

# L PROGETTO SALVALARTE RESPIRA PULITO: UNO STRUMENTO OPERATIVO MULTIDISCIPLINARE PER LA CONSERVAZIONE E LA FRUIZIONE DEI BENI CULTURALI NELLA REGIONE SICILIA

## **Salvatore Barbaro**

Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali, Università degli Studi di Palermo

## **Rosario Caracausi**

Dottore di Ricerca in Fisica Tecnica Ambientale, Università degli Studi di Palermo

## **Rosa Maria Chisesi**

Dottore di Ricerca in Fisica Tecnica Ambientale, Università degli Studi di Palermo

## **1. Introduzione**

Da otto anni Legambiente organizza l'iniziativa SALVALARTE, campagna per la tutela, la salvaguardia e la valorizzazione del nostro patrimonio artistico-monumentale.

Durante la manifestazione del 2002, organizzata in collaborazione con l'Assessorato regionale dei beni culturali e ambientali della Regione Sicilia, è stato lanciato il progetto "SALVALARTE respira pulito" promosso dal neonato Dipartimento per i beni culturali di Legambiente Sicilia, in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Sicilia (ARPA) e il Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro (CRPR) della Regione Sicilia.

Il progetto aveva l'obiettivo di analizzare e raccogliere informazioni sullo stato di conservazione dei beni culturali in Sicilia, che oltre a fornire "un codice di comportamento responsabile per la tutela, la valorizzazione e la corretta fruizione di siti culturali", adottasse un approccio più scientifico al problema prevedendo tre momenti distinti:

1. Individuazione e catalogazione dei beni culturali a rischio.
2. Monitoraggio di un campione significativo di monumenti, rappresentativi dell'intero territorio nazionale.
3. Diffusione di risultati del monitoraggio.

Al progetto si è subito aggregata l'Università di Palermo, con il Consiglio di Coordinamento degli Studi in Ingegneria Edile (Dipartimenti di Ricerche Energetiche ed Ambientali DREAM e di Progettazione e Costruzione Edilizia DPCE), il Laboratorio di Ingegneria Chimica per i Beni culturali, il Dipartimento di Scienze Botaniche.

Nei mesi di dicembre 2002 e di gennaio 2003 è stata definita e messa punto la fase esecutiva del progetto, le modalità di monitoraggio, il gruppo di lavoro e le unità operative, gli aspetti promo-pubblicitari e divulgativi. È stata interessata la Direzione della Pubblica Istruzione dell'Assessorato regionale per la diffusione del progetto presso le scuole siciliane al fine di contribuire alla formazione di una più profonda educazione ambientale.

Accanto al tradizionale ed ormai consolidato veicolo di informazione e sensibilizzazione sulle problematiche ambientali che incidono sulla salvaguardia e conservazione del patrimonio storico-artistico-monumentale della nostra Regione, il gruppo promotore coinvolgendo l'Università ha costituito un osservatorio tecnico con aspetti legati al monitoraggio dello stato di conservazione, delle eventuali condizioni di degrado, delle cause scatenanti e/o agenti sull'evoluzione spazio-temporale al fine di individuare gli interventi più idonei ed efficaci per garantire altresì la migliore fruizione dei beni culturali, lavoro che contribuirà, inoltre, alla definizione di una vera e propria Carta dei diritti dei visitatori dei musei.

Il 6 febbraio 2003 presso il Villino Florio, il Comitato promotore ha presentato ufficialmente il progetto alla stampa, ai cittadini ed al mondo scientifico.

Il tavolo tecnico, avviato dai partners ed affidato al coordinamento del prof. Salvatore Barbaro, ha immediatamente iniziato a lavorare individuando preliminarmente i compiti da svolgere a cura delle singole unità operative e che di seguito vengono illustrati.

Le attività svolte nel corso di un anno hanno consentito innanzitutto di mettere a punto una procedura ottimale di monitoraggio comprendente siti di misura o campionamento, apparecchiature e parametri di indagine, passi e periodi di acquisizione dei dati, caratteristiche della banca dati e tecniche di elaborazione e valutazione dei risultati.

