

PROVINCIA DI SAVONA
Via Sormano 12, 17100 SAVONA
Telefono 019/83131 – Fax 019/8313269
E-mail: appaltiecontratti@provincia.savona.it; Web: www.provincia.savona.it
PEC: protocollo@pec.provincia.savona.it

SETTORE – GESTIONE VIABILITA', EDILIZIA AMBIENTE

DISCIPLINARE TECNICO ALLEGATO AL CAPITOLATO D'ONERI

PROCEDURA DI SELEZIONE

PROCEDURA APERTA PER L'AFFIDAMENTO AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI DIAGNOSI ENERGETICA RELATIVI AGLI EDIFICI COMPRESI NELL'ATTUAZIONE DELL'ATTUAZIONE DEL PROGRAMMA DI INVESTIMENTO DENOMINATO "PROSPER – PROVINCE OF SAVONA PACT FOR ENERGY AND RENEWABLES 2020"

CUP: J38F15000030006

LOTTO 1) CIG 6740759A4A

LOTTO 2) CIG 6740777925

LOTTO 3) CIG 674078930E

1. Premessa: finalità e campo di applicazione

Il presente documento ha la finalità di disciplinare le attività di diagnosi energetica (in seguito DE) e fornire ai professionisti incaricati (auditors) una serie di procedure operative standardizzate, relativamente agli edifici inseriti nel Progetto "PROSPER" di proprietà della Provincia di Savona e dei Comuni partecipanti al Progetto. Vengono inoltre stabiliti i requisiti e i contenuti minimi dei Rapporti di DE da realizzarsi in conformità allo schema generale della norma UNI CEI TR 11428 e secondo i principi della UNI CEI EN 16247-1 e UNI CEI EN 16247-2, gli elaborati da consegnare alla committenza e le modalità di presentazione delle schede audit predisposte allo scopo.

Per DE del sistema edificio-impianti si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia, all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche dell'edificio e degli impianti presenti, allo studio delle modalità e delle tecniche di miglioramento delle inefficienze energetiche.

2. Metodologia di calcolo ed elaborazione

Per le definizioni e le finalità del presente documento, dal punto di vista dell'approccio metodologico generale e delle modalità di calcolo relativamente a tutti i sistemi e sottosistemi degli edifici, si dovrà fare esclusivo riferimento a quanto previsto dalla normativa tecnica nazionale italiana ed Europea (Norme UNI, EN, CEI.....) e alle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assital, Assopetroli e Assoenergia - ISBN 978-88-7325-555-0 (con riferimento alla procedura prevista per diagnosi di II° livello) , scaricabili al link <http://www.energiaenergetica-lineeguida.org/download>).

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianti occorre predisporre:

- un modello energetico (termico ed elettrico) che riassume la tipologia di utenza, le potenze installate, i profili di utilizzazione e le ore di funzionamento degli impianti;
- un bilancio energetico che descriva l'andamento dei flussi energetici caratteristici dell'edificio in modo da valutare in maniera puntuale i consumi specifici, le criticità e gli interventi da considerare.

L'esito della DE deve consentire, in conclusione, di valutare il fabbisogno caratteristico del sistema edificio- impianti e di individuare degli indicatori specifici di richiesta di energia primaria (kWh/m²), rappresentativi della prestazione energetica dell'edificio, come spiegato nel dettaglio nei paragrafi successivi.

Gli obiettivi evidenziati sono perseguiti attraverso due distinte fasi:

- a) Caratterizzazione del sistema edificio-impianto, stesura dei modelli energetici, valutazione dei consumi specifici, elaborazione dei bilanci di energia e confronto con tecnologie e dati di riferimento.
- b) Valutazione della fattibilità tecnico-economica di eventuali interventi finalizzati ad un incremento dell'efficienza energetica del sistema edificio-impianto.

3. Riferimenti normativi e legislativi

Dal punto di vista metodologico le norme tecniche di riferimento sono:

- UNI CEI TR 11428
- UNI CEI EN 16247-1
- UNI CEI EN 16247-2

Per la conduzione e gestione delle attività di sopralluogo si fa riferimento a quanto previsto dall'Annex D della norma UNI CEI EN 16247-2:2014.

Nell'attività di elaborazione e redazione della diagnosi si dovranno inoltre considerare come riferimento tutte le norme UNI e CEI vigenti, le raccomandazioni CTI e la legislazione comunitaria, nazionale, regionale e locale vigente in materia di prestazione energetica e progettazione relative ad involucro edilizio, impianti di riscaldamento e climatizzazione invernale, impianto di raffrescamento e climatizzazione estiva, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria, impianti elettrici, di illuminazione e di produzione di energia elettrica e cogenerazione.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, si riportano di seguito ulteriori riferimenti normativi e legislativi.

3.1 Normativa tecnica

- Direttiva Consiglio UE n. 92/42/CEE, *Requisiti di rendimento per le nuove caldaie ad acqua calda alimentate con combustibili liquidi o gassosi*, 1992
- EN 61829, *Crystalline silicon photovoltaic array – On-site measurement of I-V characteristics*, 1998.
- ISO 9869, *Thermal insulation – Building elements – In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance*, 1994
- prEN 14825, *Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling – Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance*, 2010
- prEN 16247-1, *Energy audits – Part 1: General requirements*, 2011
- UNI 7979, *Edilizia - Serramenti esterni (verticali) - Classificazione in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento*, 1979
- UNI 9019, *Ripartizione delle spese di riscaldamento basata sulla contabilizzazione dei gradi- giorno*, 1987
- UNI 10200, *Impianti di riscaldamento centralizzati – Ripartizione delle spese di riscaldamento*, 2005.
- UNI 10348, *Riscaldamento degli edifici – Rendimenti dei sistemi di riscaldamento: metodo di calcolo*, 1993.
- UNI 10349, *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici*, 1994
- UNI 12464-1, *Illuminazioni dei posti di lavoro – parte 1: Posti di lavoro in interni*, 2004
- UNI EN 303, *Caldaie per riscaldamento – Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale ed automatica, con una potenza termica nominale fino a 300 kW – Parte 5: Terminologia, requisiti, prove e marcatura*, 2004
- UNI EN 442-2, *Radiatori e convettori – Metodi di prova e valutazione*, 2004
- UNI EN 1264-2, *Riscaldamento a pavimento – Impianti e componenti – Determinazione della potenza termica*, 1999

