

Tema di ricerca :“Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione , interazione condizionamento e illuminazione”

Rapporto Finale della Ricerca Settembre 2010



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi
edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso
terziario e abitativo e loro razionalizzazione interazione
condizionamento e illuminazione

Attività IEA della Task 40 “Net Zero Energy Buildings”

M. Cellura

ATTIVITÀ IEA DELLA TASK 40 "NET ZERO ENERGY BUILDINGS"

prof. ing. Marco Cellura

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Usi finali

Tema: Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione.

Interazione condizionamento e illuminazione

Responsabile Tema: Gaetano Fasano – ENEA

RAPPORTO TECNICO ENEA

Il presente Rapporto Tecnico è volto a descrivere dettagliatamente gli studi e le attività svolte in seno al progetto di ricerca dal titolo “Partecipazione alle attività della Task 40 “Net Zero Energy Buildings” dell’International Energy Agency”; tali attività si inseriscono nell’ambito del *Tema di ricerca 5.4.1.1/2: “Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione, interazione condizionamento e illuminazione”*.

In particolare i temi sviluppati nell’ambito del accordo di collaborazione stipulato tra l’ENEA ed il Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali (DREAM) dell’Università degli Studi di Palermo, si collocano nel contesto delle azioni volte a ridurre i consumi energetici e le emissioni climalteranti per la climatizzazione degli edifici, come ampiamente ed espressamente richiamato nel vasto corpus legislativo e nel processo di emanazione di normative tecniche di supporto a livello comunitario e di stati membri.

Obiettivi generali dell’attività

Gli obiettivi generali si collocano nell’ambito dell’individuazione di metodi e sistemi per la progettazione dei sistemi edificio-impianto ed energia netta zero, anche alla luce dei più recenti indirizzi europei di politica energetica degli edifici (Position of the Council at first reading with a view to the adoption of a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the Energy Performance of Buildings (Recast) - April 7th 2010) e degli obiettivi di risparmio energetico e limitazione delle emissioni di gas serra.

In particolare la ricerca è stata svolta all’interno di un organismo internazionale, l’International Energy Agency (IEA), che si occupa del più vasto tema dell’efficienza e del risparmio energetico nell’edilizia.

La ricerca si è strutturata su due filoni: il primo è quello degli approfondimenti metodologici sui “Net Zero Energy Buildings” (NZEB); il secondo è quello dello sviluppo e dell’analisi dei software di simulazione termo fisica degli edifici, ponendo in evidenza lacune e problemi che si riscontrano nel caso di applicazione dei suddetti software ai NZEB.

Le attività sono state svolte in seno alla Task 40, un programma dell’IEA riguardante lo studio dei NZEBs. La Task è suddivisa in tre Sub Tasks: la Sub Task A si occupa dell’individuazione di una definizione condivisa di Edificio ad Energia Netta Zero; la Sub Task B comprende tutte le attività necessarie ad analizzare le prestazioni dei diversi software di simulazione termofisica degli edifici per evidenziarne criticità e punti di forza; la Sub Task C si occupa della progettazione di NZEBs e della integrazione architettonica dei sistemi tecnologici innovativi all’interno di tali edifici.

E' stata inoltre posta l'attenzione sul contributo dell' "Embodied Energy" nel raggiungimento dell'obiettivo Energia Netta Zero, considerando nel calcolo del consumo energetico tutto il ciclo di vita dell'edificio e non solo la fase di utilizzo/gestione.

La ricerca si è svolta secondo quanto previsto dall'Allegato Tecnico all'Accordo di Collaborazione tra l'ENEA e il DREAM. Nel seguito vengono elencati gli aspetti della ricerca sin qui sviluppati.

Attività 1: Indagine sulle definizioni di NZEBs presenti in letteratura

E' stata condotta un'indagine sulle definizioni di NZEBs esistenti e sui progetti realizzati nelle Nazioni partecipanti al gruppo di lavoro. Questa ricognizione si è svolta mediante la compilazione di un questionario, compilato da tutti i membri del gruppo di lavoro; tale analisi ha permesso la selezione di alcuni edifici che sono stati scelti come casi studio ed introdotti nel database dei NZEBs. Il questionario è stato reso disponibile on line allo scopo di acquisire le informazioni sulle modalità di progettazione di NZEBs e sulle principali caratteristiche geometriche, termofisiche, impiantistiche degli edifici selezionati. I risultati dell'indagine hanno favorito il delinearsi di una definizione di NZEB che tenga in considerazione il bilancio energetico dell'edificio su base annuale in termini di energia primaria.

Attività 2: Elaborazione di una procedura di valutazione dei NZEBs sulla base delle definizioni evidenziate e preparazione di un report finale

Sulla base della definizione delineatasi dagli studi menzionati al punto precedente, sono state individuate delle procedure di valutazione dei NZEBs basate sulla individuazione di due tipologie di valori target: energetici ed economici.

