

Curriculum Vitae

INFORMAZIONI PERSONALI

Nome VINCENZO
Cognome LA ROCCA
E-mail vincenzo.larocca@unipa.it

AMBITI DI RICERCA

Laureato in Ingegneria Meccanica, nel luglio 1978 con voti 110/110 e lode, è stato nominato Ricercatore in prova con DM del 7.6.1983 al concorso libero per l'accesso al ruolo dei Ricercatori Universitari, Gruppo n. 117, sottosettore Fisica Tecnica, ottenendo successivamente la conferma a Ricercatore con DM del 19.10.1987.

Risultato idoneo nella procedura di valutazione comparativa per la copertura di n. 1 posto di professore universitario di ruolo di II fascia per il settore scientifico disciplinare I05A - Fisica Tecnica Industriale – Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di L'Aquila, è stato chiamato dalla Facoltà di Ingegneria di Palermo e per D.R. del 31.10.2001 ha preso servizio, in data 01.11.2001, presso il Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali dell'Università di Palermo. Con decreto del Rettore dell'Università degli Studi di Palermo n.203 del 14.04.2005 è stato confermato, professore associato per il settore scientifico-disciplinare ING-IND/10, a decorrere dal 01.11.2004.

Dall'ottobre 2003 a dicembre 2008, per incarico Rettoriale, ha svolto le mansioni di Energy Manager dell'Università degli Studi di Palermo.

Tiene con continuità il corso ufficiale di Termotecnica per Ingegneria Meccanica a partire dall'anno accademico 1991/92.

Negli A.A. 2000/01 e 2001/02 ha tenuto la supplenza del corso ufficiale di Fisica Tecnica per Ingegneria Elettronica e Ingegneria delle Telecomunicazioni.

Dall'anno accademico 2003/04 tiene con continuità il corso ufficiale di Fisica Tecnica per Ingegneria Gestionale.

Dall'anno accademico 2008/09 tiene con continuità la supplenza del corso ufficiale di Fisica Tecnica per Ingegneria Gestionale presso il Polo Universitario della Provincia di Agrigento.

Nell'anno accademico 2011/2012 ha tenuto la supplenza del corso ufficiale di Tecnica del Freddo per Ingegneria Meccanica ed Ingegneria Energetica e Nucleare.

Dal 2001 è componente del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in Energetica con Sede amministrativa l'Università di Palermo; dal 2011 il Dottorato di Ricerca in Energetica è confluito nel Dottorato di Ricerca dell'Energia, sempre con Sede amministrativa l'Università di Palermo.

Dal 2004 al 2008 è stato componente della Giunta del Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali.

Dal 2009 è il Delegato per i tirocini del Consiglio di Corso di Studi in Ingegneria Meccanica.

Dal 2011 è componente della Commissione didattica del Consiglio di Corso di Studi in Ingegneria dell'Energia.

Dal 2011 è componente della Commissione per il coordinamento della didattica nel Corso di Studi in Ingegneria Meccanica.

E' stato più volte componente della Commissione Giudicatrice per la selezione dei Dottorandi per il Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa in Roma "La Sapienza" e per il Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa

l'Università di Palermo.

E' stato più volte componente della Commissione degli esami finali del Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa in Roma "La Sapienza" e per il Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa l'Università di Palermo.

Nell'ambito del Dottorato di Ricerca di Palermo ha svolto, e in atto svolge, l'attività di docente tutor di allievi dottorandi.

Si è occupato e si occupa del coordinamento delle varie attività dei Laboratori di ricerca di Tecnica del Freddo e di Trasmissione del Calore del Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali, curando, in particolare, la progettazione e la realizzazione degli impianti sperimentali e l'organizzazione delle prove sperimentali per le varie ricerche, la messa a punto dei relativi sistemi di elaborazione ed acquisizione dei dati. Nell'ambito di molte di tali attività di ricerca sono stati realizzati ed utilizzati per le attività di ricerca, nel triennio, diversi impianti di prova ad hoc, tra cui, in particolare:

- un impianto per la derivazione dei coefficienti di scambio termico nei condensatori e negli evaporatori degli impianti frigoriferi;
- un impianto per le prove sul comportamento di nuovi fluidi frigoriferi in macchine frigorifere convenzionali;
- un impianto per le prove di funzionamento di vari tipi di scambiatori di calore per le macchine frigorifere, per le pompe di calore, per la validazione di modelli di simulazione di varie apparecchiature;
- un impianto pilota relativo ad una macchina frigorifera a CO₂ funzionante secondo un ciclo ipercritico bistadio.
- Impianti del Laboratorio di Tecnica del Freddo del Dipartimento dell'Energia UNIPA correlati a specifiche applicazioni per lo sviluppo e la diffusione della tecnologia basata sull'uso di stack di SOFC nella cogenerazione e la trigenerazione nel terziario avanzato e nel residenziale ed impianto di accumulo di freddo.

Correlate alle predette attività sono alcune ricerche teoriche per la derivazione di metodologie adatte alla modellazione del comportamento delle apparecchiature previste in seno agli impianti a cui sono destinate.

Ha seguito, come relatore, lo svolgimento di numerosissime tesi di laurea su argomenti di Termofluidodinamica, Trasmissione del calore, Impiantistica termica, Energetica, Tecnica del freddo; molte tesi hanno carattere sperimentale.

Ha partecipato a vari Congressi, seminari e manifestazioni di carattere scientifico sia nazionali che internazionali, nei settori che lo impegnano, presentandovi delle memorie.

Ha svolto e svolge attività di ricerca pertinenti alle seguenti tematiche:

1. Metanodotti, gasdotti, reti di metanizzazione urbana;
2. Termofluidodinamica dei fluidi bifase (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. Celidonio Dispenza);
3. Ricerche sullo scambio termico negli scambiatori di calore a letto fluidizzato (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. C. Dispenza);
4. Ricerche sullo scambio termico per contatto diretto (Fondi CNR, responsabile Prof. Salvatore Culotta);
5. Ricerche di geotermo-energetica. Le ricerche sono state svolte nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale finanziata dalla Comunità Europea in seno alla quale il sottoscritto ha collaborato nella qualità di esperto. Il programma ha riguardato lo studio di appropriate tecnologie per un uso integrale delle risorse geotermiche del territorio messicano: produzione di energia elettrica; impiego del reject dagli impianti di produzione di energia elettrica e delle salamoie calde per usi energetici diretti (produzione di freddo, produzione di acqua calda anche con pompe di calore). Le ricerche sono state svolte nel periodo 1983/94 in collaborazione con l'Istituto de Investigaciones Electricas (IIE) della Repubblica del Messico nell'ambito di un vasto programma di ricerca, a prevalente carattere sperimentale, oggetto di una collaborazione scientifica internazionale IIE EEC/AQUATER (del Gruppo ENI);
6. Pianificazione energetica; le ricerche riguardano alcuni studi per la pianificazione energetica nel territorio della Regione Siciliana ed in particolare uno studio a carattere più generale relativo alla pianificazione energetica globale, tale studio è stato svolto in collaborazione tra l'Istituto CESEN Renzo Trasselli ed il DEAF (Responsabile scientifico Prof. Celidonio Dispenza), un altro studio di rilevanza ha riguardato la metanizzazione della Sicilia sud orientale nell'ambito del Progetto Speciale 2 della Cassa per il Mezzogiorno (Studio coordinato dal prof. C. Dispenza e dall'ing. L. Grimaldi);
7. Termodinamica delle soluzioni (Fondi MURST 40%, responsabile Prof. Mario Columba);
8. Sviluppo delle tecnologie relative alle macchine frigorifere ad assorbimento di tipo non convenzionale (Fondi MURST 40%, responsabile Prof. Mario Columba);
9. Ricerche su pompe di calore a compressione di vapore saturo (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. Giuseppe Panno);
10. Ricerche sui processi di surgelazione dei prodotti ortofrutticoli (Fondi ex quota 60%, responsabile Prof. Vincenzo La Rocca);