- UNI EN 12207, *Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione*, 2000
- UNI EN 12309-2, *Apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Utilizzazione razionale dell'energia*, 2002
- UNI EN 12815, *Termocucine a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova*, 2006
- UNI EN 12831, *Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto*, 2006
- UNI EN 13203-2, *Apparecchi a gas domestici per la produzione di acqua calda – Apparecchi di portata termica nominale non maggiore di 70 kW e capacità di accumulo di acqua non maggiore di 300 l*, 2007
- UNI EN 13229, *Inserti e caminetti aperti alimentati a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova*, 2006
- UNI EN 13240, *Stufe a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova*, 2006
- UNI EN 13829, *Prestazione termica degli edifici - Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici - Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore*, 2002. UNI EN 14037, *Strisce radianti a soffitto alimentate con acqua a temperatura minore di 120°C*, 2005.
- UNI EN 14785, *Apparecchi per il riscaldamento domestico alimentati con pellet di legno*
- *Requisiti e metodi di prova*, 2008.
- UNI EN 15193, *Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione*, 2008.
- UNI EN 15242, *Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni*, 2008.
- UNI EN 15251, *Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica*, 2008.
- UNI EN 15265, *Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici - Criteri*

generali e procedimenti di validazione, 2008.

- UNI EN 15316-2, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 2.3: Sistemi di distribuzione di calore negli ambienti, 2007.*
- UNI EN 15316-3, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 3.1: Impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, caratterizzazione dei fabbisogni (fabbisogni di erogazione), 2008.*
- UNI EN 15316-4-1, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 4-1: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi a combustione (caldaie), 2008.*
- UNI EN 15316-4-3, *Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici, 2008.*
- UNI EN 15316-4-6, *Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici, 2008.*
- UNI EN 15316-4-7, *Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 4-7: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi di combustione a biomassa, 2009.*
- UNI EN 15450, *Impianto di riscaldamento negli edifici – Progettazione degli impianti di riscaldamento a pompa di calore, 2008.*
- UNI EN ISO 6946, *Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo, 2008.*
- UNI EN ISO 7726, *Ergonomia degli ambienti termici – Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche, 2002.*
- UNI EN ISO 7730, *Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale, 2006.*
- UNI EN ISO 13370, *Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo, 2008.*

- UNI EN ISO 13790, *Prestazioni energetiche degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento*, 2008.
- UNI EN ISO 13791, *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati in calcestruzzo*, 2005.
- UNI EN ISO 14683, *Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento*, 2001.
- UNI EN ISO 15927, *Prestazione termo-igrometrica degli edifici – Calcolo e presentazione dei dati climatici*, 2005.
- UNI/TR 11328-1, *Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia*, 2009.
- UNI/TR 11388, *Sistemi di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale utilizzando valvole di corpo scaldante e totalizzatore dei tempi di inserzione*, 2010.
- UNI/TS 11300-1, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*, 2008.
- UNI/TS 11300-2, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*, 2008.
- UNI/TS 11300-3, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*, 2010.
- UNI/TS 11300-4, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*, 2012.

3.2 Legislazione

- D.L. 18.06.07 n. 73, *Misure urgenti per l'attuazione di disposizioni comunitarie in materia di liberalizzazione dei mercati dell'energia*, 2007 (convertito con legge 3 agosto 2007, n. 125) D.Lgs. 192/2005 *Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia*, 2005.
- D.Lgs. 152/2006, *Norme in materia ambientale*, 2006.
- D.Lgs. 311/2006, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, 2006.
- D.Lgs.81/2008, *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*, 2008.
- D.Lgs. 115/2008, *Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE*, 2008
- D.M. 16.02.82, *Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi*, 1982
- D.M. 09.04.94, *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere*, 1994.
- D.M. 19.08.96, *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo*, 1996.
- D.M. 10.03.98, *Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro*, 1998.
- D.M. 06.10.03, *Approvazione della regola tecnica recante l'aggiornamento delle disposizioni di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico-alberghiere esistenti di cui al decreto 9 aprile 1994*, 2003.
- D.M. 11.03.08, *Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza*

termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296, 2008

- D.M. 26.06.09, *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*, 2009
- D.P.R. n. 412/1993, *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10*, 1993
- D.P.R. n. 660/1996, *Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua, alimentate con combustibili liquidi o gassosi*, 1996.
- D.P.R. n. 59/2009, *Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del decreto legislativo 19 Agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia*, 2009.
- Legge 09.01.91, n.10, *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili*.
- Decreto 26 giugno 2015 – DM requisiti minimi
- Decreto 26 giugno 2015 – Certificazione energetica
- Decreto 26 giugno 2015 – Relazione tecnica

4. Procedure operative

Per l'esecuzione e l'aggiornamento delle diagnosi energetiche e la redazione del relativo rapporto di diagnosi energetica, oltre alle norme tecniche citate di cui al punto 3 si dovrà operare secondo quanto previsto e secondo le procedure delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia - ISBN 978-88-7325-555-0 (scaricabili al link <http://www.efficienzaenergetica-lineeguida.org/download>) con riferimento alla diagnosi di livello II.

Gli elaborati cartografici e le fotografie dovranno consentire l'esatta individuazione del contesto naturale in cui l'edificio è ubicato, l'orografia del territorio, la presenza di piante, di flussi d'acqua, di infrastrutture viarie ed energetiche, di schermature; la presenza di altri edifici e la loro posizione.

Inoltre dovranno essere individuati in maniera chiara e univoca i riferimenti catastali dell'immobile oggetto di audit.

Per la caratterizzazione climatica, invece, le variabili di cui occorre registrare i dati sono elencati nei paragrafi successivi.