Il test principale di validazione della metodologia di indagine e di analisi è stato eseguito adottando come caso-studio l'intero Corso Vittorio Emanuele a Palermo in quanto sede di numerosi ed importanti elementi e strutture monumentali quali, tra gli altri, Porta Nuova, la Cattedrale, la Biblioteca Regionale, i Quattro Canti e Porta Felice.

## **2. Le Unità Operative. Obiettivi, strumenti e metodi**

Il CENTRO REGIONALE per la PROGETTAZIONE ed il RESTAURO (Direttore: arch.

Guido Meli), affidando l'incarico di Coordinatore dei Laboratori alla dott.ssa Anna Di Sclafani ha individuato preliminarmente come compiti generali le seguenti attività:

- Distribuzione territoriale su supporto informatico dei beni culturali, storici ed artistici (edifici, monumenti, opere d'arte, etc.) a scala regionale, provinciale, comunale, zonale. Carte tematiche e sistema SIT.
- Costruzione di mappe di vulnerabilità ambientale.
- Acquisto stazioni di misura (indoor/outdoor) e dei coupon di corrosione.
- Diffusione degli studi eseguiti per il rilievo delle condizioni di conservazione e messa a punto di interventi adeguati.
- "Fotografia" dello stato di degrado ambientale.
- Acquisizione pass di accesso agli edifici scelti e di eventuali autorizzazioni da parte del Comune.
- Collaborazione con gli altri partners alla esecuzione ed interpretazione delle campagne di indagine sperimentale nei siti campione.
- Organizzazione di seminari, giornate di studio, workshop, etc., per la diffusione dei risultati.

Hanno preso parte al progetto le seguenti Unità del Centro:

Unità di ricerca tecnico-scientifica IV. – Laboratorio di Fisica. Responsabile: arch. Ermanno Cacciatore. Gruppo di lavoro: Donato Perrone. Collaborazioni esterne: Consiglio di Coordinamento degli Studi in Ingegneria Edile (prof. Salvatore Barbaro). Titolo della ricerca: *Esecuzione delle indagini sperimentali (termoigrometriche, illuminotecnica e di qualità dell'aria) per il controllo delle condizioni climatiche finalizzato alla conservazione dei beni culturali.*

Sarà messa a punto una metodologia di indagine standard per la misura, valutazione e controllo delle condizioni ottimali (climatiche, illuminotecnica, di qualità dell'aria) all'interno ed all'esterno di edifici e complessi di interesse storico-architettonico. Si verificheranno le condizioni esistenti in siti campione. Saranno valutati i risultati e individuati gli interventi più adeguati.

Unità di ricerca tecnico-scientifica V. – Laboratorio di Chimica. Responsabile: dott. Cosimo Di Stefano. Titolo della Ricerca: *Monitoraggio degli inquinanti chimici, inorganici ed organici, e valutazione del degrado di monumenti e materiali lapidei nel patrimonio culturale della Regione Siciliana.*

Partendo dalla considerazione che la Regione possiede un inestimabile patrimonio architettonico e storico-artistico soggetto ad un progressivo deterioramento, il laboratorio di chimica del Centro ha proposto lo studio dei fattori ambientali di natura chimica respon-

sabili, insieme ai fattori biologici e fisico-meccanici, delle alterazioni dei materiali lapidei. Il monitoraggio degli inquinanti chimici per valutare il loro impatto sulla conservazione dei materiali lapidei non può prescindere da un'attenta caratterizzazione dei materiali e dalla valutazione scientifica della natura del deterioramento. Lo sviluppo futuro di questo monitoraggio sarà utile per la valutazione dei limiti dei parametri ambientali che dovranno essere fissati per stabilire il grado di incidenza sui beni culturali. Il Laboratorio di chimica – parallelamente all'attività delle Unità Operative IV, VI e VII, del Dipartimento di Ingegneria chimica dei processi e dei materiali dell'Università di Palermo, del Laboratorio di chimica dell'ARPA Sicilia – svilupperà le operazioni utili per pervenire alla redazione di un esauriente studio di fattibilità necessario ad un monitoraggio permanente.