Le procedure di valutazione si sono delineate mettendo in evidenza i punti comuni e le peculiarità dei diversi edifici che sono stati scelti come casi studio (sei edifici) e che sono espressione di diverse tipologie climatiche e di diversi criteri di progettazione. Gli edifici selezionati, inoltre, sono stati inseriti nel database di NZEBs presente sul sito ufficiale della Task 40.

Il lavoro svolto in questa fase è stato riportato in un report dal titolo : "A benchmark to evaluate capabilities of tools used to design Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings", cui hanno collaborato tutti i partecipanti al gruppo di ricerca internazionale.

Attività 3: Valutazione della situazione dei Net Zero Energy Buildings in Italia ed individuazione di circa dieci definizioni rilevanti e dieci progetti di cui uno italiano.

In seno al gruppo di ricerca internazionale è stata condotta una revisione della situazione attuale nelle nazioni partecipanti. Il gruppo di ricerca del DREAM ha individuato un edificio, costruito con l'obiettivo di essere una "Zero Emission Home" da utilizzare come caso studio. L'edificio è sito nella regione Marche, ad Angeli di Rosora (AN) ed è definito "Leaf House".

E' stata condotta una valutazione delle principali caratteristiche dell'edificio suddetto. Il gruppo di ricerca del DREAM ha redatto un report dal Titolo "The Italian Case Study: The Leaf House. From 1 to 6 bullet points of the framework for detailed NZEB case studies" in cui sono state messe in evidenza tutte le caratteristiche geometriche, termofisiche, impiantistiche della Leaf House. E' stata

inoltre inserita una descrizione del processo progettuale che è stato seguito, degli attori coinvolti, dei software utilizzati e degli obiettivi che sono stati tenuti in considerazione in fase progettuale. La Leaf House è dotata di un sistema di sensori che consente il monitoraggio dei consumi elettrici; si è così riscontrato che la Leaf House presenta un consumo energetico (in termini di energia elettrica) per il raffrescamento di 20 kWh/(m² anno) e un consumo energetico per il riscaldamento di 27 kWh/(m² anno).

In merito alla individuazione di dieci definizioni rilevanti, il gruppo di ricerca del DREAM ha inoltre contribuito alla individuazione di una definizione di Net Zero Energy Building che tenesse conto (nel calcolo del bilancio energetico) del contributo dell'energia incorporata nei materiali.

Attività 4: Valutazione della possibilità di simulare il comportamento termofisico di edifici massivi, tipici dell'edilizia storica, che possano rispecchiare la definizione di "Net Zero Energy Buildings", evidenziando i possibili problemi o le eventuali lacune delle simulazioni termo fisiche di tali edifici

I membri del gruppo di ricerca del DREAM hanno posto l'attenzione sugli edifici massivi, tipici dell'edilizia storica, evidenziando i possibili problemi o le eventuali lacune delle simulazioni termo fisiche di tali edifici.

Dall'analisi dei risultati dell'indagine anzidetta si è deciso di tenere in considerazione la notevole presenza di edifici storici in Italia che presentano le peculiarità degli edifici massivi, tipici dell'edilizia tradizionale mediterranea. Sono stati messi in evidenza i possibili problemi o le eventuali lacune delle simulazioni termo fisiche di tali edifici. In particolare è emersa la imprecisione dei risultati delle simulazioni di tali edifici ed è stata fatta presente questa criticità a tutti i partecipanti alla Task. Dall'analisi sopra menzionata è emerso un primo limite nelle simulazioni di tali tipi di edifici; si è quindi posta l'attenzione sulle simulazioni degli edifici scelti come casi studio (tutti edifici di nuova costruzione) ed è emersa la volontà di testare il software TRNSYS sul caso studio italiano: la Leaf House.

Attività 5: Dalla valutazione delle lacune e dei bisogni, proporre l'introduzione di miglioramenti negli strumenti di simulazione usati in fase progettuale, con particolare attenzione al TRNSYS.

Dalla valutazione delle lacune e dei bisogni, è stata proposta l'introduzione di miglioramenti negli strumenti di simulazione usati in fase progettuale; il gruppo di ricerca italiano si è occupato di studiare con particolare attenzione il software TRNSYS. Fino ad oggi sono stati messi in evidenza i punti di forza del software e sono state riscontrate alcune lacune, anche in relazione al fatto che il software non consente di ottenere degli output di carattere ambientale (ad es. emissioni di CO₂) o economici. La ricerca sta proseguendo con l'intento di ottimizzare l'uso del software in relazione alle particolari necessità dei NZEBs.