11. Ricerche su proprietà termodinamiche e termiche di miscele binarie polifasiche (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. Giuseppe Panno);
12. Ricerche sullo studio teorico e sperimentale dello scambio termico negli evaporatori e nei condensatori delle macchine frigorifere (Fondi ex quota 60%, responsabile Prof. Giuseppe Panno);
13. Innovazione tecnologica di impianti energetici: studio teorico e sperimentale di metodologie per la progettazione e la verifica (Fondi ex quota 60%, responsabile Prof. Celidonio Dispenza);
14. Simulazione sperimentale della diffusione di inquinanti (Fondi 40% Responsabile nazionale Prof. A. Cenerese, responsabile dell'unità operativa di Palermo Prof. L. Pignato);
15. Studio di modelli per la previsione dell'inquinamento atmosferico delle aree urbane con particolare riferimento al traffico automobilistico. Tecniche per la minimizzazione dell'inquinamento atmosferico in prossimità degli incroci semaforizzati (Fondi Assessorato Beni Culturali ed Ambientali della Regione Siciliana – responsabile della ricerca Prof. L. Pignato).
16. Analisi del transitorio termico nel congelamento di prodotti alimentari. La ricerca, a prevalente carattere sperimentale, è svolta nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale con il Dipartimento di "School of Mechanical, Materials, Manufacturing Engineering and Management" dell'Università di Nottingham.
17. Ottimizzazione energetica e razionalizzazione della domanda elettrica dei supermercati e degli ipermercati (Fondi MIUR – PRIN 2001; coordinatori nazionali e responsabili dell'unità locale di ricerca Proff. Mario Columba e Celidonio Dispenza).
18. Studio per la redazione del Piano Energetico Regionale della Regione Siciliana, responsabile scientifico Prof. C. Dispenza.
1. Progettazione e dimostrazione di sistemi FC per applicazioni cogenerative; Progettazione, Simulazione, Valutazione teorica e Selezione comparativa di diverse tipologie di architettura di impianti cogenerativi basati su tecnologie SOFC, PEFC, MCFC. Accordo di Programma MiSe-Cnr, Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile, 1° anno (2008) Responsabile Scientifico: prof. C. Dispenza.
2. Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative, Sviluppo di celle ad ossidi solidi (SOFC) per la co-generazione di energia elettrica, calore e freddo. Accordo di Programma MiSe-Cnr, Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile, 2° anno (2009) Responsabile Scientifico: prof. C. Dispenza.
3. Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative, potenziale di sviluppo in Italia della micro-cogenerazione con la tecnologia Fuel Cell. . Accordo di Programma MiSe-Cnr, Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile - 3° anno (2010-2011) Responsabile Scientifico: prof. V. La Rocca.

Attività didattica

Per quanto attiene alla Didattica il sottoscritto ha sempre curato e cura l'aggiornamento scientifico e tecnico sugli argomenti dei vari Corsi tenuti. Ha curato anche, insieme al Prof. C. Dispenza, la stesura di vari appunti, quali dispense didattiche per i corsi di Trasmissione del Calore, di Termotecnica e di Energetica industriale, ed attualmente sta preparando un testo didattico di Trasmissione del calore insieme al Prof. Dispenza. Ha inoltre partecipato alle attività didattiche in corsi per l'abilitazione di Docenti di Scuole medie organizzati dai Provveditorati agli Studi ed ha organizzato vari Corsi e Seminari per conto di Pubbliche Istituzioni sia in ambito universitario che di Istituti di istruzione secondaria superiore. Ha partecipato, in qualità di docente-valutatore ai corsi PON e CIPE: "Tecnico esperto nel settore energetico" organizzati negli anni scolastici 2002-2003, 2003-2004 e 2004-2005, 2005-2006, 2007-2008, 2008-2009, dall'ITI Alessandro Volta di Palermo.

Le attività hanno sempre riguardato discipline le cui tematiche sono proprie del Settore scientifico in cui il sottoscritto è inquadrato.

Attività di ricerca

Per quanto attiene alle ricerche, il sottoscritto ha svolto quest'ultime collaborando all'interno di Gruppi che, trattandosi di complesse tematiche, hanno lavorato con sinergia per lo svolgimento delle varie attività.

Il sottoscritto ha svolto compiti più specifici curando l'organizzazione delle esperienze ed il loro svolgimento sia per la messa a punto delle tecniche di misura che per il rilievo e la elaborazione dei dati sperimentali ed ha inoltre avuto sempre parte attiva nella realizzazione di impianti sperimentali dei laboratori di Termodinamica applicata, di Termofluidodinamica e di Tecnica del freddo del DREAM, di quest'ultimo ha sempre curato anche il coordinamento delle attività.

La produzione scientifica riguarda i predetti temi di ricerca oltre ad altri argomenti.

I lavori di cui in 1) riguardano lo studio di sistemi per il trasferimento via tubo di prodotti petrolchimici semilavorati allo stato aeriforme e di sistemi per la distribuzione di gas manifatturato in Sicilia.

I lavori di cui in 2) si riferiscono a ricerche di Termofluidodinamica dei Fluidi Bifase svolte nel periodo 1978-1982 e riguarda lo studio degli Effetti di comprimibilità nel moto dei fluidi bifase. Sui temi in argomento sono stati pubblicati diversi lavori .

L'attività di ricerca è indirizzata alla proposizione di metodologie globali originali per il calcolo e la verifica di condotti attraversati da fluidi evaporanti o condensanti in presenza di forti gradienti assiali di pressione. In una memoria viene proposta una metodologia originale per la predizione della portata critica e della massima quantità di calore che può essere somministrata ad un condotto attraversato da un liquido evaporante in relazione al raggiungimento di condizioni prossime a quelle soniche. Il procedimento si basa sull'uso di una correlazione originale, ricavata nell'ambito delle ricerche per la previsione del trascinamento in miscele liquido - vapore ad un solo componente in regime di moto anulare adiabatico in condizioni di equilibrio idrodinamico tra il nucleo aeriforme ed il film liquido. Con un procedimento aggiuntivo la correlazione è poi adattata alla stima del trascinamento nel moto con somministrazione di calore in condotti percorsi da liquidi evaporanti. La correlazione, confrontata con punti sperimentali del laboratorio AERE di Harwell, UK, e di altri Laboratori, anche per miscele a due componenti, mostra di essere in ottimo accordo. Un'altra pubblicazione mette a punto un procedimento originale degli autori per la stima del trascinamento nel moto con somministrazione di calore in condotti percorsi da liquidi evaporanti.

In altri lavori sono affrontati, poi, i problemi della previsione di portata critica di miscele liquido - aeriforme in condotti a sezione costante, della determinazione della lunghezza delle linee di blow-down, della depressurizzazione di recipienti in pressione contenenti liquidi pressurizzati con un modello originale di calcolo proposto dagli autori. Le ricerche sono di interesse attuale nell'ambito dei problemi che insorgono negli studi di progetto e verifica ai fini della sicurezza.

I lavori di cui in 3) riguardano ricerche sullo scambio termico negli scambiatori di calore a letto fluidizzato. Le ricerche, di tipo teorico e sperimentale, riguardano la derivazione di correlazioni per il calcolo dei coefficienti esterni di adduzione in scambiatori a letto fluidizzato Gas-Solido. Si è anche realizzato al DEAF (oggi DREAM) un circuito per le verifiche sperimentali. Tra i più notevoli risultati va citata una metodologia generale di correlazione di dati sperimentali per la previsione dei coefficienti di convezione esterni che è completamente originale. La metodologia è di carattere generale ed è relativamente semplice nell'applicazione, conduce ad elevati coefficienti di correlazione dei dati, ed è stata estesa, con un modello idrodinamico basato sul concetto del "Drift flux", a casi in cui sono presenti effetti radiativi (letti fluidizzati ad alte temperature nei combustori).

I lavori di cui in 4) riguardano ricerche sullo scambio termico per contatto diretto; l'obiettivo della ricerca è lo studio sperimentale di alcuni aspetti dello scambio termico negli scambiatori per contatto diretto tra fluidi. Presso il Dipartimento è stato realizzato anche un apparato sperimentale per la conduzione di prove ad hoc sia qualitative (assistite da rilievi fotografici) che quantitative attinenti all'evoluzione dei fenomeni.

I lavori di cui in 5) riguardano ricerche di geotermo-energetica svolte in ambito internazionale. Alcuni lavori sono il frutto di ricerche svolte in collaborazione col prof. Dispenza e riguardano tematiche coltivate nell'ambito di collaborazioni con la Società AQUATER del Gruppo ENI per lo sviluppo di Impianti di superficie per lo sfruttamento diretto di fonti geotermiche a media e bassa temperatura, di ricerche per lo sfruttamento integrato delle risorse geotermiche, di ricerche mirate allo sviluppo di iniziative per lo sfruttamento dell'energia geotermica nel territorio della Regione Siciliana, ricerche svolte nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale finanziata dalla Comunità Europea in seno alla quale il sottoscritto ha collaborato nella qualità di esperto. Tale programma ha riguardato lo studio di appropriate tecnologie per un uso integrale delle risorse geotermiche del territorio messicano: produzione di energia elettrica; impiego del reject dagli impianti di produzione di energia elettrica e delle salamoie calde per usi energetici diretti: produzione di freddo, produzione di acqua calda anche con pompe di calore (ricerche svolte nel periodo 1983/94 in collaborazione con l'Istituto de Investigaciones Electricas (IIE) della Repubblica del Messico, a prevalente carattere sperimentale, Collaborazione scientifica internazionale IIE EEC/AQUATER).

I lavori di cui in 6) riguardano ricerche di metodologie appropriate per le pianificazioni energetiche, e riguarda principalmente gli usi finali dell'energia in alcune zone del territorio della Regione Siciliana: Isola di Pantelleria (nell'ambito di Ricerche afferenti al PFE del CNR), Studio per la metanizzazione della Sicilia Sud Orientale che comprende l'Area petrolchimica siciliana (nell'ambito di Ricerche afferenti al Progetto Speciale 2 della Cassa per il Mezzogiorno: Gruppo C.Dispenza e L.Grimaldi), Studio generale per la Pianificazione energetica globale nel territorio della Regione Siciliana (studio svolto in collaborazione tra l'Istituto CESEN ed il DEAF, Responsabile scientifico Prof. Celidonio Dispenza).