Unità di ricerca tecnico-scientifica VI. – Laboratorio di Indagini biologiche. Responsabile: dott.ssa Rosa Not. Gruppo di lavoro: dott.ssa Eloisa Guarneri. Collaborazioni esterne: Dipartimento di Scienze Botaniche (prof. Domenico Ottonello) per la rilevazione del bioaccumulo di licheni. Titolo della Ricerca: *Biomonitoraggio degli effetti dell'inquinamento mediante rilevazione degli elementi in traccia nei licheni (Bioaccumulo); censimento e caratterizzazione delle specie vegetali con particolare riferimento ai licheni che colonizzano i monumenti lapidei in relazione ai diversi litotipi. Monitoraggio dell'entomofauna all'interno della Biblioteca regionale di Palermo.* I licheni, organismi vegetali, possiedono delle particolari caratteristiche che ne fanno degli ottimi bioindicatori; in particolare, non avendo né stomi né cuticola, accumulano le sostanze nocive presenti nell'atmosfera. Risultano pertanto sensibili anche a minime concentrazioni di inquinanti. La misurazione delle concentrazioni degli elementi in traccia nei talli lichenici, costituisce uno studio comparativo alla misurazione degli stessi attraverso metodologie chimico-fisiche. I campioni necessari all'esecuzione delle analisi verranno prelevati sui tetti degli edifici più rappresentativi. Quanto detto al fine di valutare la qualità dell'aria in funzione dell'impatto sui monumenti. La ricerca prevede, anche, il censimento e la caratterizzazione delle fanerogame e crittogame che colonizzano le superfici lapidee dei monumenti. Nella Biblioteca, invece, si provvederà a posizionare delle trappole entomologiche allo scopo di rilevare in tempo la presenza di insetti dannosi al patrimonio cartaceo e dunque porne rimedio.

Unità di ricerca tecnico-scientifica VII. – Laboratorio di Indagini microbiologiche. Responsabile: dott.ssa Giovanna Miceli. Collaborazioni esterne: Dipartimento di Scienze Botaniche (prof. Franco Palla). Gruppo di lavoro: I. Milazzo, L. Anello, R. Russo, A.M. Mannino, G. Morici. Titolo della Ricerca: *Monitoraggio aerobiologico.* Lo

studio è finalizzato a valutare la presenza di microrganismi aerodispersi e la loro influenza sui processi di biodeterioramento dei materiali organici ed inorganici esposti in ambiente interno ed esterno. Il laboratorio di microbiologia del Centro effettuerà tale studio utilizzando tecniche microscopiche, colturali e biochimiche. Si vuole fornire una visione più realistica delle popolazioni microbiche permettendo una identificazione esatta delle specie di batteri, funghi, insetti presenti su di un'opera d'arte, soprattutto per quelle specie che non possono essere identificate mediante le colture classiche. Correlare gli organismi (batteri, funghi e insetti) che partecipano al deterioramento dei substrati organici (in particolare la carta) e identificare il/i meccanismo/i causa del degrado basato sulla probabile cooperazione di essi. Nell'ambito della conservazione dei beni culturali, operare una diagnosi preventiva per rilevare e quindi bloccare l'eventuale processo di biodeterioramento, ancor prima che il degrado del substrato sia evidente e il danno irreparabile, verificare nel tempo la possibile ricolonizzazione del substrato.

L'analisi aerobiologica sarà effettuata negli ambienti confinati e nelle aree esterne limi- trofe agli edifici, per evidenziare differenze qualitative e quantitative della microflora fra l'interno e l'esterno dell'edificio. Nella prima fase dello studio saranno effettuati i sopralluoghi necessari per determinare la più idonea metodologia di indagine. Successivamente saranno identificate le zone di campionamento e sarà programmata la campagna di monitoraggio aerobiologico. Dopo avere effettuato il campionamento, si passerà alla determinazione della presenza di microrganismi come microalghe, microfunghi e batteri. A tal fine si utilizzeranno tecniche di microbiologia classica e microbiologia molecolare per la crescita e la caratterizzazione. I risultati saranno confrontati con quelli disponibili nelle banche dati internazionali (EMBL, NIH) allo scopo di determinare in maniera univoca le specie di appartenenza dei microrganismi isolati. Inoltre, la stessa tipologia di analisi sarà eseguita sulla superficie di alcuni reperti presenti negli ambienti confinati e nelle aree esterne allo scopo di correlare le specie di microrganismi isolati con l'eventuale deterioramento dei reperti. Infine, i saggi di "inibizione della crescita" dei microrganismi isolati permetteranno di determinare le concentrazioni idonee degli eventuali biocidi utilizzabili per la disinfezione dei reperti. Ciò consentirà di ridurre al minimo il rischio di inquinamento ambientale da biocidi. In sintesi è prevista la caratterizzazione di comunità batteriche da substrati di natura organica e inorganica mediante l'applicazione delle biotecnologie molecolari.

