

CURRICULUM VITAE Prof. Ing. Marco Perino

INFORMAZIONI PERSONALI

Nome: Marco Perino

Indirizzo ufficio: Dipartimento Energia (DENERG)
Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi 24
10129 Torino
Italia
Tel: +39 – 011 – 564 4423, Fax: +39 – 011 – 564 4499

Email: marco.perino@polito.it

Data e luogo di nascita:

Stato civile:

CENNI BIOGRAFICI

Marco Perino,

Ha conseguito il diploma di Maturità Scientifica nel 1982 e si è laureato in Ingegneria Meccanica (indirizzo Termotecnico) presso il Politecnico di Torino il 20 Luglio 1989. Nella II sessione del 1989 ha superato l'esame di Stato di Abilitazione alla professione di Ingegnere. Dall'anno 2008 è iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino. Nell'anno accademico 1989 - 1990 ha partecipato al concorso per il corso di Dottorato in Energetica - V ciclo presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino, risultando primo classificato e titolare di una borsa di studio Ministeriale.

Ha svolto il servizio militare come Ufficiale di Complemento. Dall'Aprile al Luglio del 1990 ha seguito l'83° Corso Allievi Ufficiali per laureati presso l'Accademia Navale di Livorno. Dal Luglio 1990 al Luglio 1991 ha ricoperto l'incarico di responsabile dell'Area Informatica presso l'Ufficio Tecnico Militare Marittimo di Torino (NAVALGENARMI Torino). Contemporaneamente ha proseguito la sua attività di ricerca presso il Dipartimento di Energetica. Al termine dei regolari tre anni di corso di dottorato ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca nel Luglio 1993.

Nel 1992 ha sostenuto, vincendolo, un concorso pubblico a posto di ricercatore universitario nel raggruppamento I05 (Fisica Tecnica) presso la II Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino, con sede a Vercelli, prendendo servizio nel Dipartimento di Energetica nel Dicembre 1992.

Nel 1997 è diventato professore associato per il settore disciplinare I05B (successivamente ING-IND 11 – Fisica Tecnica Ambientale) presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino con sede a Torino, prendendo servizio il primo di novembre del 1998. Negli anni 98-99 è stato inquadrato nell'allora unica Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino; all'atto della divisione in due diverse Facoltà ha optato per la I Facoltà di Architettura, dove ha prestatato servizio dal 2000 al 2004.

Dal 1° Aprile 2002, e fino al 30 Settembre 2002, è stato presso l'Università di Aalborg (AAU) - Danimarca in qualità di "visiting professor", dove ha svolto principalmente attività di ricerca nel

“Hybrid Ventilation Centre” del Dipartimento di “Building Technology and Structural Engineering” e dove ha tenuto alcune lezioni a carattere seminariale. Dal 25 Settembre al 1° Ottobre 2017 è stato visiting professor presso la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Dal 29 Aprile al 31 Maggio 2019 è visiting professor presso la Princeton University – Andlinger Center for Energy and Environment.

Dal 1° Gennaio 2005 è professore ordinario di Fisica Tecnica Ambientale (settore scientifico disciplinare ING-IND 11) nella I Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino.

Allo scioglimento delle Facoltà è afferito nel Dipartimento Energia – DENERG del Politecnico di Torino, presso il quale attualmente opera.

Dal luglio 2015 al Settembre 2018 è stato presidente dell’International Association of Building Physics (IABP). Dal 1° Ottobre 2015 è vicedirettore del Dipartimento Energia del Politecnico di Torino.

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

Marco Perino ha conseguito il diploma di Maturità Scientifica nel 1982 con voti 58/60.

Si è laureato in Ingegneria Meccanica, ad indirizzo Termotecnico, presso il Politecnico di Torino il 20 Luglio 1989 con voti 110/110 e lode discutendo una tesi dal titolo: "Metodi innovativi di progetto di generatori di calore di piccola potenza", relatori i Proff. P. Anglesio, A. Barbero, N. Cardinale (laurea quinquennale).

Nell’ anno 1989-1990 ha vinto un posto per il corso di Dottorato in Energetica V ciclo presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino.

Al termine dei regolari tre anni di attività di dottorato ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca nel Luglio 1993, discutendo una tesi dal titolo “Metodi di progetto di generatori di calore di piccola potenza” (Tutor prof. P. Anglesio).

Nell’ambito della tesi di laurea e, soprattutto, della tesi di dottorato, l’attività di ricerca è stata orientata verso la stesura e/o messa a punto di codici di calcolo per la simulazione termica delle camere di combustione, la verifica termo-strutturale di organi di generatori di calore di piccola potenza e l’ottimizzazione delle tecniche per i rilievi sperimentali sui generatori di calore di piccola potenza. Durante il Dottorato ha seguito il “Corso di Perfezionamento di Energetica” presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino.

Nel 1998 ha partecipato al Corso “Ventilation Systems and Air Quality” presso il Von Karman Institute for Fluid Dynamics (Rhode-Saint-Genese, Belgio).

ESPERIENZE LAVORATIVE

2005 – ad oggi *Professore Ordinario* – (Settore scientifico Disciplinare ING-IND 11 – Fisica Tecnica Ambientale) presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino

Attività e funzioni:

- Vicedirettore del Dipartimento dal 1° Ottobre 2015 ad oggi
- attività didattica; svolgimento di lezioni ed esercitazioni in insegnamenti per corsi di laurea (vecchio ordinamento didattico), corsi di laurea di primo livello, corsi di laurea magistrale e corsi di III livello (dottorati) presso la I e II Facoltà di Ingegneria, la I Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, la Facoltà di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali ed il Centro di Restauro della Venaria dell’Università di Torino.

Gli argomenti degli insegnamenti hanno riguardato: la fisica tecnica, la termodinamica, la trasmissione del calore, l’acustica, l’illuminotecnica, gli impianti di climatizzazione, gli impianti tecnici, l’energetica edilizia e la fisica dell’edificio, il controllo ambientale per la conservazione delle opere d’arte, le

fonti di energia rinnovabile.

- Supervisione e tutoraggio di studenti per tesi di Dottorato, tesi di Laurea Magistrale e tesi Laurea di primo livello.
- Membro di commissioni nazionali ed estere di concorso per la selezione del personale docente.
- Membro della Giunta di Dipartimento (di Energetica prima e Energia poi)
- Coordinamento e/o partecipazione a gruppi di ricerca e di lavoro nazionali ed internazionali.
- Revisore per alcune delle riviste tecnico scientifiche più rilevanti nel settore disciplinare di appartenenza.
- Revisore per il vaglio di progetti di ricerca nazionali e/o internazionali.
- Membro di commissioni di discussione di tesi di dottorato sia nazionali che internazionali.
- Membro di comitati di indirizzamento e controllo di rilevanti progetti di ricerca internazionali.
- Trasferimento tecnologico e attrazione di fondi. Queste due attività sono state condotte sia attraverso contatti e contratti di ricerca commerciale con industrie e società private (gestiti in qualità di responsabile e/o come partecipante), che mediante progetti finanziati dalla Comunità Europea o da enti pubblici e governativi nazionali (gestiti come responsabile dell'unità di ricerca e/o come partecipante).
- Ricerca. L'attività è stata ed è condotta sia in qualità di coordinatore di gruppi e progetti di ricerca, sia come ricercatore, mediante approfondimenti e studi teorici e sperimentali. Gli argomenti trattati vertono su: la termofluidodinamica di componenti innovativi di involucro edilizio, l'analisi della qualità dell'ambiente interno, la fluidodinamica ed i fenomeni di trasporto di massa e calore nell'ambiente costruito, lo studio, il monitoraggio ed il controllo del microclima negli ambienti museali e negli archivi, i sistemi di ventilazione naturale ed ibrida, l'energetica edilizia, il controllo termoigrometrico attivo e passivo delle vetrine museali, le tecniche per la climatizzazione passiva, attiva ed ibrida degli edifici, l'accumulo di energia e l'attivazione della massa, i sistemi solari termici, i sistemi di climatizzazione nei mezzi di trasporto. L'applicazione di tecniche basate sul Model Predictive Control (MPC) e l'home-automation per il controllo ottimale e flessibile del sistema per il controllo climatico. I sistemi per il controllo locale e personalizzato del microclima (PCS – Personal Comfort Systems).

1998 - 2004

Professore Associato – (Settore scientifico Disciplinare ING-IND 11 – Fisica Tecnica Ambientale) presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino – Facoltà unica (sino al 1999) e I Facoltà di Architettura (dal 1999 al 2004)

Attività e funzioni:

- attività didattica; svolgimento di lezioni ed esercitazioni in insegnamenti per corsi di laurea (vecchio ordinamento didattico) e corsi di III livello (dottorati) presso la II Facoltà di Ingegneria e le Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino. Gli argomenti degli insegnamenti hanno riguardato: la fisica tecnica, la termodinamica, la trasmissione del calore, l'acustica, l'illuminotecnica, gli impianti di climatizzazione, la fisica dell'edificio, il controllo ambientale, il progetto interdisciplinare degli edifici (laboratori di progettazione) in relazione agli aspetti termo-energetici, luminosi ed acustici.

- Supervisione e tutoraggio di studenti per tesi di Laurea Magistrale.
- Membro di commissioni nazionali di concorso per la selezione del personale docente.
- Trasferimento tecnologico e attrazione di fondi. Queste due attività sono state condotte attraverso la partecipazione e il coordinamento di contratti di ricerca commerciale con industrie e società private, e mediante la partecipazione a progetti finanziati da enti pubblici e governativi nazionali.
- Ricerca. Gli argomenti trattati hanno spaziato dai sistemi di ventilazione naturali ed ibridi alla distribuzione dell'aria in ambiente, includendo: il monitoraggio del microclima negli ambienti museali e negli edifici storici, la modellizzazione black-box del comportamento termico degli edifici, la termofluidodinamica numerica dell'ambiente costruito, i sistemi attivi per il controllo ambientale, il commissioning dei sistemi di climatizzazione.

1992 - 1997

Ricercatore – (Settore scientifico Disciplinare I05 – Fisica Tecnica)

presso Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino – II Facoltà di Ingegneria (Vercelli)

Attività e funzioni:

- attività didattica; svolgimento di esercitazioni e lezioni in insegnamenti per corsi di laurea (vecchio ordinamento didattico) e corsi di diploma universitario presso la II Facoltà di Ingegneria e le Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino. Gli argomenti degli insegnamenti hanno riguardato: la fisica tecnica, la termodinamica, la trasmissione del calore, l'acustica, l'illuminotecnica, gli impianti di climatizzazione, la fisica dell'edificio, il controllo ambientale.
- Supervisione e tutoraggio di studenti per tesi di Laurea Magistrale e di Diploma.
- Trasferimento tecnologico e attrazione di fondi. Queste due attività sono state condotte attraverso la partecipazione, come ricercatore junior, a contratti di ricerca commerciale con industrie e società private, e mediante la partecipazione a progetti finanziati da enti pubblici e governativi nazionali.
- Ricerca. L'attività è stata prevalentemente condotta come ricercatore, focalizzando l'attenzione sull'analisi scientifica vera e propria. Gli argomenti trattati sono stati: i generatori di calore a combustione di piccola e media potenza, la termofluidodinamica numerica dell'ambiente costruito e l'analisi teorico-sperimentale della dispersione di gas e inquinanti, i sistemi di ventilazione (ventilazione dei grandi ambienti, sistemi di ventilazione locale e cappe domestiche), la distribuzione dell'aria in ambiente, la modellizzazione black-box del comportamento termico degli edifici, i sistemi attivi per il controllo ambientale.

1990 – 1991

Ufficiale di complemento

Servizio Militare

Marina Militare Italiana - Genio Navale

Guardiamarina, successivamente promosso a Sottotenente di Vascello

Attività e funzioni:

- Responsabile della sezione informatica di NAVALGENARMI (Ufficio Tecnico Militare Marittimo) Torino.
- Attività di collaudo e commissioning di parti di ricambio meccaniche ed elettroniche per le unità navali.

1989 – 1990

Ricercatore Junior – borse di studio

presso Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino

Attività e funzioni:

- Ricerca nell'ambito dei generatori di calore a combustione di piccola e media potenza, termofluidodinamica delle canne fumarie, analisi della qualità dell'aria indoor (IAQ) e dispersione di gas e inquinanti nell'ambiente confinato. Ricerche condotte con borse di studio CTI (Comitato Termotecnico Italiano).

ATTIVITÀ DIDATTICA ED INCARICHI ACCADEMICI

Insegnamenti e supervisione tesi – Corsi di Laurea

Le prime esperienze didattiche risalgono al periodo del Dottorato di ricerca, quando negli anni 1990-1991 e 1991-1992, Marco Perino ha svolto attività didattica presso il Politecnico di Torino nell'ambito dei corsi di riqualificazione per le aspiranti matricole della Facoltà di Ingegneria (corsi di sostegno di Matematica).

Successivamente l'attività didattica è stata svolta in qualità di ricercatore presso la II Facoltà di Ingegneria di Vercelli del Politecnico di Torino, poi come professore associato presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, quindi come professore ordinario presso la I Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino.

In questa veste egli ha tenuto lezioni ed esercitazioni nei corsi di studio di laurea, laurea magistrale e laurea di primo livello per gli insegnamenti: Fisica Tecnica, Fisica Tecnica Ambientale, Impianti Termotecnici, Termodinamica Applicata, Modelli per il Controllo Ambientale, Tecnica per il Controllo Ambientale, Termodinamica e Fondamenti di Energetica, Acustica ed Illuminotecnica, Climatizzazione, Integrazione degli impianti tecnici negli edifici esistenti, Impianti Tecnici, Technologies for Renewable Energy Sources, Termofisica dell'edificio.

Inoltre, ha tenuto gli insegnamenti di “Principi e tecniche per il controllo ambientale” presso il corso di studi di “Scienza e Tecnologia per i Beni Culturali” presso la facoltà di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali dell'Università di Torino e presso il corso di studi di laurea di “Restauro” presso il Centro di Restauro della Venaria (Università di Torino, laurea magistrale).

Marco Perino è stato relatore o correlatore in oltre 190 tesi di laurea (laurea quinquennale, laurea di primo livello, laurea magistrale, dottorato) discusse presso le Facoltà di Ingegneria ed Architettura del Politecnico di Torino e nella Facoltà di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali dell'Università di Torino.

Gli argomenti di queste tesi, molte delle quali sperimentali, hanno spaziato nei seguenti campi: impianti di cogenerazione di media/piccola potenza, risvolti energetici della legislazione vigente in ambito edilizio, problemi di ventilazione naturale e meccanica, simulazioni fluidodinamiche del microclima interno, evacuazione dei prodotti della combustione, ventilazione dei grandi ambienti, ventilazione degli ambienti residenziali, acustica delle aule scolastiche, modellazione black-box del microclima all'interno degli edifici, tecniche di misura di prestazioni termiche di elementi di involucro edilizio, comfort termoigrometrico ed acustico nelle aule scolastiche, impianti di climatizzazione, sistemi di ventilazione ibrida, cappe aspiranti, tecniche del controllo e del monitoraggio ambientale in musei ed edifici storici, climatizzazione passiva degli edifici mediante attivazione termica della massa e materiali a cambiamento di fase, facciate vetrate ventilate, comfort termico adattativo, analisi termofluidodinamica di componenti innovativi di involucro edilizio, controllo dell'umidità relativa mediante materiali tampone, controllo climatico di “salad-machine” per missioni spaziali di lungo periodo, edilizia sostenibile, energetica edilizia, ventilazione naturale per il controllo delle malattie infettive, analisi CFD dell'ambiente costruito, uso del verde in architettura per il controllo termico passivo degli edifici, controllo climatico di vetrine e teche museali, i “Energy demand management” e l'accumulo termico a scala di edificio e quartiere, i materiali super isolanti (VIP ed aerogel), i sistemi di climatizzazione per il controllo locale del microclima.

Insegnamenti, supervisione tesi, collegi e corsi di Dottorato di Ricerca

Marco Perino ha fatto parte del:

- Collegio dei Docenti del Dottorato di Innovazione Tecnologica per l'Architettura ed il Disegno Industriale (ITAD),

- Collegio dei Docenti del Dottorato di Fisica Tecnica dell'Università di Genova (dal 2000 al 2003),
- Collegio dei Docenti del Dottorato di Innovazione Tecnologica per l'Ambiente Costruito (ITAC) – SCUODO (SCUola di DOttorato)- Politecnico di Torino (dalla sua istituzione sino al 2011),
- Collegio dei Docenti del Dottorato di Energetica – SCUODO (SCUola di DOttorato)- Politecnico di Torino (dal 2012 ad oggi).

E' stato membro delle commissioni di discussione finale di tesi di Dottorato del:

- Dottorato in Energetica,
- Dottorato di Innovazione Tecnologica per l'Ambiente Costruito (ITAC).

Nell'ambito della Scuola di Dottorato del Politecnico di Torino ha tenuto lezioni nei seguenti insegnanti di III livello di:

- Sistemi di Ventilazione: fondamenti, modelli e tecniche di misura
- Ottimizzazione delle tecniche di ventilazione e climatizzazione dell'ambiente confinato
- Uso razionale dell'energia nel terziario: aspetti tecnici, economici, legislativi e ambientali
- Qualità dell'ambiente interno ed efficienza energetica (Indoor Environmental Quality (IEQ) and energy efficiency).

Ha tenuto lezioni inerenti la caratterizzazione ambientale a fini conservativi Presso l'”Institute of Advanced Studies – IMT” di Lucca, nel corso di Dottorato in “Tecnologie e Management dei Beni Culturali”.

E' stato parte del “PhD jury” (collegio dei docenti) presso la Istanbul Technical University (ITU) – Turchia – per il dottorato di ricerca dell'ing. Meltem Bayraktar (inerente il *“Development, validation and application to actual cases, of methods and tools for the analysis and optimization of hybrid energy systems and energy networks”*), e dell'ing. Tobias Schulze (inerente la *“Natural Ventilation of High-Rise Buildings - a methodology for planning with different analysis tools and case study integration”*).