I lavori di cui in 7) riguardano ricerche teoriche su aspetti relativi allo sviluppo delle tecnologie relative ai fluidi di lavoro delle macchine frigorifere ad assorbimento (studio di proprietà termodinamiche e di trasporto di coppie di fluidi non convenzionali). E' stato realizzato un circuito di prova per la determinazione delle proprietà delle coppie in studio. Sono state messe a punto metodologie originali per la derivazione dei diagrammi di stato delle coppie di fluidi di lavoro, che sono state applicate, poi, allo studio di talune coppie non convenzionali.

I lavori di cui in 8) riguardano lo sviluppo delle tecnologie relative alle macchine frigorifere ad assorbimento di tipo non convenzionale. Presso il Dipartimento sono state svolte ricerche sia teoriche che a carattere sperimentale su aspetti relativi allo sviluppo delle predette tecnologie e sono stati studiati anche modelli di simulazione numerica di macchine ad assorbimento, riassorbimento - compressione etc., procedendo anche ad esperienze su un impianto pilota.

I lavori di cui in 9) riguardano ricerche sulla sostituzione di fluidi frigoriferi alternativi ai CFC in impianti frigoriferi. La ricerche sono di tipo teorico-sperimentale e sono ancora in avanzato corso di svolgimento. Sulle predette tematiche sono stati pubblicati alcuni lavori. Sono anche state svolte ricerche sull'impiego dell'anidride carbonica negli impianti frigoriferi. L'obiettivo è lo studio di prototipi che potranno sostituire le macchine impiegate nei settori commerciale e terziario attualmente in uso, dato che le medesime dovranno funzionare impiegando fluidi di lavoro che siano compatibili con le esigenze di un ridotto impatto ambientale. Ad oggi è stato realizzato un prototipo con compressore bistadio. La ricerca, di tipo teorico-sperimentale, è in corso e sono state già pubblicate diverse memorie.

I lavori di cui in 10) riguardano lo studio di alcuni aspetti dei fenomeni relativi ai processi di surgelazione di prodotti ortofrutticoli. Tale tema, sempre di attualità per i risvolti applicativi, è stato sviluppato sia con ricerche teoriche che sperimentali. La ricerca è in corso e sono state già pubblicate diverse memorie.

I lavori di cui in 11), 12) e 13) sono strettamente connessi, poiché le tematiche di cui in 11) e 12) sono attinenti allo Studio di metodologie generali di correlazione di dati sperimentali di scambio termico negli evaporatori e nei condensatori degli impianti frigoriferi con vari tipi di fluidi e miscele. L'obiettivo della ricerca è quello di ricavare delle metodologie di correlazione che possano essere adoperate per la previsione dei coefficienti di scambio termico nella casistica predetta, quando si impiegano nuovi tipi di fluidi e miscele per cui non sono state condotte particolari esperienze. Le metodologie sono destinate alla progettazione di apparecchi e perciò il tema rientra nell'ambito dell'innovazione tecnologica (filone 13). Si è realizzato un impianto sperimentale, si sono effettuate delle esperienze per verificare la validità delle metodologie derivate. Le ricerche sono attualmente in corso. Si ritiene utile far rilevare che tra i più salienti risultati ottenuti vi è la proposizione di una metodologia di correlazione dei dati di scambio termico nella vaporizzazione e nella condensazione entro tubi che è completamente originale. La metodologia ha, infatti, carattere generale (include in linea di principio anche quella per i letti fluidizzati), è relativamente semplice nell'applicazione, porta ad elevati coefficienti di correlazione dei dati, è fondata su un modello idrodinamico basato sul concetto del "Drift flux". Attualmente si sta lavorando sulla correlazione dei dati sulle miscele per controllare alcune distorsioni parametriche, valutandone la sensibilità da grandezze che intervengono nella fenomenologia.

I lavori di cui in 14) e 15) riguardano lo studio di modelli per la previsione dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane. La finalità di questo studio ha portato alla definizione di un modello matematico per la previsione dell'inquinamento in vicinanza di incroci con semafori in condizioni critiche (coda continua e moto dei veicoli per plotoni). Un parametro importante che interviene nel modello proposto è la caratterizzazione specifica dell' "auto media" che è quella che inquina nello stesso modo dell'intero parco circolante per date condizioni di moto.

Gli studi si inseriscono nell'ambito sia della ricerca relativa alla "Simulazione sperimentale della diffusione di inquinanti" (Fondi 40% - Responsabile nazionale Prof. A. Cenerese, responsabile dell'unità operativa di Palermo Prof. L. Pignato) che della ricerca "Studio di modellistica dell'inquinamento atmosferico delle aree urbane con particolare riferimento al traffico automobilistico. Tecniche per la minimizzazione dell'inquinamento atmosferico in prossimità degli incroci semaforizzati". (Fondi Assessorato Beni Culturali ed Ambientali della Regione Siciliana – responsabile della ricerca Prof. L. Pignato).

I lavori di cui in 16) riguardano lo studio dei transistori termici nel congelamento di prodotti alimentari, in particolare è stato sviluppato un nuovo metodo numerico per la risoluzione del complesso sistema di equazioni differenziali a coefficienti variabili che caratterizzano il fenomeno fisico. Tale metodo numerico è basato sulla teoria delle funzioni a base radiale applicato sino ad oggi solo alla soluzione di problemi stazionari e a coefficienti costanti. Lo studio affrontato ha permesso l'estensione del metodo ad un più largo campo di applicazioni ed inoltre è stato validato con prove sperimentali condotte presso il laboratorio di Tecnica del Freddo del DREAM. La ricerca, a prevalente carattere sperimentale, è svolta nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale con il Dipartimento di "School of Mechanical, Materials, Manufacturing Engineering and Management" della Università di Nottingham.

I lavori di cui in 17) riguardano un filone di ricerca che si inquadra nell'ambito di un Programma di interesse nazionale cofinanziato dal MIUR (PRIN 2001) a cui hanno partecipato il Politecnico di Bari e le Università di Genova, Napoli "Federico II", Padova e Palermo. Il programma di ricerca svolto nell'ambito del Programma PRIN 2001 ha l'obiettivo di contribuire alla ricerca di soluzioni che, con l'uso integrato delle risorse energetiche (grazie al recupero, l'accumulo e la gestione razionale) ed in coerenza con le esigenze del benessere ambientale e della qualità dell'aria interna, consentano di giungere ad una ottimizzazione energetica ed alla razionalizzazione della domanda elettrica nei supermercati e negli ipermercati, con particolare riguardo alla situazione italiana.

Il Programma prevedeva alcuni temi che sono stati sviluppati dall'Unità di Ricerca dell'Università di Palermo, e, principalmente:

- a) ricerche sulle prestazioni di impianti e componenti per la refrigerazione commerciale nei supermercati e negli ipermercati,
- b) ricerche su macchine frigorifere per la refrigerazione commerciale operanti con cicli transcritici ad anidride carbonica,
- c) studio del comportamento ai fini energetici di grosse strutture commerciali e studi di fattibilità di impianti innovativi per la loro climatizzazione.

Le ricerche relative al tema a) dell'elenco riguardano la sostituzione dei fluidi frigoriferi, attualmente in uso, con altri fluidi, tanto sintetici che naturali, alternativi ai CFC, negli impianti frigoriferi. Le ricerche sono di tipo teorico-sperimentale e sono ancora in avanzato corso di svolgimento; esse hanno richiesto la costruzione di impianti sperimentali nel laboratorio di Tecnica del Freddo del DREAM la cui realizzazione è stata curata dal sottoscritto. Sono state messe a punto delle metodologie di indagine sperimentale sulle prestazioni di impianti e componenti per la refrigerazione commerciale (celle, banchi frigoriferi e vetrine refrigerate, etc), si sono condotte anche varie esperienze e le ricerche sono tutt'ora in corso.

Sulle predette tematiche sono stati pubblicati alcuni lavori che riportano anche alcuni risultati ottenuti.

Quanto al tema b) dell'elenco, sono in corso di svolgimento, attualmente, anche delle ricerche sull'impiego dell'anidride carbonica negli impianti frigoriferi. L'obiettivo è lo studio di prototipi che potranno sostituire le macchine operanti con fluidi sintetici che sono attualmente impiegate nei settori commerciale e terziario.

E' stato realizzato al DREAM un impianto pilota con una macchina frigorifera bistadio a CO₂ a ciclo transcritto per la produzione di acqua calda per usi sanitari e di freddo a due diversi livelli di temperatura, in particolare 20°C per la simulazione di celle per la conservazione di prodotti surgelati ed a 10°C per la simulazione di celle frigorifere di prodotti refrigerati.

Le attività di ricerca hanno riguardato la progettazione esecutiva di un impianto pilota da laboratorio completo di tutti i suoi componenti e la sua realizzazione. Sono in corso di completamento le prove per la caratterizzazione, nonché la modellizzazione dell'impianto per mettere a punto delle simulazioni numeriche, da convalidare successivamente con i risultati sperimentali, che serviranno per lo sviluppo di sistemi più compatti di quello attuale. Si tratta di un impianto innovativo, perché il rating di pressione è elevato per le applicazioni consuete nell'ambito dei settori commerciale, terziario e civile (le pressioni sono superiori ai 100 bar).

