



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



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Relazione sulle attività del task 38 solar air-conditioning and  
refrigeration del "Solar Heating and Cooling" programme - Agenzia  
Internazionale dell'Energia (AIE)

*Mario Motta*



RELAZIONE SULLE ATTIVITÀ DEL TASK 38 SOLAR AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATION  
DEL "SOLAR HEATING AND COOLING" PROGRAMME - AGENZIA INTERNAZIONALE  
DELL'ENERGIA (AIE)

Mario Motta (Dipartimento di Energia - Politecnico di Milano)

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Usi Finali

Tema: Sistemi di climatizzazione estiva ed invernale assistita da fonti rinnovabili

Responsabile Tema: Nicolandrea Calabrese, ENEA



**RELAZIONE SULLE ATTIVITÀ DEL *TASK 38 SOLAR AIR-  
CONDITIONING AND REFRIGERATION* DEL “SOLAR  
HEATING AND COOLING” PROGRAMME - AGENZIA  
INTERNAZIONALE DELL'ENERGIA (AIE)**

Operating Agent del Task38:

Hans-Martin Henning del *Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme*, Heidenhofstr.2, 79110 Friburgo,  
Germania

Paesi partecipanti dal Task38:

Australia, Austria, Canada, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Messico, Portogallo, Spagna e Svizzera.

Persone responsabili della direzione dei Subtask del TASK 38:

Subtask A: Dagmar Jähniq (AEE INTEC, Austria)

Subtask B: Wolfram Sparber (EURAC research, Italia)

Subtask C: Etienne Wurtz (INES, Francia)

Subtask D: Mario Motta (Politecnico di Milano, Italia)

Prodotto dal Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano, Milano, Italia

## **PREFAZIONE**

### ***Agenzia internazionale dell'energia***

L'Agenzia internazionale dell'energia (AIE) è un'organizzazione internazionale intergovernativa fondata dall'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OECD) nel 1974 per stabilire un programma di energia internazionale. Uno degli obiettivi di base dell' IEA è il promuovere la cooperazione tra i 24 paesi partecipanti dall'IEA ed incrementare la sicurezza energetica per via della conservazione, lo sviluppo delle energie alternative e la ricerca energetica, lo sviluppo e la dimostrazione.

### ***Task38***

L'obiettivo principale del Task38 è la implementazione di misure per la introduzione accelerata nel mercato di sistemi di raffreddamento e condizionamento dell'aria elio-assistiti, puntando sul miglioramento dei componenti e dei "concept" di sistema. L'introduzione nel mercato va supportata attraverso le seguenti attività:

- attività di sviluppo e test di sistemi di condizionamento dell'aria per i settori residenziale e terziario;
- sviluppo di sistemi chiavi in mano per impianti di piccola e media taglia e sviluppo di schemi ottimizzati e standardizzati per sistemi su misura;
- relazioni sulle esperienze con nuovi impianti pilota e dimostrativi e sulla procedura di collaudo e di valutazione delle prestazioni;
- redazione di documenti a supporto della progettazione, installazione e collaudo di impianti solari di condizionamento dell'aria;
- analisi di concetti innovativi e tecnologie prestando particolare attenzione ai principi termodinamici e alla ricerca bibliografica;
- confronto tra i risultati degli strumenti di simulazione disponibili e loro applicabilità nella pianificazione e nell'analisi di sistemi;
- attività di *market transfer*, le quali includono lettere informative, work-shop, materiali di esercitazione, e la seconda edizione del manuale *Handbook for Solar Cooling for Planners*.

Per raggiungere questi obiettivi, il Task38 svolge la sua ricerca e sviluppo secondo i seguenti Subtask:

- Subtask A: Sistemi compatti per applicazioni residenziali e piccolo terziario
- Subtask B: Sistemi progettati su misura per applicazioni di grandi dimensioni non-residenziali e industriali
- Subtask C: Analisi fondamentali e di modellazione
- Subtask D: Attività di sensibilizzazione degli operatori del mercato (produttori, progettisti, installatori)

Ogni Subtask è formato da vari *work package* con dei punti di interesse e dei risultati specifici.