E' stato componente del “PhD jury” (collegio dei docenti) presso la Istanbul Technical University (ITU) – Turchia – per il dottorato di ricerca dell'ing. Alpay Akguc (inerente la *“An approach for the energy and cost optimization of hvac systems supported by alternative and renewable energy technologies in luxury high-rise residential buildings”*).

Ha inoltre partecipato alle commissioni di discussione finale delle tesi di dottorato (PhD defence jury) presso le seguenti Istituzioni: EPFL - École polytechnique fédérale de Lausanne – Svizzera, Department of Civil Engineering - Aalborg University – Denmark, Department of Heating, Ventilation and Dust Removal Technology - Silesian University of Technology – Gliwice – Poland, Ecole Doctorale: Mécanique, Energétique, Génie Civil Et Acoustique (MEGA) Spécialité: Génie Civil, L'institut National Des Sciences Appliquées De Lyon – France, Technical University of Denmark - DTU - International Centre for Indoor Environment and Energy Department of Civil Engineering, Université de Lyon, École Nationale des Travaux Publics de l'État – ENTPE, Technical University Eindhoven – Technische Universiteit Eindhoven, Tu/e – The Netherland, Concordia University, Montreal, Canada

E' stato revisore esterno per la valutazione della tesi di Dottorato dell'ing. Jerko Labus, presso L'università Rovira I Virgili di Tarragona (Spagna).

E' stato tutore e/o cotutore di 14 studenti di Dottorato, di cui due studenti in cotutela con la Technical

University di Istanbul (Turchia) ed uno in cotutela con la Trondheim Technical University (NTNU) (Norvegia). Le tesi di Dottorato che ha supervisionato hanno spaziato sui seguenti argomenti: facciate vetrate ventilate, facciate multifunzionali, componenti trasparenti dinamici innovativi, attivazione della massa termica negli edifici, la ventilazione naturale negli edifici di grande altezza, lo sviluppo di metodologie per l'ottimizzazione di sistemi energetici ibridi negli edifici, il controllo passivo delle vetrine museali conservative, la pianificazione e modellizzazione energetica a scala di quartiere ed urbana, l'"energy demand management".

I dettagli dell'attività didattica sono riassunti nell'allegato 1.

Lezioni seminariali e interventi in giornate di studio nazionali ed internazionali

2002

- Lezione seminariale nell'ambito del corso "Livslang Uddanelse" (lifelong education) – Aalborg University – Danimarca, sul tema della ventilazione naturale.
- Lezione seminariale presso Institutet for Bygningsteknik – Aalborg University – Danimarca sul tema "*Theoretical And Experimental Analysis Of Buoyancy Driven Single Side Natural Ventilation*".

2008

- Lezione seminariale nell'ambito della Scuola Estiva di Fisica Tecnica dal titolo "*Le nuove frontiere nello sviluppo delle tecnologie per l'involucro edilizio: opportunità e sfide nell'uso di componenti adattativi integrati con l'edificio e l'impianto di climatizzazione*" – Benevento, 7 Luglio 2008.
- Due lezioni seminariali nell'ambito del "Summer Course - Integrated Design Of HVAC Systems" dal titolo "*How to measure and assess IEQ - traditional vs. integrated systems*" e "*Examples of IEQ measurements in buildings equipped with traditional and innovative systems*" – Venice, July 7th – 11th, 2008.

2009

- Intervento nell'ambito della giornata di studio sulla Fisica Tecnica Italiana dal titolo "*Denominazione, contenuti ed obiettivi formativi degli insegnamenti della Fisica Tecnica Ambientale nei corsi di studio Ambiente e Territorio, Civile, Edile*" – Pescara, 7 Settembre 2009.

2011

- Lezione seminariale nell'ambito della Scuola Invernale dal titolo "*Modern energy consumption concepts in buildings: building models and simulation*" – Sestriere, 10-12 Gennaio 2011, Organizzata nell'ambito del progetto Europeo "PolyCity".

2014

- Lezione seminariale nell'ambito della Scuola Estiva di Fisica Tecnica dal titolo "*Zero Energy Building - Involucro Edilizio*" – Benevento, 30 Giugno 2014.

2017

- Lezione seminariale nell'ambito della Scuola Estiva Unione Italiana Termofluidodinamica dal titolo "*Application of phase change materials in buildings*" – Certosa di Pontignano, Siena, 8 Settembre 2017.

***Lezioni, Workshop e Seminari nell'ambito dei progetti di cooperazione europea
SOCRATES/ERASMUS***

Data	Sede	Argomento
Settembre 2000	Eindhoven University of Technology (Tue) - Olanda	Theoretical and experimental techniques for the analysis of the indoor environment – examples of application
gennaio 2005	Royal Institute of Technology (KTH) - Svezia	Experimental and theoretical analysis of transparent ventilated façades
giugno 2006	Aalborg University (AAU) – Danimarca	Air temperatures measurements in condition of high solar radiation
luglio 2007	Aalborg University (AAU) – Danimarca	Short term airing by natural ventilation – modelling and control strategies
gennaio 2009	Istanbul Technical University (ITU) - Turchia	Energy efficiency and energy performance assessment for buildings with a focus on innovative building envelope components
Febbraio 2011	Istanbul Technical University (ITU) - Turchia	Energy efficiency and energy performance assessment for buildings with a focus on innovative building envelope components
Febbraio 2012	Istanbul Technical University (ITU) - Turchia	Teaching the sustainability in building design – the IDES- EDU project
Gennaio 2013	Istanbul Technical University (ITU) - Turchia	the IDES- EDU project - presentation of the educational packages
Marzo 2013	NTNU (ITU) - Norvegia	Innovative transparent building envelope components
Ottobre 2013	Istanbul Technical University (ITU) - Turchia	Responsive Building Elements and updates on the IDES- EDU project
Dicembre 2013	NTNU (ITU) - Norvegia	RBE and ZEB buildings
Febbraio 2014	Istanbul Technical University (ITU) - Turchia	New technologies for energy saving in buildings

TRASFERIMENTO TECNOLOGICO, ATTRAZIONE DI FONDI E PROGETTI DI RICERCA

Marco Perino è stato responsabile, o ha collaborato, in numerosi contratti di ricerca e consulenza con enti pubblici ed imprese private ed in progetti di ricerca finanziati da enti pubblici e/o dalla Commissione Europea, nell'ambito dell'attività di ricerca e sviluppo presso il Dipartimento Energia (già dipartimento di Energetica) del Politecnico di Torino.

In relazione ai contratti di ricerca e/o consulenza, è stato responsabile scientifico per oltre 25 di essi ed ha partecipato come ricercatore ad altri 30 circa. Il totale dei fondi interessati da queste attività è stato superiore al 1'000'000 di euro. I temi trattati hanno spaziato dall'analisi teorico - sperimentale della diffusione di gas ed inquinanti negli ambienti confinati, alla verifica fluidodinamica di sistemi per l'evacuazione dei fumi da incendio, allo studio, analisi ed ottimizzazione dei sistemi di ventilazione, all'analisi della qualità dell'aria indoor in edifici residenziali e del terziario, ai sistemi di climatizzazione e riscaldamento, all'analisi del comfort termoigrometrico nell'ambiente costruito, a sistemi innovativi di controllo per gli impianti di climatizzazione mediante modelli "black-box", all'analisi, sviluppo ed ottimizzazione di componenti innovativi e ad alte prestazioni per l'involucro edilizio trasparente ed opaco, all'analisi e sviluppo di sistemi di involucro ed impiantistici per il controllo climatico all'interno di imbarcazioni da diporto, all'uso della termografia per la diagnosi del controllo ambientale all'interno dei centri di elaborazione dati, ai sistemi di climatizzazione locale ed alla verifica sperimentale delle prestazioni dei sistemi radianti.

Un ulteriore settore in cui si è concretizzata la collaborazione con enti e società esterne è poi rappresentato dall'ambito museale per la conservazione preventiva, dove l'attenzione è stata posta su temi quali: l'analisi teorico-sperimentale del microclima all'interno di ambienti museali ed edifici storici a fini conservativi, la messa a punto di strumenti, procedure e metodi per il monitoraggio e l'elaborazione dei dati in relazione al rapporto clima/conservazione delle opere, lo sviluppo di monitoraggi ambientali in continuo in rinomati musei e biblioteche, l'analisi e l'ottimizzazione del microclima all'interno di vetrine e teche museali, lo sviluppo di tecnologie per il controllo passivo del microclima all'interno di vetrine museali, lo studio e l'ottimizzazione del controllo climatico all'interno di edifici storico - monumentali.

Nel corso degli anni 2005-2011 Marco Perino è stato il responsabile scientifico del Dipartimento Energia di due progetti PRIN e di tre progetti finanziati dalla Regione Piemonte (per due di essi è stato anche il coordinatore dell'intero progetto), focalizzati sul tema degli involucri edilizi innovativi per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici, per l'ideazione e sviluppo di sistemi solari termici innovativi e per la messa a punto di rivestimenti nano strutturati a permeabilità ai gas selettiva (con enfasi sulla misura delle prestazioni e sulle possibili applicazioni in ambito museale).

E' stato il responsabile scientifico del progetto Europeo Marie Curie Training Network "CityNet", concernente il risparmio energetico a scala di edificio e la pianificazione energetica a scala urbana e di quartiere. Ha partecipato ad alcune delle attività di ricerca del progetto Europeo "PolyCity" – programma Concerto.

E' stato responsabile scientifico per il DENERG dei seguenti progetti europei:

- "IDES-EDU" - Intelligent Energy Europe, relativo allo sviluppo di un percorso didattico per "l'educazione ed il training per la progettazione integrata ed energeticamente sostenibile dell'ambiente costruito", mirato a formare figure professionali specializzate in questo settore.
- "Ci-Nergy, Synergies between cities and sustainable energy systems" - ITN Marie Curie Project, mirato allo sviluppo di competenze e strumenti per la pianificazione e la sostenibilità energetica a scala di quartiere ed urbana, con l'obiettivo di minimizzare l'utilizzo di fonti di energia non rinnovabile nelle città del futuro.

E' inoltre il Management Committee Member Italiano del progetto Europeo COST Action TU1403: "Adaptive Facades Network", mirato a "...harmonise, share and disseminate technological knowledge on adaptive facades at a European level".

Attualmente è:

- co – responsabile scientifico per il DENERG del progetto H2020 “W’ALL IN ONE – WALL Insulation Novel Nanomaterials Efficient systems” mirato allo sviluppo ed analisi prestazionale in laboratorio ed in campo di materiali innovativi per la realizzazione di involucri edilizi opachi ad alta efficienza energetica.
- responsabile scientifico per il DENERG del progetto PRIN - Bando 2017 “FLEXHEAT - The energy FLEXibility of enhanced HEAT pumps for the next generation of sustainable buildings” mirato alla riduzione della “carbon footprint” degli edifici dovuta alla climatizzazione, attraverso un approccio integrato fra tecnologie di involucro e sistemi impiantistici innovativi.
- responsabile scientifico per il DENERG del progetto H2020 “POWERSKINPLUS - Highly advanced modular integration of insulation, energising and storage systems for non-residential buildings” mirato allo sviluppo ed analisi prestazionale in laboratorio ed in campo di soluzioni e materiali innovativi per il retrofit di facciate esistenti (a doppia pelle e curtain wall). L’obiettivo è sviluppare ed integrare tecnologie innovative per l’isolamento termico e lo sfruttamento delle RES a scala di edificio, utilizzando VIP, PCM, thin glass flessibile, celle PV a base perovskite e coatings nano strutturati multifunzionali.

Infine, in qualità di collaboratore e ricercatore senior, ha preso parte ad altri 6 progetti finanziati da enti pubblici (ministero e/o Regione Piemonte) .

Il totale della quota di fondi attratta per il Dipartimento tramite queste attività è stata superiore a 2'200'000 euro.

I dettagli dell’attività di trasferimento tecnologico e di attrazione di fondi sono riassunti nell’allegato 2.

ATTIVITÀ SCIENTIFICA ED ACCADEMICA

L'attività scientifica e di ricerca di Marco Perino si è sviluppata nell'ambito dei seguenti temi:

- componenti innovativi di involucro edilizio: ideazione, analisi termofluidodinamica e sviluppo di nuovi concetti,
- materiali super isolanti (VIP, Aerogels) e materiali a cambiamento di fase (PCM) per l'edilizia e gli impianti di climatizzazione
- sistemi di climatizzazione (HVAC) e ventilazione e loro analisi termofluidodinamica,
- sistemi di climatizzazione personalizzati (Personal Comfort Devices – PCS) e sistemi di climatizzazione per mezzi di trasporto,
- tecniche di misura per la valutazione sperimentale delle prestazioni: degli impianti di ventilazione e climatizzazione, degli involucri edilizi, dei sistemi energetici,
- attivazione della massa negli edifici per il controllo passivo della temperatura interna: analisi ed ottimizzazione
- Demand side management ed accumulo termico a livello di edificio e di quartiere
- Indoor Air Quality e dispersione di inquinanti in ambienti confinati e non,
- monitoraggio e controllo del microclima all'interno di ambienti museali ed espositivi a fini di conservazione preventiva,
- Ideazione, analisi termofluidodinamica e sviluppo di sistemi innovativi per il controllo passivo del microclima all'interno di vetrine e teche museali a fini conservativi.
- generatori di calore di piccola potenza a combustione ed analisi della combustione,

I risultati di queste ricerche sono stati divulgati in oltre 200 lavori a carattere scientifico, pubblicati su riviste nazionali/internazionali, su atti di congressi nazionali/internazionali e libri. (elenco pubblicazioni: <http://porto.polito.it/view/creators/Perino=3AMarco=3A002029=3A.html>).

I dettagli dell'attività di ricerca e scientifica sono riportati nell'allegato 3

L'esperienza acquisita in questi settori, e le numerose collaborazioni con enti di ricerca ed atenei nazionali ed esteri, hanno trovato una conseguente valorizzazione nella partecipazione a gruppi di lavoro e ricerca dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (International Energy Agency – IEA, sia in qualità di “expert member” che di “sub-task leader) e dell'organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization – WHO), nonché a comitati di revisione di prestigiosi enti di ricerca stranieri.

La reputazione raggiunta a livello nazionale ed internazionale è testimoniata da presentazioni ad invito in conferenze e workshops, dalla presidenza dell' International Association of Building Physics e dalla nomina a presidente del congresso internazionale di fisica dell'edificio: 6th International Building Physics Conference - IBPC, che si è tenuto a Torino nel 2015.

Marco Perino è inoltre membro dei comitati scientifici di varie Conferenze Internazionali di rilievo, revisore per le riviste scientifiche internazionali di riferimento nel settore scientifico di pertinenza ed è stato chairman in numerose sessioni tecniche di congressi nazionali ed internazionali.

I dettagli inerenti la partecipazione a congressi e la presentazione di memorie sono riassunti nell'allegato 4.

Comitati scientifici e/o organizzativi di Congressi Internazionali

- XV Congresso nazionale UIT (Unione Italiana Termofluidodinamica) (Comitato Organizzatore).
- IAQVEC 2007 – 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy

Conservation in Buildings, Sendai, Giappone

- *RoomVent Conference 2007* – 6th International Conference on Air Distribution in Rooms, Helsinki, Finlandia
- *AIVC 2008* – The 29th AIVC International Conference - Advanced Building Ventilation and Environmental Technology for Addressing Climate Change Issues, Kyoto, Giappone
- *Indoor Air 2008* - The 11th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Copenhagen, Danimarca
- *COBEE 2008* - the First International Conference on Building Energy and Environment, Dalian, Cina
- *IBPC 2009* – 4th International Building Physic Conference, Istanbul, Turchia
- *RoomVent Conference 2009* – 11th International Conference on Air Distribution in Rooms, Busan, Corea
- *EERB-BEPH 2009* - The Fifth International Workshop on Energy and Environment of Residential Buildings, Guilin, Cina
- *IAQVEC 2010* – 7th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings, Syracuse, New York, USA
- *AIVC 2010* – The 31st AIVC International Conference, Seoul, Corea
- *1st International Graduate Research Symposium* - 2010, Ankara, Turchia
- *RoomVent Conference 2011* – 12th International Conference on Air Distribution in Rooms, Trondheim, Norvegia
- *IBPC2012* – 5th International Building Physic Conference, Kyoto, Giappone
- *Climate 2013* - 11th RHEVA World Congress, Praga, Repubblica Ceca
- *BSO 14- Building Simulation and Optimization*, UCL, London, United Kingdom
- *RoomVent Conference 2014* – 13th International Conference on Air Distribution in Rooms, Sao Paulo, Brasil,
- *Ventilation 2015*, 11th International Conference on Industrial Ventilation, Shanghai, China
- *Climate 2016* - 12th RHEVA World Congress, Aalborg, Denmark,
- *Indoor Air 2016* - The 14th international conference of Indoor Air Quality and Climate, Ghent, Belgium,
- *IAQVEC 2016* – “*Healthy & Smart Built Environment*”, 9th International Conference on Indoor Air Quality Ventilation & Energy Conservation In Buildings, Seoul, Korea,
- *SEB 2016* – “*Sustainability in Energy and Buildings*”, International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, Torino, Italy, settembre 2016 (Organizing Committee),
- 71° Congresso nazionale ATI (Associazione Termotecnica Italiana), Torino, Italy, Settembre 2016 (Comitato Organizzatore).
- *IVIS 2017*, 13th International Vacuum Insulation Symposium, Paris, September 20-21, 2017
- *NHICE 01*, 1st International Conference on New Horizons in Green Civil Engineering, April 25 – 27, 2018, Victoria, British Columbia, Canada
- *RoomVentilation 2018*, June 2-5 2018, Aalto University, Espoo, Finland
- *6th International Youth Conference on Energy 2017*, 21st June and 24th June 2017, Budapest, Hungary.
- *IBPC2018*– 7th International Building Physic Conference, 23rd – 26th September 2018, Syracuse, USA,
- *IVIS 2019*, 14th International Vacuum Insulation Symposium, Kyoto, September 19-20, 2019
- *IAQVEC 2019* – “*Healthy Nearly Zero Energy Buildings*”, 10th Int. Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings, Bari, September 5-7, 2019,
- *ICEARC 2019* – “*International Civil Engineering and Architecture Conference*”, Trabzon, Turkey, 17th – 20th April 2019,

- NSB 2020 – “12th Nordic Symposium on Building Physics”, Tallinn, Estonia, 14th -17th June 2020,
- 7th International Youth Conference on Energy (IYCE'19), 3-6th of July, 2019 in Bled, Slovenia.
- XV DBMC 2020, “15th edition of the International conference on Durability of Building Materials and Components”, 30th June – 3rd July 2020, Barcelona, Spain.
- SC4Life 2019 – “EAI International Conference on Society with Future: Smart and Liveable Cities”, December 4-6, 2019, Braga, Portugal.