I primi risultati ottenuti in termini di efficienza della macchina hanno dimostrato che per queste particolari condizioni di utilizzazione l'anidride carbonica garantisce dei COP paragonabili a quelli che si ottengono con le migliori realizzazioni disponibili in commercio funzionanti con fluidi sintetici. Si ha, però, il vantaggio di utilizzare un fluido ad elevata compatibilità ambientale, trattandosi di un fluido naturale.

Relativamente al tema c) dell'elenco, l'Unità di Ricerca di Palermo si è occupata, tra i vari argomenti, della individuazione di idonee metodologie per la caratterizzazione dei carichi sia termici che frigoriferi ed elettrici. Data la rilevanza del Settore degli ipermercati e dei supermercati, sia in Italia che nel contesto della Regione Siciliana, ove tali strutture sono in forte espansione, l'argomento ha richiesto degli adeguati approfondimenti che nella presente ricerca hanno riguardato non solo gli aspetti relativi alle tecnologie di impianto coinvolte ma anche lo studio della struttura dei consumi di fonti energetiche e le modalità di gestione dei sistemi di climatizzazione ed, in genere, degli altri impianti presenti negli edifici commerciali.

Si è, pertanto, svolto un complesso studio per la simulazione del comportamento ai fini energetici di una grossa struttura commerciale (ipermercato che ricade su un'area di 63.000 m², i volumi climatizzati ammontano a 104.000 m³) di cui sono note le caratteristiche edilizie e del progetto esecutivo completo; la struttura si pensa collocata nel contesto climatico siciliano. Per tale complesso del terziario è stato quindi possibile effettuare delle approfondite analisi di simulazione per varie tipologie di impianto, tanto classiche che innovative, e per varie ipotesi di gestione di esse. Si sono così ottenute delle informazioni utili ai fini di valutare l'effetto dell'improvement degli impianti, dei componenti e della gestione energetica. Nella presente nota sono presentati alcuni dei risultati ottenuti.

Nel corso della ricerca sono state prese in considerazione varie proposte di interventi possibili che sono state esaminate ciascuna indipendentemente dalle altre e poi sono state confrontate sia tra loro che con la situazione di base attuale di progetto:

- Introduzione di un sistema di accumulo termico per il freddo con ghiaccio e per il caldo con acqua calda; le macchine frigorifere sono a pompa di calore duale (freddo, caldo di recupero).
- Introduzione di un sistema di accumulo termico innovativo con clatrati per il freddo e con acqua calda per il caldo; in tale caso si tratta di una centrale termica in cui sono presenti delle pompe di calore giapponesi innovative.
- Introduzione di sistemi di deumidificazione chimica a ruota del tipo munters.
- Introduzione di sistemi di deumidificazione chimica con sostanze essiccanti liquide.
- Introduzione di un sistema di cogenerazione con motore a combustione interna a gas metano ed un parco di produzione del freddo sia con macchine frigorifere a compressione di vapore che ad assorbimento; il parco di produzione del caldo è supportato da caldaie a gas metano e da un sistema di accumulo termico di servizio per livellare i transitori.
- Introduzione di un sistema di cogenerazione come per il caso precedente, ma con l'uso di miniturbine alimentate a gas

metano.

- Introduzione di un sistema di cogenerazione come per il caso precedente ma che fa uso di sistemi innovativi di produzione dell'energia elettrica con celle a combustibile (sistema centralizzato).

- Studio di altri casi che prevedono un certo contributo di fonti rinnovabili in alcune zone della struttura commerciale; sistema di produzione di energia elettrica con pannelli fotovoltaici e produzione di energia termica con pannelli solari.

Tutte le proposte contengono degli interventi di house keeping sulla struttura originaria e l'introduzione della comfort ventilation per sfruttare il free cooling notturno nel periodo estivo. Nel corso della ricerca è stata anche sviluppata una originale metodologia semplificata per la simulazione oraria del sistema edificio-impianto tenendo conto del regime variabile che si ha nella attuale gestione energetica.

I lavori di cui in 18) riguardano lo "Studio per la redazione del Piano Energetico Regionale della Regione Siciliana" (convenzione con l'Assessorato Industria, studio svolto dalle Università di Palermo, di Catania e di Messina e dall'Istituto ITAE-CNR di Messina, Responsabile Scientifico Prof. C. Dispenza) il sottoscritto ha coordinato lo studio relativo al completamento delle opere di metanizzazione della Regione Siciliana e si è occupato insieme ai Proff. C. Dispenza e G. Panno dello studio per la pianificazione del settore industria e del settore dell'industria energetica che per la Regione Sicilia è di rilievo sia nazionale che europeo.

Il tema, di cui ai numeri 19) 20) 21), riguarda una ricerca inserita nel programma strategico nazionale, affidato dal Ministero dello Sviluppo Economico al CNR, Dipartimento Energia e Trasporti, nell'ambito del Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile.

La ricerca ha avuto inizio nel 2008 ed ha avuto la durata di quattro anni e si è conclusa nel 2011, ma sono ancora in corso varie attività, specialmente a carattere sperimentale, correlate alle attività delle predette ricerche.

Le ricerche svolte con fondi CNR-MiSe hanno carattere sia teorico che sperimentale e si è ampliato, per lo specifico fine, il Laboratorio di Tecnica del Freddo del Dipartimento dell'Energia dell'Università di Palermo con attrezzature specifiche messe a punto per ricerche di tecnica del freddo, correlate a specifiche applicazioni per lo sviluppo e la diffusione della tecnologia basata sull'uso di stack di SOFC nella cogenerazione e nella trigenerazione nel terziario avanzato e nel residenziale. Del laboratorio predetto è sempre stato ed è responsabile il sottoscritto che ha curato sia la parte relativa alla progettazione ed alla realizzazione che il coordinamento delle attività sperimentali. Delle attività sperimentali più specifiche attinenti a prove su sistemi di stack con SOFC, occorrendo avere a disposizione della costosa attrezzatura specialistica, che è disponibile presso i Laboratori dell'Istituto CNR-ITAE Nicola Giordano a Messina, si sono ivi svolte essendo attivo, altresì, per le ricerche predette, un programma di collaborazione tra il Dipartimento dell'Energia UNIPA e l'Istituto CNR-ITAE.

I primi due anni di ricerca sono stati dedicati alla predisposizione di complesse ed originali metodologie di simulazione che sono state validate con prove sperimentali. Le metodologie di simulazione sono attinenti ad applicazioni della tecnologia SOFC inserita in sistemi CHP di trigenerazione ibridi con accumulo di freddo nell'ambito del terziario avanzato. Alcune altre specifiche ricerche relative ad applicazioni per sistemi di generazione elettrica basati sulla tecnologia SOFC con taglie di potenza 100-200 kW si sono svolte in collaborazione tra il Dipartimento e l'Istituto CNR-ITAE. L'attività di ricerca degli ultimi due anni ha riguardato principalmente la continuazione delle attività a carattere sperimentale che si era svolta nei primi due anni e lo sviluppo e lo svolgimento di un altro segmento di ricerca, affidato al Gruppo del Dipartimento dell'Energia UNIPA, necessario per il completamento del programma triennale nazionale, relativo alla stima del potenziale di sviluppo in Italia della micro-cogenerazione con la tecnologia Fuel Cell" in vista dello sviluppo della produzione elettrica decentrata nel Paese.

I risultati delle ricerche hanno dato luogo a pubblicazioni a diffusione nazionale e internazionale come specificamente riportato

nell'elenco bibliografico delle pubblicazioni.

Pubblicazioni con i contratti CNR

- V. Antonucci, C. Dispenza et a., Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative. Rapporto attività di ricerca anno 2008 (pagine 474), DREAM Università
- V. Antonucci, C. Dispenza et a., Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative. Rapporto attività di ricerca anno 2009 (pagine 274), DREAM Università di Palermo/CNR Dipartimento Energia e Trasporti Roma, Dicembre 2009.
- V. Antonucci, C. Dispenza et a., Accordo di programma CNR-MSE, attività di sviluppo di un modello di simulazione matematico-fenomenologico di sistemi di generazione elettrica con taglie di potenza 100-200 kW. Rapporto attività di ricerca anno 2009 (pagine 122), CNR-ITAE/CNR Dipartimento Energia e Trasporti - Roma, febbraio 2010.
- V. Antonucci, C. Dispenza, V. La Rocca et a., Accordo di Collaborazione tra CNR Dipartimento Energia e Trasporti (DET) e Dipartimento dell'Energia (DE) dell'Università di Palermo. Rapporto attività di ricerca svolta nel terzo anno di attività, Periodo 2010-2011 (pagine 334), Dipartimento dell'Energia (DE) dell'Università di Palermo/CNR-ITAE/CNR Dipartimento Energia e Trasporti - Roma, Giugno 2011.

