combustibile rilevati durante il periodo estivo

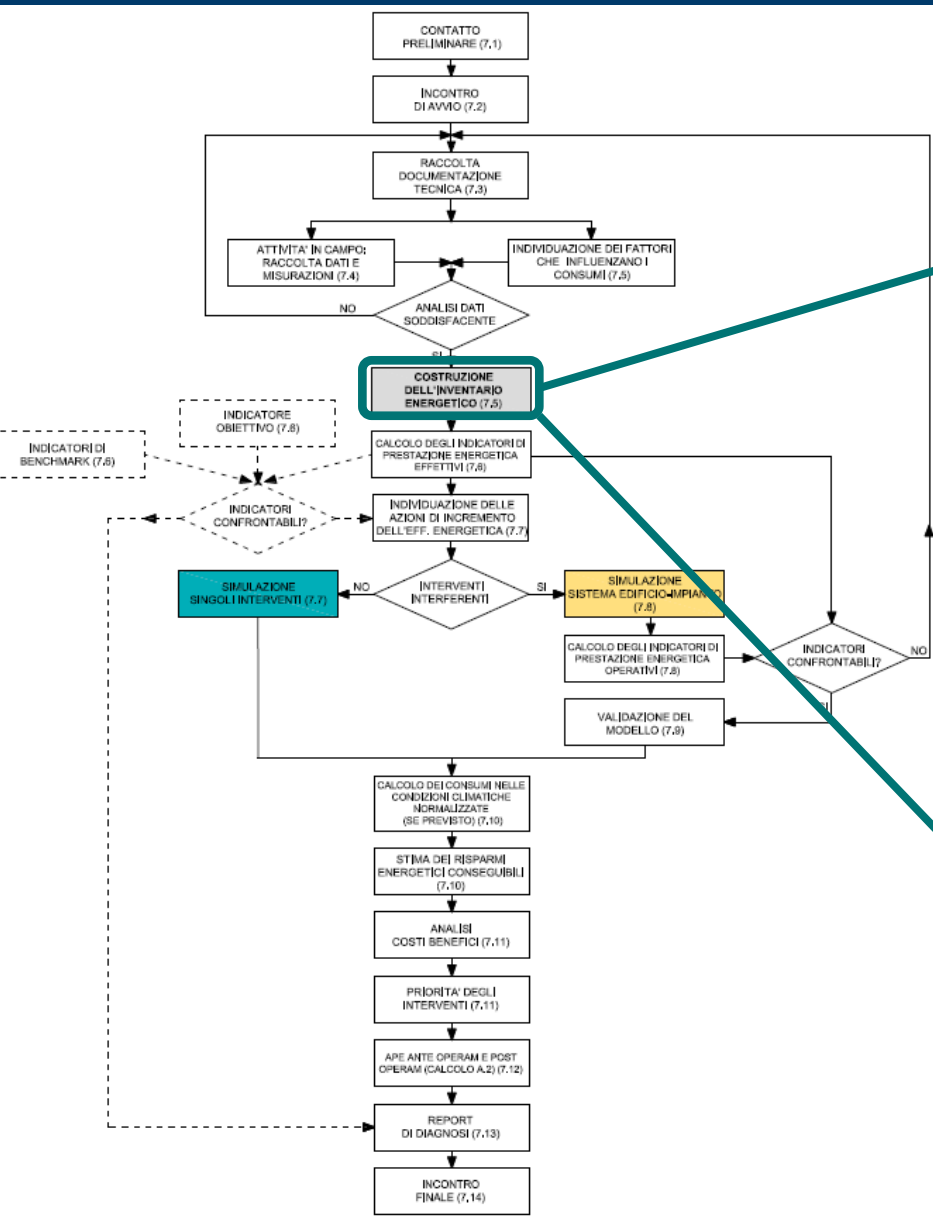


Mese	Totale	ACS	Riscaldamento
Gennaio	1855	251	1604
Febbraio	1804	251	1553
Marzo	1695	251	1444
Aprile	1135	251	884
Maggio	302	302	0
Giugno	260	260	0
Luglio	182	182	0
Agosto	203	203	0
Settembre	251	251	0
Ottobre	308	308	0
Novembre	1237	251	986
Dicembre	1814	251	1563



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## INVENTARIO ENERGETICO:

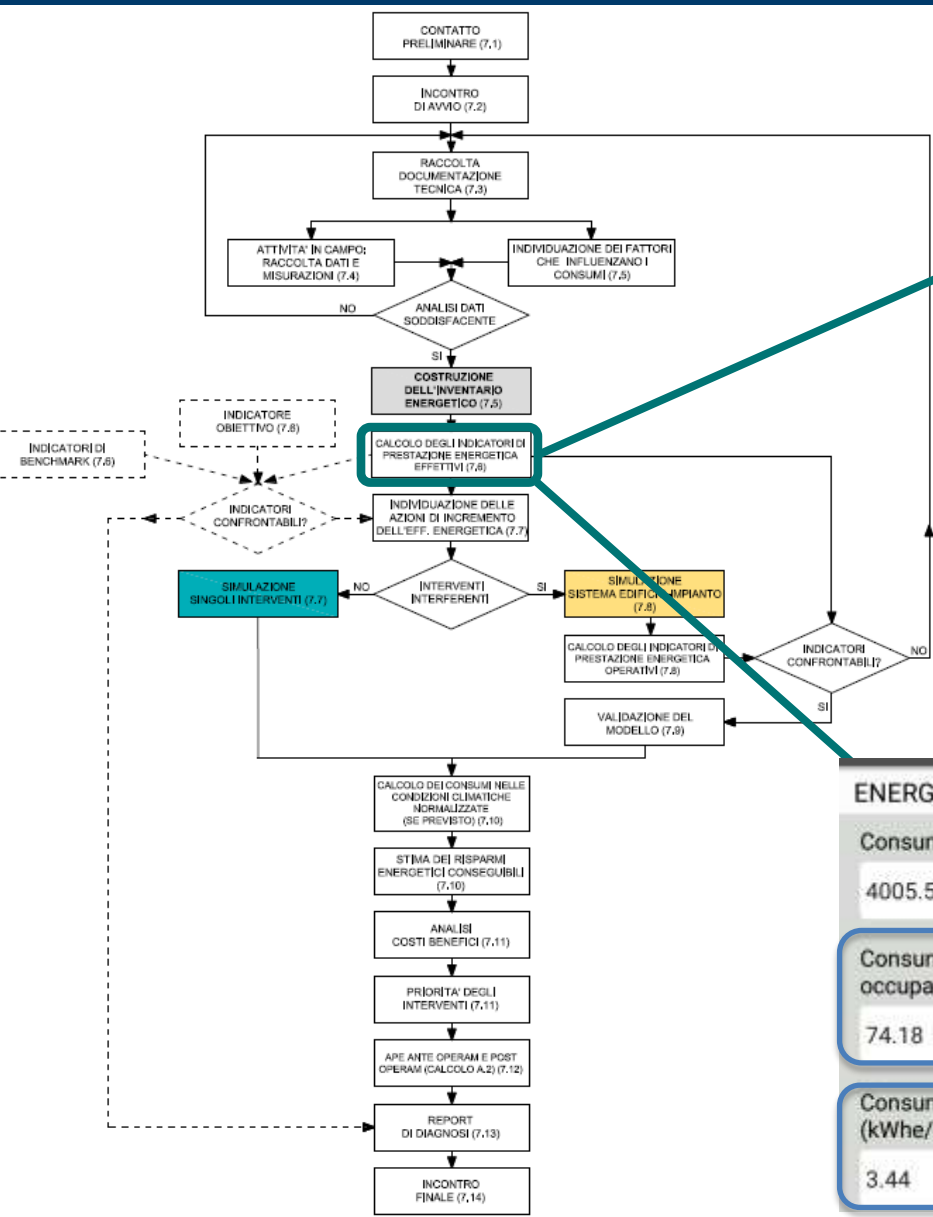
*Descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico*

*Relativamente ai consumi elettrici, è importante quantificare i consumi che possano essere ridotti intervenendo sul sistema edificio-impianto, scomputando quelli che non ricadono nel campo dell'efficienza energetica. Si riporta a titolo d'esempio la valutazione dei consumi elettrici di un ospedale, caso in cui bisogna valutare ed escludere i consumi delle apparecchiature elettromedicali.*

Descrizione utilizzatori	Potenza (kW)	Coefficiente di utilizzo	ore/giorno	giorni/anno	ore/anno	Consumo annuo (kWh)
Ausiliari caldaia 1	0,39	0,341	9	120	1080	143,63
Ausiliari caldaia 2	0,55	0,254	9	120	1080	150,88
Ausiliari caldaia 3	0,46	0,725	9	120	1080	360,18