Chairman di Congressi Internazionali

Chairman della 6th International Building Physics Conference – IBPC 2015, che si è tenuta a Torino, Politecnico di Torino dal 14 al 17 Giugno 2015.

Co-Chairman del Congresso Internazionale – Roomvent 2020, che si è terrà a Torino, Politecnico di Torino dal 14 al 17 Giugno 2020.

Editor e Editorial Board Member - Riviste Scientifiche Internazionali

- Guest Editor – Special Issue “*Building Retrofit: Energy conservation, Comfort and Sustainability*” – Energy and Buildings, Elsevier, 2015-2016.
- Guest Editor – Special Issue “*From sustainable buildings to sustainable cities*” – Sustainable Building and Society, Elsevier, 2015-2016.
- Guest Editor – Special Issue “*Façade 2018 – Adaptive!*” – Journal of Façade Design & Engineering, TU Delfy Open, 2018.
- Guest Editor – Proceedings of the COST Action TU 1403 “Adaptive Façades Network”, “*Façade 2018 – Adaptive!*” – Final Conference, TU Delfy Open, 26th - 27th November 2018, Luzern, Switzerland.
- Guest Editor – Special Issue “*Energy efficient envelope technologies for green, healthy and comfortable buildings*” – Applied Sciences, 2020.

- Membro dell’Editorial Board di “Building and Environment” da Ottobre 2015.

Revisore - Riviste Scientifiche Internazionali

- *Applied Energy*,
- *Applied Thermal Engineering* ,
- *Architectural Science Review*,
- *Automation in Construction*,
- *Building and Environment*,
- *Journal of Cultural Heritage*,
- *Energy*,
- *Energy and Building*,
- *Energy Conversion and Management*,
- *Indoor and Built Environment*,
- *International Journal of Power and Energy*,
- *Journal of Cultural Heritage*,

- *Journal of HVAC&R Research*,
- *Journal of Building Performance Simulation*,
- *Journal of Green Building*,
- *Materials — Open Access Journal* ,
- *Solar Energy Materials and Solar Cells*,
- *Solar Energy*,
- *Sustainable Cities and Society*,
- *Sustainability, open access journal*
- *The International Journal of Ventilation (VEETECH)*,
- *Process Safety and Environmental Protection*

Revisore per enti di ricerca nazionali ed internazionali e case editrici

- 2007, *Casa editrice Wiley*, Revisore per il libro “Low Energy Cooling for Sustainable Buildings”,
- 2005, *Research Council of Norway*, Revisore per la valutazione di richieste di finanziamento per progetti di ricerca, progetto “Renergi” (3'450'000 NOK , corone Norvegesi) ,
- 2009, *FWO Vlaanderen*, Belgio, progetto “active thermal insulators” (120'000 €)
- 2012, *Università di Padova*, progetto “Living the building: monitoring campaigns and survey administration to evaluate IEQ and occupant's perception” (46'000 €)
- 2013, *Israel Science Foundation*, Revisore per la valutazione di richieste di finanziamento per progetti di ricerca, progetto “Cellular Building Envelopes” (138'294 NIS),
- 2014, *The Netherlands Organisation for Scientific Research - NWO*, Veni programme (Innovational Research Incentive Scheme), Revisore per la valutazione di richieste di finanziamento per progetti di ricerca, progetto “Transitional wall jets - fundamental analysis and application to ventilation efficiency” (250'000 €).
- 2019, revisione proposta libro “*Façade engineering: technology, innovation and research trajectories*”, Elsevier,

Interventi ad invito

- 2010 *RERC Renewable Energy Research Conference*, presentazione ad invito nella sessione “Climate-adapted low-energy envelope technologies”, titolo dell'intervento “The Building Enclosure: From The Envelope To The Skin”, Trondheim, Norvegia.
- 2010 *POLYCITY Final Conference* – Presentazione ad invito nell'ambito della Conferenza Internazionale di chiusura del progetto Europeo POLYCITY, Titolo intervento “*Building Energy Standards and Energy Efficiency progress in Mediterranean Countries*”, Stoccarda, Germania
- *Solar Meeting 2010 – INES (Institut National de l'Energie Solaire)*, presentazione ad invite dal titolo dell'intervento “The Challenge of the Envelope for the Solar Building of Tomorrow”, Chambéry, Francia
- 2011 48° Congresso Internazionale AICARR “Il Recupero Energetico degli Edifici Esistenti: Quali Soluzioni per un Sistema Integrato, l'Involucro, gli Impianti e la Regolazione”, titolo intervento “*L'innovazione dell'involucro trasparente: oltre il concetto di isolamento termico*”, Baveno, Italia.
- 2013 Seminario Internazionale organizzato dall'ENEA nell'ambito degli ExCo meeting del EBC & SHC programme dell'IEA – Riqualficazione di Edifici Esistenti con Elevati Standard Energetici: Metodi e Tecnologie. Titolo intervento: “*Low temperature solar assisted heating system based on slurry PCM*”, 12 Giugno 2013, Roma.

- 2014, 31° Convegno Nazionale AICARR, Padova 5 Giugno, “Le Nuove Sfide Della Progettazione Integrata Per Il Benessere Ed Il Risparmio Energetico Negli Edifici”, titolo intervento “*L’innovazione nell’involucro edilizio: dal concetto di “isolamento” a quello di “integrazione e multifunzionalità”*”, Padova, Italia.
- 2014, 5th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, SEB-14, Cardiff, Wales, UK, 25th – 27th June, titolo key-note “*The building envelope: a future beyond the concept of thermal insulation*”,
- 2014, Façade 2014 - Conference on Building Envelopes, Luzern, 28th November, Switzerland, titolo presentazione ad invito “*The Building Envelope: A Future Beyond The Concept Of Thermal Insulation*”,
- 2015, Open Forum: High temperature cooling and low temperature heating in buildings – Beijing Institute of Architectural Design (BIAD), Beijing, 27th October 2015, China, titolo presentazione ad invito “*Low Temperature Assisted heating Systems Based on Slurry PCM*”,
- 2016, 33° Convegno Nazionale AICARR, Padova 9 Giugno, “Nuove Frontiere Per Il Risparmio Energetico Nell’approccio Integrato Alla Climatizzazione: Aspetti Di Controllo, Accumuli Termici, Nuovi Fluidi Frigorigeni E Ventilazione Naturale”, titolo intervento “*Il Raffrescamento per Ventilazione: uno Strumento per il Controllo Passivo del Carico Termico negli Edifici*”, Padova, Italia.
- 2016, 2nd UNI-SET Energy Clustering Event, Torino, 26-28 September 2016, titolo intervento “*Energy Efficiency in Buildings: Perspectives, Trends and Challenges*”, Torino, Italia.

Fellowships, Premi, riconoscimenti ed altri indicatori di stima

Dal 1° Aprile 2002 al 30 Settembre 2002 è stato presso l’ Università di Aalborg (AAU) in Danimarca in qualità di “visiting professor”, dove ha svolto: attività di ricerca nel “Hybrid Ventilation Centre” del Dipartimento di “Building Technology and Structural engineering”, approfondendo tematiche inerenti la ventilazione naturale e la qualità dell’aria interna, e attività didattica di tipo seminariale.

Dal 25 Settembre al 1° Ottobre 2017 è stato visiting professor presso la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Dal 29 Aprile al 31 Maggio 2019 è visiting professor presso la Princeton University – Andlinger Center for Energy and Environment.

L'articolo: Perino M., Heiselberg P., *Short-Term Airing by Natural Ventilation – Modelling and control strategies*, Indoor Air - International Journal of Indoor Environment and Health, DOI: 10.1111/j.1600-0668.2009.00597.x, Vol. 19, N° 5, pgg 357 - 380, ISSN 0905 – 6947 (printed), ISSN 1600 – 0668 (Online), ed. Wiley Blackwell, October 2009 è risultato fra i 3 articoli più citati nel corso dell’anno successivo.

La presentazione ad invito “*L’innovazione dell’involucro trasparente: oltre il concetto di isolamento termico*”, presentata al 48° Congresso Internazionale AICARR - “Il Recupero Energetico degli Edifici Esistenti: Quali Soluzioni per un Sistema Integrato, l’Involucro, gli Impianti e la Regolazione”, ha ricevuto la menzione al premio AICARR “Roberto Sanguineti” 2012.

E’ stato membro dell’International Advisory Board del progetto "4M: Measurement, Modelling, Mapping and Management (4M): An Evidence-Based Methodology for Understanding and Shrinking the Urban Carbon Footprint" coordinato dal prof. Kevin Loomas - Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University (finanziato con 2.7 milioni di Sterline).

Ha fatto parte di 6 commissioni di concorso (Assessment Committee) presso l'università Danese di Aalborg, di cui 2 per una posizione di "assistant professor" e 4 per una posizione di "associate professor".

Ha partecipato a due workshops, organizzati in seno al progetto ESA-UNET (Subproject C: Energy Conservation in large Building, finanziato dalla Comunità Europea. Tailandia e Malesia, 1998), presentando dei contributi sul tema del risparmio energetico nella climatizzazione degli edifici commerciali e sull'uso razionale dell'energia per la climatizzazione.

E' stato uno dei 60 esperti ad invito partecipanti al Future Buildings Forum (FBF) "Think Tank Workshop - Transforming Cities in Hot and Humid Climates towards more Efficient and Sustainable Energy Use", organizzato nell'Ottobre 2017 dall' International Energy Agency (IEA).

Chairman in sessioni tecniche di Congressi Internazionali

Anno	Congresso
2001	IAQVEC 2001, 4th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation, & Energy Conservation in Buildings, Changsha (China)
2002	RoomVent 2002 Conference - Copenhagen (Denmark)
2004	RoomVent 2004 Conference "Indoor Climate Performance of Buildings" - Coimbra, Portugal,
2006	Congresso Internazionale EPIC 2006 AIVC, Lyon, France
2007	RoomVent 2007 Conference, Helsinki, Finland
2007	7th International Energy Agency Annex 44 Forum, Hong Kong
2007	IAQVEC Conference 2007, Sendai, Japan
2008	29th AIVC Conference 2008 - Kyoto, Japan
2009	5th International Workshop on Energy and Environment of Residential Buildings and the 3rd International Conference on Built Environment and Public Health (EERB-BEPH 2009) - Guilin, Guangxi Province, China
2009	4th International Building Physics Conference - "Energy Efficiency and new approaches" - Istanbul, Turkey
2010	IAQVEC 2010 – 7th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings, Syracuse, New York, USA
2011	RoomVent Conference 2011 – 12th International Conference on Air Distribution in Rooms, Trondheim, Norvegia
2012	IBPC2012 – 5th International Building Physics Conference, Kyoto, Giappone
2013	Climate 2013 - 11 th RHEVA World Congress, Praga, Repubblica Ceca
2016	Climate 2016 - 12 th RHEVA World Congress, Aalborg, Danimarca
2016	IAQVEC 2016 – "Healthy & Smart Built Environment", 9th International Conference on Indoor Air Quality Ventilation & Energy Conservation In Buildings, Songdo/Seoul, Korea
2017	The 13th International Vacuum Insulation Symposium (IVIS 2017) is held in Paris, France from September 20 to 21st, 2017
2018	COBEE 2018 - 4th Conference on Building, Energy and Environment, February 5-9th, Melbourne, Australia, 2018

- 2018 RoomVent18 - RoomVentilation 2018, June 2-5 2018, Aalto University, Espoo, Finland
- 2018 IBPC 2018 - 7th International Building Physics Conference, Syracuse, NY, USA
- 2018 Final International Conference of the COST Action TU 1403 “Adaptive Façades Network”, “Façade 2018 – Adaptive!”, Luzern, Switzerland

Relazioni e contatti con enti di ricerca nazionali ed esteri

Le attività di fund rising a livello Europeo e la partecipazione a lavori di gruppi di ricerca e lavoro internazionali hanno permesso a Marco Perino di stabilire una rete consolidata di collaborazioni e contatti nazionali ed internazionali con enti di ricerca, istituzioni pubbliche, aziende private ed università, fra le quali si possono citare:

Aalborg University - AAU, Danmark (prof. Per Heiselberg); Norwegian University of Science and Technology (Trondheim) - NTNU, Norway (prof. Matthias Haase); The ZEB (Zero Energy Building) Centres in Denmark;); The ZEB (Zero Energy Building) Centres in Norway; Ventilation and Air Quality Centre for Built Environment - University of Gävle (laboratorio KTH), Sweden (prof. Mats Sandberg); Concordia University - Montreal, Canada (prof. Haghighat Fariborz e prof. Paul Fazio); Purdue University - USA (prof. Qingyan Chen); Cauberg Huygens Consulting - The Netherland (eng. Ad Van der Aa, eng. Peter Opt Veldt); Istanbul Technical University - ITU, Turkey (prof. Zerrin Yilmaz); Stuttgart University - HFT, Germany (prof. Ursula Eicker); Strathclyde University - Glasgow - Scotland (prof. David Infield); Loughborough University - UK (prof. Kevin Loomas); De Monfort University (prof. Yi Zhang), United Kingdom; University of La Rochelle, Francia (prof. Farnicis Allard); INSA - Lyon, Francia (prof. Joseph Virgone, prof. Jean-Jacques Roux); University of Hong Kong - HKU (prof. Yuguo Li); The Hong Kong Polytechnic University (prof. Jian-lei Niu e prof. Jane Lu), NILIM (National Institute for Land and Infrastructure Management - Building Department (dr. Takao Sawachi); Tohoku University - Sendai, Japan (prof. Hiroshi Yoshino); University of Minho-Guimaraes, Portugal (prof. Manuela Almeida); National University of Ireland, Dublin (prof. Donal Finn); Tsinghua University, Pechino, Cina (prof. Jiang Yi); Brunel University, Londra, UK (prof. Maria Kolokotroni); Technical University of Denmark – DTU (prof. Bjarne W. Olesen e prof. Karsten Rode); Syracuse University, New York, USA (prof. Jianshun Jensen Zhang); École Polytechnique Fédérale de Lausanne - EPFL, Svizzera (prof. François Maréchal, prof. Andreas Schuler, prof. Mario Paolone); University of Nottingham, UK (prof. Darren Robinson); University of Cambridge, UK, (prof. Mauro Overend), TU Eindhoven (prof. Henk Schelleng), University of Aberdeen – UK (prof. Mohammed Imbabi), CSTB – Saint-martin-d’Hères, France (dott. Daniel Quenard), University of Tokyo (prof. Shinsuke Kato), University of Coimbra (prof. Manuel Carlos Gameiro da Silva), Chalmers University of Technology (prof. Bijan Adl-Zarrabi), Nagoya University (prof. Masaya Okumiya), EMPA - Switzerland, (Dr. Karim Ghazi Wakili, Dr. Samuel Brunner); Pontificia Universidad Católica de Chile (prof. Sergio Viera, Facoltà di ingegneria, prof. Waldo Bustamante, Facoltà di architettura); Kinday University – Osaka, Japan (prof. Atsushi Iwamae); Université Savoie Mont Blanc – Chambéry, France (prof. Monika Woloszyn); University of Wollongong (prof. Paul Cooper - Sustainable Buildings Research Centre, Faculty of Engineering and Information Sciences., pcooper@uow.edu.au), Australia (NSW), Princeton University – Andlinger center for Energy and Environment, Princeton – New Jersey, USA (prof. Forrest Meggers).

In relazione alle collaborazioni con istituzioni museali ed i centri di ricerca per la conservazione si possono citare:

Centro di Conservazione e Restauro della Venaria Reale (dott.sa Annamaria Giovagnoli), Museo Nazionale del Cinema di Torino (dott.sa Donata Pesenti), Biblioteca Reale di Torino (dott. Giovanni

Saccani), Palazzo Madama a Torino (dott.sa Enrica Pagella), Galleria Sabauda a Torino (dott.sa Enrica Pagella), Laboratorio Museotecnico Goppion (dott. Alessandro Goppion), The Getty Conservation Institute (dott. Shin Maekawa), Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio Archivistico e Librario di Roma (dott.sa Cristina Misiti, dott. Eugenio Veca), Archivio di Stato di Torino (dott. Marco Carassi), Victoria and Albert Museum (dott. Graham Martin), Danish National Museum (Nationalmuseet) (dott. Morten Ryhl-Svendsen).

Incarichi accademici ed attività organizzativa

Ha partecipato ai lavori dei seguenti gruppi di ricerca internazionali (Annex) dell'Agencia Internazionale dell'Energia (IEA):

- 1993 – 1996, Annex 26 - *Energy efficient ventilation of large enclosures*, in qualità di “expert member”,
- 1998 – 2002, Annex 35 – “*Control Strategies for Hybrid Ventilation in New and Retorffitted Office Buildings (HybVent)*”, in qualità di “expert member”,
- 2004 – 2009, Annex 44 – “*Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings*”, in qualità di coordinatore del sub-task “Responsive Building Elements”,
- 2012 – ad oggi, Annex 59 – “*High Temperature Cooling and Low Temperature Heating in Buildings*”, in qualità di co-chairman del sub-task “Total system analysis”.
- 2014 – 2017, Annex 65 – “*Long-Term Performance of Super-Insulating Materials in Building Components & Systems*”, in qualità di expert members.

