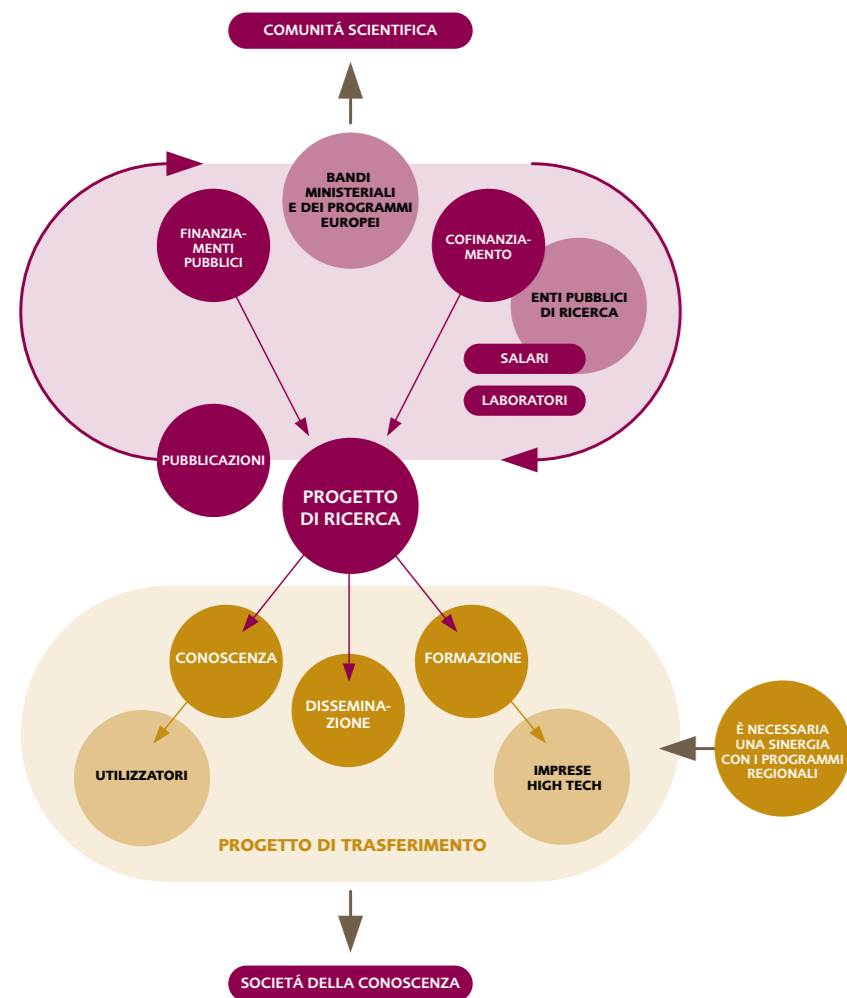


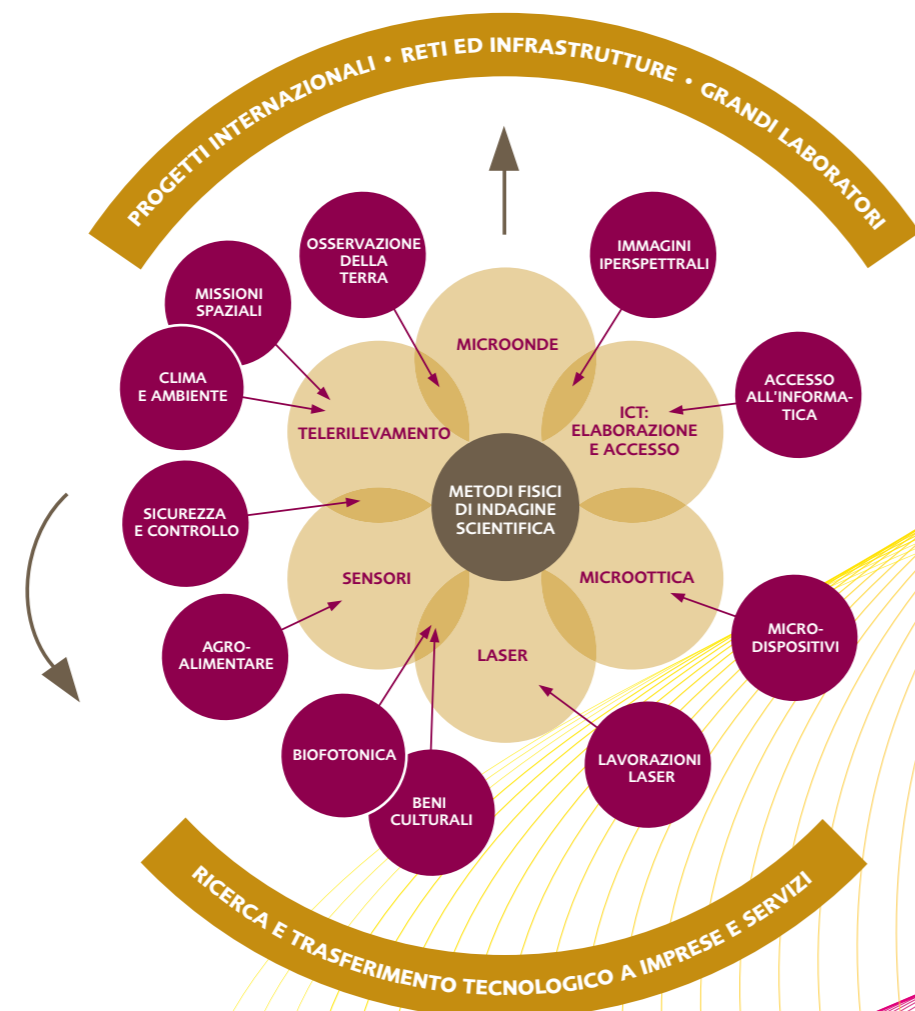
RICERCA E INNOVAZIONE

Fino dalle lontane origini del Centro Microonde nell'identità scientifica di IFAC è certamente presente l'obiettivo di produrre sia ricerca di livello internazionale, che innovazione per il sistema economico nazionale. A questo fine l'Istituto imposta le proprie ricerche su due piani interagenti: il confronto competitivo a livello internazionale da un lato e una forte interazione sia con istituzioni che con imprese ad alta tecnologia a livello locale. IFAC opera su questi due piani proponendo progetti avanzati di ricerca in grado di produrre risultati originali e sviluppo tecnologico, e pianificando anche progetti di trasferimento che estendono e valorizzano quei risultati tramite una diretta collaborazione con imprese high tech in grado di sviluppare prodotti, e con enti pubblici e privati nella funzione degli utilizzatori finali. È con questa interazione a tre (ricerca, impresa, utilizzatori) che una nuova conoscenza può diventare innovazione e sviluppare quindi nuova tecnologia, aggiornare le professionalità, generare una economia associata. Questa modalità di produrre o contribuire a progetti di taglio e finalità diversi costituisce la sequenza più efficace perché possa completarsi il percorso