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



### RISCALDAMENTO

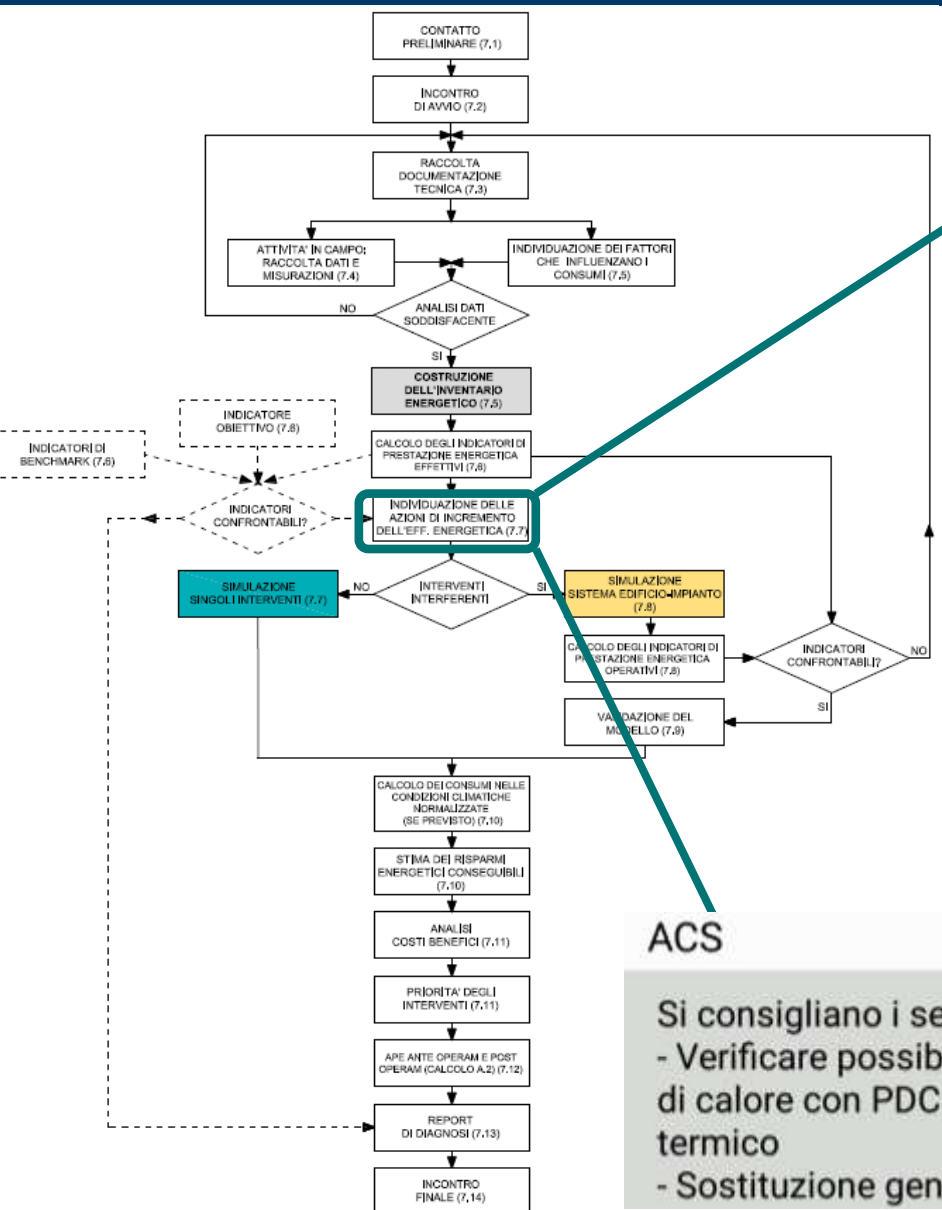
Consumo medio annuo vettore energetico (Sm <sup>3</sup> )	22627.50
Consumo medio annuo altro vettore energetico (kWh)	-
Consumo vettore energetico per superficie riscaldata (Sm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> riscaldati)	19.42
Consumo altro vettore energetico per superficie riscaldata (kWh/m <sup>2</sup> 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

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## ← Interventi

### Involucro

- Si consigliano i seguenti interventi :
- Installazione di sistemi schermanti (orizzontali/verticali, interni/esterni, frangisole fissi/orientabili, veneziane, tende avvolgibili, lamelle nel vetrocamera)
  - Cappotto esterno
  - Coibentazione intradosso solaio con stesura di tappetino coibente
  - Sostituzione infissi
  - Sostituzione completa del serramento con serramento metallico a taglio termico, o in legno, o in PVC e doppi vetri
  - Installazione di un serramento in adiacenza a quello esistente
  - Coibentazione intradosso coperture
  - Coibentazione estradosso coperture

### ACS

- Si consigliano i seguenti interventi :
- Verificare possibilità sostituzione generatore di calore con PDC per ACS abbinato a solare termico
  - Sostituzione generatore ACS

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

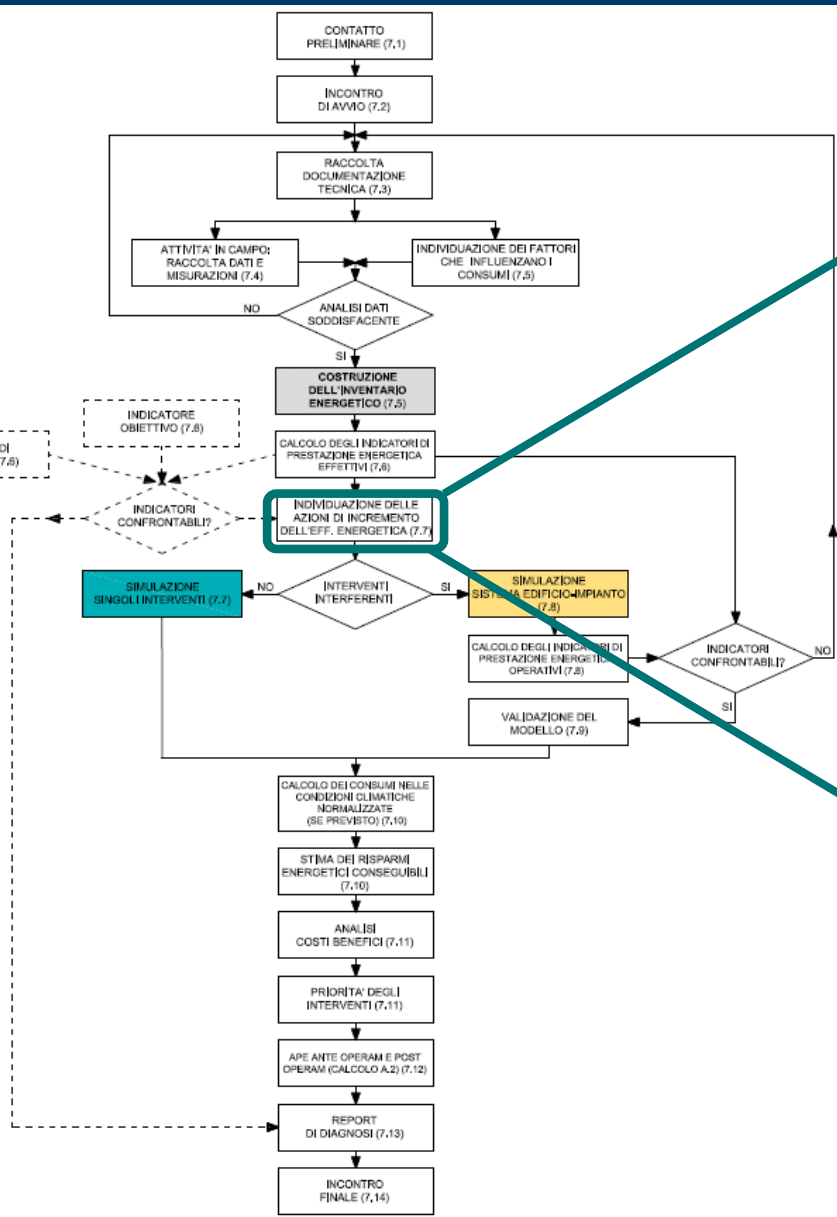
Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## INTERVENTI