E' stato uno degli expert member del gruppo di lavoro “*Hospital – Vent, Natural Ventilation in Infection Control in Health Care Settings*”, istituito nel 2007 dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) al fine di mettere a punto delle linee guida per l'utilizzo della ventilazione naturale negli ospedali ai fini del controllo delle malattie infettive.

Nel 2000 ha partecipato al workshop ed ai lavori del gruppo “ISIAQ Task Force – Working group 21” che si è occupato dell'analisi e del controllo del microclima all'interno degli ambienti museali. Nel 2012 ha fatto parte del comitato per la supervisione scientifica del progetto della vetrina per l'Autoritratto di Leonardo e per il sistema di monitoraggio ambientale durante l'esposizione temporanea presso la Reggia della Venaria Reale nel corso della mostra “*Leonardo: Il Genio Il Mito*”.

Ha partecipato al gruppo di lavoro PC1 WG1.8 “Modelling of gas dispersion inside confined spaces” nell'ambito delle ricerche condotte dal del GERG (Gruppo Europeo di Ricerche Gas) (1992 - 1993).

In relazione alle attività organizzative ed amministrativa all'interno dell'Università, nel biennio 1992-1994 è stato rappresentante dei ricercatori nel Consiglio di Facoltà della II Facoltà di Ingegneria di Vercelli – Politecnico di Torino. Ha partecipato all'attività organizzativa della Biblioteca della II Facoltà di Ingegneria di Vercelli ed alla creazione, realizzazione ed allestimento dei laboratori didattici della Facoltà di Vercelli, area energetica (periodo 1992-1996).

E' stato per due anni membro del nucleo di autovalutazione del Diploma di Energetica presso la II Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino.

Nel periodo 1999 – 2001 è stato responsabile e coordinatore dei corsi di recupero per gli studenti del Vecchio Ordinamento della Facoltà di Architettura ancora in debito del corso di Fisica Tecnica e Impianti. Nel 1999 e' stato promotore di una iniziativa per il miglioramento della didattica finanziata dal Senato Accademico volta a realizzare un esame virtuale su internet.

Dal 2000 al 2002 è stato membro della Giunta di Dipartimento del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino.

Dal 2012 è membro della Giunta del Dipartimento Energia del Politecnico di Torino.

E' responsabile scientifico del laboratorio TWINS (Test rig for innovative WINdows Systems) e delle facilities relative alla camera termostatica BET presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino.

Dal 1° Ottobre 2015 è vicedirettore del Dipartimento Energia del Politecnico di Torino.

PARTECIPAZIONE AD ASSOCIAZIONI PROFESSIONALI E SCIENTIFICHE

Presidente dell'International Association of Building Physics – IABP - dal Luglio 2015.

Componente del Comitato direttivo dell'ATI Sezione Piemonte e valle d'Aosta dal 2015.

Socio AICARR (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione)
(per un biennio è membro della commissione culturale dell'AICARR)

Socio ISIAQ (International Society of Indoor Air Quality).

Socio ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)

Socio ISES (International Solar Energy Society)

Socio ICOM (International Council of Museums)

----- ● -----

ALLEGATO 1 – DETTAGLI DELL'ATTIVITÀ DIDATTICAInsegnamenti Universitari (Corsi di laurea quinquennale, laurea di primo livello e laurea magistrale)

Insegnamento	Lez.	Es.	Anni	Facoltà & Ateneo	Tipo di corso
Fisica Tecnica		X	1992-93, 1993-94, 1994-95, 1995-96	II Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Ing. Civile e Meccanica
Impianti Termotecnici		X	1992-93, 1993-94, 1994-95, 1995-96	II Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Ing. Civile e Meccanica
Termodinamica Applicata		X	1992-93	II Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Ing. Elettronica
Fisica Tecnica	X	X	1996-97, 1997-98, 1998-99, 1999-00	Facoltà di Architettura Politecnico di Torino (Nota: 2 corsi in parallelo nell'AA 98-99)	Laurea quinquennale in Architettura
Fisica Tecnica	X	X	2000-01	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Architettura
Fisica Tecnica	X	X	2000-01	II Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Architettura
Modelli per il Controllo Ambientale	X	X	1998-99, 1999-00	Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Architettura
Modelli per il Controllo Ambientale	X	X	1999-00, 2000-01, 2001-02, 2003-04	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Architettura
Tecnica per il Controllo Ambientale I ⁽¹⁾	X	X	1997-98, 2000-01, 2001-02	II Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Ing. Civile e Meccanica
Tecnica per il Controllo Ambientale II ⁽¹⁾	X	X	1997-98, 1998-99, 1999-00, 2000-01	II Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Ing. Civile e Meccanica
Termodinamica e Fondamenti di Energetica	X	X	1996-97, 1997-98	II Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Diploma in Energetica
Acustica ed Illuminazione	X	X	2001-02, 2002-03, 2003-04	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea in Scienze dell'Architettura (1° livello)
Climatizzazione	X	X	2004-05	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea in Scienze dell'Architettura (1° livello)
Integrazione degli impianti tecnici negli edifici esistenti	X	X	2004-05	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea Magistrale in Progetto in Architettura e gestione dei Processi Produttivi

Fisica Tecnica Ambientale	X	X	2004-05	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea di primo livello Ing. Edile
Fondamenti di Fisica Tecnica	X	X	2004-05 2005-06 2006-07	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea di primo livello in Ingegneria Autoveicolo
Principi e Tecniche per il Controllo Ambientale ⁽²⁾	X		2006-07, 2007-08, 2008-09	Facoltà di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali Università degli Studi di Torino	Laurea di primo livello in Scienze e Tecnologie per i Beni Culturali
Applicazioni di Fisica Tecnica Ambientale	X		2008-09	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea Magistrale in Architettura (Costruzione)
Principi e Tecniche per il Controllo Ambientale ⁽²⁾	X	X	Dal 2008-09, ad oggi	Corso Interfacoltà Centro di restauro della Venaria Università degli Studi di Torino	Laurea a ciclo unico in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali
Impianti Tecnici	X	X	2009-10	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea Magistrale in Ing. Edile
Technologies for Renewable Energy Sources	X	X	2010-11	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare
Termofisica dell'edificio	X	X	Dal 2010-11 al 2016	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea Magistrale Ing. Edile
Fisica Tecnica	X	X	Dal 2005-06 ad oggi	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea di primo livello Ing. Edile
Progettazione energetica dell'edificio	X	X	2017-18	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea Magistrale Ing. Edile
Progettazione energetica dell'edificio	X ³		Dal 2018-19	Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea Magistrale Ing. Edile
Energy savings and comfort in buildings	X	X	Dal 2018-19	Ingegneria Politecnico di Torino	Laurea Magistrale Ing. Energetica e Nucleare

Note:

Lez. = lezioni, Es. = esercitazioni

⁽¹⁾ Nell'A.A. 97-98 i corsi di "Tecnica del Controllo Ambientale I" e "Tecnica del Controllo Ambientale II" erano accorpate nel corso "Tecnica del Controllo Ambientale"

⁽²⁾ Svolgimento della sola parte "Clima" del corso (circa 40 ore),

⁽³⁾ 12 ore di lezione

Insegnamenti Universitari – laboratori, workshop, corsi di perfezionamento (Corsi di laurea quinquennale, laurea di primo livello e laurea magistrale)

Insegnamento	Posizione	Anni	Facoltà & Ateneo	Tipo di corso
Modulo di Fisica Tecnica nel Laboratorio di Costruzione	Titolare	1996-97, 1997-98 1999-00	Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Architettura
Modulo di Fisica Tecnica nel Laboratorio di Sintesi	Titolare	2000-01, 2001-02	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea quinquennale in Architettura
Misurare l'ambiente esterno	Titolare	2001-02, 2002-03	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea in Scienze dell'Architettura (1° livello)
Misurare l'ambiente interno	Titolare	2002-03	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea in Scienze dell'Architettura (1° livello)
Laboratorio di architettura - tecnologia	contributo	2002-03, 2003-04 (2 corsi)	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Corso di laurea in Scienze dell'Architettura
Laboratorio di Architettura e tecnologia – Modulo di Fisica tecnica Ambientale	Titolare	2004-05, (2 corsi)	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	Laurea in Scienze dell'Architettura (1° livello)
Corso di Perfezionamento in Museografia	contributo	2006-07	I Facoltà di Architettura Politecnico di Torino	-

Insegnamenti Universitari di III livello (corsi Ph.D.)

Insegnamento	Posizione	Anni	Facoltà & Ateneo	Tipo di corso
Ventilazione: fondamenti, modelli e tecniche di misura	Titolare	2002-03	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Dottorato di Ricerca in Energetica
Uso razionale dell'energia nel terziario: aspetti tecnici, economici, legislativi e ambientali	contributo	2007-08, 2008-09	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Dottorato di Ricerca in Ingegneria Elettrica
Ottimizzazione delle Tecniche di ventilazione e Climatizzazione dell'Ambiente Confinato	Titolare	2005-06, 2008-09	I Facoltà di Ingegneria Politecnico di Torino	Dottorato di Ricerca in Innovazione Tecnologica per L'Ambiente Costruito
Caratterizzazione ambientale per la conservazione – clima ed opera d'arte	contributo	2005-06, 2006-07	IMT (Institute for Advanced Studies – Lucca)	Dottorato di Ricerca in Tecnologie e Management dei Beni Culturali
Qualità dell'ambiente interno ed efficienza energetica	Titolare/ contributo	2014- 2015	Politecnico di Torino	Dottorato di Ricerca in Energetica

Tesi di laurea – relatore o correlatore

Anno	N° Tesi (laurea quinquennale)		N° Tesi (Diploma di laurea triennale)		Anno	N° Tesi (laurea di primo livello)	N° Tesi (laurea magistrale/spec.)
	Relatore	Correlatore	Relatore	Correlatore			
1996	1	5			2004	4	
1997	1	4			2005	9	
1998		3	1		2006	4	
1999	1	2			2007	7	
2000		5	2		2008	3	6
2001	1	2			2009	10	7
2002	2	1			2010	8	6
2003	4	1			2011	12	7
2004	5	2			2012	9	6
2005	3	4			2013	1	4
Totale:	18	29	3		2014	3	17
					2015	0	10
					2016	3	9
					2017	5	13
					2018	2	12
					2019	1	3
					Totale:	81	100

Tesi di Dottorato – tutore/cotutore

Data	Candidato	Argomento della tesi	Sede
2005	Sara Viazzo	Studio e sperimentazione di contenitori per la conservazione di opere d'arte	Dottorato ITAC – Politecnico di Torino
2008	Fabio Zanghirella	Le prestazioni energetiche delle facciate trasparenti attive : metodi di analisi sperimentale e modellazione numerica	Dottorato in Energetica – Politecnico di Torino
2011	Andrea Kindinis	Thermal mass activation in buildings	Dottorato ITAC – Politecnico di Torino
2015	Meltem Bayraktar	Development, validation and application to actual cases, of methods and tools for the analysis and optimization of hybrid energy systems and energy networks	Dottorato congiunto ITU – Istanbul, Politecnico di Torino
2015	Tobias Schulze	Natural Ventilation of High-Rise Buildings - a methodology for planning with different analysis tools and case study integration	Dottorato congiunto ITU – Istanbul, Politecnico di Torino
2013	Francesco Goia	Dynamic Building Envelope Components and net Zero Energy/Emission Buildings	Dottorato congiunto NTNU – Trondheim, Politecnico di Torino
2012-2013	Fabio Favoino	Climate adaptive skins for Zero Energy Buildings	Dottorato in Energetica – Politecnico di Torino
2017	Ylenia Cascone	Simulation tools for adaptive façades	Dottorato in Energetica – Politecnico di Torino

2014-2016	Georgios Kazas	Active energy storage systems (mainly thermal energy) , energy demand management at building/district scale, smart grids, numerical modelling.	Dottorato in Energetica – Politecnico di Torino
2018	Gianluca Serale	Technologies and models for demand side management and integration of buildings in smart energy grids.	Dottorato in Energetica – Politecnico di Torino
2018	Stefano Fantucci	Development of an Adaptive Multifunctional Envelope Technologies for Building Energy Refurbishment	Dottorato in Energetica – Politecnico di Torino
2018	Alice Lorenzati	Novel materials for energy efficient buildings: thermal performance and transient studies	Dottorato in Metrologia – Politecnico di Torino
2019	Alpay Akguc	An approach for the energy and cost optimization of hvac systems supported by alternative and renewable energy technologies in luxury high-rise residential buildings	Dottorato presso ITU - Istanbul

Membro di commissioni di discussione (PhD defence jury) di tesi di dottorato all'estero

Data	Candidato	Argomento della tesi	Sede
Febbraio 2006	Tine S. Larsen	Natural ventilation driven by wind and temperature difference	Department of Civil Engineering - Aalborg University – Denmark
Novembre 2008	Jakub Kolarik	Occupant Responses And Energy Use In Buildings With Moderately Drifting Operative Temperatures	Department Of Heating, Ventilation And Dust Removal Technology - Silesian University Of Technology – Gliwice – Poland
Gennaio 2009	Nikolai Artmann	Passive Cooling Of Buildings By Night-Time Ventilation	Department of Civil Engineering - Aalborg University – Denmark
Ottobre 2009	Valentin Gavan	Full-Scale Experimental Evaluation And Modelling Of A Double-Skin Façade. Optimal Control Of Thermal And Visual Comfort	Ecole Doctorale: Mécanique, Energétique, Génie Civil Et Acoustique (MEGA) Spécialité: Génie Civil L'institut National Des Sciences Appliquees De Lyon - France
Novembre 2014	Andre Kostro	Microstructured glazing for daylighting, glare protection, seasonal thermal control and clear view	Faculté de l'Environnement Naturel et Construit laboratoire d'Energie Solaire et Physique du Bâtiment (LESO-PB) programme doctoral en Energie- École Polytechnique Fédérale de Lausanne – EPFL - Switzerland
Settembre 2016	Ongun Berk Kazanci	Low temperature heating and high temperature cooling in buildings	International Centre for Indoor Environment and Energy, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark

December 2017	Letizia Roccamena	Optimization of an innovative thermal energy storage technology at low temperatures when coupled to multi-source energy architectures	Université de Lyon, École Nationale des Travaux Publics de l'État - ENTPE
September 2018	Roel Loonen	Computational performance optimization methodology for climate adaptive building shell concepts	Eindhoven University of Technology
September 2018	Mohammad Sameti	Development of an Optimization Model for Design and Planning of a Decentralized District Energy System	Concordia University – Montreal, Canada



ALLEGATO 2 – DETTAGLIO DELL'ATTIVITÀ DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO E DI ATTRAZIONE FONDI

Contratti di ricerca, consulenza e prove conto terzi

Note:

- Tipo attività: CR = contratto di ricerca, CC = contratto di consulenza, PT = prove conto terzi, CoR = convenzione di ricerca
- Ruolo nel contratto: C = collaboratore, R = Responsabile,
- Gli importi indicati sono approssimati

Anno	Tipo	Ruolo	Argomento	Committente	Importo [k€]
1993	CR	C	Analisi teorico-sperimentale della diffusione di gas negli ambienti confinati (validazione di modelli numerici per la previsione dell'accumulo di gas)	Soc. Italgas	-
1994	CC	C	consulenza relativa ad un impianto cogenerativo da 20 MWe a ciclo combinato (aspetti realizzativi e prestazionali)	Enerbiella	-
1995	CC	R	consulenza relativa alla simulazione di flussi d'aria in un ambiente industriale in cui si produce del tessuto-non tessuto per trafilatura di polipropilene	Filteco	-
1995	CC	C	consulenza relativa alla simulazione della diffusione dei fumi prodotti da un incendio all'interno di una sala audizioni	Lingotto	-
1996	CC	C	Consulenza relativa al comportamento termico della copertura ventilata del palazzetto dello sport di Torino	SADI	-
1995	CR	C	Analisi teorica e sperimentale della qualità dell'aria nelle cucine domestiche	Italgas	-
1996	CC	C	Consulenza concernente l'analisi dello stato e della rispondenza alla normativa delle centrali termiche e dei sistemi di riscaldamento del parco scolastico della provincia di Vercelli	Provincia di Vercelli	-
1997	CC	C	Consulenza concernente l'analisi dello stato e della rispondenza alla normativa delle centrali termiche e dei sistemi di riscaldamento del parco scolastico della provincia di Novara	Provincia di Novara	-
1998	CC	C	Consulenza relativa a problemi di comfort termico all'interno della chiesa nuova di Oropa	Santuario di Oropa	2
1999	CC	C	Consulenza concernente l'utilizzo di tecniche di modellazione balck-box per il controllo climatico dell'ambiente all'interno di edifici museali	ICITE	-
1998	CC	C	Consulenza concernente la supervisione del progetto dei sistemi di climatizzazione dell'Environment park di Torino	Environment Park di Torino	-
1999	CC	C	Consulenza concernente l'analisi di fattibilità di un Science Centre nell'area cittadina di Torino, con particolare riferimento agli aspetti legati ai sistemi di climatizzazione e controllo ambientale	Comune di Torino	-
2002	CR	R	Analisi teorico-sperimentale del microclima all'interno del museo e messa a punto di sistemi portatili e fissi di monitoraggio (basati sul software "Surveyor")	Museo Civico Palazzo Te a Mantova	6.2