4.1 Analisi del sito e dell'utenza energetica

4.1.a Contestualizzazione geografica, climatica ed urbana

Per la contestualizzazione geografica ed urbana, si utilizzeranno estratti di mappa e satellitare aggiornati del luogo in cui è ubicato il complesso edilizio soggetto ad audit.

Gli elaborati cartografici e le fotografie dovranno consentire l'esatta individuazione del contesto naturale in cui l'edificio è ubicato, l'orografia del territorio, la presenza di piante, di flussi d'acqua, di infrastrutture viarie ed energetiche, di schermature, la presenza di altri edifici e la loro posizione.

Inoltre dovranno essere individuati in maniera chiara e univoca i riferimenti catastali dell'immobile oggetto di audit.

Per la caratterizzazione climatica, invece, le variabili di cui occorre registrare i dati sono principalmente:

- Temperatura. Valore medio mensile (da UNI 10349:1994 o da database meteo di enti pubblici locali). Se sono disponibili, valori massimo e minimo del giorno medio mensile o valori puntuali su base oraria, o altra norma prevista dalla UNI TS 11300-1:2014
- Irraggiamento solare su piano orizzontale. Valore medio mensile diretto e diffuso (da UNI 10349 o da database meteo di enti pubblici locali).
- Valore medio annuale della velocità media giornaliera e direzione prevalente del vento (da UNI 10349). Se sono disponibili, valori puntuali orari.
- Valore medio mensile di pressione parziale media giornaliera del vapore nell'aria (da UNI 10349).
- Gradi giorno del comune di appartenenza (come da all. A del D.P.R. 412/93 e s.m.i.).
- per la valutazione delle prestazioni reali per le analisi dei dati storici, dovranno essere utilizzati, laddove disponibili, dati climatici da database basati su dati rilevati da stazioni meteorologiche ubicate in prossimità all'edificio o da altri database meteo di enti pubblici su base locale.

4.1.b Dati di progetto

Per valutare le caratteristiche dimensionali, distributive e tipologiche dell'edificio oggetto di audit dovranno essere prodotti, qualora non già disponibili, elaborati grafici (planimetrie, sezioni e prospetti) in scala 1:100 o 1:200; tali rappresentazioni dovranno essere conformi allo stato di fatto. Se necessario, in mancanza di elaborati progettuali preesistenti attendibili, si procederà con il rilievo diretto dell'edificio in tutte le sue parti.

Dovrà essere prodotta planimetria dell'edificio in scala 1:100 o 1:200 e del contesto esterno con individuazione della posizione delle centrali termiche e frigorifere, delle UTA laddove esistenti e dei principali elementi impiantistici.

Dovranno essere richiesti ed acquisiti, se disponibili, i progetti as built di tutti gli impianti tecnologici presenti nell'edificio oggetto di audit. Inoltre dovranno essere acquisiti tutti gli elaborati che possano attestare la ristrutturazione o la manutenzione straordinaria di qualsiasi elemento del complesso edilizio oggetto dall'audit e tutte le dichiarazioni di conformità degli impianti, nonché i libretti d'impianto presenti.

Per gli impianti termici sarà necessario inoltre acquisire, se presente, la relazione ex Legge 10/91 (attuale all. E del D.Lgs. 311/2006 e s.m.i.).

Le schede utilizzate da compilare con tutti i dati disponibili nei progetti sono quelle riportate nei paragrafi successivi e dovranno contenere le seguenti informazioni:

- Involucro edilizio: planimetrie, sezioni e prospetti aggiornati (cfr. paragrafo 3.1.1).
- Impianto elettrico: progetto e schemi elettrici, dichiarazioni di conformità (DM 37/08), eventuali piani di manutenzione.
- Impianti termici: progetto esecutivo termico e meccanico, eventuale piano di manutenzione, ex legge 10/91 (attuale all. E del D.Lgs. 311/2006 e s.m.i.) e tutte le modifiche ed integrazioni, libretto di impianto, eventuale Certificato di Prevenzione Incendi (CPI).

In particolare è fondamentale, oltre alla relazione tecnica, l'acquisizione delle tavole di progetto (layout di impianto e disposizione terminali di riscaldamento per ciascun locale).

- Impianti di produzione da fonti rinnovabili: relazione tecnica di progetto, schemi d'impianto.

Per il calcolo della producibilità ottenibile, ad esempio un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile, va compilata la scheda relativa a partire dai dati di progetto o dai dati monitorati; in caso contrario dovranno essere stimate le producibilità ottenibili mediante i metodi di cui ai riferimenti normativi del paragrafo 2.2.1.

Gli elaborati grafici dovranno contenere anche indicazioni relativamente agli edifici circostanti (altezza, numero di piani, tipologia costruttiva) ed ogni altro elemento atto a schermare la radiazione solare o a influenzare il profilo dei venti.

Dovranno inoltre essere indicati in maniera chiara le diverse zone termiche, gli spazi riscaldati e non riscaldati e le rispettive destinazioni d'uso.

Dovranno essere inoltre evidenziate su opportuni elaborati grafici chiaramente leggibili le zone e aree asservite a specifici impianti (es. se l'edificio è caratterizzato dalla presenza di due centrali termiche dovrà essere evidenziata la parte dell'edificio asservita a ciascuna delle due centrali) con l'indicazione delle diverse zone termiche, degli spazi riscaldati e non riscaldati e delle diverse destinazioni d'uso.

4.1.c Destinazione d'uso e profili di utilizzo dell'immobile

Per completare la raccolta d'informazioni relative all'edificio, occorre conoscere il profilo di occupazione reale dell'edificio e informarsi sulla sua evoluzione nel tempo e futura, e le attività che vi sono svolte, al fine di ricostruire in modo pertinente il profilo di consumo energetico dell'edificio.

Sarà fondamentale reperire il maggior numero di informazioni e col maggior dettaglio possibile attraverso:

- sopralluogo, verifiche e rilevazioni sul campo;
- intervista all'utenza;
- dati di monitoraggio (se disponibili).