Laureato in Ingegneria Meccanica, nel luglio 1978 con voti 110/110 e lode, è stato nominato Ricercatore in prova con DM del 7.6.1983 al concorso libero per l'accesso al ruolo dei Ricercatori Universitari, Gruppo n. 117, sottosettore Fisica Tecnica, ottenendo successivamente la conferma a Ricercatore con DM del 19.10.1987.

Risultato idoneo nella procedura di valutazione comparativa per la copertura di n. 1 posto di professore universitario di ruolo di II fascia per il settore scientifico disciplinare I05A - Fisica Tecnica Industriale – Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di L'Aquila, è stato chiamato dalla Facoltà di Ingegneria di Palermo e per D.R. del 31.10.2001 ha preso servizio, in data 01.11.2001, presso il Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali dell'Università di Palermo. Con decreto del Rettore dell'Università degli Studi di Palermo n.203 del 14.04.2005 è stato confermato, professore associato per il settore scientifico-disciplinare ING-IND/10, a decorrere dal 01.11.2004.

Dall'ottobre 2003 a dicembre 2008, per incarico Rettoriale, ha svolto le mansioni di Energy Manager dell'Università degli Studi di Palermo.

Tiene con continuità il corso ufficiale di Termotecnica per Ingegneria Meccanica a partire dall'anno accademico 1991/92.

Negli A.A. 2000/01 e 2001/02 ha tenuto la supplenza del corso ufficiale di Fisica Tecnica per Ingegneria Elettronica e Ingegneria delle Telecomunicazioni.

Dall'anno accademico 2003/04 tiene con continuità il corso ufficiale di Fisica Tecnica per Ingegneria Gestionale.

Dall'anno accademico 2008/09 tiene con continuità la supplenza del corso ufficiale di Fisica Tecnica per Ingegneria Gestionale presso il Polo Universitario della Provincia di Agrigento.

Nell'anno accademico 2011/2012 ha tenuto la supplenza del corso ufficiale di Tecnica del Freddo per Ingegneria Meccanica ed Ingegneria Energetica e Nucleare.

Dal 2001 è componente del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in Energetica con Sede amministrativa l'Università di Palermo; dal 2011 il Dottorato di Ricerca in Energetica è confluito nel Dottorato di Ricerca dell'Energia, sempre con Sede amministrativa l'Università di Palermo.

Dal 2004 al 2008 è stato componente della Giunta del Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali.

Dal 2009 è il Delegato per i tirocini del Consiglio di Corso di Studi in Ingegneria Meccanica.

Dal 2011 è componente della Commissione didattica del Consiglio di Corso di Studi in Ingegneria dell'Energia.

Dal 2011 è componente della Commissione per il coordinamento della didattica nel Corso di Studi in Ingegneria Meccanica.

E' stato più volte componente della Commissione Giudicatrice per la selezione dei Dottorandi per il Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa in Roma "La Sapienza" e per il Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa l'Università di Palermo.

E' stato più volte componente della Commissione degli esami finali del Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa in Roma "La Sapienza" e per il Dottorato di ricerca in Energetica con Sede amministrativa l'Università di Palermo.

Nell'ambito del Dottorato di Ricerca di Palermo ha svolto, e in atto svolge, l'attività di docente tutor di allievi dottorandi.

Si è occupato e si occupa del coordinamento delle varie attività dei Laboratori di ricerca di Tecnica del Freddo e di Trasmissione del Calore del Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali, curando, in particolare, la progettazione e la realizzazione degli impianti sperimentali e l'organizzazione delle prove sperimentali per le varie ricerche, la messa a punto dei relativi sistemi di elaborazione ed acquisizione dei dati. Nell'ambito di molte di tali attività di ricerca sono stati realizzati ed utilizzati per le attività di ricerca, nel triennio, diversi impianti di prova ad hoc, tra cui, in particolare:

- un impianto per la derivazione dei coefficienti di scambio termico nei condensatori e negli evaporatori degli impianti frigoriferi;
- un impianto per le prove sul comportamento di nuovi fluidi frigoriferi in macchine frigorifere convenzionali;
- un impianto per le prove di funzionamento di vari tipi di scambiatori di calore per le macchine frigorifere, per le pompe di calore, per la validazione di modelli di simulazione di varie apparecchiature;
- un impianto pilota relativo ad una macchina frigorifera a CO₂ funzionante secondo un ciclo ipercritico bistadio.
- Impianti del Laboratorio di Tecnica del Freddo del Dipartimento dell'Energia UNIPA correlati a specifiche applicazioni per lo sviluppo e la diffusione della tecnologia basata sull'uso di stack di SOFC nella cogenerazione e la trigenerazione nel terziario avanzato e nel residenziale ed impianto di accumulo di freddo.

Correlate alle predette attività sono alcune ricerche teoriche per la derivazione di metodologie adatte alla modellazione del comportamento delle apparecchiature previste in seno agli impianti a cui sono destinate.

Ha seguito, come relatore, lo svolgimento di numerosissime tesi di laurea su argomenti di Termofluidodinamica, Trasmissione del calore, Impiantistica termica, Energetica, Tecnica del freddo; molte tesi hanno carattere sperimentale.

Ha partecipato a vari Congressi, seminari e manifestazioni di carattere scientifico sia nazionali che internazionali, nei settori che lo impegnano, presentandovi delle memorie.

Ha svolto e svolge attività di ricerca pertinenti alle seguenti tematiche:

1. Metanodotti, gasdotti, reti di metanizzazione urbana;
2. Termofluidodinamica dei fluidi bifase (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. Celidonio Dispenza);
3. Ricerche sullo scambio termico negli scambiatori di calore a letto fluidizzato (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. C. Dispenza);
4. Ricerche sullo scambio termico per contatto diretto (Fondi CNR, responsabile Prof. Salvatore Culotta);

5. Ricerche di geotermo-energetica. Le ricerche sono state svolte nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale finanziata dalla Comunità Europea in seno alla quale il sottoscritto ha collaborato nella qualità di esperto. Il programma ha riguardato lo studio di appropriate tecnologie per un uso integrale delle risorse geotermiche del territorio messicano: produzione di energia elettrica; impiego del reject dagli impianti di produzione di energia elettrica e delle salamoie calde per usi energetici diretti (produzione di freddo, produzione di acqua calda anche con pompe di calore). Le ricerche sono state svolte nel periodo 1983/94 in collaborazione con l'Istituto de Investigaciones Electricas (IIE) della Repubblica del Messico nell'ambito di un vasto programma di ricerca, a prevalente carattere sperimentale, oggetto di una collaborazione scientifica internazionale IIE EEC/AQUATER (del Gruppo ENI);
6. Pianificazione energetica; le ricerche riguardano alcuni studi per la pianificazione energetica nel territorio della Regione Siciliana ed in particolare uno studio a carattere più generale relativo alla pianificazione energetica globale, tale studio è stato svolto in collaborazione tra l'Istituto CESEN Renzo Trasselli ed il DEAF (Responsabile scientifico Prof. Celidonio Dispenza), un altro studio di rilevanza ha riguardato la metanizzazione della Sicilia sud orientale nell'ambito del Progetto Speciale 2 della Cassa per il Mezzogiorno (Studio coordinato dal prof. C. Dispenza e dall'ing. L. Grimaldi);
7. Termodinamica delle soluzioni (Fondi MURST 40%, responsabile Prof. Mario Columba);
8. Sviluppo delle tecnologie relative alle macchine frigorifere ad assorbimento di tipo non convenzionale (Fondi MURST 40%, responsabile Prof. Mario Columba);
9. Ricerche su pompe di calore a compressione di vapore saturo (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. Giuseppe Panno);
10. Ricerche sui processi di surgelazione dei prodotti ortofrutticoli (Fondi ex quota 60%, responsabile Prof. Vincenzo La Rocca);
11. Ricerche su proprietà termodinamiche e termiche di miscele binarie polifasiche (Fondi MURST 60%, responsabile Prof. Giuseppe Panno);
12. Ricerche sullo studio teorico e sperimentale dello scambio termico negli evaporatori e nei condensatori delle macchine frigorifere (Fondi ex quota 60%, responsabile Prof. Giuseppe Panno);
13. Innovazione tecnologica di impianti energetici: studio teorico e sperimentale di metodologie per la progettazione e la verifica (Fondi ex quota 60%, responsabile Prof. Celidonio Dispenza);
14. Simulazione sperimentale della diffusione di inquinanti (Fondi 40% Responsabile nazionale Prof. A. Cenerese, responsabile dell'unità operativa di Palermo Prof. L. Pignato);
15. Studio di modelli per la previsione dell'inquinamento atmosferico delle aree urbane con particolare riferimento al traffico automobilistico. Tecniche per la minimizzazione dell'inquinamento atmosferico in prossimità degli incroci semaforizzati (Fondi Assessorato Beni Culturali ed Ambientali della Regione Siciliana – responsabile della ricerca Prof. L. Pignato).
16. Analisi del transitorio termico nel congelamento di prodotti alimentari. La ricerca, a prevalente carattere sperimentale, è svolta nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale con il Dipartimento di "School of Mechanical, Materials, Manufacturing Engineering and Management" dell'Università di Nottingham.
17. Ottimizzazione energetica e razionalizzazione della domanda elettrica dei supermercati e degli ipermercati (Fondi MIUR – PRIN 2001; coordinatori nazionali e responsabili dell'unità locale di ricerca Proff. Mario Columba e Celidonio Dispenza).
18. Studio per la redazione del Piano Energetico Regionale della Regione Siciliana, responsabile scientifico Prof. C. Dispenza.
1. Progettazione e dimostrazione di sistemi FC per applicazioni cogenerative; Progettazione, Simulazione, Valutazione teorica e Selezione comparativa di diverse tipologie di architettura di impianti cogenerativi basati su tecnologie SOFC, PEFC, MCFC. Accordo di Programma MiSe-Cnr, Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile, 1° anno (2008) Responsabile Scientifico: prof. C. Dispenza.
2. Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative, Sviluppo di celle ad ossidi solidi (SOFC) per la co-generazione di energia elettrica, calore e freddo. Accordo di Programma MiSe-Cnr, Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile, 2° anno (2009) Responsabile Scientifico: prof. C. Dispenza.
3. Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative, potenziale di sviluppo in Italia della micro-cogenerazione con la tecnologia Fuel Cell. . Accordo di Programma MiSe-Cnr, Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile - 3° anno (2010-2011) Responsabile Scientifico: prof. V. La Rocca.