che va da una idea dimostrata nell'ambito di una ricerca ad un trasferimento tecnologico e metodologico diventato innovazione di prodotto o di processo. Perché questo meccanismo funzioni è ovviamente necessario che ognuna delle tre componenti operi con interesse e motivazioni adeguate. Lo schema a lato mostra la sequenza di un progetto di ricerca destinato a produrre iterativamente un aumento di conoscenza nell'ambito ristretto della comunità scientifica, seguito da un progetto di trasferimento che invece impiega quella conoscenza trasmettendola ad altri ambiti professionali per mezzo di strumenti di formazione e di sperimentazione congiunta. Fra altre condizioni fondamentali per il successo è comunque sinergico il ruolo della Regione Toscana per le politiche e per le risorse messe a disposizione per la ricerca, l'innovazione e lo sviluppo economico del territorio. È il modello che IFAC persegue ospitando laboratori congiunti con imprese, e con il numero notevole di accordi formali in associazioni di scopo (> 200) che ha accumulato nello scorso quinquennio con imprese attive in vari settori manifatturieri.



LE ATTIVITÀ DI RICERCA



ISTITUTO DI FISICA APPLICATA NELLO CARRARA

ISTITUTO
DI FISICA APPLICATA
NELLO CARRARA

via Madonna del Piano 10
50019 Sesto Fiorentino (FI)
Tel +39 055 5226436
Fax +39 055 5226477
r.salimbeni@ifac.cnr.it
www.ifac.cnr.it

L'ISTITUTO

L'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" è parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) il principale ente pubblico che persegue in Italia obiettivi di ricerca ed innovazione.