Unità di ricerca tecnico-scientifica IX per il Beni Paesaggistici, Naturali, Naturalistici, Architettonici, Urbanistici e per la Carta del rischio. Responsabile: arch. Roberto Garufi.

Collaboratori: dott.ssa Teresa Ferlisi (CRPR), personale di catalogazione Arte Vita assegnato al C.R.P.R.: dott.ssa Annamaria Crapanzano, dott.ssa Rossana Nicoletti, arch. Francesco Piazza, sig. Antonio Randazzo, sig. Marco Terzo, allievi degli stage in svolgimento presso il CRPR. Titolo della Ricerca: *Definizione di metodiche d'indagine finalizzate all'approfondimento, a scala locale e puntuale, della valutazione del rischio ambiente aria che interessa il patrimonio monumentale siciliano*. La valutazione del rischio ambientale aria sul tempo vita del patrimonio monumentale, basata sull'interazione tra la presenza e intensità dei fattori inquinanti e gli eventuali processi di degrado leggibili sull'edificato storico, è definita nel progetto di Carta del Rischio utilizzando carte di pericolosità che spalmano omogeneamente sul territorio comunale le misurazioni della presenza di inquinanti nell'atmosfera, e che in tal modo attribuiscono alla valutazione un prevalente fattore statistico. La ricerca intende calibrare con maggiore esattezza la valutazione della pericolosità, creando carte specifiche a scala locale e, per ciò che riguarda l'accertamento della vulnerabilità ambiente aria, si prevede la definizione e sperimentazione sul campo di una scheda speditivi mirata che registri i dati rilevati e documenti le fasi e le informazioni relative al monitoraggio climatico. Ciò fisserà i criteri per l'archiviazione informatizzata delle diverse fasi di una campagna di rilevazione mirata alla valutazione dei parametri dell'inquinamento ambiente aria e dell'interazione con i processi di degrado sull'edificato storico. Sarà quindi curata la coerenza dei dati e delle modalità di trascrizione con il sistema informativo di Carta del Rischio del Patrimonio Culturale ed Ambientale della Regione Siciliana e la trasmissione dei materiali conoscitivi al polo centrale dell'I.C.R. per un arricchimento e approfondimento delle banche dati regionali. Sono programmate le seguenti attività:

- Redazione di schede anagrafico identificative dei beni interessati dalle aree di studio.
- Redazione di schede di vulnerabilità di primo, ed eventuale secondo, livello dei beni emblematici relativamente alle aree di studio.
- Definizione di un tracciato schedografico sperimentale che registri i dati di rilevamento e le relative modalità di registrazione dei dati, garantendone la compatibilità con il sistema di Carta del Rischio.
- Creazione di carte tematiche specifiche, relative alle sole aree d'indagine, per adottare un prototipo di cartografia a scala locale e/o puntuale della pericolosità ambiente aria.
- Collaborazione alla definizione delle modalità d'indagine di Carta del Rischio, relativamente agli ambienti confinati, e di compatibilità con il sistema di Carta del Rischio.

- Costituzione di un Laboratorio sperimentale all'aperto di analisi e indagini sul confezionamento, l'applicazione, la compatibilità e la resistenza degli intonaci e delle malte (secondo le ricette e i magisteri di esecuzione della tradizione).