2000	CC	R	Consulenza concernente l'analisi del comfort ambientale (aspetti termici, di IAQ e luminosi) in un ambiente ufficio di tipo open-space	AEM Torino	7.5
1999	CC	R	Consulenza concernente l'analisi del comfort termico e l'analisi dei flussi d'aria all'interno della Galleria Diana presso la Reggia di Venaria	Beni Architettonici Torino	1.5
2000	CC	R	Consulenza concernente l'analisi del microclima (analisi termoigrometrica – periodo invernale) all'interno di alcune sale museali	Museo del Cinema di Torino	2.5
2000	CC	C	Consulenza concernente l'analisi del microclima (analisi termoigrometrica – periodo estivo) all'interno di alcune sale museali e delle vetrine	Museo del Cinema di Torino	2
2000	CC	R	Consulenza concernente la messa a punto e stesura di un software per la valutazione del rischio di conservazione in ambienti museali	SIDAT	7.3
2001	CC	R	Consulenza concernente l'analisi sperimentale in opera delle prestazioni di sistemi di climatizzazione diversi, con particolare riferimento alla distribuzione dell'aria ed al comfort locale	Lavori Lingotto	3.1
2000	CR	C	“Post occupancy evaluation” degli edifici dell'Environment park di Torino	Environment Park di Torino	-
2003	CC	C	Analisi degli impianti e verifiche delle portate di ventilazione VI piano edificio ENEL di C.so Regina Margherita (TO)	Soc. Enel Power	5
2003	PT	R	Rilevazione degli indici di ventilazione dell'impianto di climatizzazione di Palazzo Madama mediante gas traccianti	Fondazione Musei Torino	-
2000	CC	R	Consulenza concernente l'analisi del microclima (analisi termoigrometrica – periodo invernale) all'interno di alcune sale della biblioteca e dei depositi dei libri.	Beni Ambientali, Biblioteca Reale di Torino	3.1
2001	CC	C	Consulenza concernente l'analisi del microclima e dell'IAQ in mansarde abitabili al fine di stendere linee guida per la corretta “progettazione” del microclima all'interno di questa tipologia edilizia	Comune di Grugliasco	-
2002	CC	C	Consulenza concernente l'analisi ambientale, oggettiva e soggettiva, del parco scolastico della provincia di Torino (indagini oggettive a campione)	Provincia di Torino	-
2005	CC	C	Procedure di Audit Energetico di edifici della provincia di CN	Agengrandia	-
2002	CR	C	Analisi del microclima e del comportamento termofluidodinamico delle vetrine	Museo del Cinema di Torino	16
2004	CC	R	Consulenza concernente lo sviluppo di una procedura per la misura della trasmittanza in opera delle pareti edilizie	ANIT	3.5
2006	CR	R	Simulazione numerica del comportamento energetico termico dell'edificio sede dell'ATC, in corso Dante a Torino, finalizzata all'indirizzo di interventi per la riduzione dei consumi energetici per climatizzazione estiva ed invernale ed al miglioramento delle condizioni di lavoro e di comfort interno	Soc. ASIA Progetti	10
2005	PT	R	Rilevazione delle concentrazioni di CO ₂ , TOC (Total Organic Carbon) e del rapporto fra la concentrazione del monossido di carbonio (CO) nell'ambiente interno e la concentrazione media di fondo nell'ambiente esterno	A.S.M. Energia srl	1.5
2005	CR	R	Simulazione numerica del comportamento termico di facciate	Società	11

			tecnologiche traslucide	Taltos s.r.l	
2004	CC	C	Consulenza concernente la valutazione delle proposte progettuali inerenti gli aspetti energetici, di comfort ambientale e qualità dell'aria per l'edificio ex-Telecom, sito in corso Inghilterra n. 7 a Torino	Provincia di Torino	13
2006	CC	R	Consulenza concernente la valutazione delle proposte progettuali inerenti gli aspetti energetici, di comfort ambientale e qualità dell'aria per l'edificio ex-Telecom, sito in corso Inghilterra n. 7 a Torino	Provincia di Torino	19
2005	CR	C	Simulazione numerica delle problematiche di scioglimento del ghiaccio sulla pista da Bob per i giochi Olimpici Invernali Torino 2006	-	-
2004	CC	R	Verifica fluidodinamica del sistema di ventilazione di un cunicolo di esodo per galleria alta velocità	Onleco Srl	4
2003					
2004					
2005				Museo Nazionale del Cinema di Torino	16+16+2
2006	CR	C	Sperimentazione di procedure di gestione della conservazione museale al Museo Nazionale del Cinema a Torino		4+24+24
2007					+24
2008					
2009					
2007	CR	C	Simulazione termica, numerica, di pannelli sandwich innovativi	Soc. METECNO	-
2004	CR	C	Messa a punto di metodologie e procedure per il commissioning di impianti di climatizzazione e per la verifica funzionale dei singoli componenti	Studio Davide Truffo	27
2004	CoR	R	Progettazione, realizzazione e gestione di un sistema sperimentale avente il fine di condurre ricerche sperimentali su componenti di involucro edilizio innovativi, con particolare riferimento a moduli di facciata integrati con gli impianti di climatizzazione	Società COOPSETTE SCRL	50 ⁽¹⁾
2006	CR	R	Analisi teorico-sperimentale di sistemi di involucro trasparente innovativi ad alte prestazioni energetiche e meccaniche	Società COOPSETTE SCRL	44
2008	CC	R	Consulenza relativa a supporto per lo sviluppo del sistema di ventilazione naturale e individuazione delle strategie di accoppiamento con i sistemi di climatizzazione interni del nuovo corpo di fabbrica per l'ospedale A. Carle di CN	Azienda Ospedaliera S. Croce Carle	10
2008	CR	C	Partecipazione attività Annex 44 - Agenzia Internazionale dell'Energia	ENEA	25
2008	CR	R	Validazione di un software per la determinazione della trasmittanza termica dei serramenti	Alsystem Scrl	7
2009	PT	R	Rilievi termografici e misure di trasmittanza in opera di serramenti	Lingotto Spa	5
2005	CC	C	Consulenza relativa all'analisi energetico prestazionale delle facciate del centro di calcolo di Moncalieri	Banca San Paolo	12.5
2008	CR	C	Progetto Sicurezza Beni Culturali (tecnologie e procedure per i monitoraggi e le analisi microclimatiche ed il trasporto delle opere d'arte)	SITI	70

2008 e 2010	CR	R	Analisi sperimentale e numerica del comportamento termico ed energetico della facciata ventilata trasparente a doppia pelle "AvantGrip"	SOMEK Spa	75+35
2009	CR	C/R	Progetto fondi CERSE – Attività Annex 44	ENEA	20
	CR	C	Analisi termofluidodinamica del sistema di ventilazione naturale della cupola del complesso monumentale di san Bernardino – L'Aquila	ICIET	18
2011	CR	R	Analisi sperimentale delle prestazioni termiche ed energetiche di moduli di facciata traslucidi	Soc. Antolini Luigi & C	35
2011	CC	R	Consulenza alla progettazione e verifica della teca e dei sistemi di monitoraggio ambientale per la teca dell'"Autoritratto di Leonardo" – mostra "Leonardo. Il Genio, Il Mito" – La Venaria Reale.	-	12
2011	CR	R	Modello di elaborazione di immagini termografiche in un ambiente confinato	TELECOM Italia Spa	31
2012 2013 2014 2015	CR	C/R	Progetto fondi CERSE – Attività Annex vari	ENEA	~12.5x4
2012	CR/PT	R	Misure di conducibilità termica equivalente e analisi prestazionale pannelli superisolanti (VIP)	Whirlpool Europe s.r.l.	7
2012	CR	C	Monitoraggio ed analisi delle prestazioni termo-energetiche di due moduli di facciata vetrata trasparente ventilata	COOPSETTE soc coop	62
2012	CR	R	Verifica numerica e sperimentale delle condizioni di comfort termo igrometrico all'interno di imbarcazioni/navi da diporto e analisi di soluzioni migliorative in relazione ai materiali di involucro ed ai sistemi impiantistici	AZIMUT – BENETTI Spa	85
2013	CR	R	Analisi sperimentale delle prestazioni termiche della tecnologia di tetto verde sintetico Roofingreen	Roofingreen Srl	30
2013	CR	R	Modello di elaborazione di immagini termografiche in un ambiente confinato	TELECOM Italia Spa	40
2014	PT	R	Misure di tenuta all'aria ed ai gas di vetrine museali	A&R Progetti	7
2015	PT	R	Misure di tenuta all'aria ed ai gas di vetrine museali	Goppion Spa	8.5
2015	PT	R	Misure di tenuta all'aria ed ai gas di vetrine museali	MuseoFab Srl	1
2016	CR	R	progettazione e sviluppo di una camera di prova per l'analisi sperimentale di pannelli radianti a soffitto ed al rilievo sperimentale della loro resa termica	Officine Volta	23
2016	CR	R	Analisi del comportamento termofluidodinamico di un sistema di termoventilazione innovativo e delle condizioni di comfort termoigrometrico derivanti dal suo utilizzo	De' Longhi Appliances Srl	14
2017	CC	R	Analisi critica dei dati del monitoraggio ambientale di vetrate artistiche e relativi problemi conservativi,	Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale"	2.5
2017	CR	R	Analisi ed ottimizzazione delle condizioni di comfort all'interno di una nave da diporto	AZIMUT – BENETTI Spa	12
2017	CR	R	Sviluppo di un sistema automatico per il controllo adattativo delle caratteristiche del getto d'aria dei sistemi PCS (Personal	De' Longhi Appliances Srl	5

Comfort Systems)					
2018	CR	R	Thermo fluid dynamic behaviour of a prototype of a porous concrete wall fluxed with water	CEMEX Spa	28
2018	CR	R	Studio delle condizioni microclimatiche determinate dall'inserimento della Cappella della Sindone all'interno del percorso museale di visita del Palazzo Reale	Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo- Musei Reali	4
Totale [k€]:					~ 1000
(1) Equivalente in euro dell'attrezzatura realizzata dalla Società COOP7 e divenuta di proprietà del DENER – Politecnico di Torino. (Gli importi indicati sono approssimati)					

Progetti di ricerca finanziati da enti pubblici e dalla Comunità Europea

Note:

- Tipo progetto: PRIN = Progetto Rilevante Interesse Nazionale, UE = Progetto finanziato dalla Comunità Europea, REG = progetto Finanziato dalla Regione Piemonte
- Ruolo nel contratto: C = Ricercatore collaboratore, R = Responsabile scientifico unità locale, CO = coordinatore dell'intero progetto
- Ente finanziatore: MURST = Ministero dell'Università, la Ricerca Scientifica e Tecnologica, MIUR = Ministero dell'Università Ricerca, EC = Commissione Europea, RP = Regione Piemonte
- Gli importi indicati sono approssimati

Anno	Tipo	Ruolo	Argomento/Titolo	Ente finanziatore	Importo [k€]
1998	MURST 60%	C	Tecniche di analisi in campo, modellazione fisica e simulazione numerica dell'ambiente interno	MURST	17.5
1998	PRIN	C	Comfort nell'ambiente confinato	MIUR	~ 150
2005	EU	C	PolyCity (EU programme Concerto)	EC	20
2005	PRIN	R	Analisi teorico-sperimentale di facciate ventilate trasparenti integrate con i sistemi impiantistici	MIUR	51
2005	REG	C	Misure di permeabilità di membrane polimeriche nano strutturate con proprietà di permeazione selettiva ai gas	RP	106.7
2006	EU	R	CityNet (Progetto RTN Marie Curie)	EC	~ 200
2007	PRIN	R	ACTRESS (ACTive RESponsive & Solar) Façade – concept, realizzazione e sperimentazione di prototipo di facciata adattativa e integrante elementi per la produzione di energia da fonti rinnovabili	MIUR	42
2010	REG	R	ENERGYSKIN – Por Fesr 2007/2013	RP	52
2010	REG	CO	SMARTGLASS – Por Fesr 2007/2013	RP	102.4
2010	REG	C	SI2 – Por Fesr 2007/2013	RP	128.4
2010	REG	C	GREENS – Por Fesr 2007/2013	RP	67

2010	EU	R	IDES EDU (Intelligent Energy Europe)	EC	71.4
2011	REG	CO	SHOLE_PCM – Por Fesr 2007/2013	RP	87
2012	REG	C	BLOCPLASTER – Por Fesr 2007/2013	RP	82
2012	REG	C	INTESA – Por Fesr 2007/2013	RP	89.3
2013	EU	R	CI-ENERGY (ITN – MarieCurie project)	EC	~ 200
2013	EU	R	COST Action TU1403- ADAPTIVE FACADES NETWORK	EC	-
2016	EU-H2020	R ⁽¹⁾	W'ALL IN ONE – WALL Insulation Novel Nanomaterials Efficient systems (progetto H2020)	EC	310,5
2019	PRIN 2017	R	FLEXHEAT - The energy FLEXibility of enhanced HEAT pumps for the next generation of sustainable buildings	MIUR	~105,0
2019	EU-H2020	R ⁽¹⁾	POWERSKIN PLUS - Highly advanced modular integration of insulation, energising and storage systems for non-residential buildings	EC	~445,0
Totale [k€]:					~ 2320

(1) Co-responsabile dell'unità locale

----- ● -----

ALLEGATO 3 – SOMMARIO DELL'ATTIVITÀ DI RICERCA

Dal 1990 al 1997

In questo periodo, iniziato con la tesi di laurea, proseguito con il dottorato di ricerca e gli anni di servizio come ricercatore presso la II Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino, l'attività di Marco Perino si è concentrata prevalentemente sui temi relativi:

- ai generatori di calore di piccola potenza a combustione ed analisi della combustione,
- alla dispersione di inquinanti in ambienti confinati e non,
- ai sistemi di ventilazione, con particolare riferimento alla ventilazione dei grandi spazi confinati ed ai sistemi ad estrazione locale (cappe),
- alle tecniche di misura per la valutazione sperimentale delle prestazioni dei sistemi di ventilazione e climatizzazione,
- ai sistemi di ventilazione e climatizzazione.

Generatori di calore a combustione di piccola potenza ed analisi della combustione

In questo ambito la ricerca è stata orientata verso l'approfondimento degli aspetti teorico-sperimentali di base, connessi al dimensionamento termico e strutturale di elementi dei generatori di calore e delle camere di combustione. A tal fine si è utilizzata la metodologia degli elementi finiti e codici di calcolo di termofluidodinamica computazionale. Parallelamente si sono ottimizzate le tecniche per i rilievi sperimentali sui generatori di calore di piccola potenza. Quest'ultima attività ha portato al progetto ed alla realizzazione di un pirometro ad aspirazione miniaturizzato

Lo sviluppo e l'applicazione dei codici di calcolo si è accompagnata ad una validazione dei risultati numerici mediante dati sperimentali, raccolti nel corso di campagne di misura condotte presso il Laboratorio di Combustione del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino.

Nello specifico è stata effettuata un'applicazione non convenzionale del metodo degli elementi finiti per la simulazione termica degli scambiatori di calore alettati di caldaie murali a gas.

Successivamente, l'attenzione è stata focalizzata sull'analisi termofluidodinamica della combustione, attraverso la simulazione delle camere di combustione e le problematiche derivanti dall'accoppiamento del generatore con l'ambiente (possibili fughe di combustibile, dispersioni di prodotti della combustione in ambiente, evacuazione nell'ambiente esterno dei fumi con particolare riferimento agli scarichi a parete). Uno dei risultati di questi approfondimenti è stato lo sviluppo di un codice di calcolo per l'analisi della combustione ed il calcolo dei parametri termofisici dei fumi. Tale software è stato successivamente rivisto ed ampliato aggiungendo opzioni specifiche per l'analisi di combustibili non convenzionali quali le biomasse.

L'analisi teorica della camera di combustione è stata condotta mediante l'applicazione di tecniche CFD (Computational Fluid Dynamic), per l'epoca innovative. Di rilievo, in questo ambito, è lo sviluppo di una estesa campagna di simulazioni numeriche per l'analisi di bruciatori a gas naturale

IAQ e dispersione di inquinanti e gas in ambienti confinati e non

Si è prioritariamente approfondito lo studio della convezione naturale e la possibilità di simulare in modo affidabile ed accurato i fenomeni ad essa connessi mediante tecniche CFD. A tal fine sono state sviluppate analisi numeriche relative ai processi di trasporto del calore indotti da forze di galleggiamento, in condizioni di deflusso laminare e turbolento, in cavità quadrate e rettangolari variamente riscaldate (celle di Benard). Le simulazioni numeriche sono state effettuate utilizzando un codice di calcolo di fluidodinamica computazionale commerciale ed un codice di calcolo basato sul modello Ψ, Ω (per deflussi laminari bidimensionali). La validazione dei risultati teorici è stata effettuata per confronto con dati sperimentali raccolti in laboratorio. In particolare per la misura e la visualizzarne dei campi di velocità e temperatura dei fluidi si sono messe a punto ed adottate tecniche non

convenzionali, basate sull'impiego di cristalli liquidi colesterici. La sintesi delle esperienze effettuate in questa prima fase delle attività di ricerca, condotta su cavità semplici e di dimensione ridotta, ha permesso di estendere l'analisi al caso della dispersione di inquinanti in camere a ventilazione controllata. I risultati di queste indagini sono stati la validazione sperimentale dei codici di calcolo CFD per la valutazione quantitativa della diffusione di inquinanti e dei moti dell'aria e l'ottimizzazione dell'uso dello strumento di calcolo. Ciò ha consentito di aprire una seconda fase della ricerca in cui le tecniche di indagine messe a punto sono state applicate su casi di interesse pratico.

In particolare si è focalizzata l'attenzione:

- sull'interazione fra apparecchi a combustione e l'ambiente costruito,
- sullo studio dei fenomeni di trasporto e diffusione dei prodotti della combustione emessi da scarichi a parete (di caldaie murali a gas) in un agglomerato di edifici,
- sul caso della dispersione di inquinanti nello strato limite atmosferico (dispersione di inquinanti da una sorgente puntiforme in area rurale e dispersione di inquinanti nei cosiddetti "Street-Canyons").

Uno specifico settore di indagine nell'ambito della dispersione di gas in aria è stato, infine, l'analisi delle conseguenze derivanti da fughe accidentali di gas naturale all'interno di ambienti abitativi, una tematica di estremo interesse ed attualità, sviluppata in senso al gruppo di lavoro PC1 WG1.8 "Modelling of gas dispersion inside confined spaces" del GERG.