Attività didattica

Per quanto attiene alla Didattica il sottoscritto ha sempre curato e cura l'aggiornamento scientifico e tecnico sugli argomenti dei vari Corsi tenuti. Ha curato anche, insieme al Prof. C. Dispenza, la stesura di vari appunti, quali dispense didattiche per i corsi di Trasmissione del Calore, di Termotecnica e di Energetica industriale, ed attualmente sta preparando un testo didattico di Trasmissione del calore insieme al Prof. Dispenza. Ha inoltre partecipato alle attività didattiche in corsi per l'abilitazione di Docenti di Scuole medie organizzati dai Provveditorati agli Studi ed ha organizzato vari Corsi e Seminari per conto di Pubbliche Istituzioni sia in ambito universitario che di Istituti di istruzione secondaria superiore. Ha partecipato, in qualità di docente-valutatore ai corsi PON e CIPE: "Tecnico esperto nel settore energetico" organizzati negli anni scolastici 2002-2003, 2003-2004 e 2004-2005, 2005-2006, 2007-2008, 2008-2009, dall'ITI Alessandro Volta di Palermo.

Le attività hanno sempre riguardato discipline le cui tematiche sono proprie del Settore scientifico in cui il sottoscritto è inquadrato.

Attività di ricerca

Per quanto attiene alle ricerche, il sottoscritto ha svolto quest'ultime collaborando all'interno di Gruppi che, trattandosi di complesse tematiche, hanno lavorato con sinergia per lo svolgimento delle varie attività.

Il sottoscritto ha svolto compiti più specifici curando l'organizzazione delle esperienze ed il loro svolgimento sia per la messa a punto delle tecniche di misura che per il rilievo e la elaborazione dei dati sperimentali ed ha inoltre avuto sempre parte attiva nella realizzazione di impianti sperimentali dei laboratori di Termodinamica applicata, di Termofluidodinamica e di Tecnica del freddo del DREAM, di quest'ultimo ha sempre curato anche il coordinamento delle attività.

La produzione scientifica riguarda i predetti temi di ricerca oltre ad altri argomenti.

I lavori di cui in 1) riguardano lo studio di sistemi per il trasferimento via tubo di prodotti petrolchimici semilavorati allo stato aeriforme e di sistemi per la distribuzione di gas manifatturato in Sicilia.

I lavori di cui in 2) si riferiscono a ricerche di Termofluidodinamica dei Fluidi Bifase svolte nel periodo 1978-1982 e riguarda lo studio degli Effetti di comprimibilità nel moto dei fluidi bifase. Sui temi in argomento sono stati pubblicati diversi lavori .

L'attività di ricerca è indirizzata alla proposizione di metodologie globali originali per il calcolo e la verifica di condotti attraversati da fluidi evaporanti o condensanti in presenza di forti gradienti assiali di pressione. In una memoria viene proposta una metodologia originale per la predizione della portata critica e della massima quantità di calore che può essere somministrata ad un condotto attraversato da un liquido evaporante in relazione al raggiungimento di condizioni prossime a quelle soniche. Il procedimento si basa sull'uso di una correlazione originale, ricavata nell'ambito delle ricerche per la previsione del trascinamento in miscele liquido - vapore ad un solo componente in regime di moto anulare adiabatico in condizioni di equilibrio idrodinamico tra il nucleo aeriforme ed il film liquido. Con un procedimento aggiuntivo la correlazione è poi adattata alla stima del trascinamento nel moto con somministrazione di calore in condotti percorsi da liquidi evaporanti. La correlazione, confrontata con punti sperimentali del laboratorio AERE di Harwell, UK, e di altri Laboratori, anche per miscele a due componenti, mostra di essere in ottimo accordo. Un'altra pubblicazione mette a punto un procedimento originale degli autori per la stima del trascinamento nel moto con somministrazione di calore in condotti percorsi da liquidi evaporanti.

In altri lavori sono affrontati, poi, i problemi della previsione di portata critica di miscele liquido - aeriforme in condotti a sezione costante, della determinazione della lunghezza delle linee di blow-down, della depressurizzazione di recipienti in pressione contenenti liquidi pressurizzati con un modello originale di calcolo proposto dagli autori. Le ricerche sono di interesse attuale nell'ambito dei problemi che insorgono negli studi di progetto e verifica ai fini della sicurezza.

I lavori di cui in 3) riguardano ricerche sullo scambio termico negli scambiatori di calore a letto fluidizzato. Le ricerche, di tipo teorico e sperimentale, riguardano la derivazione di correlazioni per il calcolo dei coefficienti esterni di adduzione in scambiatori a letto fluidizzato Gas-Solido. Si è anche realizzato al DEAF (oggi DREAM) un circuito per le verifiche sperimentali. Tra i più notevoli risultati va citata una metodologia generale di correlazione di dati sperimentali per la previsione dei coefficienti di convezione esterni che è completamente originale. La metodologia è di carattere generale ed è relativamente semplice nell'applicazione, conduce ad elevati coefficienti di correlazione dei dati, ed è stata estesa, con un modello idrodinamico basato sul concetto del "Drift flux", a casi in cui sono presenti effetti radiativi (letti fluidizzati ad alte temperature nei combustori).

I lavori di cui in 4) riguardano ricerche sullo scambio termico per contatto diretto; l'obiettivo della ricerca è lo studio

sperimentale di alcuni aspetti dello scambio termico negli scambiatori per contatto diretto tra fluidi. Presso il Dipartimento è stato realizzato anche un apparato sperimentale per la conduzione di prove ad hoc sia qualitative (assistite da rilievi fotografici) che quantitative attinenti all'evoluzione dei fenomeni.

I lavori di cui in 5) riguardano ricerche di geotermo-energetica svolte in ambito internazionale. Alcuni lavori sono il frutto di ricerche svolte in collaborazione col prof. Dispenza e riguardano tematiche coltivate nell'ambito di collaborazioni con la Società AQUATER del Gruppo ENI per lo sviluppo di Impianti di superficie per lo sfruttamento diretto di fonti geotermiche a media e bassa temperatura, di ricerche per lo sfruttamento integrato delle risorse geotermiche, di ricerche mirate allo sviluppo di iniziative per lo sfruttamento dell'energia geotermica nel territorio della Regione Siciliana, ricerche svolte nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale finanziata dalla Comunità Europea in seno alla quale il sottoscritto ha collaborato nella qualità di esperto. Tale programma ha riguardato lo studio di appropriate tecnologie per un uso integrale delle risorse geotermiche del territorio messicano: produzione di energia elettrica; impiego del reject dagli impianti di produzione di energia elettrica e delle salamoie calde per usi energetici diretti: produzione di freddo, produzione di acqua calda anche con pompe di calore (ricerche svolte nel periodo 1983/94 in collaborazione con l'Istituto de Investigaciones Electricas (IIE) della Repubblica del Messico, a prevalente carattere sperimentale, Collaborazione scientifica internazionale IIE EEC/AQUATER).

I lavori di cui in 6) riguardano ricerche di metodologie appropriate per le pianificazioni energetiche, e riguarda principalmente gli usi finali dell'energia in alcune zone del territorio della Regione Siciliana: Isola di Pantelleria (nell'ambito di Ricerche afferenti al PFE del CNR), Studio per la metanizzazione della Sicilia Sud Orientale che comprende l'Area petrolchimica siciliana (nell'ambito di Ricerche afferenti al Progetto Speciale 2 della Cassa per il Mezzogiorno: Gruppo C.Dispenza e L.Grimaldi), Studio generale per la Pianificazione energetica globale nel territorio della Regione Siciliana (studio svolto in collaborazione tra l'Istituto CESEN ed il DEAF, Responsabile scientifico Prof. Celidonio Dispenza).