Evidenza di tale attività dovrà essere riportata nel rapporto di diagnosi energetica.

4.1.d Acquisizione e analisi dei dati storici relativi alla fatturazione energetica

Per effettuare una diagnosi energetica, è fondamentale la raccolta dei dati per l'individuazione degli ingressi energetici della zona/edificio soggetto ad audit e quindi del profilo caratteristico di consumo energetico. Tali ingressi possono riguardare differenti vettori energetici, i più comuni dei quali sono l'energia elettrica e il gas naturale (metano) o il GPL. I dati storici di consumo sono deducibili dall'acquisizione e lo studio dei dati di contabilizzazione termica (diretta o indiretta) eventualmente presente e/o dall'acquisizione e lo studio delle fatturazioni sui pagamenti relativi alle forniture elettriche e dei combustibili.

I dati di consumo reale dovranno essere utilizzati al fine di validare i modelli energetici di calcolo e tutte le ipotesi adottate.

L'ubicazione esatta dei contatori di energia elettrica o gas naturale dovrà essere riportata sulla planimetria dell'edificio in scala di rappresentazione appropriata.

Tali consumi energetici sono deducibili o dall'acquisizione e lo studio dei dati di contabilizzazione termica (diretta o indiretta, in base alla UNI 10200) eventualmente presente o dall'acquisizione e lo studio delle fatturazioni sui pagamenti relativi alle forniture elettriche e dei combustibili.

Una volta determinati i consumi energetici reali è possibile utilizzarli per effettuare un tuning dei profili di utilizzo degli impianti termico ed elettrico e dell'edificio in generale da parte dell'utenza. Inoltre, sarà altrettanto importante confrontare i dati di consumo reale con i risultati delle simulazioni termiche dell'edificio per validare il modello di calcolo e tutte le ipotesi adottate, e per stimare in modo preciso la bontà degli interventi di riqualificazione energetica proposti e il loro tempo di ritorno economico.

Per valutare il profilo di assorbimento di energia elettrica e di combustibili occorre associare le spese energetiche della zona soggetta ad audit alla fatturazione (relativa ad un certo vettore energetico) disponibile.

Si ricorda che i "consumi reali", si riferiscono ai consumi rilevati dalla società di distribuzione dell'energia elettrica (ad esempio Enel Distribuzione o altri); poichè i consumi riportati nella fattura per il mese fatturato possono non essere reali (letture presunte o conguagli), occorre servirsi dello storico riportato su ogni fattura, relativo ai mesi precedenti.

Per ciascuna utenza energetica, oltre all'acquisizione dei dati relativi ai consumi reali per almeno tre annualità solari complete (2013, 2014, 2015) ed eventualmente i dati disponibili 2016, dovranno essere altresì registrate le seguenti informazioni ricavabili dalla fatturazione, per i rispettivi vettori energetici.

Energia elettrica

- a) Dati di intestazione fattura
- b) Società di fornitura
- c) Indirizzo di fornitura
- d) Punto di dispacciamento (POD)
- e) Potenza elettrica impegnata e potenza elettrica disponibile

f) Tipologia di contratto e opzione tariffaria ⁽¹⁾

g) Prezzi di fornitura dell'energia elettrica ⁽²⁾

Note:

⁽¹⁾ per fatturazioni non mensili la spesa economica mensile andrà calcolata suddividendo percentualmente la spesa aggregata in base ai valori di consumo energetico mensile.

⁽²⁾ il prezzo di fornitura dovrà essere dettagliato relativamente alla quota energia e alle quote relative alle imposte, IVA ed oneri di sistema suddivisi in parte fissa e parte variabile

Gas naturale

a) Dati di intestazione fattura

b) Società di fornitura

c) Indirizzo di fornitura

d) Punto di riconsegna (PDR)

e) Classe del contatore

f) Tipologia di contratto e opzione tariffaria ⁽¹⁾

g) Valore del coefficiente correttivo dei consumi (C)

h) Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile

i) Prezzi di fornitura del combustibile ⁽²⁾

Note:

per fatturazioni non mensili, la spesa economica mensile andrà suddivisa percentualmente in base ai valori di consumo energetico mensile.

⁽²⁾ con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita, sono escluse le imposte, i corrispettivi per il dispacciamento e lo sbilanciamento, per l'uso della rete, e il servizio di misura e ogni altra voce.

Il dato di consumo mensile si ricava dalla formula:

$$Q_{\text{fuel,mese}} = (L_{v,p,1} - L_{v,p,2}) * C * 30 / (T1 - T2)$$

Dove:

- $L_{v,p,1}$ è l'ultima lettura effettiva disponibile del contatore effettuata nel giorno T1;
- $L_{v,p,2}$ è la lettura effettiva disponibile precedente alla $L_{v,p,1}$, effettuata nel giorno T2;
- la differenza (T1-T2) rappresenta il periodo di riferimento, in giorni, sul quale si hanno consumi effettivi.

GPL o Gasolio

- a) Dati di intestazione fattura
- b) Società di fornitura
- c) Indirizzo di fornitura
- d) Volume serbatoio
- e) Livello di riempimento al momento della ricarica
- f) Potere calorifico inferiore convenzionale del combustibile
- g) Andamento consumi negli ultimi tre anni solari (da compilare una tabella per anno)
- h) Prezzi di fornitura del combustibile ⁽¹⁾

Note:

con prezzo di fornitura s'intende soltanto la quota variabile del servizio di acquisto e vendita. Sono escluse le imposte e ogni altro corrispettivo addizionale.

Il dato di consumo mensile si ricava dalla formula:

$$Q_{\text{fuel,mese}} = (Q_{\text{carica}} + (L_{v,p,2} - L_{v,p,1})) * 30 / (T1 - T2)$$

Dove:

- $L_{v,p,1}$ è l'ultimo valore disponibile del livello di riempimento del serbatoio nel giorno T;
- $L_{v,p,2}$ è il valore disponibile precedente a $L_{v,p,1}$, e precedente alla ricarica effettuata nel giorno T2; Q_{carica} è la quantità di combustibile ricaricato al momento T2 (che rappresenta il giorno di ricarica); la differenza (T1-T2) rappresenta il periodo di riferimento, in giorni, sul quale si hanno consumi effettivi.