Sistemi di ventilazione ad estrazione locale (cappe)

L'attività di ricerca in questo settore si è orientata prevalentemente sulla messa a punto di protocolli di misura, in laboratorio, per la verifica delle prestazioni fluidodinamiche di cappe ad estrazione per uso domestico. Parallelamente a questi studi è anche stata sviluppata una attività di tipo modellistico, condotta sia con tecniche numeriche CFD che mediante modelli semplificati sviluppati ad hoc.

Sono state testate numerose procedure di misura per il rilievo dell'efficienza di captazione e criticamente confrontate metodologie diverse di elaborazione dei dati sperimentali.

I risultati sperimentali sono stati impiegati per verificare la validità dei modelli di calcolo esistenti, sia complessi (metodi CFD) che semplificati, e per mettere a punto un semplice modello regressivo basato sull'uso di grandezze adimensionali che consente un'agevole determinazione dell'efficienza di captazione delle cappe.

Ventilazione/climatizzazione di grandi spazi confinati

Le ricerche condotte sono state incentrate sulle tecniche numeriche e sperimentali per la determinazione dei parametri della ventilazione e l'analisi della qualità dell'aria indoor nei grandi spazi confinati.

Oggetto principale dello studio sono state le grandi aule scolastiche, come ad esempio le aule universitarie di grandi dimensioni. Nell'arco di due anni sono state effettuate numerose misure di qualità dell'aria e degli indici di ventilazione, per diverse condizioni di funzionamento e di "carico", su una delle aule del Politecnico di Torino, dotata di un impianto DCV (Demand Controlled Ventilation).

Come risultato di questa attività si sono evidenziate le problematiche concernenti le tecniche di misura basate sui gas traccianti applicate in locali di grande volumetria e si sono suggerite le soluzioni ottimali messe a punto nel corso della ricerca.

Contemporaneamente all'indagine sperimentale è stata condotta una serie di simulazioni numeriche, utilizzando modelli bi e tri-dimensionali, volte alla determinazione dei campi di velocità, concentrazione e temperatura all'interno dello spazio ventilato. Inoltre, per la valutazione dei transitori relativi al campo di concentrazione di CO₂, si è utilizzato un modello di calcolo semplificato a parametri concentrati, che si è rivelato particolarmente efficace nel riprodurre i profili temporali misurati. Infine è stato introdotto un nuovo indicatore per la valutazione delle prestazioni dell'impianto, la cui misura sperimentale risulta particolarmente agevole.

Tecniche di misura basate sui gas traccianti per la valutazione sperimentale delle prestazioni dei sistemi di ventilazione e climatizzazione

Le indagini sperimentali sviluppate per i ventilazione dei grandi spazi confinati, per la dispersione degli inquinanti e dei sistemi di estrazione locale hanno consentito di evidenziare limiti e criticità delle allora esistenti tecniche di misura. Sulla base di queste esperienze è dunque nato un filone di ricerca mirato all'approfondimento delle procedure, basate sul metodo dei gas traccianti, per l'analisi sperimentale della distribuzione dell'aria e delle prestazioni dei sistemi di ventilazione.

Le ricerche condotte sono state mirate, preliminarmente, allo studio del significato fisico degli indici di ventilazione, di ricambio e di qualità dell'aria. Sono stati ricavati analiticamente, per alcune strategie di ventilazione tipiche, i legami che intercorrono fra i valori assunti dagli indici di ventilazione/rimozione (età dell'aria, età dell'inquinante, efficienza di ricambi, efficienza di ventilazione, ...) ed i campi di concentrazione degli inquinanti nell'ambiente indoor. Inoltre, si sono evidenziate, attraverso dimostrazioni analitiche originali, le correlazioni esistenti fra i vari indici prestazionali. Mediante simulazioni numeriche con tecniche CFD si è, quindi, determinato il valore assunto dagli indici di ventilazione per alcune strategie tipiche di distribuzione dell'aria. Ad questa fase di studio fisico-matematica dei parametri introdotti, ha fatto seguito una analisi dei principali metodi per la misura delle prestazioni degli impianti di ventilazione e degli indici di qualità dell'aria, evidenziandone le modalità di applicazione. Ciò ha permesso di definire nuovi indicatori, determinabili attraverso misure con gas traccianti, e di stabilire protocolli di misura tutt'oggi utilizzati. Fra i risultati pratici di rilievo che si sono ottenuti in questo ambito si possono citare: la realizzazione di un sistema di misura per gas traccianti con scanner pneumatico multicanale, la stesura di algoritmi di analisi real time delle concentrazioni misurate dei gas traccianti, la realizzazione di un software in Visual Basic per la gestione dell'apparato di misura, all'interno del quale sono implementati gli algoritmi di analisi real time (software e sistema sperimentale sono tutt'oggi utilizzati presso i laboratori del Dipartimento Energia del Politecnico di Torino).

Sistemi di ventilazione e climatizzazione

L'interesse è stato focalizzato sui risvolti legati alle applicazioni pratiche in campo impiantistico ed all'analisi della qualità dell'aria e del comfort termoigrometrico negli edifici a destinazione d'uso civile. In particolare, si sono investigate, sia teoricamente che sperimentalmente, le problematiche di discomfort locale per correnti d'aria causate dai sistemi di distribuzione dell'aria negli impianti di climatizzazione.

In quest'ambito è stato messo a punto e proposto un approccio originale delle tecniche CFD (basato sui cosiddetti "MacroModels") che permette un'analisi più rapida ed efficiente del moto dell'aria negli spazi confinati ventilati meccanicamente, consentendo l'ottimizzazione della scelta e del posizionamento delle bocchette di immissione dell'aria.

L'attività sperimentale si è focalizzata sullo sviluppo di sistemi automatizzati per il rilievo dei campi di temperatura, velocità dell'aria e concentrazione degli inquinanti negli ambienti interni (il sistema di posizionamento automatico per il rilievo dei campi termo fluidodinamici e per l'analisi real time dei dati misurati è tutt'ora utilizzato nei laboratori del DENERG del Politecnico di Torino).

Infine, è stata sviluppata un'estesa campagna analisi in laboratorio mirata allo studio ed ottimizzazione della distribuzione dell'aria per gli impianti a ventilconvettori.

Infine, si è allargato il campo di studio all'analisi delle interazioni fra i sistemi di distribuzione dell'aria e gli impianti di climatizzazione, con particolare riferimento ai sistemi radianti (soffitti e pavimenti) per il riscaldamento e raffrescamento. Nello specifico l'attenzione è stata focalizzata sulla messa a punto di modelli di calcolo termico in transitorio, al fine di pervenire a strumenti progettuali per il dimensionamento dei sistemi radianti.

Dal 1998 al 2005

Questo periodo corrisponde agli anni di servizio come professore associato presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, durante i quali l'attività di ricerca si è concentrata prevalentemente sui temi relativi a:

- sistemi di ventilazione naturale ed ibrida,
- single side ventilation,
- misure in transitorio con gas traccianti,
- monitoraggio e controllo del microclima all'interno di ambienti museali/espositivi e degli edifici storico-monumentali,
- analisi termofluidodinamica di componenti di involucro edilizio,
- analisi termofluidodinamica di sistemi HVAC e dei relativi componenti,
- acustica delle aule scolastiche.

Sistemi di ventilazione naturale ed ibridi

Le direttrici principali di ricerca sono state:

- l'analisi dei fenomeni termofluidodinamici del moto dell'aria attraverso grandi aperture, utilizzando sia tecniche numeriche di Fluidodinamica Computazionale (CFD) che indagini sperimentali con gas traccianti.
- La messa a punto di modelli numerici semplificati atti ad analizzare e valutare la fattibilità di sistemi di ventilazione naturale o ibrida.
- Lo sviluppo, realizzazione e messa a punto di apparati sperimentali per l'analisi in campo ed in laboratorio dei campi di temperatura, velocità dell'aria e concentrazione degli inquinanti negli ambienti ventilati naturalmente.

In particolare, la prima fase delle attività è stata dedicata a stabilire l'adattabilità degli strumenti di indagine teorico-sperimentale sviluppati per i sistemi di ventilazione meccanica allo studio di sistemi di ventilazione ibrida e naturale (tecniche numeriche CFD, modelli zionali e semplificati, tecniche di misura basate sui gas traccianti e non). La verifica è stata sviluppata applicando tali strumenti allo studio di alcune configurazioni tipiche e di riferimento.

I risultati ottenuti hanno mostrato l'inadeguatezza di tali strumenti, tipicamente "ottimizzati" per i sistemi di ventilazione meccanica.

La successiva fase della ricerca è stata dunque mirata a sviluppare tecniche di indagine specifiche, con particolare riferimento alla modellizzazione della "frazione" naturale della ventilazione ibrida ed allo studio dei moti dell'aria attraverso grandi aperture.

Gli strumenti di analisi utilizzati hanno spaziato dai modelli numerici CFD ai modelli zionali appositamente sviluppati, che risolvono il bilancio di massa ed energia dell'ambiente ventilato in regime transitorio.

Infine, è stato messo a punto uno strumento progettuale semplificato che consente di determinare la tipologia di sistema di ventilazione più idonea (impianto meccanico, naturale o ibrido), essendo noti alcuni elementi caratteristici generali dell'edificio (permeabilità all'aria complessiva, tipologia edilizia, contesto territoriale,...) e le condizioni climatiche della località dove l'edificio è sito. Questa procedura è basata sull'analisi statistica delle portate di ventilazione dovute a cause naturali (vento, differenza di temperatura interno - esterno).

Parte delle ricerche svolte in questo settore sono state sviluppate in seno al gruppo di ricerca internazionale Annex 35 - "*Control Strategies for Hybrid Ventilation in New and Retrofit Office Buildings (HybVent)*" dell'IEA (International Energy Agency).

Acustica delle aule scolastiche

Le attività in questo campo si sono incentrate sullo studio, mediante procedure numeriche e sperimentali, dei campi acustici all'interno delle aule scolastiche.

Obiettivi della ricerca sono stati:

- l'analisi di diversi metodi di indagine teorico numerica, per identificare gli strumenti più idonei ai fini progettuali,
- la ricerca di procedure per l'ottimizzazione acustica delle aule scolastiche.

A tal fine sono state condotte campagne di misura in campo su aule di diverse volumetrie (da 50 m³ a 1000 m³) volte al rilievo del tempo di riverberazione e della chiarezza C₅₀, in ambienti vuoti e occupati. Le simulazioni del campo sonoro, effettuate sia con semplici modelli basati sull'acustica statistica che con modelli complessi utilizzando le procedure di ray-tracing, sono state validate per confronto con i dati sperimentali.

Infine, sono state condotte numerose simulazioni, variando parametricamente le condizioni al contorno, per trovare quali siano le configurazioni acustiche ottimali (in termini di entità della superficie assorbente e di distribuzione spaziale del materiale fonoassorbente) che consentono di massimizzare lo Speech Intelligibility Index.

Ventilazione naturale single-side

Uno specifico approfondimento, nato dallo studio dei moti dell'aria attraverso grandi aperture, è rappresentato dalle ricerche effettuate sul fenomeno della ventilazione naturale di tipo "single-side" mediante apertura di porte e finestre.

Questa attività è stata condotta adottando sia tecniche basate su modelli numerici (CFD e zonali) che metodi sperimentali, ed è avvenuta in collaborazione con l'università Danese di Aalborg (Hybrid Ventilation Centre).

Fra i risultati di rilievo ottenuti si segnalano:

- l'ideazione, messa a punto e validazione di una nuova tecnica sperimentale, basata sui gas traccianti, utilizzabile per la misura in condizioni non stazionarie della portata di ventilazione,
- lo sviluppo di simulazioni CFD per l'analisi in transitorio dei fenomeni termofluidodinamici conseguenti l'apertura di porte e finestre,
- la realizzazione di un modello numerico zonale per la simulazione del profilo temporale delle concentrazioni di inquinanti e dei ricambi d'aria in ambienti ventilati mediante strategie di tipo single-side di tipo pulsato.

Le esperienze maturate su questi argomenti hanno portato alla nascita di una cooperazione con il Politecnico di Hong Kong e la Hong Kong University, che ha consentito di estendere l'indagine alla analisi e simulazione dei fenomeni di cross-contaminazione fra unità abitative diverse ed alla diffusione di malattie infettive a causa dei moti di convezione naturale dell'aria.

Microclima all'interno di ambienti museali/espositivi e degli edifici storico-monumentali – conservazione e controllo ambientale

La ricerca condotta in questo settore si è orientata, in particolare, sulle problematiche inerenti il monitoraggio e la valutazione delle condizioni microclimatiche interne, con l'obiettivo di garantire contemporaneamente il comfort termoisometrico per gli occupanti e permettere un adeguato controllo ambientale a fini conservativi per l'edificio.

Preliminare a queste indagini è stato lo studio e la messa a punto di metodologie di analisi del microclima interno a fini della valutazione del rischio di conservazione dei beni storico/artistici.

Si è così proposta una procedura, che prendendo spunto dalla norma UNI 10829 ed al concetto di indice di scostamento, si basa sull'analisi statistica di dati misurati in continuo ed introduce l'indice di rischio per la conservazione. Tale attività si è concretizzata nella realizzazione di uno strumento informatico (il software "Surveyor") che permette la completa automatizzazione delle procedure di misura, analisi dei dati e determinazione del rischio per la conservazione.

Questo software è stato utilizzato presso alcuni musei e biblioteche Italiane quali: museo “Palazzo Te” a Mantova, Il Museo Nazionale del Cinema di Torino, la Biblioteca Reale di Torino e nel corso di diverse mostre temporanee.

Le ricerche si sono inoltre focalizzate sullo studio ed integrazione dei sistemi di climatizzazione negli edifici storico monumentali.

Nello specifico le attività hanno riguardato:

- indagini sperimentali (rilievo dei campi di temperatura e velocità dell’aria, temperature superficiali) in sale di edifici storico monumentali ad elevato sviluppo verticale. Tali studi sono stati mirati a valutare gli effetti sul comfort di varie soluzioni impiantistiche per il riscaldamento (con particolare riferimento ai moti dell’aria).
- La valutazione, attraverso metodi numerici semplificati e modelli in scala, dell’impatto di possibili interventi volti al miglioramento delle condizioni di benessere/conservazione negli edifici storici.
- La visualizzazione dei campi di moto in modelli in scala e analisi termofluidodinamica mediante modelli zonali e CFD volte ad analizzare ed ottimizzare l’accoppiamento edificio – impianto.

Fra gli edifici più conosciuti che sono stati oggetto di studio si citano: la Mole Antonelliana di Torino, La Basilica “Nuova” del santuario di Oropa, La Galleria di Diana presso la Reggia di Venaria Reale, La sala del Senato di Palazzo Madama di Torino,

Infine, l’interesse è stato rivolto all’uso di tecniche di simulazione di tipo “black-box” all’analisi termica degli edifici ed alla previsione delle condizioni termoigrometriche all’interno degli ambienti storico/museali. Le finalità di questo studio erano di valutare l’applicabilità di sistemi di controllo degli impianti HVAC regolati non in contro-azione (feed-back, ovvero sulla base dei valori di temperatura ed umidità relativa attuali), ma controllati in relazione ai valori “futuri” delle grandezze ambientali previsti dal modello di identificazione (regolazione feed-forward).

I risultati ottenuti hanno dimostrato la fattibilità e le potenzialità di questo approccio che, tuttavia, richiede ulteriori approfondimenti per essere tradotto in una tecnologia applicabile su larga scala.

Analisi termofluidodinamica di sistemi climatizzazione

In relazione ai sistemi di climatizzazione (impianti HVAC) si sono sviluppate indagini teorico sperimentali concernenti i sistemi radianti (soffitti e pavimenti), la distribuzione dell’aria in ambiente e l’interazione fra la distribuzione dell’aria ed i terminali radianti.

Sono stati proposti e testati nuovi metodi di simulazione termica in transitorio per i sistemi a pannelli radianti. Questi adottano come struttura di calcolo gli usuali approcci basati sulle funzioni di trasferimento, ma consentono la modellizzazione specifica del comportamento termico della superficie radiante e permettono, quindi, di ottenere risultati più precisi ed affidabili, specie in presenza di radiazione incidente a bassa lunghezza d’onda. In particolare, sono stati sviluppati sia modelli per la configurazione a controsoffitto radiante (struttura “radiante leggera”) che per la configurazione a pavimento radiante (struttura “radiante pesante”, a elevata inerzia termica).

Si è poi analizzato il possibile impiego accoppiato (in un sistema misto aria acqua) di soffitti radianti e di sistemi di ventilazione a miscelazione valutando, per diverse condizioni di funzionamento e di carico, i potenziali benefici ottenibili in termini di comfort e migliore efficienza di distribuzione dell’aria.

Infine, nell’ambito dello studio di specifici componenti per sistemi HVAC:

- si è sviluppato un modello numerico per l’analisi termica in transitorio, su base annuale, del comportamento termico di bacini d’acqua da utilizzarsi come “dispersori” di calore negli impianti di condizionamento. Il modello di calcolo è stato quindi utilizzato per condurre analisi parametriche, variando le caratteristiche del bacino e la collocazione geografica, al fine di valutare le potenzialità di applicazione di tale soluzione impiantistica in diverse località Italiane.
- Sono state investigate e proposte delle procedure di prova in laboratorio di filtri per inquinanti gassosi (una tipologia di filtro non comunemente utilizzata, ma dalle promettenti capacità, specie in

applicazioni particolari quali i sistemi di ventilazione a servizio di musei o di ambienti che richiedano un controllo accurato dell'IAQ).

Componenti di involucro edilizio opachi e trasparenti

L'attività di ricerca nel settore dei componenti di involucro edilizio in questo periodo è stata prevalentemente orientata all'analisi e sviluppo di sistemi dinamici quali: le pareti ventilate, le strutture doppia pelle (vetrate ed opache) e le coperture verdi. Specificatamente si è sviluppata una serie di campagne di misura e monitoraggio in continuo sul lungo periodo per valutare il comportamento termofluidodinamico e l'efficacia di tali tecnologie in relazione al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici.