Attività 6: Valutazione del contributo dell'Energia incorporata nei materiali

Nella valutazione dei "Net Zero Energy Buildings" la ricerca è stata articolata tenendo in considerazione il contributo fornito dall' "Embodied Energy" attraverso la metodologia della LCA. Il gruppo di ricerca italiano ha posto l'attenzione sul contributo dato dall'energia incorporata nei materiali e sulla importanza dello studio dell'intero ciclo di vita dell'edificio piuttosto che della sola

fase di uso/gestione. Questa attività è ancora in fase di sviluppo, e si prevede di continuarla nelle attività future.

Attività 7: Stabilire un protocollo/benchmark per i casi studio al fine di valutare lacune negli strumenti di calcolo più diffusi ed analizzare casi studio iniziali impiegando gli strumenti selezionati in seno al gruppo di lavoro per valutare le lacune, i bisogni ed i problemi, ponendo l'attenzione sul conceptual design.

E' stato stabilito un protocollo/benchmark per sviluppare i casi studio, al fine di valutare lacune negli strumenti di calcolo più diffusi. I software analizzati sono stati RETScreen, PHPP, HOT 3000, TRNSYS ed Energy Plus. Al meeting di La Reunion è stata portata la griglia di valutazione dei diversi software ed è emerso come nelle fasi iniziali della progettazione possano essere utilizzati software semplificati, mentre nelle fasi di ottimizzazione del progetto e di scelta degli impianti è necessario l'uso di programmi dotati di elevata flessibilità e maggiore accuratezza quali ad esempio Energy Plus o TRNSYS.

I risultati di questa attività sono stati riassunti in un report dal titolo: *"Results of the qualitative benchmark: Assessment of building simulation tool capabilities for the design of Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings"*, elaborato in seno al gruppo di ricerca internazionale.

Attività 8: Valutazione della rispondenza del caso studio italiano ai requisiti richiesti per i NZEBs.

Nell'analisi del caso studio italiano si è voluta porre l'attenzione sulla rispondenza dell'edificio ai criteri che devono rispettare gli edifici Net Zero Energy. Nel calcolo del bilancio energetico è stata considerata tutta l'energia primaria prodotta mediante l'impianto fotovoltaico da 20 kW integrato nella copertura dell'edificio e tutta l'energia consumata, misurazioni che sono state rese possibili grazie al sistema di sensori presenti nell'edificio. Si è così riscontrato che il consumo energetico nel primo anno di monitoraggio, è stato superiore alla produzione per circa 12.000 kWh; questa differenza è stata presumibilmente causata sia dal comportamento degli occupanti sia dal notevole consumo elettrico del sistema di monitoraggio. La ricerca continuerà con l'obiettivo di ridurre questi consumi, ipotizzando scenari migliorativi e analizzando il comportamento del sistema edificio-impianto con il software TRNSYS.

Descrizione delle attività

Partecipazione a gruppi di lavoro internazionali

Descrizione delle attività e dei risultati ottenuti

Il Dipartimento ha partecipato ai lavori del gruppo di esperti IEA della Task 40 "Net Zero Energy Solar Buildings". Le attività finora realizzate hanno previsto la partecipazione a quattro meeting internazionali, il primo si è svolto a Lisbona dal 6 al 7 Ottobre 2008, il secondo a Montreal

(Canada) dal 6 all' 8 Maggio 2009, il terzo si è svolto a Wuppertal dal 5 al 7 Ottobre 2009 ed il quarto si è tenuto a La Reunion Island dal 4 al 6 Maggio 2010.

Durante i meeting sono state coordinate le attività di ricerca in itinere e sono stati decisi gli obiettivi da raggiungere in vista dei successivi incontri.

Durante il primo meeting di Lisbona sono state presentate le Nazioni partecipanti al gruppo di ricerca della Task 40, sono state identificate le organizzazioni interessate a dare un contributo in seno alla Task ed è stato creato un programma di lavoro per i meeting successivi.

Durante il meeting svoltosi a Montreal si è scelto il caso studio da analizzare.

In seguito al meeting di Montreal è stato stabilito l'impegno del gruppo DREAM in seno alle Sub Task A e B ed in particolare per le seguenti attività della Sub Task A è stato previsto il seguente impegno (in termini di mesi/uomo):

Sub Activities A 1:

- A 1.4 Redazione di un survey volto alla ricognizione di tutti i casi studio analizzati dai diversi gruppi di ricerca (impegno di 0.25 mesi/uomo). I risultati del survey sono stati riportati in un report interno dal titolo: *"A benchmarck to evaluate capabilities of tools used to design Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings"*.
- A 1.9 Valutazione del ruolo dell'energia incorporata nei materiali nel calcolo del bilancio energetico nullo mediante la procedura di LCA (0.25 mesi/uomo). E' stata posta l'attenzione sul contributo dell'energia incorporata nei materiali nel calcolo del bilancio energetico dell'edificio , si prevede di continuare questa attività in caso di stipula di un nuovo accordo di collaborazione.
- A 1.14 Preparazione del report finale delle definizioni individuate e condivise di NZEBs (1 mese/uomo). I componenti del gruppo di ricerca DREAM hanno collaborato alla redazione di un report dal titolo: *"A literature review on ZEB definitions."*