La durata del progetto è di 4 anni, con data d'inizio l'1 settembre 2006 e fine il 31 agosto 2010.

Il Task38 è una iniziativa internazionale condotta da 51 organizzazioni in 11 paesi:

Australia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CSIRO Division of Energy Technology</li> <li>• University of South Australia, Division of Information Technology, Engineering and the Environment</li> <li>• ClimateManagers</li> <li>• Energy Conservation Systems</li> </ul>
Austria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AEE INTEC, AEE - Institute for Sustainable Technologies</li> <li>• Arsenal Research, Business Field Sustainable Energy Systems</li> <li>• ASIC- Austria Solar Innovation Center</li> <li>• S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design m.b.H.</li> <li>• Institute of Thermal Engineering, Graz University of Technology</li> </ul>
Canada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Queens University - Department of Mechanical and Material Engineering</li> </ul>
Danimarca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ellehauge &amp; Kildemoes</li> <li>• Danish Technological Institute, Refrigeration and Heat Pump Technology</li> <li>• AC-Sun</li> <li>• PlanEnergi</li> </ul>
Francia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INES - Université de Savoie</li> <li>• EDF R&amp;D, Department EnerBat</li> <li>• TECSOL SA.</li> <li>• LEPTAB - University of La Rochelle</li> <li>• CETHIL - UCBL/INSA Lyon/CNRS</li> </ul>
Germania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme</li> <li>• Technische Universität Berlin, Institut für Energietechnik</li> <li>• Solarnext AG</li> <li>• Institute of Thermal Engineering, University of Kassel</li> <li>• ZAE Bayern</li> <li>• Fraunhofer Umsicht</li> <li>• ILK Dresden GmbH</li> <li>• Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW)</li> </ul>
Italia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politecnico di Milano - Dip. Energia</li> <li>• Ambiente Italia srl</li> <li>• EURAC Research - European Academy Bolzano</li> <li>• University of Palermo</li> <li>• OLYMP ITALIA SRL</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politecnico di Milano - Dept. Building Environment Sciences &amp; Technology (BEST)</li> <li>• Università di Catania - Dipartimento di Ingegneria Industriale e Meccanica (DIIM)</li> <li>• AMG Energia SpA</li> <li>• Università di Firenze (CREAR)</li> <li>• University of Rome La Sapienza - Dipartimento di Meccanica e aeronautica</li> </ul>
Messico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIE-UNAM (Centro de Investigacion en Energia - Universidad Nacional Autonoma de Mexico)</li> </ul>
Portogallo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DER/INETI</li> </ul>
Spagna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundación CARTIF - Energy Division, Renewable Energies Area</li> <li>• AIGUASOL ENGINYERIA - Sistemes Avançats d'Energia Solar Tèrmica SCCL</li> <li>• Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC)</li> <li>• Universidad Miguel Hernández - Área de Máquinas y Motores Térmicos</li> <li>• Universidad Carlos III de Madrid - Dpto. de Ingeniería Térmica y de Fluidos</li> <li>• I KERLAN - Centro de investigation tecnològicas</li> <li>• Centro Tecnológico Tekniker - Renewable Energy Unit</li> <li>• CIEMAT - Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación</li> <li>• INTA</li> <li>• Acciona Infraestructuras - Departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación</li> </ul>
Svizzera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HEIG-VD - School of Business and Engineering - Laboratory of Solar Energetics and Building Physics (LESBAT)</li> <li>• Institut für Solartechnik SPF - Hochschule für Technik Rapperswil HSR</li> </ul>

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>I SUBTASK. DESCRIZIONE E I WORK PACKAGE .....</b>	<b>1</b>
2.1	SUBTASK A: SISTEMI COMPATTI PER APPLICAZIONI RESIDENZIALI E PICCOLO TERZIARIO .....	1
2.2	SUBTASK B: SISTEMI PROGETTATI SU MISURA PER APPLICAZIONI DI GRANDI DIMENSIONI NON-RESIDENZIALI E INDUSTRIALI.....	2
2.3	SUBTASK C: ANALISI FONDAMENTALI E DI MODELLAZIONE .....	3
2.4	SUBTASK D: ATTIVITÀ DI MARKET TRANSFER .....	4
<b>3</b>	<b>RISULTATI PRELIMINARI E ULTERIORI LAVORI .....</b>	<b>4</b>
3.1	SUBTASK A .....	5
3.2	SUBTASK B.....	6
3.3	SUBTASK C.....	7
3.4	SUBTASK D .....	8