Biomasse

- a) Dati di intestazione fattura
- b) Società di fornitura
- c) Indirizzo di fornitura
- d) Volume stoccaggio
- e) Livello di riempimento al momento della ricarica
- f) Potere calorifico inferiore convenzionale di riferimento
- g) Prezzi di fornitura del combustibile ⁽³⁾

⁽³⁾ nel prezzo di fornitura dovrà essere distinta la quota variabile e del servizio di acquisto e vendita dalle imposte ed ogni altro corrispettivo addizionale.

Teleriscaldamento

Nel caso in cui la zona o l'edificio oggetto di audit sia parte di un impianto di teleriscaldamento, non vi saranno fatture per la fornitura di combustibile, ma andranno analizzati i documenti di ripartizione energetica e/o le convenzioni di fornitura di calore.

4.2 Caratterizzazione del sistema edificio-impianto

4.2.a Caratterizzazione dei componenti dell'involucro e della struttura edilizia

Ai fini della corretta caratterizzazione dell'involucro edilizio relativamente allo stato di fatto, dovranno essere rilevati, tramite misure e verifiche dirette, tutti i parametri dimensionali, geometrici e termo-fisici dei componenti opachi e trasparenti.

Per i componenti opachi si procederà a rilevare:

- a) tipologia costruttiva;
- b) spessore;
- c) stratigrafia e componenti costruttive
- d) ambiente confinante (esterno, locale non riscaldato, terrapieno, ecc.)
- e) finitura esterna
- f) finitura interna
- g) tipologia di struttura portante.

Per gli infissi si procederà a rilevare:

- a) tipologia di vetro
- b) tipologia di telaio
- c) tipologia dell'eventuale oscuramento esterno;
- d) dimensioni dell'eventuale cassonetto;
- e) dimensioni e tipologia del sottofinestra

Si procederà inoltre all'individuazione dei ponti termici più significativi, attraverso la definizione della tipologia e delle dimensioni.

Le indicazioni di cui sopra dovranno essere correlate in maniera univoca con gli elaborati grafici mediante rimandi a planimetrie, prospetti a sezioni qualora correlate ad interventi migliorativi proposti.

Per quanto riguarda le strutture disperdenti trasparenti, si adotteranno, se disponibili, informazioni specifiche sulla qualità dei singoli serramenti installati, applicando le norme vigenti e le leggi di riferimento. Dovranno altresì essere calcolate le trasmittanze degli elementi trasparenti (trasmittanza della vetrata U_{gl}) e del tipo di telaio (trasmittanza termica della telaio U_f), oltre che alla trasmittanza unitaria del serramento (U_w) secondo i metodi di calcolo previsti dalle norme UNI EN ISO 10077-1 e 14351.

La caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle caratteristiche termo-fisiche dell'involucro edilizio dovrà essere supportata con strumenti e metodi riconducibili alla diagnostica strumentale (rilevamento diretto) e/o al calcolo (rilevamento indiretto), come specificato di seguito.

Tra le principali tecniche diagnostiche strumentali si evidenziano:

- a) Termografia all'infrarosso;
- b) Termoflussimetria;
- c) Endoscopia.

In alternativa ai metodi strumentali di diagnosi energetica, note le caratteristiche fisiche e geometrico- costruttive relative ai componenti l'involucro edilizio, le caratteristiche termo-fisiche possono essere determinate con riferimento alle norme tecniche in tal senso:

Per la determinazione della trasmittanza termica delle componenti opache, in assenza di informazioni dettagliate sui profili stratigrafici si farà riferimento alla UNI/TR 11552:2014 "Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici".

Per la determinazione della trasmittanza termica degli elementi trasparenti (trasmittanza del vetro U_g) e dei telai (trasmittanza termica del telaio U_f), in modo da calcolare la trasmittanza complessiva del serramento (U_w) si farà riferimento ai metodi previsti dalle norme UNI EN ISO 10077-1 e 14351.

4.2.b Caratterizzazione degli impianti termici

L'attività di diagnosi energetica deve prendere in considerazione tutto il periodo di funzionamento degli impianti, ovvero il periodo effettivo di accensione; infatti, per valutazioni in condizioni effettive di utilizzo o basate sul rilievo dei consumi, il periodo di riferimento deve coincidere con il periodo di funzionamento reale dell'impianto.

In relazione ai dati storici si dovranno verificare eventuali significative variazioni intervenute nell'utilizzo degli impianti ed evidenziarle opportunamente nel rapporto di DE.

Il metodo di calcolo proposto dalle norme UNI TS 11300 prevede che l'analisi energetica dell'intero impianto – di climatizzazione o per produzione di acqua calda sanitaria (ACS) – venga scorporata nei suoi differenti sottosistemi: emissione, regolazione, distribuzione, accumulo, generazione.

La stessa logica è presente nelle schede di sintesi sviluppate e dovrà essere utilizzata per la rilevazione delle caratteristiche degli impianti. Anche la descrizione degli impianti nel rapporto di DE dovrà seguire la struttura per sottosistemi.

La procedura consente di determinare: rendimento, perdite e consumo energetico degli ausiliari di ogni sottosistema permettendo il controllo e la valutazione dell'impatto che ognuno di questi ha sulla prestazione energetica totale del sistema edificio-impianto.

La prima operazione pertanto per la diagnosi energetica degli impianti termici è quindi la schematizzazione della sua struttura, della sua interfaccia con le zone termiche dell'edificio e una suddivisione in sottosistemi più facilmente analizzabili.