Fra le esperienze più rilevanti si segnalano:

- l'analisi termofluidodinamica di coperture ventilate opache, durante la quale si sono messi a punto modelli numerici zonali e modelli semplificati basati su gruppi adimensionali (utilizzabili per coperture opache ventilate naturalmente e meccanicamente). Tali strumenti sono poi stati applicati per sviluppare analisi di sensibilità volte ad ottimizzare gli interventi di retrofit sull'edificio del Palazzetto dello Sport di Torino (ottimizzazione della prestazione termica ed energetica della copertura ventilata).
- L'analisi sperimentale (mediante un monitoraggio in continuo della durata di un anno e mezzo) del comportamento fisico tecnico della copertura verde di un edificio dimostrativo del parco Scientifico Tecnologico "Environment park" di Torino. Il sistema di acquisizione realizzato ha permesso il rilievo dei campi termici e delle caratteristiche termofisiche del componente (conduttività e diffusività termica in funzione del contenuto d'acqua del terreno) ed ha consentito di approfondire il comportamento termico ed energetico di queste particolari tipologie di copertura.
- Lo studio sperimentale del comportamento termico e fluido dinamico di una facciata vetrata a doppia pelle accoppiata al sistema di climatizzazione. Oggetto dell'indagine è stato un modulo tecnologico di facciata installato presso il Parco Scientifico e Tecnologico Environment Park di Torino. Il monitoraggio di questo componente ha previsto il rilievo in continuo (per quasi due anni) del segnale proveniente da oltre trenta sensori (termoflussimetri, solarimetri, sonde ventilate per la misura della temperatura dell'aria nell'intercapedine, termocoppie, anemometro a filo caldo) con cadenza pari a 15'. Le esperienze maturate nel corso di questa attività hanno trovato naturale sbocco in un filone di ricerca dedicato all'ideazione ed ottimizzazione di componenti innovativi di involucro trasparente.
- La messa a punto di tecniche di misura per il rilievo in opera della trasmittanza delle pareti edilizie convenzionali e non (quali ad esempio i tetti verdi), adottando procedure di elaborazione dei dati basate sul "system identification" e sui modelli "black-box".

Dal 2005 ad oggi

In questo periodo (iniziato con la presa di servizio come professore ordinario presso la I Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino e proseguito, successivamente allo spegnimento delle Facoltà, con l'afferenza presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino) l'attività di ricerca di Marco Perino è stata caratterizzata dalla prosecuzione ed approfondimento di alcune delle tematiche già trattate nel corso dei precedenti anni e dall'apertura di nuovi filoni di indagine.

In particolare gli interessi si sono focalizzati su:

- componenti di involucro opachi e trasparenti innovativi (ideazione, analisi termofluidodinamica e sviluppo di nuovi componenti; realizzazione di modelli numerici per la loro simulazione ed analisi termoenergetica; utilizzo di materiali innovativi; sviluppo di procedure di misura per la

valutazione delle prestazioni di materiali isolanti innovativi e dei parametri dinamici dell'involucro edilizio opaco),

- Sistemi innovativi per la climatizzazione degli edifici e sistemi di ventilazione ibrida/naturale,
- Attivazione della massa ed impiego di PCM (materiali a cambiamento di fase),
- Ottimizzazione integrata dei sistemi edificio impianto,
- Sistemi solari termici innovativi per l'utilizzo delle fonti rinnovabili a scala di edificio,
- Energy Demand Management (gestione della domanda energetica) ed accumulo termico a scala di quartiere.
- Modelli e metodi per il monitoraggio e controllo del microclima all'interno di ambienti museali ed espositivi a fini della conservazione preventiva,
- Ideazione, sviluppo ed analisi termofluidodinamica di sistemi innovativi per il controllo passivo del microclima all'interno di vetrine e teche museali a fini conservativi,
- Personal Comfort Systems (PCS) e studio delle condizioni di comfort locale

Ventilazione naturale single-side e ventilazione ibrida

In questo ambito sono proseguite le ricerche sulla ventilazione single side, con particolare riferimento alla possibilità di integrare tale tecnica di ventilazione in impianti ibridi. Si sono così approfonditi gli aspetti applicativi e la relazione fra la ventilazione single side e l' "Indoor Environmental Quality" (IEQ), utilizzando metodi di indagine numerica (precedentemente messi a punto) per analizzare varie strategie di controllo automatico. Obiettivo dell'indagine era l'individuazione della modalità operativa ottimale di apertura delle finestre tale da offrire una soddisfacente qualità dell'aria indoor e minimizzare al contempo i consumi energetici.

Inoltre, si è allargato l'interesse allo studio della ventilazione naturale per il controllo della diffusione delle malattie infettive. Queste attività, condotte in partecipazione con il Politecnico di Hong Kong e la Hong Kong University, si sono poi concretizzate nel gruppo di lavoro "*Hospital – Vent, Natural Ventilation in Infection Control in Health Care Settings*" del WHO (World Health Organization), i cui esiti hanno portato alla pubblicazione delle linee guida "*Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings*".

Impianti di climatizzazione innovativi, attivazione massa, diagnostica dei sistemi di climatizzazione

Uno dei filoni principali di ricerca nel settore HVAC è rappresentato dall'ideazione, impiego ed analisi di sistemi innovativi "ibridi", in cui la parte "meccanica", tradizionale, del sistema di climatizzazione si integra funzionalmente con l'edificio e le sue strutture al fine di sfruttarne la cosiddetta "inerzia termica". Nello specifico l'attenzione si è focalizzata sul controllo dei carichi termici sensibili mediante la realizzazione di accorgimenti atti ad incrementare l'accumulo termico nei componenti edilizi e l'implementazione di strategie di carica e scarica dell'energia attraverso l'aria di ventilazione. Le indagini sono state condotte con tecniche di simulazione numerica.

In particolare si sono sviluppati modelli numerici ad hoc, basati sulle differenze finite e l'approccio zonale, con i quali si sono studiati sistemi di ventilazione a soffitto che sfruttano materiali a cambiamento di fase (PCM – Phase Change Materials) e/o strutture in calcestruzzo di tipo "Hollow core", sia semplici che accoppiate con PCM (al fine di incrementarne la capacità di termica). A valle della messa a punto e validazione, gli strumenti numerici sono stati utilizzati per ottimizzare le tecnologie impiantistiche (ricercando le configurazioni ottimali dei sistemi edificio-impianto) e per sviluppare analisi di sensibilità mirate a stimare i risparmi energetici ottenibili in funzione di diverse condizioni climatiche esterne e dei carichi endogeni dell'edificio. Di rilievo è stato l'impiego di tali modelli per la simulazione e la valutazione delle prestazioni termo fluidodinamiche ed energetiche della struttura hollow core adottata per la costruzione del grattacielo sede della banca Intesa - San

Paolo a Torino (progetto dell'arch. Renzo Piano).

Accanto a questi studi sono poi state sviluppate simulazioni mediante codici CFD finalizzate all'individuazione di soluzioni innovative per il raffrescamento passivo degli edifici con ventilazione notturna intensiva ed all'ottimizzazione dei cosiddetti "TAB" (Thermally Activated Building elements). L'obiettivo di questa ricerca è stato duplice: da un lato si sono approfonditi gli aspetti legati ai fenomeni termici e fluidodinamici, con il fine di proporre nuove soluzioni tecnologiche ed ottimizzare quelle esistenti, dall'altro si sono realizzati, sulla base delle analisi numeriche dettagliate di tipo CFD, dei modelli semplificati, da utilizzarsi come strumenti progettuali per il dimensionamento dei sistemi TAB e la ventilazione notturna intensiva (quali il "virtual sphere method").

I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare come le principali criticità di queste soluzioni impiantistiche siano costituite dalle problematiche di scambio termico (per cui, spesso, a fronte di una notevole massa teoricamente disponibile, solo i primi centimetri superficiali delle strutture partecipano praticamente ed attivamente al fenomeno, riducendo così, significativamente, i benefici stimati per via teorica con i calcoli energetici di massima).

Sempre nell'ambito dei sistemi di climatizzazione sono poi state sviluppate ricerche relative all'adozione di sistemi radianti per il controllo dei carichi sensibili nei mezzi di trasporto. Nel dettaglio si è valutata, con tecniche numeriche e con indagini sperimentali su mock-up, la possibilità di impiegare tali soluzioni impiantistiche all'interno di imbarcazioni da diporto (attività condotta in collaborazione con la Soc. Azimut-Benetti) per migliorare sia le condizioni di comfort termigrometrico interno sia l'efficienza energetica del sistema.

Infine, un tema che ha utilizzato tecniche di diagnostica innovative è stato quello relativo al monitoraggio funzionale dei sistemi di climatizzazione a servizio dei Centri di Elaborazione Dati (CED). Questa attività di ricerca e sviluppo è stata svolta in collaborazione con la Società TELECOM ed ha visto la sperimentazione di tecniche di misura basate sulla termografia all'infrarosso per la sorveglianza in continuo degli impianti di raffreddamento dei server presenti all'interno dei CED. In una prima fase dello studio, condotta in laboratorio con condizioni di funzionamento note e riproducibili, si sono valutate le prestazioni e l'accuratezza del sistema di rilievo termografico e si sono concepite le procedure di elaborazione dei dati sperimentali. A valle della messa a punto, l'attenzione si è spostata sulla verifica dell'applicabilità in campo, e per condizioni operative realistiche, delle metodologie sviluppate in laboratorio. Ciò è avvenuto mediante campagne di misura (della durata di alcuni giorni) all'interno di due diversi CED. Gli esiti di tali test hanno mostrato come questa tecnica di diagnostica e le procedure di analisi sviluppate siano affidabili e possano essere utilizzate per effettuare la supervisione del funzionamento dei sistemi di climatizzazione dei CED.

Recentemente è iniziata una collaborazione con la Soc. De Longhi per l'analisi termo fluidodinamica e l'ottimizzazione di sistemi impiantistici per il controllo locale del microclima (nell'intorno della persona). L'obbiettivo è il miglioramento delle condizioni di comfort termigrometrico e dell'efficienza energetica derivante dall'adozione di questo tipo di componente impiantistico.

Ottimizzazione integrata dei sistemi edificio impianto ed Energy Demand Management

I recenti progressi tecnologici nel settore dell'impiantistica hanno evidenziato come le soluzioni più promettenti per il miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici siano quelle in cui si attua una stretta integrazione funzionale fra struttura edilizia ed impianti di climatizzazione.

E' quindi oggi fondamentale procedere ad una ottimizzazione progettuale che tenga conto simultaneamente delle diverse esigenze (riscaldamento, raffrescamento, climatizzazione ed illuminazione) e delle varie "leve" disponibili per diminuire i consumi energetici (ovvero miglioramento dell'involucro edilizio e/o ottimizzazione dei sistemi impiantistici).

A tal fine si è sviluppata una ricerca che ha portato alla proposta di un metodo innovativo di ottimizzazione, detto "Extended Building Energy Hub – EBEH", che trae la sue origini da uno strumento di pianificazione/ottimizzazione delle reti energetiche (Hybrid Energy Hub). Questa metodologia di indagine permette, attraverso la simulazione energetica dinamica, di analizzare quale

sia il mix migliore fra gli interventi di riduzione della domanda energetica (orientati tipicamente al progetto del sistema edificio) e quelli di incremento prestazionale dei sistemi di approvvigionamento e generazione dell'energia (legati tipicamente agli impianti meccanici).

Inoltre, con più stretto riferimento alla fisica dell'edificio, si è investigato ed approfondito il tema della ricerca della configurazione ideale di involucro edilizio che minimizza il fabbisogno complessivo di energia (riscaldamento, climatizzazione, illuminazione). In particolare lo studio, effettuato tramite analisi dinamiche dettagliate, si è focalizzato sull'identificazione del rapporto più vantaggioso fra componenti opache e trasparenti, in funzione della tipologia edilizia, del contesto climatico e delle caratteristiche fisico tecniche del sistema edificio - impianto.

Accanto a queste attività si è aperto un filone di indagine relativo alla simulazione della domanda di energia termica a scala urbana/di quartiere ed alla possibilità di gestire la domanda di energia termica nel tempo in modo flessibile attraverso dei sistemi di accumulo energetico attivo distribuito. Questa ricerca ha preso origine da un progetto Europeo Marie Curie (progetto "Cinergy") ed ha visto una prima fase in cui si è proposto, sviluppato e testato un approccio per la determinazione del profilo temporale dettagliato della domanda termica a scala urbana/di quartiere (DiDeProm model). Questa ricerca è stata strumentale per la fase successiva in cui si sono sviluppate delle analisi volte all'ottimizzazione della taglia e distribuzione dei sistemi di accumulo dell'energia. Obiettivi dell'ottimizzazione sono stati: l'attenuazione del mismatch fra domanda ed offerta energetica, il miglioramento dell'uso delle energie rinnovabili su scala locale, l'efficace sfruttamento delle tariffe variabili (temporalmente) dell'energia.

Clima interno nei musei e controllo passivo del microclima all'interno di vetrine e teche museali a fini conservativi.

L'attività di ricerca nel settore museale si è sviluppata secondo due direttrici.

La prima ha visto la prosecuzione e l'approfondimento dei temi legati al controllo del microclima interno nei musei a fini conservativi ed alle tecniche di monitoraggio in continuo delle condizioni termoisometriche indoor, per determinare la cosiddetta "vita climatica" degli oggetti conservati ed esposti.

In particolare, rispetto alle esperienze pregresse, si è allargata l'attenzione all'esame dei sistemi impiantistici, utilizzando l'estesa base dati misurati in campo e raccolti nel corso degli anni presso musei, archivi, biblioteche e mostre temporanee. Obiettivo dell'analisi è stata l'individuazione delle strategie di regolazione e delle configurazioni impiantistiche più idonee per l'impiego nei musei per garantire le condizioni microclimatiche ottimali. Parallelamente si sono sperimentate nuove tecnologie di monitoraggio ambientale in continuo che impiegano sistemi di misura wireless interfacciati con applicazioni WEB. Questi apparati, accoppiati alle procedure di analisi statistica dei dati, consentono il superamento di molte delle limitazioni logistiche ed operative dei tradizionali sistemi di misura (assenza di cablaggi, possibilità di verifica in real time delle condizioni di conservazione, allarmi in tempo reale inviati in remoto e basati su soglie differenziate a seconda del rischio). Fra le istituzioni museali con cui si è collaborato nel corso di queste ricerche si possono citare: il Museo Nazionale del Cinema di Torino, Palazzo Madama a Torino, il Museo Egizio di Torino, Il Museo di Arte Orientale di Torino, La Venaria Reale (mostra "Leonardo: il Genio il Mito"), La casa del Conte Verde a Rivoli (mostra temporanea), La Galleria Sabauda di Torino.

La seconda direttrice di indagine ha visto come oggetto di studio le vetrine museali e le teche espositive, con riferimento all'ideazione e sperimentazione di metodi per il controllo passivo del microclima interno.

Si è preliminarmente focalizzato l'interesse sul "contenitore" vero e proprio, approfondendo l'analisi dei meccanismi di trasporto di calore e massa e investigando la loro influenza sulla permeabilità all'aria, al vapor d'acqua ed ai gas delle vetrine.

Sono poi state messe a punto procedure di misura ad hoc per la caratterizzazione prestazionale delle vetrine, basate sulla tecnica dei gas traccianti e su prove di pressurizzazione. Le modalità di test sono

state mutate dal settore edilizio, adattandole tramite una rielaborazione del background teorico, al caso specifico e peculiare delle teche museali.

L'applicazione di tali protocolli di misura a numerose vetrine (sia reali, provenienti da musei, che prototipali) ha, infine, consentito di stilare delle linee guida per l'ottimizzazione della scelta dei materiali costituenti l'involucro ed evidenziare l'influenza che le giunzioni fra le superfici hanno sulla qualità complessiva delle teche.

Contemporaneamente sono state sviluppate, con simulazioni numeriche e prove di laboratorio, delle indagini sull'uso dei materiali "buffer" per il controllo passivo dell'umidità relativa e della temperatura all'interno dei contenitori espositivi. Per ciò che concerne l'umidità relativa (UR), le tecnologie utilizzate hanno fatto riferimento a configurazioni consolidate che impiegano materiali come l'art-sorb, il pro-sorb ed i silica gel. Nel caso del controllo passivo della temperatura si sono invece sperimentate soluzioni innovative che sfruttano come materiale buffer i cosiddetti PCM (Phase Change Materials, materiali a cambiamento di fase).

Inoltre, si è messo a punto un modello numerico che permette di simulare il comportamento igrico, in condizioni dinamiche, del sistema teca – materiale tampone e consente un dimensionamento accurato della quantità di materiale buffer da utilizzare (in funzione della permeabilità al vapore ed all'aria del contenitore museale e delle condizioni al contorno).

Questo strumento di analisi può essere applicato in modo diverso a seconda del fine:

- a livello progettuale lo si utilizza come un modello "gray-box", con l'obiettivo di quantificare la massa di materiale buffer da introdurre all'interno delle teche per mantenere i valori di UR entro l'intervallo desiderato,
- a livello previsionale il modello consente di valutare l'andamento dell'umidità relativa all'interno delle vetrine in funzione delle loro caratteristiche, del quantitativo di materiale tampone presente e delle condizioni termoigrometriche nelle sale espositive.

Le conoscenze maturate nel corso delle numerose indagini sperimentali ed il modello per la simulazione igrica delle vetrine hanno trovato la loro applicazione:

- nel supporto/consulenza alla progettazione della teca per l'esposizione dell'autoritratto di Leonardo durante la mostra "Leonardo: il Genio, il Mito" presso la Reggia della Venaria Reale,
- per la simulazione del comportamento igrico delle teche espositive dei disegni di Leonardo durante la medesima mostra,
- nel supporto alla progettazione delle vetrine del nuovo Museo Egizio di Torino (fase preliminare del progetto),
- nel supporto alla progettazione delle nuove vetrine della sezione pre-cinema presso il Museo Nazionale del Cinema di Torino,
- per la previsione delle condizioni interne alle vetrine durante numerose mostre temporanee.