Sub Activities A 2

- A 2.1 Compilazione di un questionario di raccolta delle opzioni di progettazione che vengono tenute in considerazione quando si intende realizzare un NZEB con particolare attenzione agli accorgimenti introdotti per raggiungere l'obiettivo del bilancio energetico netto nullo (0.25 mesi/uomo). Questa attività è stata portata a termine in Settembre 2009 ed è stato preparato un report dal titolo: *"A benchmarck to evaluate capabilities of tools used to design Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings"*.
- A 2.4 Rivisitazione delle procedure di valutazione elaborate dal gruppo di ricerca internazionale preparazione di un report finale (1.25 mesi/uomo). Questa attività è stata svolta contemporaneamente a quella menzionata al punto precedente ed i risultati sono riportati nel report: *"A benchmarck to evaluate capabilities of tools used to design Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings"*.

Analogamente si è stabilito il seguente impegno per le attività da svolgere in seno alla Sub Task B:

Sub Activities B 1

- B 1.1 Analisi e valutazione dei programmi di incentivazione alla riduzione del consumo energetico in edilizia presenti in Italia (0.25 mesi/uomo).
- B 1.3 Simulazione dei casi studio con software semplificati per valutarne lacune, potenzialità e problemi (1 mesi/uomo).
- B 1.4 Analisi dell' edificio scelto come caso studio e valutazione delle caratteristiche termofisiche allo scopo di evidenziarne i punti di forza o le migliorie da apportare (1 mesi/uomo).
- B 1.5 Realizzazione di un report per informare i programmatori dei software di simulazione sulle migliorie da apportare per migliorarne le performance nella progettazione di NZEBs (1 mesi/uomo).

Sub Activities B 2

- B 2.2 Selezione dei software di simulazione disponibili in commercio per l'analisi del comportamento termofisico degli edifici.
- B 2.3 Proposta di ipotesi migliorative di tali software in relazione alle necessità riscontrate nella simulazione di NZEBs e realizzazione di un manuale utente che contenga delle informazioni utili ad agevolare il processo di progettazione.

Le attività del gruppo B sopra menzionate sono state svolte tra Settembre 2009 e Aprile 2010 e i risultati sono stati inseriti in un report dal titolo: *“Results of the qualitative benchmark: Assessment of building simulation tool capabilities for the desing of Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings”*.

Durante il meeting di Wuppertal è stato definito il protocollo in accordo al quale sviluppare i casi studio nei diversi contesti esaminati.

Al meeting svoltosi a La Reunion Island in Maggio è stato presentato un report realizzato dai partecipanti al gruppo di ricerca del DREAM dal titolo *“The Italian Case Study: The Leaf House. From 1 to 6 bullet points of the framework for detailed NZEB case studies”*.

Pubblicazioni

Sono stati inoltre redatti due articoli in vista del quarto meeting che si svolgerà a Graz il 26 ed il 27 Settembre 2010, tali articoli sono stati accettati dal comitato scientifico dell'Eurosun 2010 – International Conference on Solar Heating and Cooling and Buildings. I due articoli sono di seguito elencati:

- *Design, Optimization, and Modeling Issues of Net-Zero Energy Solar Buildings*, Andreas Athienitis, Paul Torcellini, Adam Hirsch, William O'Brien, Maurizio Cellura, Ralf Klein, Veronique Delisle, Shady Attia.

- *The Evaluation of Energy Performances of a Net Zero Energy Building: an Italian Case Study*, Maurizio Cellura, Lucia Campanella, Giuseppina Ciulla, Mario Fontana, Valerio Lo Brano and Davide Nardi Cesarini, Maddalena Spallacci.

Reports

- *“The Italian Case Study: The Leaf House. From 1 to 6 bullet points of the framework for detailed NZEB case studies”*, Lucia Campanella, Maurizio Cellura, Giuseppina Ciulla, Mario Fontana, Davide Nardi Cesarini, Maddalena Spallacci.
- *“A benchmark to evaluate capabilities of tools used to design Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings”*, Athienitis A.K., Bourdoukan P., Cellura M., Delisle V., Klein R., O’ Brein W.
- *“Results of the qualitative benchmark: Assessment of building simulation tool capabilities for the design of Low Energy Buildings and/or Net Zero Energy Solar Buildings”*, Delisle V.
- *“A literature review on ZEB definitions.”*, Marszal A., Heiselberg P.