La fondazione di IFAC avviene nel 2002, ma le sue origini risalgono a molto prima, datate al 1946 con il nome di Centro Microonde e furono dovute a Nello Carrara, un pioniere nella scienza delle microonde.

In questo periodo l'interesse scientifico dell'Istituto crebbe verso varie branche delle scienze fisiche, per i contributi scientifici di altri scienziati, come Giuliano Toraldo di Francia, includendo l'optoelettronica, l'elettronica quantistica, le scienze della Terra e le scienze dell'informazione.

Una riforma del CNR pose nel 2002 le condizioni per l'aggregazione dell'Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche "Nello Carrara" (IROE) con l'Istituto di Elettronica Quantistica (IEQ), entrambi provenienti dal precedente Centro Microonde, nell'attuale Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara", seguendo il processo di aggregazione di piccoli istituti in istituti più grandi con dimensioni adeguate.

Attualmente lo scopo primario di IFAC è la conduzione di ricerche di frontiera a livello internazionale e nello stesso tempo lo sviluppo di nuove tecnologie e metodologie da trasferire efficacemente al sistema economico. Gli approcci perseguiti sono di ricerca teorica, sperimentale e applicata, con una forte attitudine allo sviluppo di nuove tecniche ed alla costruzione di prototipi di strumenti. Lo schema a lato mostra le principali linee di ricerca intorno ad un centro comune di metodi fisici per l'indagine scientifica. Essi si basano essenzialmente sulle metodologie generali dell'optoelettronica, della spettroscopia e dell'ICT. Le linee principali di ricerca riguardano Laser, Microottiche, Sensori, Telerilevamento, Microonde e ICT. Questi metodi fisici vengono quindi impiegati per indagare nuove applicazioni in varie branche di scienze interdisciplinari, come i dispositivi fotonici per telecomunicazioni, la strumentazione aerotrasportata su satelliti, palloni ed aerei per l'osservazione della Terra, le soluzioni digitali per l'accesso all'informazione, la biofotonica per terapie e chirurgia, le lavorazioni laser per l'industria, i sensori ottici

per il controllo ambientale, le tecniche laser ed altre diagnostiche per l'archeometria e la conservazione dei beni culturali.

IFAC contribuisce anche a studi cosmologici con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Italiano come nei progetti BOOMERANG sulla radiazione cosmica di fondo alle microonde, e PAMELA sulle ricerche astrofisiche sull'antimateria e sulla materia oscura.

IFAC è stato coinvolto nei progetti ALISEO, MORFEO e NOWCASTING dell'Agenzia Spaziale Italiana, nei progetti MIPAS, LEIMON, BISTATIC, GPS-SIDS, DOMEX e COREH2O dell'Agenzia Spaziale Europea, nei progetti FLEX, KLIMA, CAMELOT, MARSCHALS dei Programmi Quadro della Comunità Europea focalizzati sui problemi climatici, con lo sviluppo di payloads, analisi ed elaborazione dei dati.

In FP6 IFAC ha contribuito a vari progetti come NEMO, ENOC ed EFONGA sullo sviluppo di microottiche, CLINICIP e CAREMAN su biosensori per la cura della salute, AUTHENTICO per metodi di autentica di opere d'arte in metallo, DfA@e-inclusion sull'accesso per tutti ad ICT.

In FP7 IFAC sta coordinando la rete E-Dean riguardante l'accesso all'informazione, e sta contribuendo a progetti come Photonics4Life sulla biofotonica, come POP ART sui problemi di conservazione dell'arte moderna, ed è partner dell'unica infrastruttura di ricerca Europea per i Beni Culturali CHARISMA per gli studi sulle tecniche laser applicate alla conservazione.

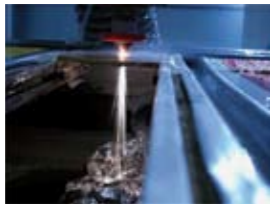
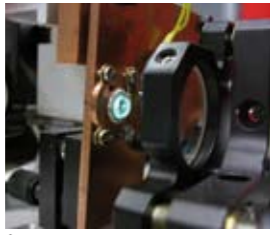
IFAC sta anche contribuendo a programmi di ricerca ed innovazione a livello nazionale e della Regione Toscana, con il coordinamento di molti progetti riguardanti le tecnologie optoelettroniche e fotoniche trasferite ad industrie e piccole e medie imprese attive nei settori dei prodotti biomedicali, della strumentazione aerospaziale, delle produzioni manifatturiere, della conservazione del patrimonio culturale.