La diagnosi energetica dell'impianto deve portare a due risultati principali:

- Il calcolo dei consumi energetici durante il funzionamento degli impianti (profilo di carico reale)
- Il calcolo dell'energia primaria corrispondente (Epi)

Ai fini della caratterizzazione dei sistemi impiantistici sotto il profilo dei rendimenti dei sottosistemi, dovranno essere rilevati i seguenti dati:

SOTTOSISTEMA DI EMISSIONE

- Tipologia, numero e potenza dei terminali per ogni zona termica
- Esponente n (curva di emissione)
- Potenza ausiliari elettrici

SOTTOSISTEMA DI REGOLAZIONE

- Tipologia di sistema di regolazione in ambiente (climatica, di zona, di locale)
- Tipo di regolatore in uso (on/off, proporzionale, PI, PID)

SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE

- Tipologia di fluido termovettore (aria, acqua)
- Caratteristiche tubazioni/canalizzazioni: diametro, materiale, coibentazione, lunghezza, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare
- Temperatura di mandata

- Potenza idraulica di progetto
- Lunghezza di tubazione posta rispettivamente in ambiente riscaldato e non riscaldato
- Potenza elettrica elettropompa/elettrocircolatore

SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO

- dimensioni, coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare
- Temperatura di accumulo

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

- Tipologia di generatore (a combustione, pompa di calore a compressione, pompa di calore ad assorbimento, gruppo frigorifero, centrale di trattamento aria).
- Configurazione di sistemi misti e multipli
- Tipo di combustibile
- Potenza ausiliari elettrici

In particolare per:

GENERATORI A COMBUSTIONE

- Tipologia (condensazione, modulante)
- Potenza utile a carico nominale
- Potenza al focolare a carico nominale
- Potenza a carico parziale
- Potenza minima
- Potenza ausiliari elettrici

POMPE DI CALORE

- Temperature sorgenti fredda e calda
- COP (o GUE) nominale e a carichi parziali

- Potenza ausiliari elettrici

CENTRALI TRATTAMENTO ARIA

- Potenza riscaldamento/raffrescamento nominale
- Potenza ausiliari elettrici
- Lunghezza e isolamento tubazioni generatore-CTA
- Caratteristiche tubazioni generatore caldo
- Caratteristiche gruppo frigorifero

GRUPPO FRIGORIFERO

- Valori di riferimento EER (o GUE)
- Potenza ausiliari elettrici

SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE ACS

- Caratteristiche tubazioni: diametro, materiale, coibentazione, lunghezza, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare

SOTTOSISTEMA DI ACCUMULO ACS

- Caratteristiche: dimensioni, coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE ACS

- Configurazione di sistemi misti e multipli

4.2.c Caratterizzazione degli impianti elettrici

Per la valutazione del fabbisogno e del consumo energetico per l'illuminazione è necessario individuare una serie d'informazioni concernenti le caratteristiche degli impianti, l'ubicazione dell'edificio e il contributo della luce diurna (daylight).

Si riporta di seguito l'elenco dei principali dati richiesti dalla metodologia di calcolo prevista dalla norma UNI EN 15193:2008:

- latitudine del sito;
- individuazione delle zone dell'edificio con accesso alla luce diurna e delle modalità di ricezione (facciate verticali, lucernari);
- parametri dimensionali dei locali interessati;
 - ostruzioni che riducono la luce incidente (lineari, sporgenze, cortili e atri, doppie facciate in vetratura);
- tipologia superfici trasparenti;
- livello di illuminamento mantenuto;
- caratteristiche dei sistemi di controllo del daylight;
- caratteristiche dei sistemi di controllo di presenza;
- caratteristiche dei sistemi di controllo ad illuminamento costante;
- tipologia degli impianti di illuminazione presenti (lampade, alimentatori, ecc.);
- potenza degli apparecchi di illuminazione;
- potenza installata per la carica degli apparecchi di emergenza;
 - potenze parassite (apparecchio illuminante, sistema di emergenza, sistemi di controllo);
- numero di ore in uso degli impianti di illuminazione;
- tempo di carica degli apparecchi di emergenza.

$$W = W_L + W_P$$

dove

W_L = energia necessaria a soddisfare il servizio di illuminazione richiesto;

W_P = energia (parassita) necessaria al funzionamento in condizioni di standby dei sistemi di controllo (con gli apparecchi di illuminazione spenti), e alla carica delle batterie degli apparecchi di illuminazione di emergenza.

I metodi di misura considerati sono di carattere generale e prevedono la possibilità di una misura diretta attraverso strumentazione dedicata oppure tramite l'utilizzo di sistemi di gestione dell'illuminazione (elaborazione dati specifici, misura dei consumi, ecc.).

I metodi possibili sono:

- Misure dirette;
- Contatori di energia o analizzatori di rete sui circuiti della distribuzione elettrica dedicati all'illuminazione;
- Wattmetri accoppiati o integrati alle centraline di illuminazione di un sistema di gestione dell'illuminazione.

Per le altre utenze elettriche alcuni dati si possono rilevare dal sopralluogo attraverso la lettura dei dati di targa, altri si possono rilevare con misurazioni strumentali e altri ancora prevedono la consultazione delle schede tecniche del fabbricante.

Nel caso di presenza di generatori di energia elettrica da fonti rinnovabili (ad esempio solare fotovoltaico, cogenerazione, ecc.) possono essere utilizzati i dati di produzione da misure dirette (contatori di produzione) o mediante stime di producibilità effettuate secondo i metodi di calcolo previsti dalle rispettive norme tecniche di settore o da database di validità riconosciuta (es. PV-GIS, ENEA...).

I dati di produzione a consuntivo possono essere recuperati attraverso le informazioni disponibili presso il G.S.E. nel caso si tratti di impianti incentivati.

4.3 Elaborazione, analisi dei dati e presentazione dei risultati

4.3.a Procedura di calcolo

Il calcolo dei consumi energetici è eseguito attraverso l'equazione di bilancio condotta per ogni sottosistema in cui è suddivisibile ciascuno dei diversi impianti a servizio dell'edificio oggetto di audit, secondo quanto indicato dalle norme UNI TS 11300.