I lavori di cui in 7) riguardano ricerche teoriche su aspetti relativi allo sviluppo delle tecnologie relative ai fluidi di lavoro delle macchine frigorifere ad assorbimento (studio di proprietà termodinamiche e di trasporto di coppie di fluidi non convenzionali). E' stato realizzato un circuito di prova per la determinazione delle proprietà delle coppie in studio. Sono state messe a punto metodologie originali per la derivazione dei diagrammi di stato delle coppie di fluidi di lavoro, che sono state applicate, poi, allo studio di talune coppie non convenzionali.

I lavori di cui in 8) riguardano lo sviluppo delle tecnologie relative alle macchine frigorifere ad assorbimento di tipo non convenzionale. Presso il Dipartimento sono state svolte ricerche sia teoriche che a carattere sperimentale su aspetti relativi allo sviluppo delle predette tecnologie e sono stati studiati anche modelli di simulazione numerica di macchine ad assorbimento, riassorbimento - compressione etc., procedendo anche ad esperienze su un impianto pilota.

I lavori di cui in 9) riguardano ricerche sulla sostituzione di fluidi frigoriferi alternativi ai CFC in impianti frigoriferi. La ricerche sono di tipo teorico-sperimentale e sono ancora in avanzato corso di svolgimento. Sulle predette tematiche sono stati pubblicati alcuni lavori. Sono anche state svolte ricerche sull'impiego dell'anidride carbonica negli impianti frigoriferi. L'obiettivo è lo studio di prototipi che potranno sostituire le macchine impiegate nei settori commerciale e terziario attualmente in uso, dato che le medesime dovranno funzionare impiegando fluidi di lavoro che siano compatibili con le esigenze di un ridotto impatto ambientale. Ad oggi è stato realizzato un prototipo con compressore bistadio. La ricerca, di tipo teorico-sperimentale, è in corso e sono state già pubblicate diverse memorie.

I lavori di cui in 10) riguardano lo studio di alcuni aspetti dei fenomeni relativi ai processi di surgelazione di prodotti ortofrutticoli. Tale tema, sempre di attualità per i risvolti applicativi, è stato sviluppato sia con ricerche teoriche che sperimentali. La ricerca è in corso e sono state già pubblicate diverse memorie.

I lavori di cui in 11), 12) e 13) sono strettamente connessi, poiché le tematiche di cui in 11) e 12) sono attinenti allo studio di metodologie generali di correlazione di dati sperimentali di scambio termico negli evaporatori e nei condensatori degli impianti frigoriferi con vari tipi di fluidi e miscele. L'obiettivo della ricerca è quello di ricavare delle metodologie di correlazione che possano essere adoperate per la previsione dei coefficienti di scambio termico nella casistica predetta, quando si impiegano nuovi tipi di fluidi e miscele per cui non sono state condotte particolari esperienze. Le metodologie sono destinate alla progettazione di apparecchi e perciò il tema rientra nell'ambito dell'innovazione tecnologica (filone 13). Si è realizzato un impianto sperimentale, si sono effettuate delle esperienze per verificare la validità delle metodologie derivate. Le ricerche sono attualmente in corso. Si ritiene utile far rilevare che tra i più salienti risultati ottenuti vi è la proposizione di una metodologia di correlazione dei dati di scambio termico nella vaporizzazione e nella condensazione entro tubi che è completamente originale. La metodologia ha, infatti, carattere generale (include in linea di principio anche quella per i letti fluidizzati), è relativamente semplice nell'applicazione, porta ad elevati coefficienti di correlazione dei dati, è fondata su un modello idrodinamico basato sul concetto del "Drift flux". Attualmente si sta lavorando sulla correlazione dei dati sulle miscele per controllare alcune distorsioni parametriche, valutandone la sensibilità da grandezze che intervengono nella fenomenologia.

I lavori di cui in 14) e 15) riguardano lo studio di modelli per la previsione dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane. La finalità di questo studio ha portato alla definizione di un modello matematico per la previsione dell'inquinamento in vicinanza di incroci con semafori in condizioni critiche (coda continua e moto dei veicoli per plotoni). Un parametro importante che interviene nel modello proposto è la caratterizzazione specifica dell' "auto media" che è quella che inquina nello stesso modo dell'intero parco circolante per date condizioni di moto.

Gli studi si inseriscono nell'ambito sia della ricerca relativa alla "Simulazione sperimentale della diffusione di inquinanti" (Fondi 40% - Responsabile nazionale Prof. A. Cenerese, responsabile dell'unità operativa di Palermo Prof. L. Pignato) che della ricerca "Studio di modellistica dell'inquinamento atmosferico delle aree urbane con particolare riferimento al traffico automobilistico. Tecniche per la minimizzazione dell'inquinamento atmosferico in prossimità degli incroci semaforizzati". (Fondi Assessorato Beni Culturali ed Ambientali della Regione Siciliana – responsabile della ricerca Prof. L. Pignato).

I lavori di cui in 16) riguardano lo studio dei transitori termici nel congelamento di prodotti alimentari, in particolare è stato sviluppato un nuovo metodo numerico per la risoluzione del complesso sistema di equazioni differenziali a coefficienti variabili che caratterizzano il fenomeno fisico. Tale metodo numerico è basato sulla teoria delle funzioni a base radiale applicato sino ad oggi solo alla soluzione di problemi stazionari e a coefficienti costanti. Lo studio affrontato ha permesso l'estensione del metodo ad un più largo campo di applicazioni ed inoltre è stato validato con prove sperimentali condotte presso il laboratorio di Tecnica del Freddo del DREAM. La ricerca, a prevalente carattere sperimentale, è svolta nell'ambito di una collaborazione scientifica internazionale con il Dipartimento di "School of Mechanical, Materials, Manufacturing Engineering and Management" della Università di Nottingham.

I lavori di cui in 17) riguardano un filone di ricerca che si inquadra nell'ambito di un Programma di interesse nazionale cofinanziato dal MIUR (PRIN 2001) a cui hanno partecipato il Politecnico di Bari e le Università di Genova, Napoli "Federico II", Padova e Palermo. Il programma di ricerca svolto nell'ambito del Programma PRIN 2001 ha l'obiettivo di contribuire alla ricerca di soluzioni che, con l'uso integrato delle risorse energetiche (grazie al recupero, l'accumulo e la gestione razionale) ed in coerenza con le esigenze del benessere ambientale e della qualità dell'aria interna, consentano di giungere ad una ottimizzazione energetica ed alla razionalizzazione della domanda elettrica nei supermercati e negli ipermercati, con particolare riguardo alla situazione italiana.

Il Programma prevedeva alcuni temi che sono stati sviluppati dall'Unità di Ricerca dell'Università di Palermo, e, principalmente:

- a) ricerche sulle prestazioni di impianti e componenti per la refrigerazione commerciale nei supermercati e negli ipermercati,
- b) ricerche su macchine frigorifere per la refrigerazione commerciale operanti con cicli transcritici ad anidride carbonica,
- c) studio del comportamento ai fini energetici di grosse strutture commerciali e studi di fattibilità di impianti innovativi per la loro climatizzazione.

Le ricerche relative al tema a) dell'elenco riguardano la sostituzione dei fluidi frigoriferi, attualmente in uso, con altri fluidi, tanto sintetici che naturali, alternativi ai CFC, negli impianti frigoriferi. Le ricerche sono di tipo teorico-sperimentale e sono ancora in avanzato corso di svolgimento; esse hanno richiesto la costruzione di impianti sperimentali nel laboratorio di Tecnica del Freddo del DREAM la cui realizzazione è stata curata dal sottoscritto. Sono state messe a punto delle metodologie di indagine sperimentale sulle prestazioni di impianti e componenti per la refrigerazione commerciale (celle, banchi frigoriferi e vetrine refrigerate, etc), si sono condotte anche varie esperienze e le ricerche sono tutt'ora in corso.

Sulle predette tematiche sono stati pubblicati alcuni lavori che riportano anche alcuni risultati ottenuti.

Quanto al tema b) dell'elenco, sono in corso di svolgimento, attualmente, anche delle ricerche sull'impiego dell'anidride carbonica negli impianti frigoriferi. L'obiettivo è lo studio di prototipi che potranno sostituire le macchine operanti con fluidi sintetici che sono attualmente impiegate nei settori commerciale e terziario.

E' stato realizzato al DREAM un impianto pilota con una macchina frigorifera bistadio a CO₂ a ciclo transcritico per la produzione di acqua calda per usi sanitari e di freddo a due diversi livelli di temperatura, in particolare 20°C per la simulazione di celle per la conservazione di prodotti surgelati ed a 10°C per la simulazione di celle frigorifere di prodotti refrigerati.

Le attività di ricerca hanno riguardato la progettazione esecutiva di un impianto pilota da laboratorio completo di tutti i suoi componenti e la sua realizzazione. Sono in corso di completamento le prove per la caratterizzazione, nonché la modellizzazione dell'impianto per mettere a punto delle simulazioni numeriche, da convalidare successivamente con i risultati sperimentali, che serviranno per lo sviluppo di sistemi più compatti di quello attuale. Si tratta di un impianto innovativo, perché il rating di pressione è elevato per le applicazioni consuete nell'ambito dei settori commerciale, terziario e civile (le pressioni sono superiori ai 100 bar).