**Schema di sintesi:**

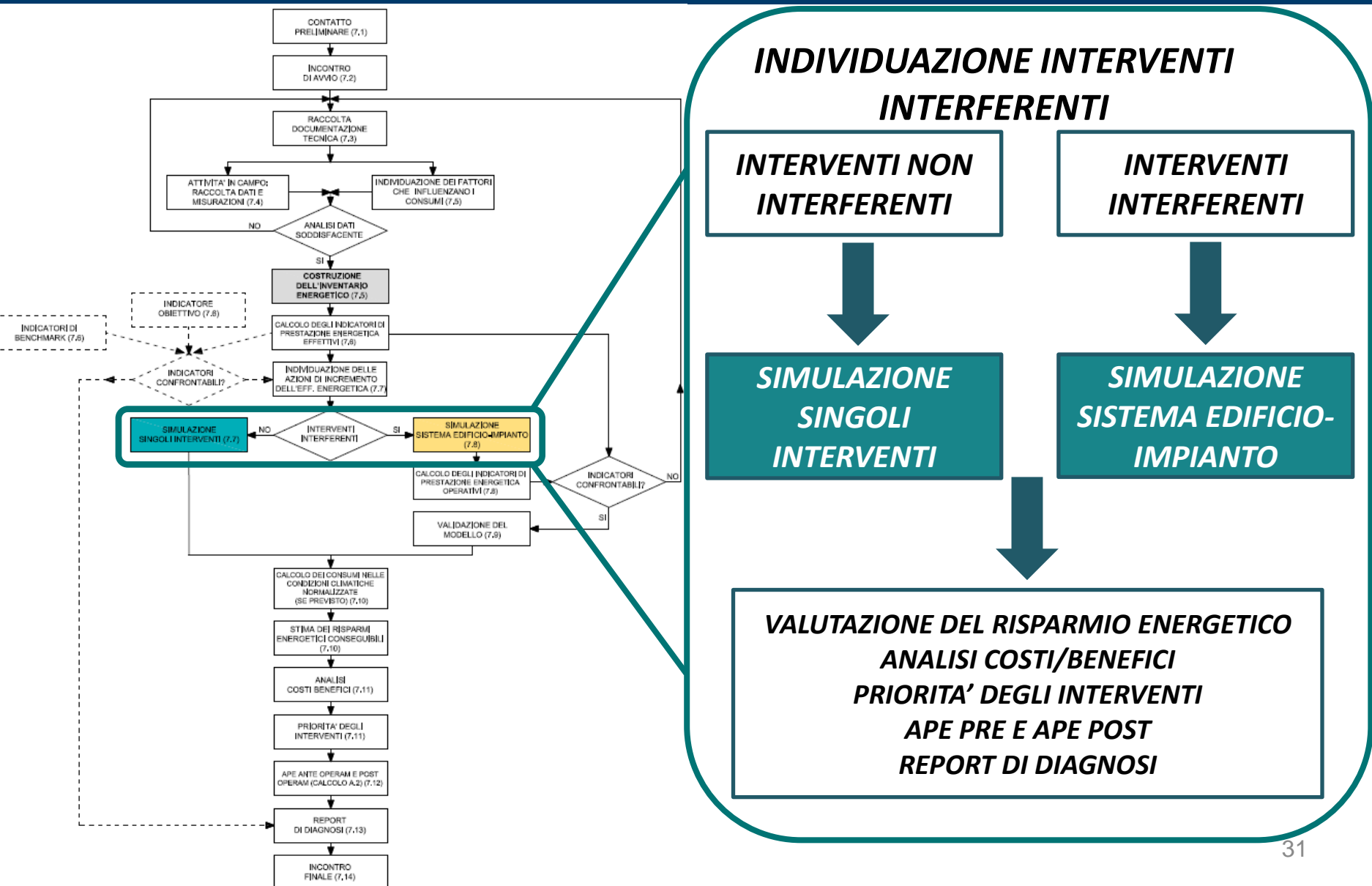
Area	Interventi individuati		
Involucro	INV. 1 * Coibentazione del solaio sottotetto	INV. 3 * Coibentazione interna delle pareti perimetrali	INV. 4 ** Sostituzione serramenti
Impianti meccanici	INM. 1 * Sistema di Building Automation and Control System	INM. 2 * Caldaia a Condensazione	INM. 3 * Installazione valvole termostatiche sui radiatori
Impianti elettrici	INE. 1 Sostituzione delle elettropompe con nuovi modelli ad alta efficienza e con inverter	INE. 2 * Lampade a LED per gli spazi comuni	INE. 3 * Sensori di presenza WC (80 ambienti)
Fonti rinnovabili	INF. 1 Fotovoltaico	INF. 2 Solare termico	
Altri interventi	INMO.1 * Monitoraggio dei consumi		

\* interventi raccomandati  
\*\* intervento economicamente non vantaggioso ma necessario



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## INDIVIDUAZIONE INTERVENTI INTERFERENTI

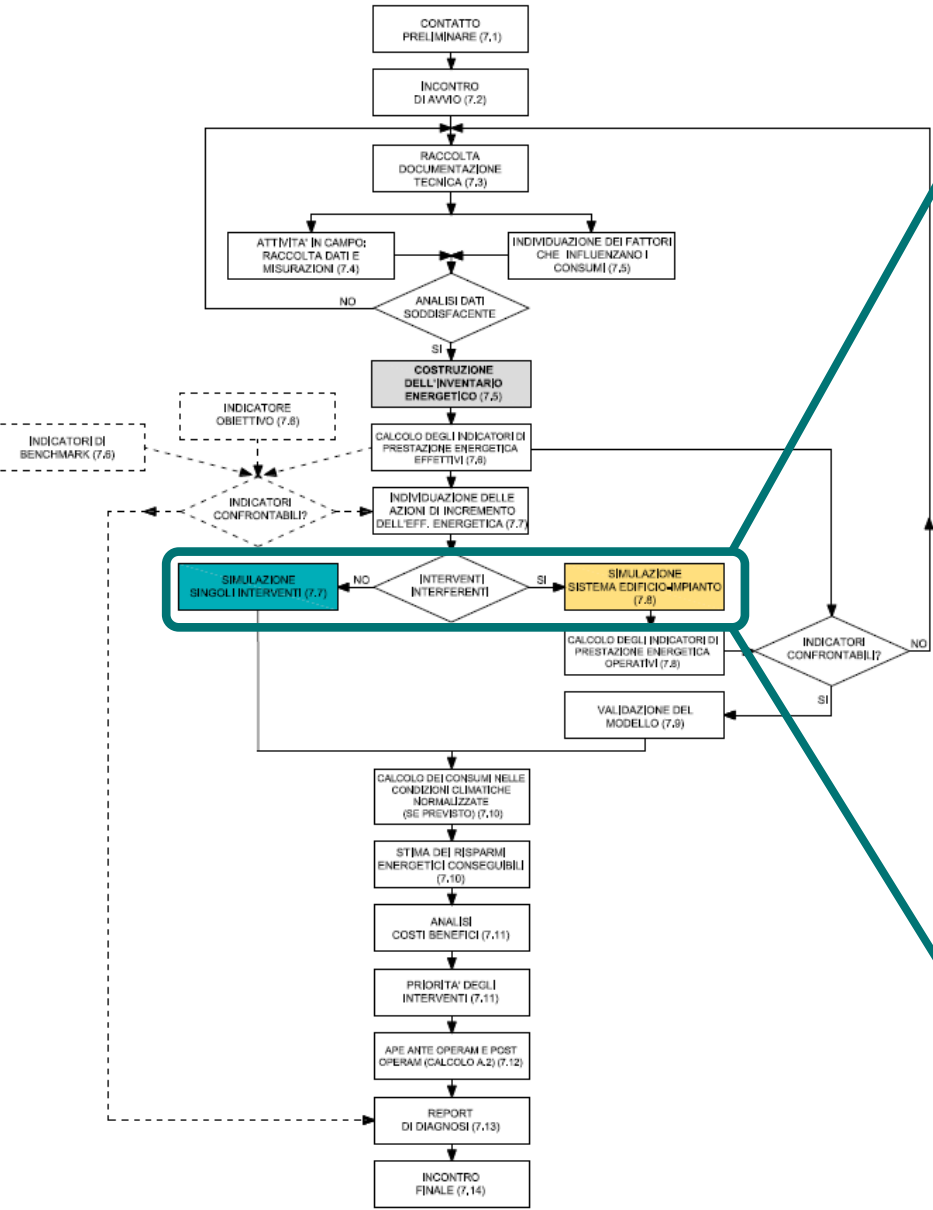
- INV. 1 Isolamento termico componenti opachi - INV. 2 Sostituzione di chiusure trasparenti  
INV. 3 Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento  
INM. 1 Sostituzione del generatore di calore  
INM. 2 Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore  
INM. 3 Installazione di sistemi di termoregolazione - INM. 4 Installazione di sistemi BACS  
INE. 1 Riqualficazione degli impianti di illuminazione  
INE. 2 Sostituzione elettropompe di circolazione con nuove ad alta efficienza e inverter  
INE. 3 Installazione di sensori di presenza