## 1 INTRODUZIONE

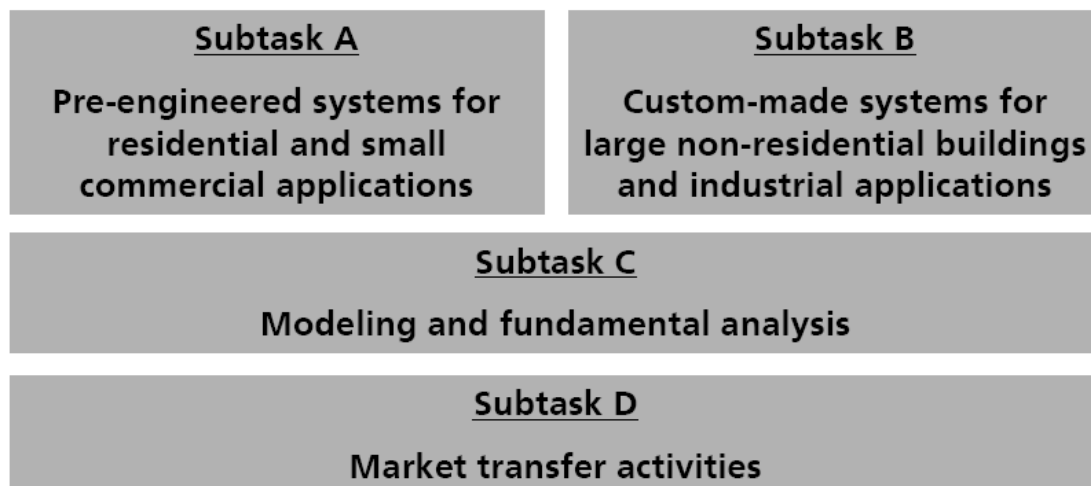
L'ambito del Task 38 si colloca nel settore delle tecnologie per la produzione di acqua fredda o di aria condizionata alimentate termicamente attraverso calore solare, cioè, sono oggetto del Task i componenti che trasformano la radiazione solare che arriva al collettore in acqua fredda e/o aria condizionata fornita all'applicazione.

Nonostante il sistema di distribuzione sia un elemento chiave, l'edificio e la interazione dello stesso con l'impianto non è l'argomento principale del Task38; tuttavia, questa è trattata là dove necessario. In particolare, per impianti di piccola taglia, che possono fare uso dei collettori solari come unica fonte unica di calore, il sistema complessivo edificio impianto è esaminato in modo da ottimizzarne il rendimento complessivo del sistema. Il Task comprende anche il raffreddamento solare per applicazioni diverse da quelle che riguardano la climatizzazione dell'aria, cioè, per processi industriali e altre applicazioni (ad esempio, conservazione di alimenti).

Il 7° e 8° meeting di esperti del task si sono tenuti rispettivamente a Palermo (Settembre 2009) e Aarhus (Aprile 2010) e hanno coinvolto fino a circa un centinaio di esperti.

## 2 I SUBTASK. DESCRIZIONE E I WORK PACKAGE

I *Subtask* includono attività denominate verticali ed orizzontali, come mostrato nello schema seguente:



Una visione più dettagliata di ogni *Subtask* e dei vari *work package* compresi in ognuno di essi, è descritta nei seguenti sottocapitoli.