Con questo IFAC adempie agli obiettivi di contribuire efficacemente alle necessità della società basata sulla conoscenza, sviluppando inoltre una significativa innovazione in vari settori tecnologici.

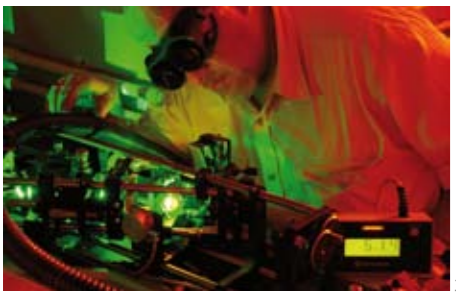
LASER

L'attività principale riguarda nuovi promettenti sistemi laser a stato solido sviluppati in collaborazione con INFN-NEST per la crescita del mezzo attivo. Recentemente abbiamo sviluppato in un progetto MIUR laser a Ce3+ con emissione accordabile nel vicino ultravioletto. Questa attività ha trovato applicazioni in biologia molecolare. Attualmente il nostro interesse è rivolto ai cristalli laser attivati con Yb3+. Il laser a Ytterbio presenta vari vantaggi rispetto a quelli a Neodimio, in termini di un miglior sfruttamento del pompaggio a diodo e di una banda spettrale molto più larga che permette la generazione di impulsi ultracorti. Con Yb:YLF come mezzo attivo abbiamo ottenuto un record di efficienza di conversione, operando a temperatura ambiente, invece che con raffreddamento criogenico. Notevoli risultati in termini di efficienza (66%) e di potenza di uscita (< 7 W) sono stati ottenuti con un laser Yb:YAG ceramico.

Un argomento importante è la realizzazione di strumenti per misure atmosferiche e per spettroscopia nello spazio. Un esperimento proposto usa le righe solari di Fraunhofer per il monitoraggio della fluorescenza della clorofilla di piantagioni e foreste. Gli sviluppi di queste ricerche possono trovare applicazioni in vari campi: sorgenti laser per la biomedica, dispositivi per il monitoraggio ambientale, processi e controlli industriali, dispositivi per applicazioni aerospaziali in progetti ASI ed ESA.



3. Allineamento di laser su banco ottico per la generazione di effetti non lineari.



BIOFOTONICA

La Biofotonica si propone di sviluppare diagnostiche e terapie avanzate, basate sull'interazione delle cellule con fotoni. In questo settore le nostre attività studiano le seguenti tematiche di ricerca:

- Sperimentazione preclinica e clinica di laser-terapie fototermitiche minimamente invasive in oculistica, neurochirurgia, dermatologia e chirurgia plastica;
- Sviluppo e sperimentazione di nuove metodologie terapeutiche e diagnostiche basate su nanoparticelle laser-attivabili;
- Tecniche di microfluorimetria per la localizzazione di biomolecole;
- Trasferimento di innovazione industriale nel campo delle tecnologie laser per chirurgia, diagnostica e terapia medica.



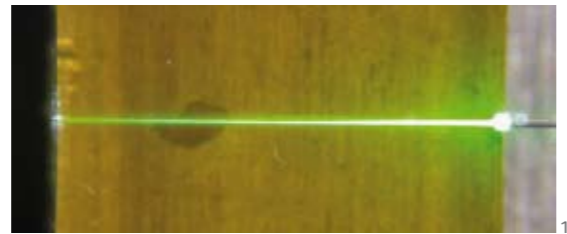
7. Sensore a fluorescenza per il monitoraggio del grado di maturazione fenolica dell'uva.

MICROOTTICA

Le ricerche riguardanti materiali e dispositivi attivi per le telecomunicazioni e la sensoristica concentrano le proprie attività nello sviluppo e caratterizzazione di dispositivi ottici guidati. In una serie di progetti rete Europei come NEMO, ENOC ed EFONGA, IFAC ha raggiunto un consolidato insieme di risultati.