	INV. 1	INV. 2	INV. 3	INM. 1	INM. 2	INM. 3	INM. 4	INE. 1	INE. 2	INE. 3
INV. 1										
INV. 2										
INV. 3										
INM. 1										
INM. 2										
INM. 3										
INM. 4										
INE. 1										
INE. 2										
INE. 3										



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



**SERVIZI PRESENTI**



-  RISCALDAMENTO
-  ACS
-  ILLUMINAZIONE

**Interventi individuati:**

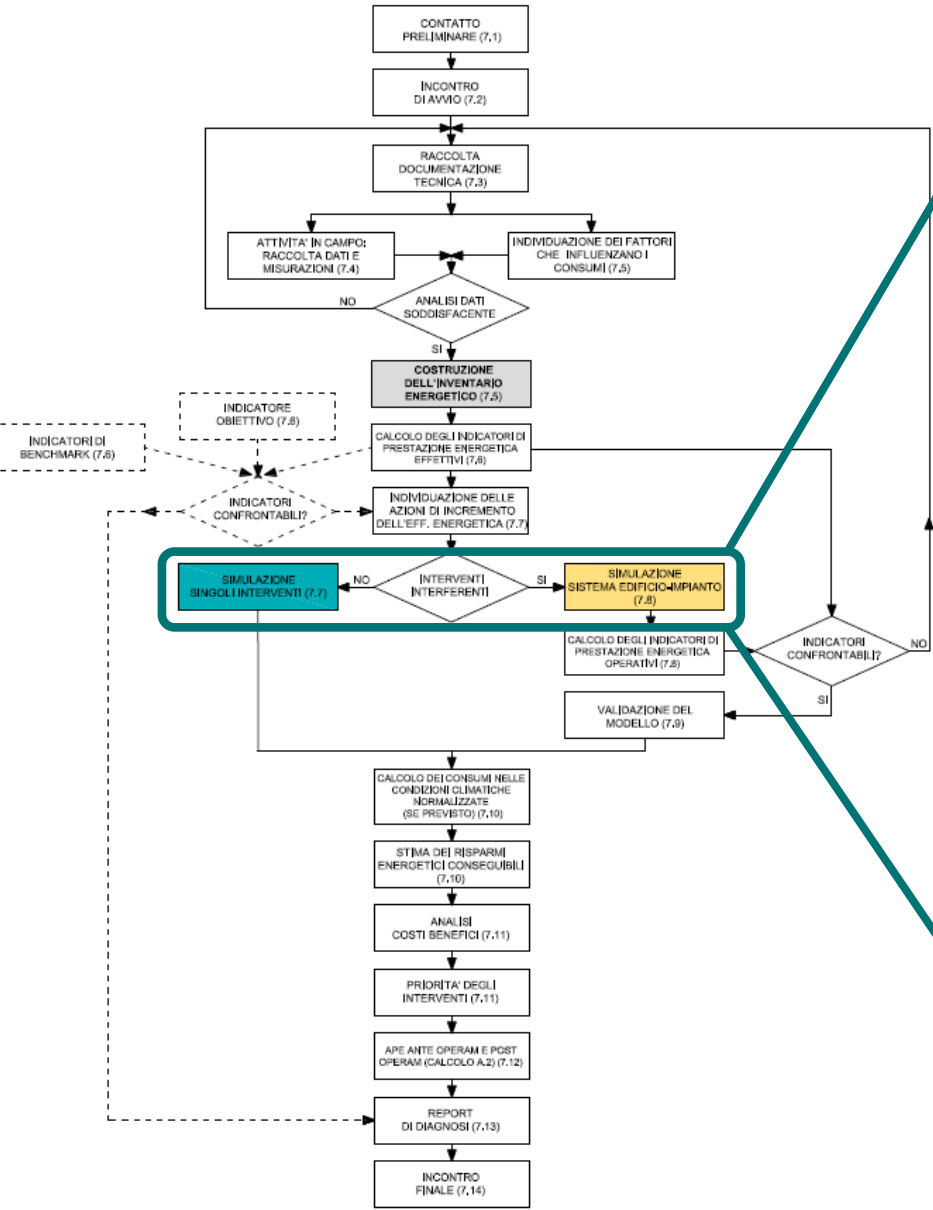
- VALVOLE TERMOSTATICHE
- LAMPADE A LED

**SIMULAZIONE DEL SINGOLO INTERVENTO**

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


# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



**SERVIZI PRESENTI**



-  RISCALDAMENTO
-  ACS
-  ILLUMINAZIONE

**Interventi individuati:**

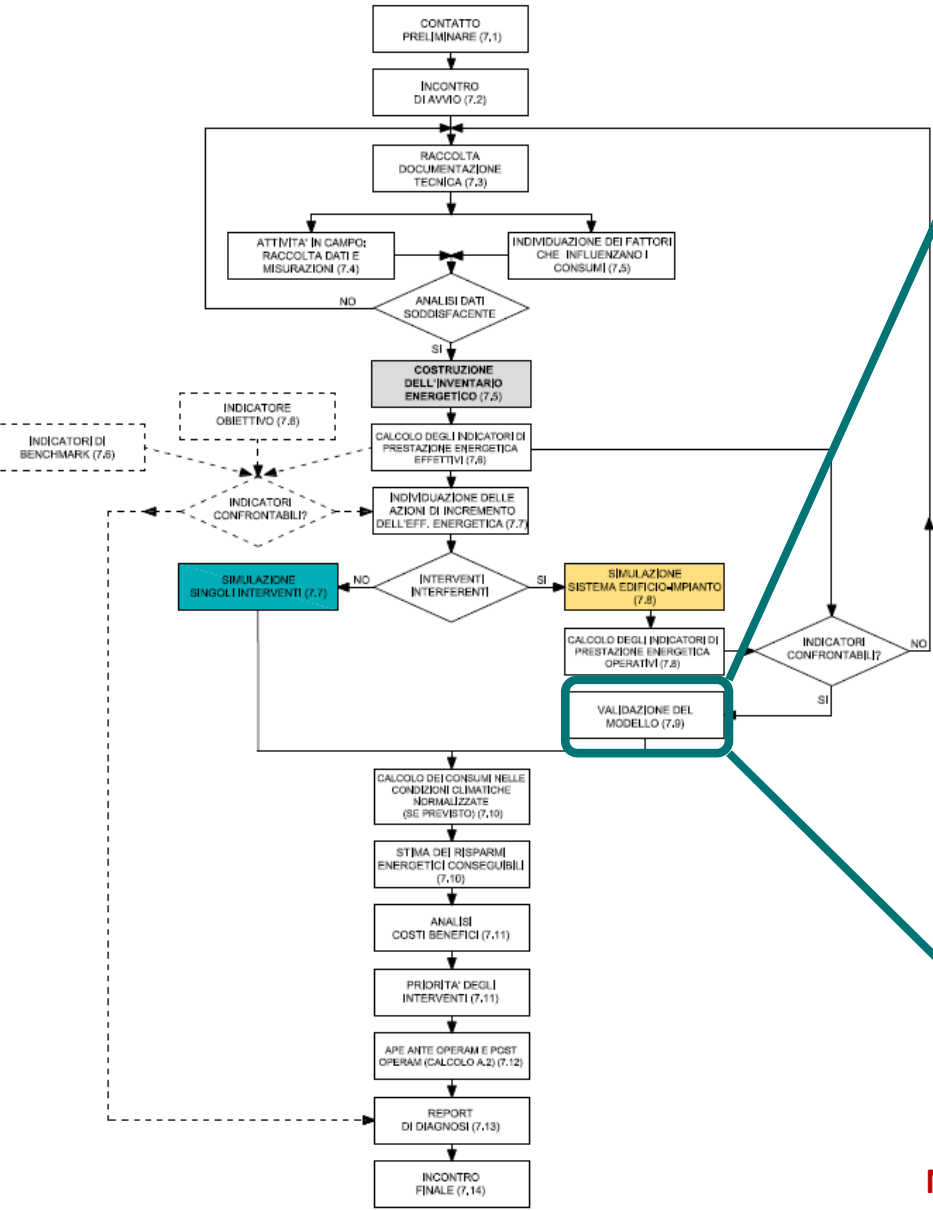
- ISOLAMENTO A CAPPOTTO
- SOSTITUZIONE CALDAIA

**SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO**

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

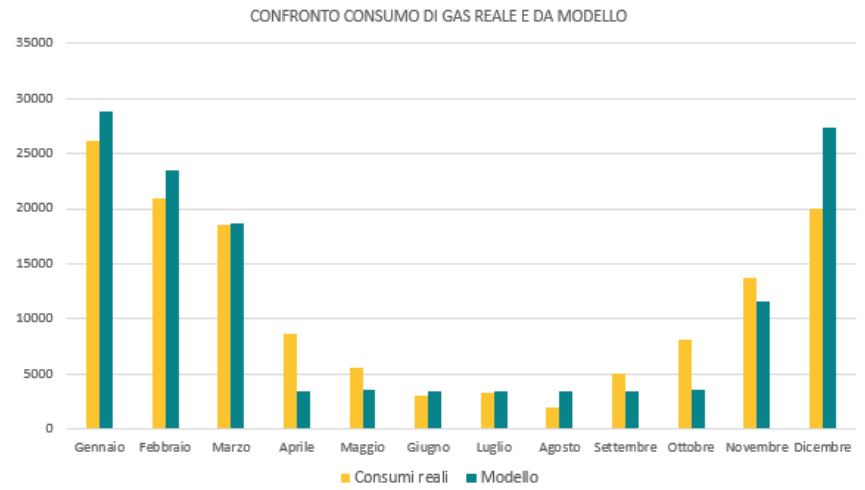
# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## VALIDAZIONE DEL MODELLO

- Confronto tra consumi di riferimento reali ( $C_e$ ) e consumi da modello in condizioni climatiche reali ( $C_o$ )



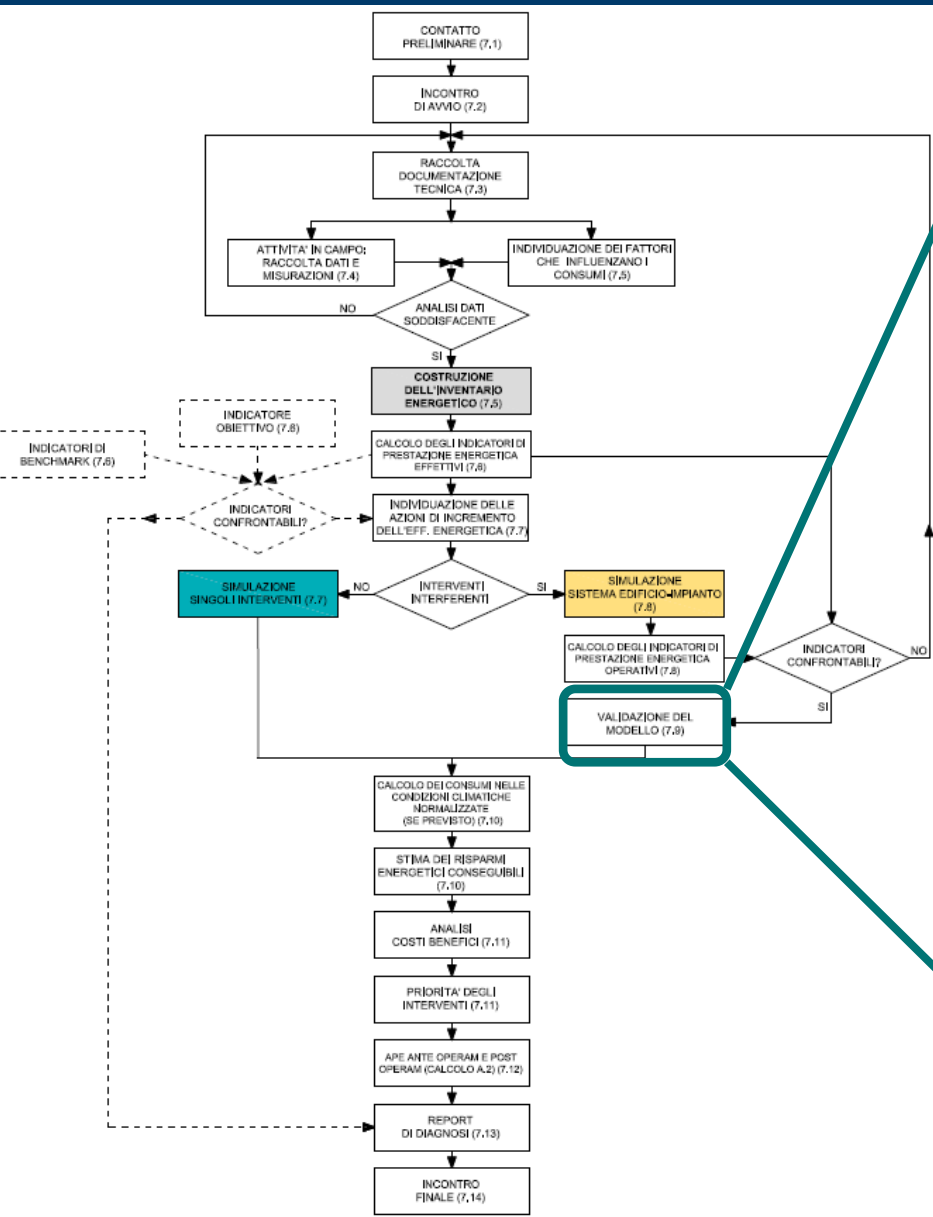
- Verifica dello scostamento tra i consumi

$$\frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,5$$

N.B. La validazione è condizione necessaria per proseguire

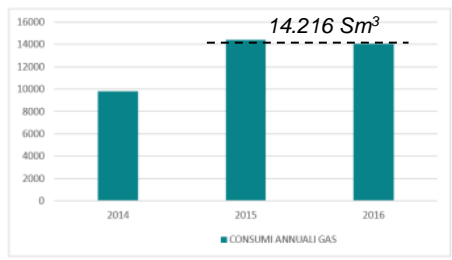
# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## VALIDAZIONE DEL MODELLO

Per confrontare il consumo da modello con quello di riferimento, è necessario effettuare la simulazione in condizioni climatiche reali di riferimento. Le temperature (esterne ed interne) considerate saranno quindi la media delle temperature degli anni presi in considerazione