### ***2.1 Subtask A: Sistemi compatti per applicazioni residenziali e piccolo terziario***

Paese leader del Subtask: Austria

Leader del Subtask: Dagmar Jähnig, AEE INTEC

Il lavoro del Subtask A comprende i seguenti work package (WP). Le persone/istituzioni responsabili sono indicati tra parentesi:

- A1 Market overview
- A2 Raccolta di schemi di sistemi selezionati (sistemi generici) (ZAE)
- A3 Relazione tecnica sulle attività impostate sperimentali e di monitoraggio (AEE INTEC)
- A4 Raccolta di proposte sulle procedure di valutazione di sistemi (AEE INTEC, CIEMAT)
- A5 Linee guida di installazione e manutenzione per sistemi compatti (ancora non definite)

I prodotti del sub task realizzati fino alla fine di Aprile 2010 sono (in parentesi le istituzioni responsabili in seguito al titolo di ogni rapporto):

- Rapporto sullo stato dell'arte delle macchine di raffreddamento e smaltimento del calore di idonea capacità disponibili sul mercato, comprensivo di standard per il confronto tra diverse tecnologie (ISE).
- Una visione d'insieme sui sistemi "combi" disponibili sul mercato (AEE INTEC) e dei serbatoi di freddo (Fraunhofer UMSICHT).
- Una visione d'insieme sui sistemi convenzionali tipici in ogni paese partecipante (Queen's university).

## ***2.2 Subtask B: Sistemi progettati su misura per applicazioni di grandi dimensioni non-residenziali e industriali***

Paese leader del Subtask: Italia

Leader del Subtask: Wolfram Sparber, EURAC

I lavori del Subtask B comprendono i work package descritti in seguito (le persone/istituzioni responsabili sono indicati tra parentesi):

- B1 Visione d'insieme del mercato (Università di Palermo, DREAM: Marco Beccali)
- B2 Progettazione e controllo di sistemi (arsenal research: Tim Selke)
- B3 Procedura per la valutazione dei risultati di monitoraggio (Eurac research, Wolfram Sparber)
- B4 Metodo di pre-progettazione (tecsol, Daniel Mugnier)
- B5 Linee guida per l'installazione (ILK Dresden, Uwe Franzke)
- B6 Linee guida per i capitolati di appalto (checklists) (TU Berlin, Jan Albers)

Una versione aggiornata dell'indagine sui sistemi di raffreddamento solari progettati su misura e sui sistemi di piccola taglia (pre-ingegnerizzati) ha rivelato che attualmente esistono circa 254 impianti in Europa e si stima 350-400 in tutto il mondo; di cui 13 Asia, 4 America, 3 Australia, 2 Africa.

I sistemi progettati su misura (LS) sono per: 71% ad assorbimento, 13% adsorbimento, 16%, desiccant cooling - DEC“ (solid 14%). Per i sistemi pre-ingegnerizzati (SS): 90% ad assorbimento, 10% adsorbimento. La media della superficie captante per capacità frigorifera installata è di 3,3 m<sup>2</sup>/kWfr (4,18 per SS e 2 m<sup>2</sup>/kWfr LS), 10 m<sup>2</sup> per 1000 m<sup>3</sup>/h per sistemi DEC. La vasta maggioranza di questi sistemi è impiegata per il condizionamento dell'aria, solo due impianti sono usati nella refrigerazione industriale.

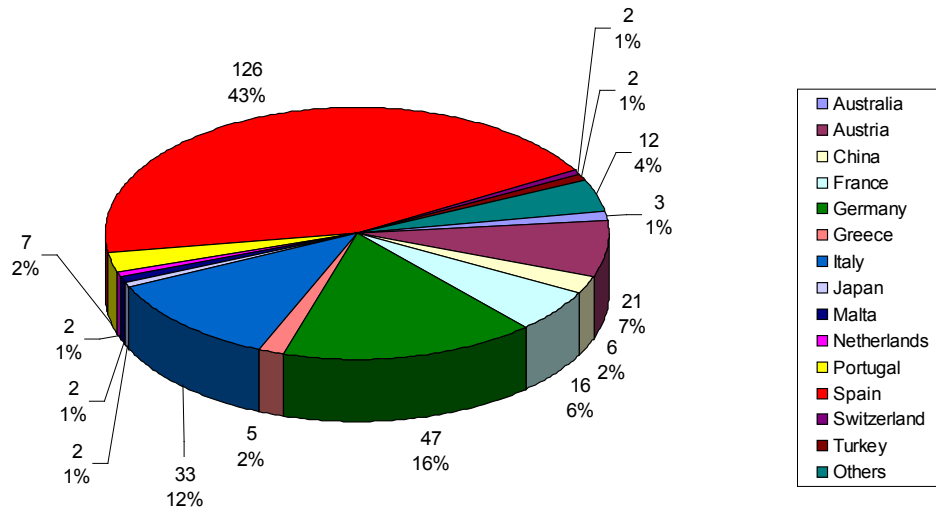


Figura 1. Distribuzione dei sistemi di raffreddamento solare per usi.