In particolare, essi riguardano:

- Microrisonatori ottici: possiedono alti fattori di qualità e confinano la luce in volumi modali molto piccoli. Sono allo studio:
 - sensori label free estremamente sensibili per la rivelazione di specifiche sostanze o di molecole biologiche per la diagnostica precoce di patologie;
 - linee di ritardo ottiche per trasmettitori a microonde.
 - Fabbricazione e sviluppo di componenti ottici guidati sia mediante tecniche fotolitografiche e di deposizione di film sottili (nelle camere bianche di classe 100 e 1000), sia tramite scrittura diretta con irraggiamento con luce UV o fasci ionici. Una intensa attività nello sviluppo di vetri speciali viene svolta per la realizzazione di dispositivi innovativi.
 - Fibre ottiche microstrutturate:
 - realizzazione di sorgenti supercontinue e loro applicazione alla microscopia biologica (in collaborazione con CNR ISC).
 - realizzazione di reticoli a lungo periodo per applicazioni alla sensoristica.
- È iniziata recentemente un'attività sullo sviluppo di guide per THz con applicazioni alla sensoristica e alla sicurezza.



SENSORI

La capacità di effettuare controlli specifici e sistemati, che diano la possibilità di interventi tempestivi e mirati, rappresenta una problematica comune a settori prioritari quali la salute, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'agro-alimentare. In questi settori le tecnologie ottiche ed optoelettroniche offrono grandi potenzialità sia nella realizzazione di sensori che nello studio di nuove applicazioni. Le attività di ricerca inserite in questo contesto riguardano lo studio di metodi e tecniche di misura basati su strumentazione e dispositivi optoelettronici per applicazioni specifiche nei settori sopra citati ed il trasferimento tecnologico verso industrie ed istituzioni.

L'impegno in numerosi progetti di ricerca nazionali ed europei ha permesso la progettazione e realizzazione di sensori per la misura locale o in telerilevamento di parametri chimico-fisici e biomedici, nonché il loro impiego in vari campi applicativi: essi spaziano dallo sviluppo di sensori in fibra ottica e microottici per controlli di qualità e sicurezza in ambito agroalimentare (Progetti Miur FIRB Biosens, la rete EC NoE NEMO), allo sviluppo di sensori e biocipi ottici per la misura di parametri di interesse clinico (Progetti EC CLINICIP e CAREMAN), allo sviluppo di sensori di telerilevamento LIDAR per il controllo dell'ambiente e dei beni culturali (progetti ESA, FIRB SAIA, trasferimento tecnologico).



15 e 16. Vari tipi di oli alimentari e lubrificanti classificati con microsensibili ottici.

ICT: ELABORAZIONE E ACCESSO

In accordo con la definizione di "elInclusion" (Dichiarazione ministeriale Europea di Riga) il gruppo di ricerca di IFAC ha lavorato per più di 20 anni identificando barriere e possibilità al fine di migliorare la qualità della vita e l'inclusione per tutti nella vita sociale. Risultati recenti includono l'impatto della tecnologia sulla gente di oggi (progetto DfA@elInclusion) e di domani (COST 219 TER), siti web progettati secondo i principi DfA nei campi del turismo e disseminazione (progetto PALIO e rete EdEAN). IFAC ha la guida della rete DfA@elInclusion.

L'attività di ricerca riguarda la realizzazione di sistemi di acquisizione iperspettrale operanti nella banda ottica e lo sviluppo di algoritmi e procedure avanzati nelle aree di ricerca della compressione di dati, valutazione della qualità dell'immagine, calibrazione e validazione dei dati, correzioni atmosferiche e geometriche, fusione di immagini e pansharpening, filtraggio adattivo ed estrazione di caratteristiche biofisiche e di parametri che hanno impatto su applicazioni come il rischio di frane, rilevazione di aree di incendio, ambiente marino e costiero, archeologia.

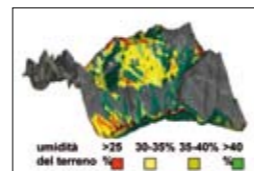
IFAC è stato ed è correntemente coinvolto in molti progetti con ESA, ASI, CNRS e la Regione Toscana. Riconoscimenti ad IFAC sono giunti da organizzazioni nazionali ed internazionali come IEEE GRS, IEEE GRS-S Data Fusion Technical Committee, CNRS, ESA per le attività sulla fusione di immagini e la compressione di dati iperspettrali.