**CONSUMO DI RIFERIMENTO**

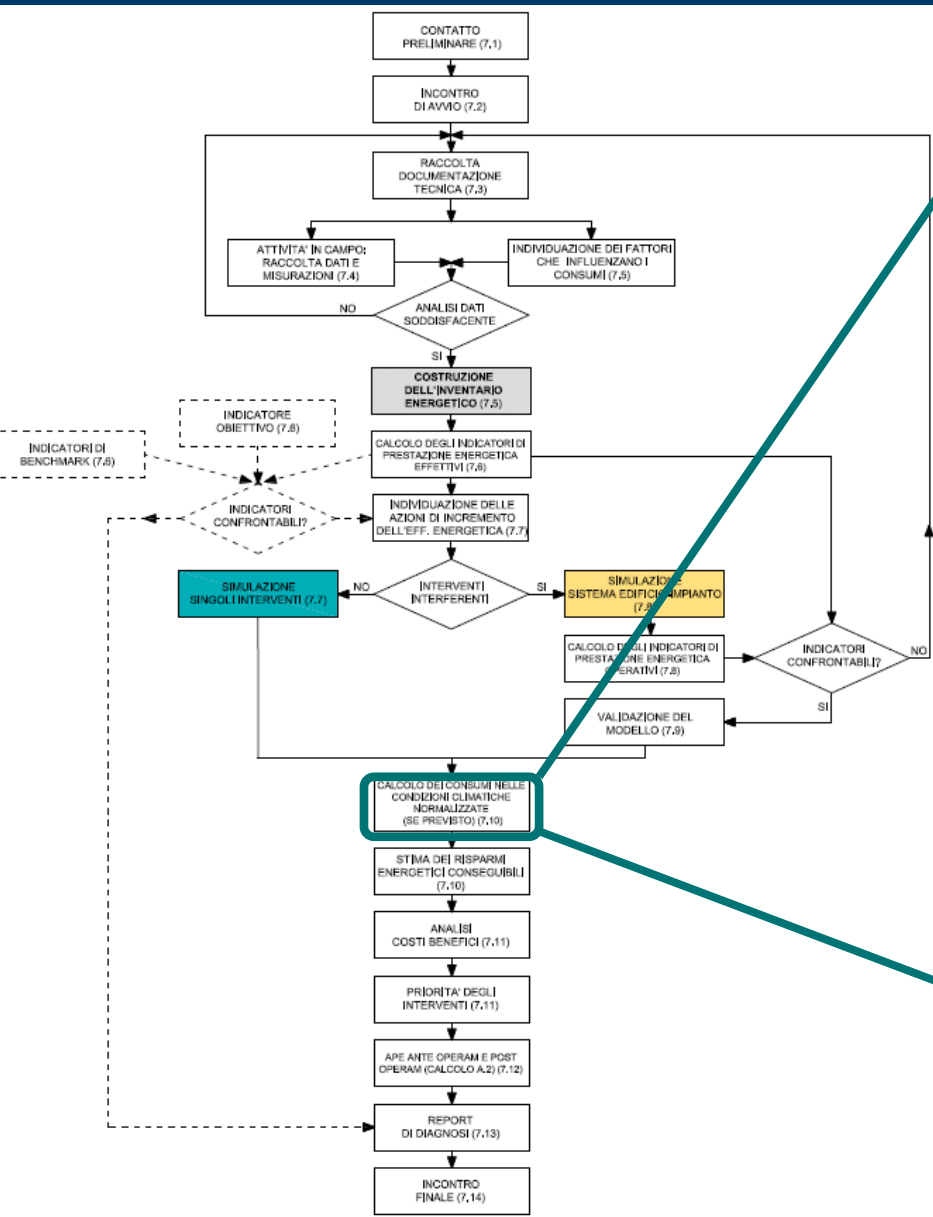


**CONSUMO DA MODELLO**

Le temperature esterne considerate nel calcolo saranno quelle reali misurate, riferite al periodo di attivazione dell'impianto termico

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## DESTAGIONALIZZAZIONE DEI CONSUMI

*Validato il modello occorre effettuare una nuova simulazione impostando i dati climatici standard. I risultati di questa simulazione diventeranno la base di confronto con i risultati delle simulazioni del modello su cui vengono inseriti gli interventi, svolte anch'esse in condizioni standard*



**CONSUMO ANTE OPERAM**

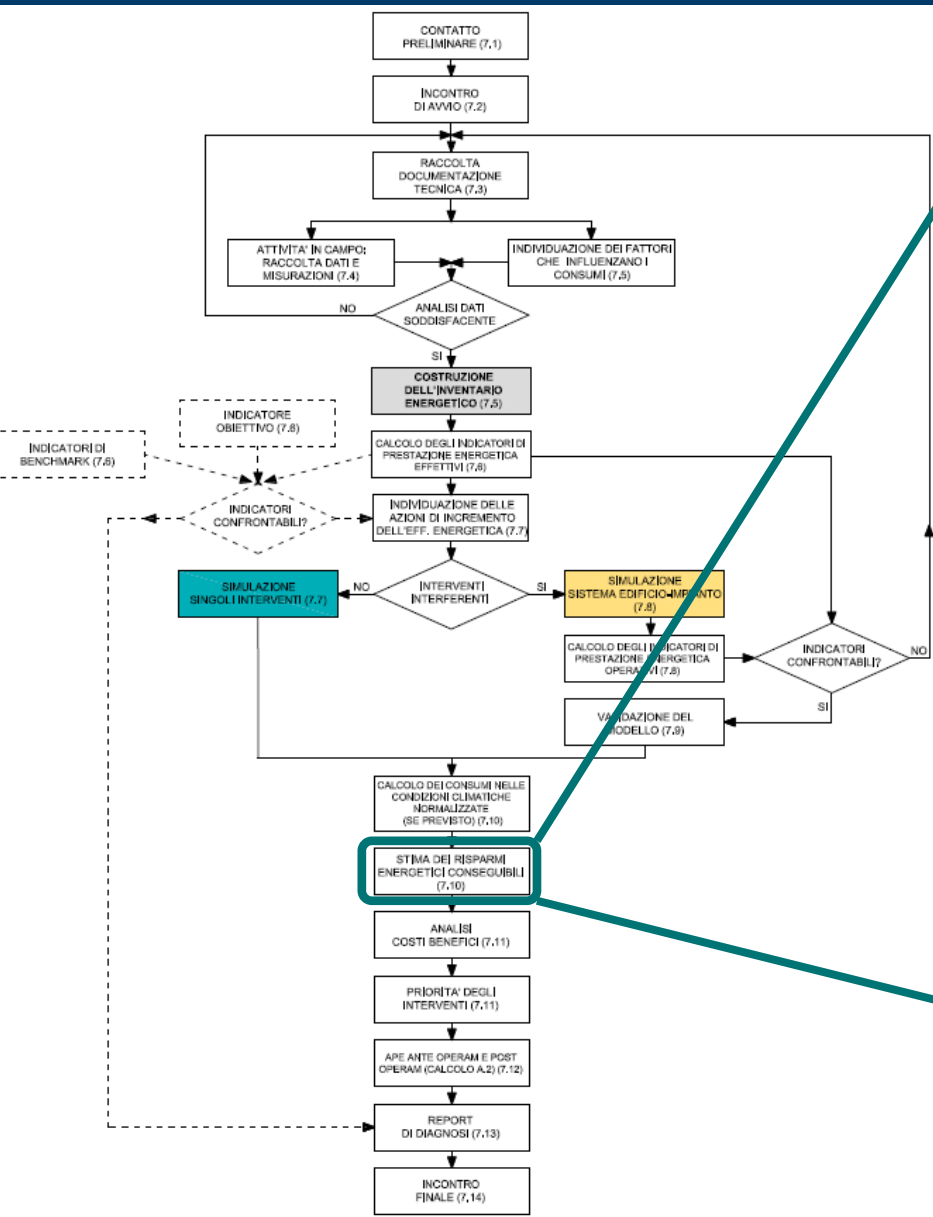


**CONSUMO POST OPERAM = RISPARMIO**

**N.B. I modelli a confronto differiscono dal modello validato solo per i dati climatici!**

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## RISPARMI ENERGETICI PREVISTI

Fabbisogno energia elettrica kWh/anno	Rif.	Risparmio energetico conseguibile			
		Energia elettrica		Gas naturale	
Fabbisogno gas metano Sm <sup>3</sup> /anno		kWh/anno	Rf1%	Sm <sup>3</sup> /anno	Rf2%

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 WC	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. La riga scenario completo tiene, invece, conto delle interferenze tra gli interventi

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## ANALISI COSTI-BENEFICI

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

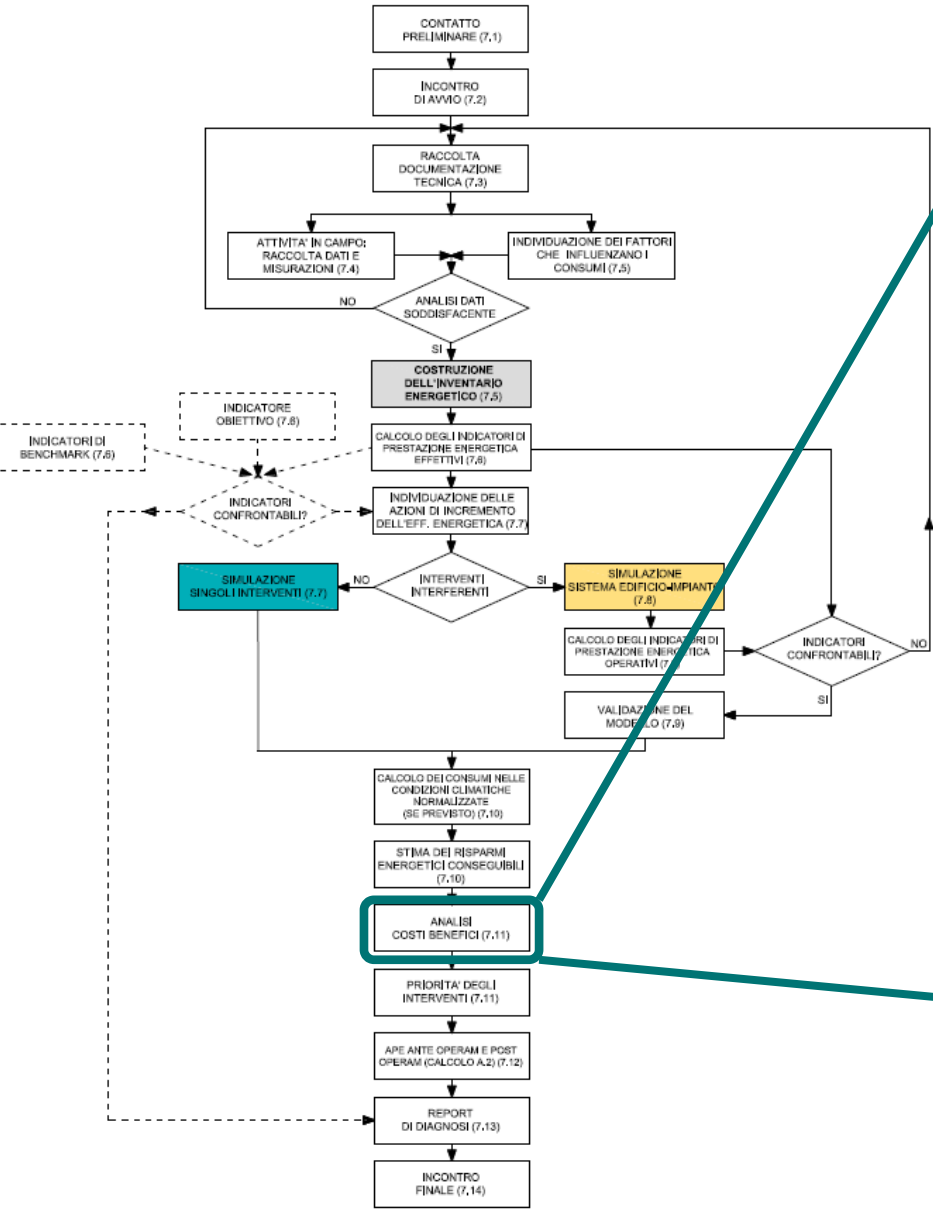
Di ciascun intervento andrà verificato il tempo di ritorno semplice, che definisce la redditività dell'investimento.