### 2.3 Subtask C: Analisi fondamentali e di modellazione

Paese leader del Subtask: Francia

Leader del Subtask: Etienne Wurtz, INES

Questo Task è organizzato in 5 work package ed per ogni sottogruppo ci sono due relatori. La situazione attuale è:

- C1 Stato dell'arte: Lucio Mesquita (Queen's university) assistito da Michael Krause (Kassel Univesität)
- C2 Simulazioni: Edo Wiemken (Fraunhofer ISE) assistito da Paul Bourdoukan (INES)
- C3 Analisi termodinamica: Luigi Marletta (università ci Catania) assistito da Nolwenn Le Pierres (INES)
- C4 Criterio di rendimento: Maria-Jose Jimenez e Jose Antonio Ferrer (CIEMAT) assistiti da Maurizio De Lucia
- C5 Rigetto di calore: Harald Moser (IWT, Technische Universität Graz) assistito da Lars Reinholdt

Da alcuni risultati di simulazione discendono le seguenti conclusioni per i diversi sistemi ad aria condizionata :

Per sistemi ad acqua fredda:

- I chiller a singolo effetto a LiBr/H<sub>2</sub>O richiedono un minor investimento in collettori solari rispetto agli altri sistemi.
- I chiller a doppio effetto a LiBr/ H<sub>2</sub>O hanno efficienza maggiore ma richiedono costi eccessivi per i collettori solari, se l'applicazione è la climatizzazione estiva (convenzionale).
- I chiller a metà effetto a LiBr/ H<sub>2</sub>O non possono competere coi chiller a singolo effetto a LiBr/ H<sub>2</sub>O sia in termini di costi iniziali sin in termini di costi operativi.
- I chiller a NH<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>O alimentato da collettori solari a concentrazione sono l'unica soluzione sensata per la refrigerazione industriale a temperature che approssimano o superano 0°C.

Per i sistema ad aria fredda:

- I chiller a metà effetto a LiBr/ H<sub>2</sub>O richiedono un minor investimento in collettori solari.
- I chiller tipo GAX a NH<sub>3</sub>/ H<sub>2</sub>O possono produrre in modo efficiente se accoppiati a collettori solari per media temperatura, dai costi maggiori.

## **2.4 Subtask D: Attività di Market transfer**

Paese leader del Subtask: Italia

Leader del Subtask: Mario Motta, POLIMI

I lavori del Subtask D sono di seguito elencati:

- D1 Metodologia di misura del rendimento (ISE)
- D2 Certificazione e standard - Da definire (Università di Firenze)
- D3 Analisi del ciclo di vita - DREAM (Uni Palermo) e Uni Catania
- D4 Seconda edizione del Manuale (POLIMI, ISE)
- D5.1 Rapporto sulle Policy (ISE, Polimi, ECN)
- D5.2 Materiale di training (Ambiente Italia)
- D5.3 Workshop per le Industrie (All participants)
- D5.4 E-newsletter ( ISE, All participants)

## **3 RISULTATI PRELIMINARI E ULTERIORI LAVORI**

Questo capitolo è un sommario dei risultati raggiunti fino all'ultima riunione di esperti (*expert meeting*), tenutasi a Aarhus nell'Aprile 2010. I risultati corrispondenti nello specifico ad ognuno dei quattro Subtask sono descritti nei seguenti sottocapitoli. La versione più estesa e ufficiale di questo documento è stata presentata ed approvata dalla commissione esecutiva del programma e si trova negli Allegati 1 e 2.