TELERILEVAMENTO: SUPERFICIE

Il telerilevamento della superficie della Terra ha come obiettivo primario quello di stimare i parametri delle aree osservate, come la riflettanza a terra, l'emissività e la temperatura, umidità del suolo, il contenuto in acqua della neve, la biomassa vegetale, permettendo quindi di realizzare un monitoraggio su scala regionale e globale basato su analisi quantitative mediante sistemi avanzati aerospaziali sia ottici che a microonde. In questo contesto le attività principali sono:

- 1) Sviluppo di spettrometri ed interferometri ad immagini, come ALISEO strumento a bordo del satellite MIOSAT dell'Agenzia Spaziale Italiana;
- 2) Calibrazione e validazione dei dati ad alta risoluzione raccolti da sensori ottici aerospaziali (come MIVIS e CHRIS a bordo del PROBA-1, satellite dell'Agenzia Spaziale Europea);
- 3) Adattamento e caratterizzazione di insiemi avanzati di rivelatori operanti nelle bande ottiche visibile ed infrarossa;
- 4) Analisi di immagini e dati di sensori satellitari a microonde sia attivi (SAR) che passivi (radiometri) quali SSM/I, AMSR-E, ERS-1/2, ENVISAT/ASAR, JERS-1, ALOS/PALSAR, TerraSARX;
- 5) Sviluppo di algoritmi per la stima di parametri geofisici con dati satellitari. L'attività, che ha come ricadute il monitoraggio del territorio sia a scala locale che globale, ha il supporto di contratti di ricerca industriali (per esempio con Selex Galileo Spa) e con enti pubblici nazionali e internazionali quali la Regione Toscana, l'Agenzia Spaziale Europea, e l'Agenzia Spaziale Italiana (NOWCASTING, LEIMON, DOMEX, COREH2O).



22. Mappe a scala locale di umidità del terreno (bacino del Cordevole) e globale di Temperatura di brillantezza (Antartide) con sensori a microonde da satellite.

TELERILEVAMENTO: ATMOSFERA

Con l'obiettivo di caratterizzare le proprietà chimico-fisiche dell'atmosfera vengono studiati nuovi metodi di osservazione, realizzati nuovi strumenti, sia attivi che passivi, eseguite misure sul campo, e ottimizzati modelli ed algoritmi per l'estrazione di parametri geofisici dai dati acquisiti.

- In particolare si progettano e costruiscono:
- Spettrometri a trasformata di Fourier nel medio e lontano infrarosso, utilizzati in campagne di misura da terra e da piattaforme stratosferiche per misure di composizione e radianza atmosferica;
 - Sistemi LIDAR per la caratterizzazione delle nubi e del particolato atmosferico sia in aree metropolitane che in aree remote come Dome-C in Antartide;
 - Sistemi per il controllo di assetto di gondole stratosferiche, utilizzate in esperimenti sia di osservazione della Terra che di cosmologia;
 - Codici numerici per l'analisi di livello 2 di osservazione dell'atmosfera dallo spazio per la ricostruzione tridimensionale della composizione atmosferica e per il monitoraggio dei gas serra;
 - Metodi per lo studio della morfologia della ionosfera e per la determinazione del suo contenuto elettronico totale.

IFAC ha contribuito ad una serie di progetti come MIPAS-ENVISAT, SAFIRE, REFIR di ASI e MARSCHALS, CAMELOT, KLIMA, MIPAS-ENVISAT di ESA. Le ricadute vanno dal monitoraggio della qualità dell'aria allo studio della chimica dell'atmosfera e dei cambiamenti climatici.



MICROONDE

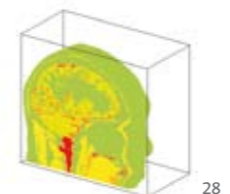
Varie ricerche studiano sistemi che utilizzano microonde per tecniche di telerilevamento e di dielettrometria per il monitoraggio dell'ambiente e dei beni culturali.

Per il telerilevamento a microonde delle superfici naturali le attività riguardano:

- Sviluppo e calibrazione di radiometri a microonde;
- Realizzazione di campagne di misura sperimentali da aereo o postazione a terra con radiometri e scatterometri a microonde su varie superfici (vegetazione agricolo-forestale, neve, mare).

Per i beni culturali sono state sviluppate tecniche innovative per la valutazione dello stato di conservazione di dipinti murali e per il monitoraggio degli stessi. Un esempio è un sistema diagnostico fondato sulla spettroscopia dielettrica in campo evanescente, da cui è scaturito un brevetto USA. L'apparato misura la presenza di umidità e di sali nello strato d'intonaco del dipinto murale. Le attività di ricerca in questo settore vengono svolte in stretta collaborazione con le istituzioni nazionali ed internazionali di conservazione più prestigiose. L'obiettivo della trasferibilità della strumentazione sviluppata all'industria è stato risolto con ELAB Scientific, una impresa spin-off di IFAC.