Componenti di involucro opachi e trasparenti innovativi

Nell'ambito dei componenti di involucro opachi e trasparenti la ricerca è consistita nella continuazione/approfondimento degli studi effettuati negli anni precedenti e nell'allargamento degli interessi ai cosiddetti SIM (Super Insulation Materials).

In particolare, rispetto alle attività pregresse, basate prevalentemente su monitoraggi in campo di tecnologie commerciali, l'attenzione si è spostata verso le indagini di laboratorio. L'obiettivo è stato quello di condurre analisi di sensibilità in condizioni controllabili e ripetibili, così da poter approfondire la conoscenza dei fenomeni termofluidodinamici che governano il comportamento dei componenti di involucro dinamici e ideare/sviluppare nuove soluzioni tecnologiche.

A tal fine si è progettato e realizzato un apparato sperimentale, costituito da due celle climatiche, per l'analisi di componenti di facciata innovativi (sistema TWINS – Testing Windows Innovative Systems). Mediante questo sistema di prova si sono studiate diverse tipologie di facciate; in dettaglio:

- si è ideato, progettato e testato (per un intero anno solare) un modulo di facciata trasparente ventilata ibrida, sviluppato in collaborazione con un'azienda produttrice di facciate tecnologiche.

Questo componente integra un sistema fotovoltaico che, a seconda delle necessità e delle condizioni al contorno, alimenta i ventilatori per la ventilazione meccanica della facciata e/o consente di produrre energia elettrica da immettere in rete. L'aria che fluisce nell'intercapedine della facciata può essere utilizzata, in funzione della richiesta, o come mezzo per preriscaldare l'aria di ventilazione degli ambienti (periodo invernale e/o mezze stagioni) o per asportare parte dei carichi solari ed evitare indesiderati surriscaldamenti della facciata (periodo estivo).

- Si è sviluppato e studiato, nell'ambito di un Progetto di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN), un modulo di facciata multifunzionale ad elevatissime prestazioni energetiche (ACTRESS). In questa tecnologia sono integrati sistemi trasparenti e schermanti innovativi (veneziane con coatings basso – emissivi, aerogel nano strutturati), materiali a cambiamento di fase, pannelli fotovoltaici in silicio amorfo. Tali accorgimenti permettono, attraverso opportune strategie di gestione, di produrre energia elettrica per l'alimentazione dei ventilatori, accumulare energia termica (di origine solare) a livello di facciata, sfruttare la parte opaca della facciata come collettore solare ad aria (uso dell'aria di ventilazione a scopi termici), raffreddare la parte opaca di facciata mediante ventilazione nel periodo estivo. E' stato realizzato un prototipo in scala 1:1, le cui prestazioni termoenergetiche sono state valutate, per diversi assetti operativi, nel corso di un'indagine sperimentale della durata di oltre un anno.
- Si sono testate (previo adattamento del sistema sperimentale TWINS) diverse tecnologie di verde parietale, effettuando misure al variare delle modalità di funzionamento, delle condizioni climatiche, delle essenze vegetali e dei materiali dello strato di coltivo. In particolare è stato approfondito lo studio dell'influenza dello strato vegetale sulle prestazioni termoenergetiche della facciata.
- Si sono misurate le prestazioni termiche di diversi componenti di involucro trasparenti innovativi che integrano al loro interno materiali a cambiamento di fase (PCM) e vetrate innovative (vetri termotropici).

In relazione a quest'ultima attività le ricerche sono state condotte nell'ambito di un progetto (SMARTglass) mirato all'ideazione e sviluppo di componenti trasparenti innovativi che presentino una significativa inerzia termica, permettano di smorzare i picchi relativi ai carichi solari e consentano di accumulare energia termica a livello di elemento di involucro. A tal fine sono state concepite delle vetrate che integrano al loro interno materiali a cambiamento di fase paraffinici e lastre termotropiche. Le prestazioni termiche ed illuminotecniche misurate su questi campioni hanno evidenziato promettenti prospettive circa il loro utilizzo pratico negli edifici.

Le competenze acquisite e la notorietà conseguita dalle ricerche condotte hanno portato a numerose collaborazioni con aziende del settore, mirate soprattutto all'analisi delle prestazioni ed all'ottimizzazione dei moduli di facciata utilizzati in diversi edifici di rilievo o sperimentali; fra le attività più significative si possono citare: il monitoraggio termo energetico della facciata vetrata sperimentale della sede della Società SOMEK, l'analisi sperimentale finalizzata all'ottimizzazione dei moduli di facciata vetrata ventilata della futura sede della Regione Piemonte di Torino (edificio di grande altezza su progetto dell'Architetto Massimiliano Fuksas), l'analisi termica delle lastre vetro-marmo della Corte Suprema di Singapore (edificio progettato da Foster & Partners), lo studio energetico per il retrofit della facciata vetrata del centro di elaborazione dati del San Paolo di Torino, l'analisi termica della facciata vetrata ventilata del nuovo terminal dell'aeroporto di Firenze.

Parallelamente agli studi sulle facciate dinamiche multifunzionali ed agli approfondimenti relativi ai componenti trasparenti innovativi, la ricerca si è indirizzata anche sull'utilizzo dei materiali a cambiamento di fase in elementi opachi di involucro e/o in rivestimenti (intonaci) e sull'impiego di materiali superisolanti, con particolare riferimento ai Vacuum Insulation Panels – VIP. L'indagine è stata mirata alla valutazione sperimentale delle prestazioni termiche dei vari componenti ed alla loro ottimizzazione.

Particolari focus in questo settore sono stati:

- lo sviluppo di procedure ad hoc per la caratterizzazione in laboratorio delle prestazioni dei

componenti con comportamento termico non lineare (PCM) e di metodologie standardizzate per la misura e certificazione dei parametri termici dinamici dei componenti opachi.

- L'analisi critica e l'ottimizzazione delle tecniche di rilievo sperimentale in laboratorio della conducibilità termica dei materiali Super Isolanti,
- L'analisi dell'influenza dei ponti termici nei sistemi di involucro che adottano VIP come materiale isolante e la messa a punto di tecniche numeriche e sperimentali per la valutazione della trasmittanza lineica del ponte termico,
- L'effetto dell'invecchiamento sulle proprietà termofisiche dei SIM.

Infine, sia per i componenti di involucro opaco che trasparente dinamici e responsivi (oggetto delle ricerche condotte dall'Annex 44 dell'Agenzia Internazionale dell'Energia), sono stati sviluppati dei modelli numerici per la simulazione in condizioni dinamiche del loro comportamento termoenergetico. Tali modelli, implementati in ambiente Simulink, sono stati validati e successivamente utilizzati sia per procedere alla progettazione ed ottimizzazione dei componenti innovativi, sia per valutarne le prestazioni in funzione di varie condizioni operative e per diversi contesti climatici.

Gli strumenti di indagine sperimentale e numerica messi a punto per le tecnologie di involucro edilizio sono state inoltre riadattati per applicazioni all'analisi termica di componenti di involucro relativi ad ambiti di applicazione diversi quali: le superfici opache e trasparenti per imbarcazioni da diporto (attività di ricerca condotta con il cantiere Azimut-Benetti) e l'utilizzo di materiali superisolanti in frigoriferi domestici.

Sistemi solari termici innovativi per l'utilizzo delle fonti rinnovabili a scala di edificio

In questo settore si è sviluppato di un sistema solare termico per il riscaldamento ambientale basato sull'utilizzo di un fluido termovettore innovativo costituito da una sospensione di un materiale a cambiamento di fase micro incapsulato in una soluzione di acqua e glicole (slurry PCM). Grazie a questa peculiarità è possibile operare il collettore solare ad una temperatura di esercizio significativamente più bassa rispetto alle corrispondenti tecnologie tradizionali, che impiegano soluzioni acquose come fluido termovettore. Tale accorgimento consente di migliorare la prestazione energetica complessiva dell'impianto grazie ad una maggior efficienza del collettore ed a minori dispersioni termiche nella rete di distribuzione e nel serbatoio di accumulo.

Nello specifico l'attività di ricerca ha visto:

- la creazione di modelli numerici ad hoc per la simulazione termica del collettore solare e dell'accumulo di energia. Questi strumenti di analisi sono stati implementati sia su un foglio di calcolo Excel (in una versione semplificata, pensata per un utilizzo come strumento di progetto e dimensionamento dei componenti impiantistici) che in ambiente Simulink. Quest'ultimo modello consente l'analisi termoenergetica dettagliata dell'intero sistema (collettore ed accumulo termico) per periodi di tempo variabili fra l'arco giornaliero e quello annuale.
- La caratterizzazione reologica del fluido termovettore,
- L'ideazione, il progetto e la costruzione di un dimostratore prototipale dell'impianto in scala reale,
- L'analisi sperimentale del comportamento termico e delle prestazioni energetiche del collettore solare e dell'impianto nel suo insieme durante un'intera stagione di riscaldamento e con condizioni operative realistiche.

ALLEGATO 4 – PARTECIPAZIONE A CONGRESSI E PRESENTAZIONE DI MEMORIE

Anno	Congresso	Memoria presentata
1993	14 th AIVC Conference - Copenhagen	“Theoretical and experimental simulation of exhaust Hoods” “Analisi teorico-sperimentale della qualità dell' aria in un' aula universitaria”
1993	48° congresso ATI - Taormina	“Comportamento termofluidodinamico di una caldaia murale a gas, analisi teorico-sperimentale”
1995	5° convegno ATIG - Rimini	“Simulazione numerica ed analisi sperimentale di fiamme da gas naturale”
1995	Healthy buildings '95 - Milano	“Experimental methods for evaluating the performance of ventilation systems”
1995	50° congresso ATI - Saint Vincent	“Un modello di identificazione del clima interno della Mole Antonelliana “
1997	XV Congresso Nazionale UIT – Torino	“Analisi del comportamento termico di coperture di edifici con intercapedine d’aria”
1997	18th AIVC Conference – Atene	“Reducing cooling loads with under roof air cavities”
1998	19th AIVC Conference – Oslo	“Filters for gaseous contaminants: performance measurement and impact on ventilation systems”
1999	First International Forum on Natural and Hybrid Ventilation – Sydney	“Numerical simulation of transient effects of window openings” “I bacini d’acqua come dispersori di calore negli impianti di condizionamento. Modello numerico semplificato per l’analisi termica”
2000	Congresso Nazionale AICARR - Milano	“Ventilazione naturale mediante apertura controllata di finestre: implicazioni sul comfort interno”
2000	RoomVent 2000 Conference - Reading (UK)	“ Natural ventilation by means of window openings” “ Thermal comfort analyses in large enclosures inside historical buildings”
2001	7th REHVA Congress, Clima 2000 Conference - Napoli	“Experimental and theoretical analysis of natural ventilation by means of window openings” “Field monitoring of indoor environment in museums: a procedural approach for data processing”
2001	IAQVEC 2001, 4th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation, & Energy Conservation in Buildings, Changsha (China)	“A simple tool to assess the feasibility of hybrid ventilation systems”
2001	Congresso AICARR “Progettare l’involucro edilizio: correlazioni tra il sistema edificio e i sistemi impiantistici” - Torino	“Facciate trasparenti a doppio involucro, alta prestazione o moda?”
2002	Congresso AICARR 2002 “Sistemi ed impianti per il controllo della qualità dell’aria e dell’umidità” – Bologna	“Qualità dell’aria negli ambienti interni: ventilazione naturale, artificiale o ibrida?”
2002	RoomVent 2002 Conference - Copenhagen (Denmark)	“Influence of cooling strategies on the air flow path in an office with mixing ventilation” “Jet drop and draft risk in a mixing ventilation office:”

		experimental and numerical investigations”
2003	4 th International Symposium on HVAC – ISHVAC’03 - Beijing, China,	“Short time airing by single sided natural ventilation – Part 1: Measurement of transient air flow rate” “Short term airing by single sided natural ventilation – Part 2: Comparison of experimental results and model predictions”
2003	58° Congresso ATI - S. Martino di Castrozza	“Analisi del comportamento termofluidodinamico di un involucro trasparente innovativo: risultati di una campagna di monitoraggio” “Monitoraggio del comportamento termico di un tetto verde: primi risultati sperimentali”
2004	Congresso AICARR 2004 “Impianti, edifici, città – Integrazione e nuove visioni di progetto e gestione” – Milano	“Un metodo per la verifica funzionale degli impianti HVAC basato sull’analisi dei parametri microclimatici” “Analisi numerico sperimentale della ventilazione naturale di tipo “single-side”
2004	European Green Cities Network, “ECGN Conference - Environmentally Friendly Building In Europe” - Budapest, Hungary	“Transparent active façade: results from a year round field monitoring”
2004	RoomVent 2004 Conference “Indoor Climate Performance of Buildings” - Coimbra, Portugal,	“Thermal comfort, IAQ and air distribution analysis in open-space offices with underfloor air distribution” “Measurement of Air change rate and ventilation characteristic during short term transient phenomena”
2004	6 th European Commission Conference on: “Sustaining Europe’s Cultural Heritage: from Research to Policy” - London, United Kingdom.	“Air tightness and thermohygrometric performance of showcase” “Le prestazioni delle vetrine museali ai fini del controllo del microclima – il controllo di frontiera”
2006	Proceedings of the 3rd International Building Physics Conference “Research in Building Physics and Building engineering” - Montreal, Canada	“A new approach for the IEQ (Indoor Environment Quality) assessment” “Performance assessment of innovative transparent active envelopes through measurements in test cells” “Zonal modeling of double-skin façade”
2006	Congresso Internazionale EPIC 2006 AIVC, Lyon, France	“Annex 44 - Responsive Building Elements (RBE): a state-of-the-art review” “Energy efficient envelope retrofit: a case study for a bank data centre” “Measuring air temperature in glazed ventilated façades in the presence of direct solar radiation”
2007	RoomVent 2007 Conference, Helsinki, Finland	“Experimental evaluation of gas permeability in common materials and influence of diffusion phenomena on tracer gas techniques”
2007	62° Congresso Nazionale ATI, Salerno , Italia	“Un modello numerico per la valutazione del comportamento termofluidodinamico di facciate trasparenti attive” “Validazione sperimentale di un modello per facciate a “doppia pelle” in ventilazione meccanica”
2007	7th International Energy Agency Annex 44 Forum, Hong Kong	“Responsive Building Elements – Actual development and Trends Within IEA” “Analysis of Different Solutions for the Passive Cooling of an High Rise Office Buildings”
2007	IAQVEC Conference 2007, Sendai, Japan	“CFD transient analysis of night cooling strategy applied to school building”

		“Phase change materials with ceiling ventilation system to reduce summer cooling loads”
2008	29th AIVC Conference 2008 - Kyoto, Japan	“Performance evaluation of advanced integrated façades in laboratory facilities”
2009	RoomVent 2009 Conference - Busan, South Korea	“Energy performance of thermally activated hollow core ceilings in an high rise office building”
2009	5 th International Workshop on Energy and Environment of Residential Buildings and the 3 rd International Conference on Built Environment and Public Health (EERB-BEPH 2009) - Guilin, Guangxi Province, China	“Thermal Mass Activation By Means Of Night Cooling: Comparison On Different Techniques And Strategies”
2009	4th International Building Physics Conference - “Energy Efficiency and new approaches” - Istanbul, Turkey	“Experimental energy efficiency assessment of a hybrid ventilated transparent façade”
2010	CLIMA 2010 - 10th REHVA World Congress, 9-12 May 2010, Antalya, Turkey	“Natural ventilation for green building design: analysis of different strategy to improve indoor air quality for school buildings” & “Active transparent façade integrated with a well water cooling system: an experimental analysis”
2010	IAQVEC 2010 Conference, Syracuse 2010, NY USA	“Experimental assessment of the thermal behaviour of a DGU filled with pcms”
2010	31 st AIVC International Conference 2010, Seoul, Korea	“Ventilation and RH control in museum showcases”
2011	RoomVent 2011 Conference, Trondheim, Norvegia	“the actress concept: a new façade module for low energy buildings”
2012	Proceedings of the 5th International Building Physics Conference (IBPC 2012), Kyoto, Japan	“Energy performance assessment of an advanced responsive multifunctional facade module: first results of an experimental campaign”
2012	10th International Conference “Healthy Buildings 2012”, Brisbane, Australia	“Passive control of temperature and relative humidity in museum showcases: the case study of the Leonardo self-portrait” & “Improving thermal plaster performance by means of recycled materials and Phase Change Materials”
2013	Climate 2013 - 11 th RHEVA World Congress, Praga, Repubblica Ceca	“Experimental analysis on advanced insulation system”
2014	5th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, SEB-14, Cardiff, , UK	“The effect of different materials joint in Vacuum Insulation Panels”
2014	9th International Masonry Conference, Guimarães, Portugal	“Theoretical and experimental characterization of thermal dynamic wall performance”
2014	Sustainability in Energy and Buildings, SEB – 14, Cardiff, UK	“Potentialities of a low temperature solar heating system based on slurry phase change materials (PCS)”
2016	IAQVEC 2016 Conference, Songdo-Incheon, South Korea	“Air tightness and RH control in museum showcases: concepts and testing procedures”
2017	3th TechnoHeritage 2017 International Congress, Cádiz, Spain	“Air tightness and RH control in museum showcases: concepts and testing procedures”
2018	RoomVent18 - RoomVentilation 2018, June 2-5 2018, Aalto University, Espoo, Finland	“Characterization Of Personal Comfort Systems By Means Of Subjective Comfort Investigation”

2018 COBEE 2018 - 4th Conference on
Building, Energy and Environment,
February 5-9th, Melbourne, Australia,
2018

“New methodology and perspective for the air flow and thermal
comfort characterization of personalized devices”