### 3.1 Subtask A

I risultati più notevoli raggiunti dal Subtask A fino ad oggi sono i seguenti:

- Il monitoraggio di 20 installazioni di sistemi di raffreddamento solare di piccola taglia è quasi terminato. Le misure saranno registrate anche per l'estate 2010, dando la possibilità a chi gestisce gli impianti di beneficiare dei risultati della stagione di condizionamento precedente per effettuare migliorie ai sistemi.
- I primi risultati del monitoraggio della stagione estiva 2009 sono stati presentati alla riunione degli esperti.
- E' stata migliorata la procedura del monitoraggio congiunta con il Subtask B. Si è arrivati alla 5.11 che include la possibilità di monitorare tutti i sistemi oggetto di studio.
- Sono stati presentati i primi risultati della procedura di valutazione a 3 livelli per il monitoraggio in campo di prove in cooperazione col Subtask B e la definizione di uno schema di riferimento per la valutazione del risparmio energetico conseguibile
- Il gruppo di lavoro "Linee guida di installazione e manutenzione per sistemi compatti" ha prodotto il rapporto che è stato presentato dal Subtask leader.

Gli ulteriori lavori sviluppati all'interno del Subtask A sono elencati nel seguito, in corrispondenza ad ognuno dei work package del Task:

#### WP A1: Visione d'insieme del mercato (Market Overview)

Visione d'insieme del mercato comprendente componenti esistenti e in fase di sviluppo adatti a sistemi combinati per la produzione di acqua calda e fredda con potenze di freddo < 20 kW. Il rapporto finale è stato completato e consegnato alla commissione esecutiva del programma (ExCo). Il rapporto include i seguenti argomenti: macchine frigorifere alimentate ad energia termica, tecnologie di smaltimento dell'energia termica in ambiente (condensatori), serbatoi freddi e sistemi solari combinati.

#### WP A2: Sistemi generici

Questo work package riguarda l'individuazione delle varie soluzioni tecniche che sono alla base di un generico sistema di raffrescamento solare, tra cui : sottosistema di alimentazione del calore, sistema di smaltimento del calore, sistema di produzione del freddo e circuiti idraulica.

Nel rapporto un nuovo sistema modulare per disegnare schemi di impianto di sistemi di solar cooling (*Generic System Schemes*) è presentato unitamente ad alcuni esempi di applicazione. Il rapporto finale è stato completato e consegnato alla ExCo.

#### WP A3: Monitoraggio

Le attività di monitoraggio stanno proseguendo e la lista di sistemi monitorati è stata aggiornata. In tutto sono 12 i sistemi in funzione monitorati i cui dati sono stati immessi nel "Task 38 – Monitoring Excel Tool".

Un modello per riportare in modo condiviso le valutazioni sui risultati di monitoraggio è stato sviluppato in collaborazione con il Subtask B. Per quanto riguarda la procedura di valutazione a 3 livelli, questa è stata concordata e un foglio Excel (reso applicabile anche alle soluzioni di tipo DEC) è stato fornito a tutti i partner partecipanti. Il rapporto include il modello e una descrizione breve degli impianti monitorati.

#### WP A4: Procedure di valutazione

Il lavoro di questo Subtask va unito alle attività di monitoraggio del WP 3, a causa di una comunanza degli argomenti. Il calcolo della frazione solare si baserà sulla procedura del Task 32. Ulteriori procedure teoriche (simulazioni) verranno svolte nell'ambito del Subtask C3.

#### WP A5: Installazione e linee guida per la manutenzione

Le precedenti esperienze sono state riassunte in forma di linee guida per la installazione e la manutenzione. Si sta elaborando un documento di lavoro che tratterà i seguenti argomenti: definizione di un sistema compatto, analisi degli oneri di manutenzione a carico dell'utente finale e procedure di controllo necessarie per assicurare il funzionamento appropriato degli impianti. I risultati verranno usati per dare un contributo all'handbook. E' stata redatta una lista di installazioni di piccola capacità che include più di 150 impianti. Sulla base del questionario sviluppato (vedi allegato 3), sono state realizzate 16 interviste con utenti finali e operatori in 6 paesi. Questa attività è ancora in corso.