Un terzo gruppo studia metodi fisici per il controllo dell'inquinamento elettromagnetico ambientale e dell'esposizione di popolazione, lavoratori ed apparecchiature ai campi elettromagnetici: 1) valutazione dell'impatto ambientale e sanitario dei campi emessi dagli elettrodomestici; 2) valutazione dosimetrica dell'esposizione del personale sanitario ai CEM emessi dagli apparati per risonanza magnetica; 3) Esposizione occupazionale ai campi elettromagnetici.



CONSERVAZIONE

Dopo più di 30 anni di promettenti ricerche internazionali sulla pulitura Laser di opere d'arte che però non avevano saputo risolvere i problemi di ingiallimento delle pietre e di viraggio dei colori, le ricerche condotte da IFAC hanno portato ad una piena accettazione ed integrazione delle tecniche Laser fra le metodologie di conservazione più innovative per i materiali lapidei, per i metalli dorati e per i dipinti murali. IFAC ha sviluppato studi sull'interazione laser con i materiali al fine di individuare i parametri cruciali per l'emissione impulsata, e permettere il controllo micrometrico della pulitura, preservando al meglio gli strati storici. Sono stati realizzati laser con durate d'impulso dalle centinaia di nanosecondi ai microsecondi che evitano drasticamente gli effetti indesiderati, e sono diventati in pochi anni gli strumenti più adatti per la pulitura di capolavori come la statua di Donatello, per i bronzi dorati come la Porta del Paradiso del Ghiberti, per i dipinti murali. Questo risultato è una best practice riconosciuta a livello internazionale che si basa su di una intensa collaborazione interdisciplinare con gli enti di tutela, i centri di restauro, il Gruppo EL.EN. che ha ingegnerizzato i prototipi in prodotti evoluti, e molte imprese di restauro che hanno sviluppato una esperienza professionale sulla pulitura laser.



DIAGNOSTICHE

L'Istituto sviluppa diagnostiche innovative per lo studio del bene culturale a fini conservativi ed a fini archeometrici. Esempi sono i sensori di riflettanza a fibre ottiche in grado di determinare quale pigmento è stato usato in ogni punto di un dipinto. Altre fibre ottiche possono essere trattate per inserire reticoli periodici (Bragg) diventando sensori di tensioni o compressioni di elementi strutturali. Il problema di controllare la formazione di condensa in manufatti artistici e architettonici è stato risolto con un sensore a fibra ottica testato nel progetto SENSORGAN. Oltre ad analisi puntuali IFAC ha sviluppato uno strumento per la spettroscopia ad immagini nel visibile e nell'infrarosso, sia in riflettanza diffusa sia in fluorescenza. Lo strumento ottiene informazioni sulle composizioni dei pigmenti e sugli strati pittorici penetrati dalla radiazione infrarossa, recentemente estesa anche ai THz. Le indagini effettuate si stanno estendendo con il progetto POP ART ai manufatti dell'arte contemporanea. In ambito archeometrico IFAC presiede attualmente l'Associazione Italiana di Archeometria. In questo settore IFAC propone studi anche con tecniche laser, XRF e neutroniche. Nel progetto AUTHENTICCO IFAC utilizza una diagnostica LIPS in cui un impulso laser induce una emissione luminosa di plasma dal manufatto, che viene analizzata nelle sue componenti spettroscopiche per determinare metodi oggettivi di autentica.



33 e 34. Applicazioni su dipinti di sensori a fibra ottica portatili per l'analisi dei pigmenti.

35. Strumento LIPS per l'autentica oggettiva di manufatti in bronzo ed altri metalli.



30. Una fase di pulitura laser dell'Arringatore, bronzo archeologico del II sec. a.C.

31. La Porta del Paradiso durante le fasi di pulitura laser all'Opificio delle Pietre Dure.



33. Riflettografo iperspettrale ad alta definizione per la spettroscopia ad immagini di dipinti.

33 e 34. Applicazioni su dipinti di sensori a fibra ottica portatili per l'analisi dei pigmenti.

35. Strumento LIPS per l'autentica oggettiva di manufatti in bronzo ed altri metalli.