I primi risultati ottenuti in termini di efficienza della macchina hanno dimostrato che per queste particolari condizioni di utilizzazione l'anidride carbonica garantisce dei COP paragonabili a quelli che si ottengono con le migliori realizzazioni disponibili in commercio funzionanti con fluidi sintetici. Si ha, però, il vantaggio di utilizzare un fluido ad elevata compatibilità ambientale, trattandosi di un fluido naturale.

Relativamente al tema c) dell'elenco, l'Unità di Ricerca di Palermo si è occupata, tra i vari argomenti, della individuazione di idonee metodologie per la caratterizzazione dei carichi sia termici che frigoriferi ed elettrici. Data la rilevanza del Settore degli ipermercati e dei supermercati, sia in Italia che nel contesto della Regione Siciliana, ove tali strutture sono in forte espansione, l'argomento ha richiesto degli adeguati approfondimenti che nella presente ricerca hanno riguardato non solo gli aspetti relativi alle tecnologie di impianto coinvolte ma anche lo studio della struttura dei consumi di fonti energetiche e le modalità di gestione dei sistemi di climatizzazione ed, in genere, degli altri impianti presenti negli edifici commerciali.

Si è, pertanto, svolto un complesso studio per la simulazione del comportamento ai fini energetici di una grossa struttura commerciale (ipermercato che ricade su un'area di 63.000 m², i volumi climatizzati ammontano a 104.000 m³) di cui sono note le caratteristiche edilizie e del progetto esecutivo completo; la struttura si pensa collocata nel contesto climatico siciliano. Per tale complesso del terziario è stato quindi possibile effettuare delle approfondite analisi di simulazione per varie tipologie di impianto, tanto classiche che innovative, e per varie ipotesi di gestione di esse. Si sono così ottenute delle informazioni utili ai fini di valutare l'effetto dell'improvement degli impianti, dei componenti e della gestione energetica. Nella presente nota sono presentati alcuni dei risultati ottenuti.

Nel corso della ricerca sono state prese in considerazione varie proposte di interventi possibili che sono state esaminate ciascuna indipendentemente dalle altre e poi sono state confrontate sia tra loro che con la situazione di base attuale di progetto:

- Introduzione di un sistema di accumulo termico per il freddo con ghiaccio e per il caldo con acqua calda; le macchine frigorifere sono a pompa di calore duale (freddo, caldo di recupero).
- Introduzione di un sistema di accumulo termico innovativo con clatrati per il freddo e con acqua calda per il caldo; in tale caso si tratta di una centrale termica in cui sono presenti delle pompe di calore giapponesi innovative.
- Introduzione di sistemi di deumidificazione chimica a ruota del tipo munters.
- Introduzione di sistemi di deumidificazione chimica con sostanze essiccanti liquide.
- Introduzione di un sistema di cogenerazione con motore a combustione interna a gas metano ed un parco di produzione del freddo sia con macchine frigorifere a compressione di vapore che ad assorbimento; il parco di produzione del caldo è supportato da caldaie a gas metano e da un sistema di accumulo termico di servizio per livellare i transitori.
- Introduzione di un sistema di cogenerazione come per il caso precedente, ma con l'uso di miniturbine alimentate a gas metano.
- Introduzione di un sistema di cogenerazione come per il caso precedente ma che fa uso di sistemi innovativi di produzione dell'energia elettrica con celle a combustibile (sistema centralizzato).
- Studio di altri casi che prevedono un certo contributo di fonti rinnovabili in alcune zone della struttura commerciale; sistema di produzione di energia elettrica con pannelli fotovoltaici e produzione di energia termica con pannelli solari.

Tutte le proposte contengono degli interventi di house keeping sulla struttura originaria e l'introduzione della comfort ventilation per sfruttare il free cooling notturno nel periodo estivo. Nel corso della ricerca è stata anche sviluppata una originale metodologia semplificata per la simulazione oraria del sistema edificio-impianto tenendo conto del regime variabile che si ha nella attuale gestione energetica.

I lavori di cui in 18) riguardano lo "Studio per la redazione del Piano Energetico Regionale della Regione Siciliana" (convenzione con l'Assessorato Industria, studio svolto dalle Università di Palermo, di Catania e di Messina e dall'Istituto ITAE-CNR di Messina, Responsabile Scientifico Prof. C. Dispenza) il sottoscritto ha coordinato lo studio relativo al completamento delle opere di metanizzazione della Regione Siciliana e si è occupato insieme ai Proff. C. Dispenza e G. Panno dello studio per la pianificazione del settore industria e del settore dell'industria energetica che per la Regione Sicilia è di rilievo sia nazionale che europeo.

Il tema, di cui ai numeri 19) 20) 21), riguarda una ricerca inserita nel programma strategico nazionale, affidato dal Ministero dello Sviluppo Economico al CNR, Dipartimento Energia e Trasporti, nell'ambito del Gruppo Tematico Progetti Internazionali: Nucleare, Idrogeno, Celle A Combustibile.

La ricerca ha avuto inizio nel 2008 ed ha avuto la durata di quattro anni e si è conclusa nel 2011, ma sono ancora in corso varie attività, specialmente a carattere sperimentale, correlate alle attività delle predette ricerche.

Le ricerche svolte con fondi CNR-MiSe hanno carattere sia teorico che sperimentale e si è ampliato, per lo specifico fine, il Laboratorio di Tecnica del Freddo del Dipartimento dell'Energia dell'Università di Palermo con attrezzature specifiche messe a punto per ricerche di tecnica del freddo, correlate a specifiche applicazioni per lo sviluppo e la diffusione della tecnologia basata sull'uso di stack di SOFC nella cogenerazione e nella trigenerazione nel terziario avanzato e nel residenziale. Del laboratorio predetto è sempre stato ed è responsabile il sottoscritto che ha curato sia la parte relativa alla progettazione ed alla

realizzazione che il coordinamento delle attività sperimentali. Delle attività sperimentali più specifiche attinenti a prove su sistemi di stack con SOFC, occorrendo avere a disposizione della costosa attrezzatura specialistica, che è disponibile presso i Laboratori dell'Istituto CNR-ITAE Nicola Giordano a Messina, si sono ivi svolte essendo attivo, altresì, per le ricerche predette, un programma di collaborazione tra il Dipartimento dell'Energia UNIPA e l'Istituto CNR-ITAE.

I primi due anni di ricerca sono stati dedicati alla predisposizione di complesse ed originali metodologie di simulazione che sono state validate con prove sperimentali. Le metodologie di simulazione sono attinenti ad applicazioni della tecnologia SOFC inserita in sistemi CHP di trigenerazione ibridi con accumulo di freddo nell'ambito del terziario avanzato. Alcune altre specifiche ricerche relative ad applicazioni per sistemi di generazione elettrica basati sulla tecnologia SOFC con taglie di potenza 100-200 kW si sono svolte in collaborazione tra il Dipartimento e l'Istituto CNR-ITAE. L'attività di ricerca degli ultimi due anni ha riguardato principalmente la continuazione delle attività a carattere sperimentale che si era svolta nei primi due anni e lo sviluppo e lo svolgimento di un altro segmento di ricerca, affidato al Gruppo del Dipartimento dell'Energia UNIPA, necessario per il completamento del programma triennale nazionale, relativo alla stima del potenziale di sviluppo in Italia della micro-cogenerazione con la tecnologia Fuel Cell" in vista dello sviluppo della produzione elettrica decentrata nel Paese.

I risultati delle ricerche hanno dato luogo a pubblicazioni a diffusione nazionale e internazionale come specificamente riportato nell'elenco bibliografico delle pubblicazioni.

Pubblicazioni con i contratti CNR

- V. Antonucci, C. Dispenza et a., Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative. Rapporto attività di ricerca anno 2008 (pagine 474), DREAM Università
- V. Antonucci, C. Dispenza et a., Celle a combustibile per applicazioni stazionarie cogenerative. Rapporto attività di ricerca anno 2009 (pagine 274), DREAM Università di Palermo/CNR Dipartimento Energia e Trasporti Roma, Dicembre 2009.
- V. Antonucci, C. Dispenza et a., Accordo di programma CNR-MSE, attività di sviluppo di un modello di simulazione matematico-fenomenologico di sistemi di generazione elettrica con taglie di potenza 100-200 kW. Rapporto attività di ricerca anno 2009 (pagine 122), CNR-ITAE/CNR Dipartimento Energia e Trasporti - Roma, febbraio 2010.
- V. Antonucci, C. Dispenza, V. La Rocca et a., Accordo di Collaborazione tra CNR Dipartimento Energia e Trasporti (DET) e Dipartimento dell'Energia (DE) dell'Università di Palermo. Rapporto attività di ricerca svolta nel terzo anno di attività, Periodo 2010-2011 (pagine 334), Dipartimento dell'Energia (DE) dell'Università di Palermo/CNR-ITAE/CNR Dipartimento Energia e Trasporti - Roma, Giugno 2011.