## **3.2 Subtask B**

I risultati più notevoli raggiunti dal Subtask B fino ad oggi sono i seguenti:

#### WP B1: Visione d'insieme del mercato

Il rapporto finale è stato completato e consegnato alla commissione esecutiva del programma (ExCo). Partendo dal quadro generale di tutti i sistemi di solar heating & cooling installati a livello mondiale, si è discusso con maggiore dettaglio relativamente agli schemi idraulici di 20 specifici impianti. I risultati sono stati riportati in una pubblicazione per Eurosun 2010, e le informazioni principali sono state ulteriormente elaborate per essere incluse nel capitolo 11 dell'Handbook.

#### WP B2: Selezione e progettazione del sistema di controllo

Si è deciso di concentrare il lavoro sulle questioni relative al controllo dei sistemi SAC, che sono state analizzate e discusse sulla base di sistemi installati e informazioni fornite dai partecipanti al Task 38. Il rapporto finale è stato completato e consegnato alla commissione esecutiva del programma (ExCo), il relativo paragrafo dell'Handbook è in fase di elaborazione. Inoltre è stata preparata una pubblicazione per Eurosun 2010

#### WP B3: Monitoraggio di progetti dimostrativi e proposta di procedure di valutazione

La versione 5.8 della procedura di monitoraggio, che include significative modifiche nei calcoli relativi ai sistemi DEC, è stata inviata ai partecipanti al Task 38. Un documento esplicativo della procedura che

presenti gli impianti monitorati è in fase di elaborazione, i dati di 10 impianti e un report saranno disponibili per l'autunno 2010, i risultati principali saranno riportati in un paragrafo del capitolo 11 dell'handbook.

#### WP B4: Metodo per la pre-progettazione di progetti di successo

E' stato elaborato un metodo di pre-progettazione del tipo "checklist", basato su una serie di domande con risposte multiple predefinite. La checklist è stata sviluppata sotto forma di file excel, e considera aspetti tecnici, economici e organizzativi.

Parallelamente è stato sviluppato un tool di pre-progettazione, di cui una prima versione è stata distribuita ai membri del relativo gruppo di lavoro.

Un breve report e la versione finale della checklist sono stati distribuiti e saranno parte dell'Annex dell'Handbook.

#### WP B5 + B6: Linee guida per la installazione, la valutazione e la redazione di capitolati di appalto

Una lista dettagliata di attività di collaudo, che considera le differenti aree di un sistema SHC, è stata elaborata sotto forma di documento excel. E' stato completato un report esplicativo sul processo del collaudo, che sarà incluso con la lista nell'annex dell'Handbook.

### **3.3 Subtask C**

I risultati più rilevanti raggiunti dal Subtask C fino ad oggi sono qui di seguito elencati.

#### WP C1: Stato dell'arte – Indagine sui nuovi sviluppi nell'ambito del raffreddamento solare

Il report finale, comprendente le seguenti tecnologie, è stato completato:

- Processi liquidi di ad-assorbimento a ciclo chiuso (ammoniaca-acqua, LiBr- acqua)
- Processi solidi di ad-assorbimento a ciclo chiuso (silica gel – water, zeolite – water, salt – water)
- Tecnologia dei dessiccanti liquidi
- Tecnologia dei dessiccanti solidi
- Tecnologia Steam jet

#### WP C2: Strumenti di Simulazione

Diversi lavori sono stati sviluppati per la modellazione di tecnologie DEC solide e liquide attraverso strumenti software TRNSYS, Insel, Spark e Mathcad. Il Politecnico di Milano ha partecipato a questa attività effettuando simulazioni in Trnsys relativamente ai "solar driven desiccant systems".

I seguenti report sono stati completati:

- *Description of simulation tools used in solar cooling - New developments in simulation tools and models and their validation (Solid desiccant cooling, Absorption chiller)*
- *Benchmarks for comparison of system simulation tools – Absorption chiller simulation Comparison*

WP C3: Analisi termodinamica / Exergetica

I vari report intermedi sui seguenti argomenti sono stati inclusi nel report finale, la cui approvazione definitiva è prevista per la fine dell'estate 2010:

- Exergia nel contesto del solar cooling
- Analisi energetica dei sistemi DEC
- Analisi entropica dei sistemi DEC
- Analisi energetica di due tipi di refrigeratori ad assorbimento acqua/ammoniaca
- Analisi exergetica del ciclo DEC tipo "ECOS"
- Exergia della radiazione solare
- Analisi entropica dei collettori solari
- Considerazioni circa la temperatura esterna nelle analisi energetiche

WP C4: Valutazione del rendimento/Criteri di rendimento

Nell'ambito della procedura di monitoraggio unificata, era stata formulata una proposta sul metodo FSC applicato al raffreddamento solare. Tale metodologia è stata applicata con successo nella procedura di monitoraggio dei sub task A e B.