La procedura di calcolo del bilancio energetico di un impianto è riassumibile nei seguenti passaggi, secondo i principi della UNI CEI/TR 11428:

- a) Creazione del diagramma a blocchi modulare rappresentativo dell'impianto e dei flussi energetici
- b) Determinazione del periodo di funzionamento dall'impianto per tutte le tipologie di servizio energetico (riscaldamento invernale, raffrescamento estivo, fornitura di ACS, illuminazione, utenze elettriche);
- c) Determinazione dei fabbisogni reali di energia per la climatizzazione invernale/estiva e il consumo di ACS delle diverse zone termiche; con questa operazione si ottiene il valore di energia che deve essere fornito dai diversi sottosistemi di emissione;
- d) Calcolo del bilancio energetico dei sottosistemi costituenti gli impianti termici e determinazione dei rispettivi rendimenti (UNI TS 11300:2);
- e) Calcolo del fabbisogno di energia primaria dell'impianto (UNI TS 11300:2,3,4).

Una volta verificata la possibilità di poter ottenere una diminuzione sostanziale dei fabbisogni energetici dell'edificio (ad esempio attraverso un confronto tra indicatori reali e benchmark di best practice di riferimento in relazione al contesto climatico, geografico e tipologico), si procede alla simulazione degli interventi, ipotizzandone la realizzazione a livello di involucro, di impianti termici, di impianto elettrico e di illuminazione, di impianti di produzione da fonti rinnovabili.

Sono da valutare non solo le singole azioni, ma anche possibili interventi integrati su più sistemi, in modo da evidenziare eventuali conflitti o sinergie tra diversi sistemi energetici e/o differenti vettori energetici, allo scopo di rispondere alle esigenze di diversificazione nell'approvvigionamento energetico dell'utenza.

Gli interventi di risparmio energetico dovranno essere valutati anche in funzione delle possibilità offerte dall'assetto normativo nazionale in materia di incentivi e/o agevolazioni fiscali vigenti al momento dell'effettuazione della diagnosi energetica (es. titoli di efficienza energetica, conto energia termico ecc.).

Nella relazione finale di diagnosi energetica saranno descritti soltanto i possibili interventi di riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica (incluso il rispetto dei vincoli paesaggistici, ambientali, architettonici, archeologici ...) ed economica.

La fattibilità economica degli interventi proposti dovrà essere valutata a partire dalla redazione di un computo metrico sommario delle opere da eseguire per conseguire le migliori performance energetiche utilizzando, come riferimento per l'elaborazione dei prezzi unitari e delle voci di computo, il Prezzario Regionale o altri Listini Ufficiali adottati dalla Regione Liguria; l'utilizzo di prezziari differenti dovrà essere opportunamente documentato così come la definizione di prezzi per voci non incluse in nessun prezzario.

Nell'analisi economica dovrà essere considerato esplicitamente il costo di manutenzione e gestione.

I principali indicatori economici d'investimento che è possibile utilizzare in queste valutazioni dovranno essere:

- VAN (valore attuale netto);
- IP (indice di profitto);
- TIR (tasso interno di rendimento) o IRR (internal rate of return);
- TRA (tempo di ritorno attualizzato);
- TR (tempo di ritorno semplice) o SP (simple payback time).

I tassi di interesse da utilizzare per le operazioni di attualizzazione e analisi economico – finanziaria verranno concordati con lo staff tecnico del Programma ELENA.

4.3.b Contenuti minimi del Rapporto di Diagnosi Energetica

Per ciascun edificio oggetto di audit dovrà essere presentato al Committente il relativo rapporto di DE, in forma di relazione tecnica con allegati; ogni fascicolo dovrà essere organizzato secondo la seguente struttura e contenuti minimi (con riferimento all'Annex J della norma UNI CEI EN 16247-2:2014):

Introduzione

1. Identificazione del complesso edilizio

2. Metodo di lavoro (informazioni su raccolta dati, strumentazione e misure effettuate, metodo di calcolo ecc.)

3. Riferimento e contatti auditor e personale coinvolto

4. Sintesi della diagnosi:

- Consumi attuali e indicatori di performance
- Principali interventi migliorativi individuati
- Tabella riassuntiva: baseline, scenari interventi, investimento e tempo di ritorno

Dati dell'edificio

1. Informazioni sul sito

2. Consumi energetici e costi storici per ciascun vettore e connessione alle reti gas naturale ed elettrica

3. Modalità e costi di gestione e manutenzione di edifici ed impianto

4. Indicatori di performance energetici ed ambientali

Audit edificio e impianti elettrici e meccanici

1. Descrizione e prestazioni energetiche e prestazioni energetiche dell'involucro edilizio

2. Descrizione e prestazioni energetiche e prestazioni impianto di riscaldamento/ climatizzazione invernale

3. Descrizione e prestazioni energetiche impianto produzione acqua calda sanitaria

4. Descrizione e prestazioni energetiche impianto di raffrescamento/climatizzazione estiva

5. Descrizione e prestazioni energetiche impianto di ventilazione

6. Descrizione e prestazioni energetiche impianto elettrico e principali utenze elettriche

7. Descrizione e prestazioni energetiche impianto illuminazione

8. Descrizione e prestazioni energetiche di impianti di produzione energia elettrica o cogenerazione

Descrizione interventi e azioni di miglioramento

1. Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo

2. Tariffe e prezzi vettori energetici utilizzati nell'analisi
3. Descrizione dei singoli interventi migliorativi e analisi economica
 - a. Involucro edilizio
 - b. Impianto riscaldamento
 - c. Impianto produzione acqua calda sanitaria
 - d. Impianto di ventilazione e climatizzazione estiva e. Impianto di illuminazione ed impianto elettrico
4. Scenari di investimento

Analisi di fattibilità impianti fotovoltaici

Per tutti gli edifici ricompresi nelle Tabelle "A", "B", "C" dell'Allegato 2 al Disciplinare di Gara e contrassegnati con "SI" nella colonna "Analisi fattibilità fotovoltaico", dovranno essere obbligatoriamente effettuate, nell'ambito delle relative diagnosi energetiche, valutazioni tecnico-economiche inerenti l'installazione di impianti fotovoltaici sulle coperture. In particolare l'analisi di fattibilità dovrà contenere, in aggiunta e a complemento di quanto già previsto per la valutazione tecnico-economica delle fonti rinnovabili di energia nel presente Disciplinare Tecnico, le seguenti informazioni:

1. Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico sulla base della potenza nominale massima installabile sulla base delle condizioni geometriche e costruttive delle coperture ovvero della potenza nominale minima per il soddisfacimento dei fabbisogni elettrici degli edifici considerati
2. Stima della producibilità media annua in termini di kWh elettrici
3. Layout di impianto in scala almeno 1:200 con evidenziata la disposizione dei moduli fotovoltaici sulle coperture degli edifici e collocazione dei principali componenti di impianto (inverter, quadri elettrici, cavidotti, ecc.)
4. Stima dei costi di investimento
5. Analisi costi-benefici e definizione degli indici economico-finanziari di investimento opportuni

Conclusioni

1. Riassunto degli indici di performance energetica

2. Riassunto degli scenari di investimento e dei principali risultati

3. Conclusioni e commenti

Nelle conclusioni dovranno essere sinteticamente rappresentati i seguenti elementi:

- lista delle raccomandazioni ed opportunità di risparmio energetico con la stima della loro fattibilità tecnico - economica,
- programma di attuazione delle raccomandazioni proposte;
- potenziali interazioni fra le raccomandazioni proposte;
- proposta di un piano di misure e verifiche per accertare i risparmi energetici conseguiti dopo l'implementazione delle raccomandazioni.

Report di benchmark

Dovrà infine essere elaborato un report di benchmark riassuntivo che riporta tutti gli indicatori di performance scelti per tutti gli edifici con confronto tabellare e relazione tecnica di commento. Analisi specifica dovrà essere dedicata al confronto degli edifici scolastici.

Specifiche per l'individuazione dei benchmark energetici e ambientali e degli indici di performance

Gli indici energetico-ambientali da utilizzare nella presentazione dovranno essere almeno i seguenti:

- EPI = indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale;
- EPacs = indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria
- EPGI = EPI+EPacs indice di prestazione globale.
- EPe, *invol* i = indice di fabbisogno annuo di energia termica per il raffrescamento estivo;
- EPe = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;
- EPill = indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale.
- CO_{2eq} = emissioni equivalenti di CO₂, calcolati secondo le tabelle IPCC, per ciascun vettore energetico, relativamente alla situazione di consumo reale e agli scenari di miglioramento energetico ipotizzati.

Gli indici dovranno essere calcolati sempre con riferimento all'energia primaria non rinnovabile e all'energia primaria totale così come definita dalla Raccomandazione CTI 14.

Gli indicatori di performance individuati dovranno essere espressi in duplice forma:

- Rispetto a condizioni standard di riferimento (calcolo in valutazione standard UNI EN ISO 13790);
- Rispetto ai consumi energetici reali con riferimento ai dati storici come media delle ultime 3 annualità qualora significativo.

Dovranno essere inoltre definiti indicatori di performance normalizzati rispetto alle condizioni climatiche e alla caratteristiche geometriche dell'edificio (es. nel caso delle prestazioni in riscaldamento, gradi giorno e volume riscaldato).

Per gli edifici scolastici in particolare si dovranno determinare i due seguenti indici, per la cui completa definizione si farà riferimento alle Linee Guida ENEA- FIRE "Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole" (scaricabili al link http://www.fire-italia.it/eell/scuole/guida_scuole.pdf).

L'indicatore introdotto dalla Guida ENEA-FIRE si basa sui consumi di energia primaria per gas naturale normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Fattore di forma dell'edificio, rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato S/V (fattore F_e)
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore F_h)
- Gradi Giorno della Stagione di riscaldamento (ottenuto dai dati climatici, si veda il relativo paragrafo)
- Volume riscaldato

$$IEN_R = \frac{\text{Energia_primaria_nonrinnov} \cdot F_e \cdot F_h}{GG \cdot V_{risc}}$$

La formula definita è sotto riportata:

L'energia primaria non rinnovabile è la somma dell'energia primaria non rinnovabile così come definita dalla raccomandazione CTI 14. L'indicatore di performance energetico definito dalla Guida

ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica è un semplice indicatore normalizzato sui seguenti fattori:

- superficie lorda ai piani dell'edificio A_p
- fattore F_h relativo all'orario di occupazione, così come descritto nel paragrafo su IENE

La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$IEN_E = \frac{Consumo_{energiael} \cdot F_h}{A_p}$$

Dovranno inoltre essere definiti anche indicatori economici con la determinazione dei prezzi dei vettori energetici e del loro andamento storico.

4.3.c Allegati al rapporto di DE

Gli allegati rappresentano parte integrante e sostanziale del Report di Diagnosi Energetica e saranno costituiti da:

- a) elaborati grafici e documentazione fotografica relativi alla contestualizzazione geografica, climatica, urbana e di progetto (a titolo non esaustivo ed esemplificativo: mappe catastali, fotografie, ecc.);
- b) report di indagine termografica (qualora effettuata), redatto secondo quanto disposto dalla norma UNI 9252;
- c) report relativi ad altre prove diagnostiche strumentali (termoflussimetria, endoscopia, ecc);
- d) schede di rilievo ed acquisizione dati, predisposte secondo il format digitale fornito dal Committente, restituite compilate in ogni sezione, in formato cartaceo e su supporto di archiviazione digitale; all'auditor incaricato verranno fornite anche in formato XLS editabile.

Tali schede costituiscono allegato obbligatorio da presentare (debitamente compilate) insieme al Report di Diagnosi Energetica, sia in formato cartaceo sia in formato digitale XLS e PDF. Vengono inoltre allegati al presente Disciplinare Tecnico:

- e) cd-rom o altro supporto di archiviazione digitale contenente tutta la documentazione relativa al Rapporto di Diagnosi Energetica, in formato PDF con firma digitale certificata per gli elaborati documentali e formato dwg compatibile con i più diffusi software CAD.