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

Come flusso di cassa si considera il risparmio economico conseguente l'intervento, calcolato come il prodotto fra il prezzo unitario del vettore energetico e il risparmio energetico conseguito.

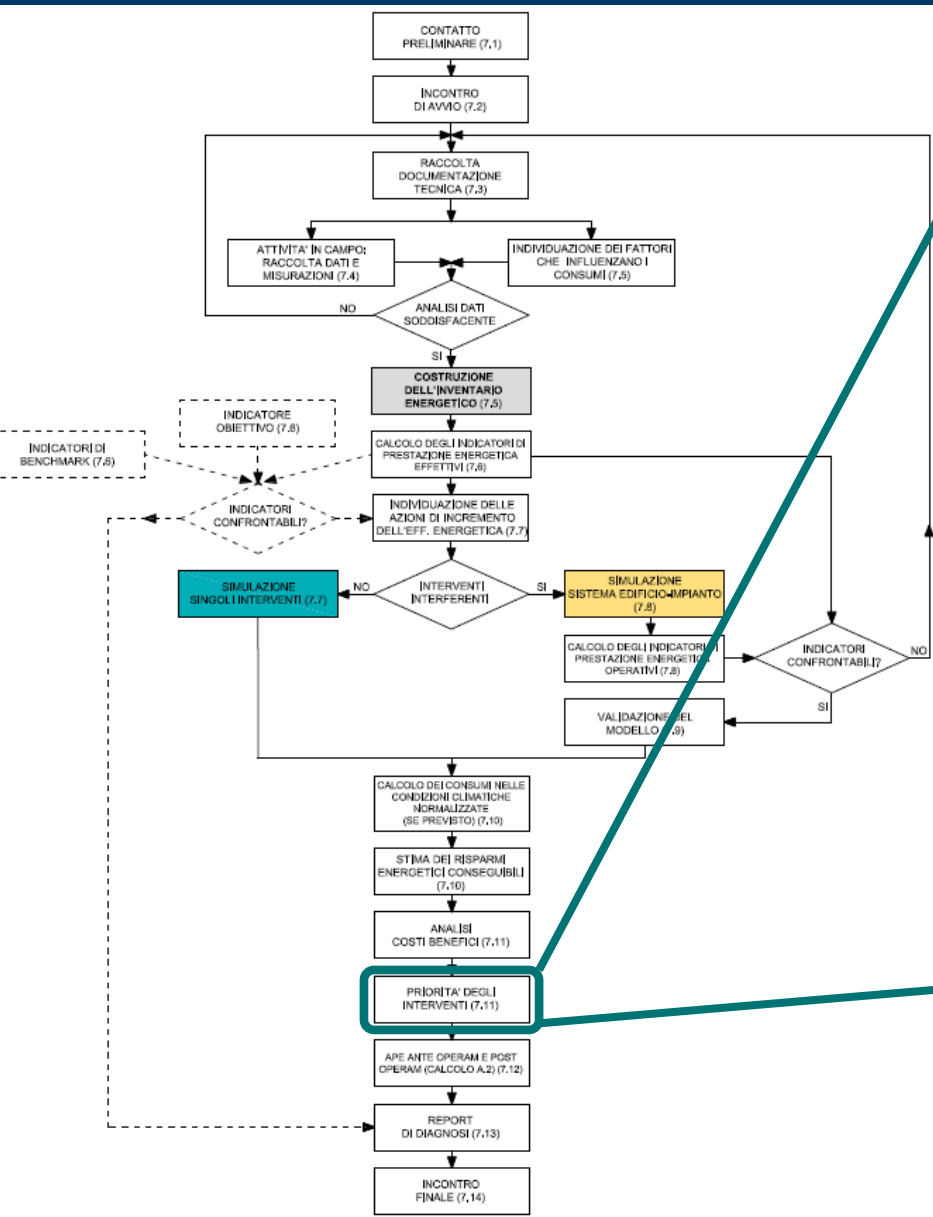
$$FC = C_u \times R_e$$

Saranno inoltre individuate le possibili **misure incentivanti** a sostegno di ogni singolo intervento



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## PRIORITA' DEGLI INTERVENTI

SCENARIO ECONOMICAMENTE PIU' VANTAGGIOSO

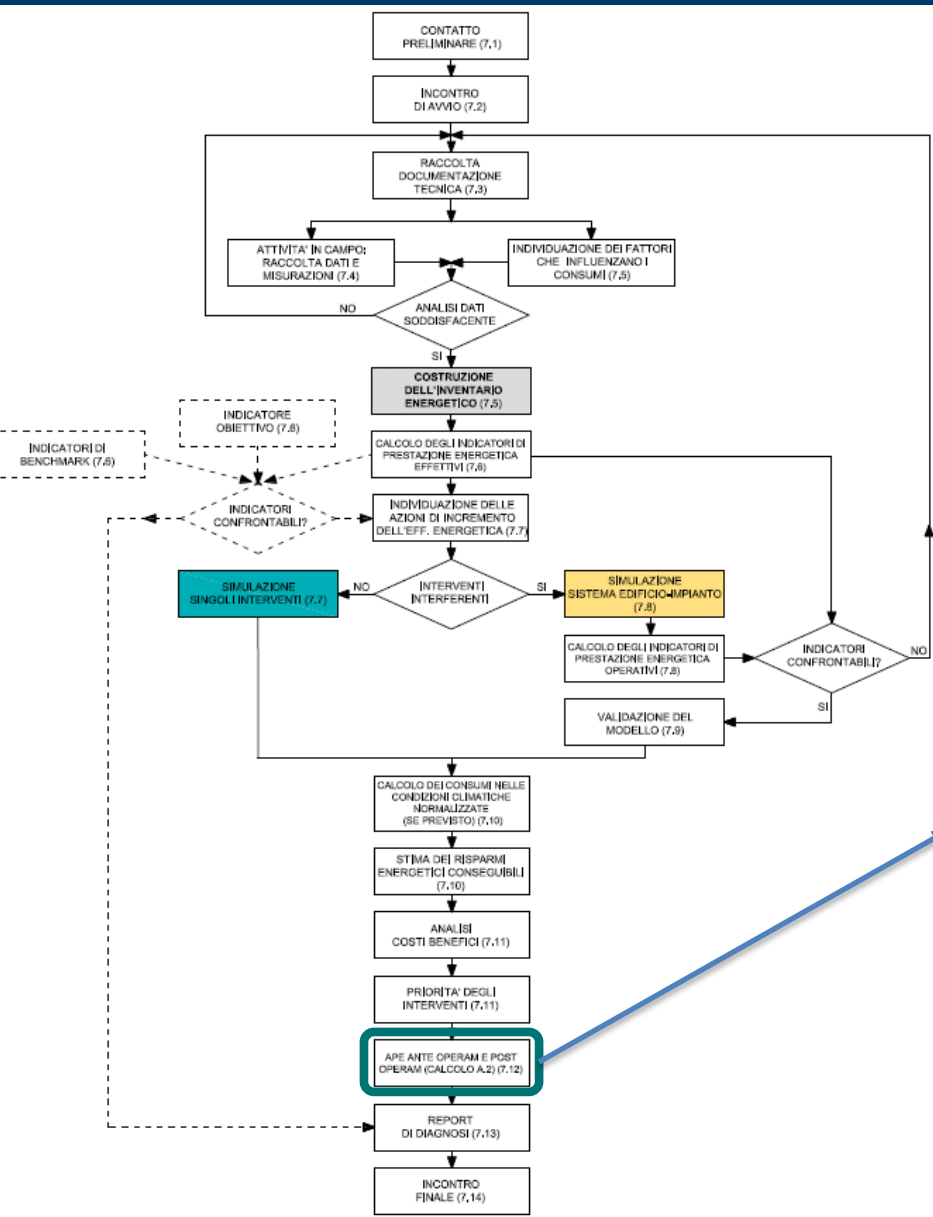
	Bolletta energetica dell'edificio (€/anno)	Rif.	Risparmio economico	Costo di investimento	Tempo di ritorno semplice	Percentuale risparmio %
	€					
INVOLUCRO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1	€	€	—	—
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2	€	€	—	—
	Coibentazione perimetrale pareti	INV.3	€	€	—	—
	Sostituzione infissi	INV.4	€	€	—	—
	Tot. INV.		€	€		
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control	INM.1	€	€	—	—
	Caldaia a condensazione	INM.2	€	€	—	—
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3	€	€	—	—
	Tot. INM.		€	€		
IMPIANTI ELETTRICI	Elettropompe di circolazione	INE. 1	€	€	—	—
	Lampade LED corridoi	INE. 2	€	€	—	—
	Sensori presenza WC	INE. 3	€	€	—	—
	Tot. INE.		€	€		
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1	€	€	—	—
	Solare termico	INF.2	€	€	—	—
	Tot. INF.		€	€		
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1	€	€	—	—
		Tot. INMO.		€	€	
	<b>RIASSUNTO TOTALE:</b>		<b>€</b>	<b>€</b>		