WP C5: Smaltimento di calore

Diversi report e risultati intermedi sono stati preparati ad oggi e verranno inclusi nel report finale "*Heat Rejection Technologies*". I risultati raggiunti ad oggi sono:

- Raccolta e analisi delle differenti configurazioni possibili per i sistemi di raffreddamento
- Report sul rispetto delle norme igieniche nelle torri di raffreddamento di piccola taglia
- Report su pre-raffreddamento adiabatico nelle torri di raffreddamento di tipo "dry"
- Test degli scambiatori interrati di tipo orizzontale

### **3.4 Subtask D**

I risultati più rilevanti raggiunti dal Subtask D fino ad oggi sono i seguenti:

- Relazione sulla metodologia LCA (analisi del ciclo di vita) e un foglio per la raccolta dei dati.
- Bozza finale della prima parte del "*New handbook of solar cooling*".
- Versione finale della prima e-newsletter completata e tradotta in 5 lingue

Le attività del subtask D sono coordinate dal Politecnico di Milano e le presentazioni ai vari Expert Meeting sono riportate nel CD allegato.

I lavori futuri del Subtask D corrispondenti ad ognuno dei work package sono descritti di seguito:

WP D1: Metodologia per la misurazione del rendimento



L'obiettivo è lo sviluppo di una chiara Metodologia di misurazione del rendimento, la quale intende valutare il rendimento complessivo di diversi sistemi in termini di energia e costi. La base del lavoro sui sistemi SAC si svolgerà nell'ambito dei Subtask A e B e il risultato finale verrà fornito al Subtask D.

#### WP D2: Certificazione e schemi di standardizzazione

Questa categoria di attività è stata interrotta.

#### WP D3: Analisi del ciclo di vita dei sistemi di raffreddamento solare

Il rapporto della metodologia è stato concluso. Anche se i lavori su questo tema si sono riaperti dopo aver trovato una sinergia di intenti tra il DREAM di Palermo e HEIG-VD (Svizzera). Questo ha permesso un ampliamento della base dati con l'inserimento dei dati relativi ai sistemi convenzionali (di riferimento) e ai sistemi innovativi.

#### WP D4: Seconda edizione del Manuale di Solar Cooling per progettisti

Nella 7° e 8° riunione di esperti si sono effettuati delle riunioni di gruppo sul manuale che risulta essere uno dei principali prodotti del Task. Si è effettuata la stesura della prima parte del libro e al momento gli autori responsabili stanno curando la stesura della seconda parte. Questa dovrà includere i risultati delle misure effettuate sui sistemi monitorati nell'estate del 2010. Il libro verrà pubblicato da Springer nel 2011.

#### WP D5: Disseminazione dei risultati

##### WP D5.1 Policy paper

Una prima bozza del policy paper è stato prodotto in base all'evoluzione dell'ambito politico a livello della EU e considerando le iniziative a livello nazionale. Si è deciso di non sviluppare una versione finale dello stesso ma sviluppare un position paper che è stato realizzato dal Dr. Henning e presentato alla commissione esecutiva del programma.

##### WP D5.2 Materiali di training per installatori e progettisti

La versione finale dei materiali didattici del Task 38 è stata realizzata. Prossimamente verranno anche inseriti altri materiali che includano i principali risultati dei diversi Subtask.

##### WP D5.3 Workshop con le Industrie Nazionali

Sono stati organizzati due workshop con le industrie nazionali: Orlando (USA) nel Gennaio 2010, Aarhus (Denmark) nell'Aprile 2010. I programmi dei due eventi si trovano negli allegati 4 e 5

##### WP D5.4 E-newsletter semestrale per l'industria

E' stata realizzata la versione finale della e-newsletter, che è stata tradotta in cinque lingue e distribuita nei diversi paesi dai partecipanti.