*Gli interventi andranno valutati prima singolarmente e successivamente in scenari, in modo da individuare le interferenze e le priorità*



# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

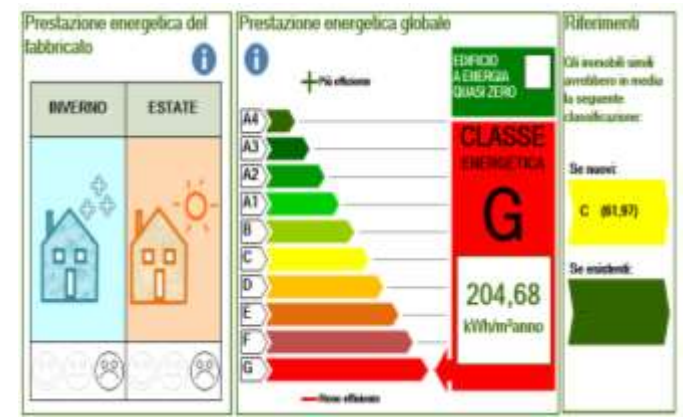
Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## Classe energetica - (D. Interministeriale 26/06/15)

**Servizi energetici presenti**

- Climatizzazione invernale
- Climatizzazione estiva
- Ventilazione meccanica
- Prod. acqua calda sanitaria
- Illuminazione
- Trasporto di persone o cose



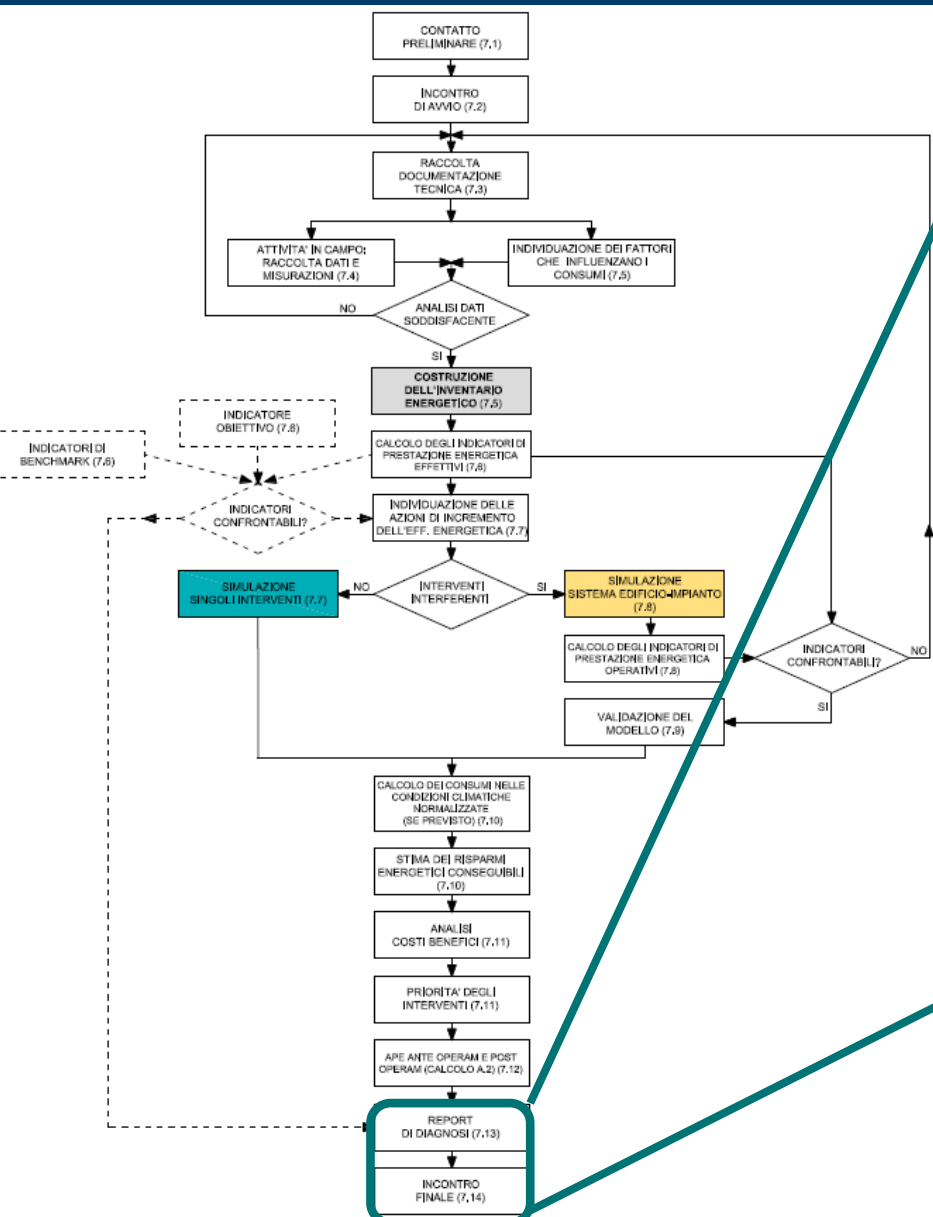
APE ANTE OPERAM



APE POST OPERAM

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano



## 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 acqua calda sanitaria
    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**

# LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI

Ing. Nicolandrea Calabrese, Responsabile Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

## LINEE GUIDA PER LE DIAGNOSI ENERGETICHE DI EDIFICI PUBBLICI

La trasformazione di un sistema edificio-impianto in una realtà ad alte prestazioni energetiche, attraverso l'adozione di tecnologie per il miglioramento dell'efficienza energetica, **non può prescindere da un'accurata analisi dello status quo del sistema edificio-impianto**, al fine di individuare gli interventi più opportuni sull'involucro edilizio, sugli impianti tecnici anche attraverso il ricorso a fonti energetiche rinnovabili. La DE si configura come una procedura sistematica che dalla conoscenza del profilo di consumo energetico dell'edificio perviene all'individuazione degli interventi di miglioramento della prestazione energetica accompagnati da un'analisi costi-benefici che consente una classificazione degli stessi, in ordine di priorità decrescente.

Si sottolinea che le linee guida rappresentano la chiave di volta per facilitare la conduzione delle DE, garantire l'omogeneità di esecuzione delle stesse **al fine di organizzare i risultati ottenuti in banche dati utili per eventuali confronti** tra i fabbisogni energetici degli edifici esistenti e quelli di riferimento per la stessa destinazione d'uso.

La redazione delle linee guida per l'esecuzione della Diagnosi Energetica (DE) di edifici pubblici si inserisce nell'ambito del Progetto dell'ENEA ES-PA Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione:  
<https://www.espa.enea.it/>

<http://www.agenziaefficienzaenergetica.it/pubblica-amministrazione/edilizia-pubblica/diagnosi-energetica-di-edifici-pubblici-linee-guida-enea>



# ENEA

ing. Nicolandrea Calabrese  
nicolandrea.calabrese@enea.it