L'ARPA Sicilia (Direttore: Ing. Sergio Marino) ha preliminarmente individuato come compiti generali le seguenti attività:

- Distribuzione territoriale delle reti e stazioni di monitoraggio meteorologico ed atmosferico.
- Costruzione della banca dati ambientale utilizzando le serie storiche disponibili.
- Redazione di mappe tematiche (Zonizzazione) micro e mesoclimatiche e dell'inquinamento dell'aria "generale".
- Scelta dei parametri di qualità dell'aria di interesse per la conservazione/degrado dei beni culturali e del comfort/salute della popolazione esposta (operatori, utenti).
- Individuazione di apparecchiature di rilevamento atmosferico da installare sui mezzi mobili, all'esterno ed all'interno dei siti sensibili, per la messa a punto del sistema di monitoraggio (scheda standard).
- Esecuzione di campagne stagionali (ciascuna di durata settimanale) per il rilevamento della qualità dell'aria indoor ed outdoor in corrispondenza dei punti "sensibili" concordati con i partners. Casi di studio.
- Esecuzione di analisi relative alla presenza di ammoniaca (secondo norma UNICHim) ogni 6 ore. Analisi gascromatografica (VOC) di 40 composti atmosferici. Uso di apparecchiature Canister per campionamento a 24 ore ed 1 ora. Analisi della presenza di ossidi di zolfo e di azoto a 24 ore. Analisi di polveri totali a 8 ore. Ricerca dei componenti metallici e degli IPA (6 idrocarburi).
- Posizionamento di un laboratorio mobile presso i siti campione per la durata di una settimana, sia per l'acquisizione dei dati di confronto, sia per svolgere azione di catalizzatore informativo dell'intera iniziativa.
- Esecuzione in corso d'opera, di concerto con i partners, di analisi finalizzate alla valutazione di situazioni di degrado su edifici e/o monumenti dovute a cause ambientali (per es. piogge acide).

Hanno preso parte al progetto le seguenti Unità dell'ARPA Sicilia:

*Unità di ricerca tecnico-scientifica – Laboratorio mobile emissioni chimiche in atmosfera.*  
 Responsabile: dott. Vincenzo Infantino. Collaboratori: dott. Domenico Puleo e Davide Granata. Titolo della ricerca: *Protocollo sperimentale per la misura degli inquinanti atmosferici indoor e outdoor.* La campagna sarà caratterizzata prima da alcune verifiche ana-

litiche e successivamente dalle misure vere e proprie. In ogni caso le misure saranno eseguite rispettando l'allegato VII del Decreto 02/04/2003, in particolare p.to II "ubicazione su microscala", le cui indicazioni sono comunque applicabili alla problematica della salvaguardia dei beni artistici e culturali. Inoltre, in seguito al sopralluogo effettuato con i rappresentanti dei vari enti interessati al progetto, il gruppo operativo ha stabilito che il primo punto di campionamento (piazzola ubicata successivamente a Porta Nuova) è stato ritenuto idoneo ed ivi verranno eseguiti i campionamenti utilizzando il gruppo elettrogeno in dotazione; il secondo punto di campionamento verrà individuato all'altezza del portone secondario della biblioteca su Corso Vittorio Emanuele, mantenendo gli strumenti all'interno del porticato del portone stesso, risolvendo in gran parte il problema relativo allo ingombro del marciapiede. L'alimentazione elettrica verrà fornita dalla struttura ospitante. Gli stessi campionamenti saranno eseguiti anche ad un'altezza di circa 5 metri, su un terrazzo. Anche in tal caso l'energia elettrica sarà a carico della Biblioteca. Per i campionamenti indoor non è stato ben chiarito il sito idoneo, considerando che in tale periodo parte della biblioteca è in ristrutturazione, operazione questa che contribuisce alla diffusione di polveri. Per gli ambienti indoor potrebbe essere opportuno, come nella camera blindata, eseguire alcuni monitoraggi mediante una centralina del DAP di Ragusa, la cui operatività e disponibilità è in corso di valutazione. Altri parametri saranno implementati successivamente in relazione ai tempi tecnici di manutenzione strumentale. Si sta valutando, in collaborazione con il gruppo del DREAM, la fattibilità di indagini specifiche per la presenza di ozono all'interno di musei e per gli effetti prodotti su materiali organici come la cellulosa, le fibre tessili ed i leganti impiegati nei dipinti, sulle tinture tessili ed i colori artistici, con particolare riguardo a quelli basati sulla famiglia dell'indaco, del carminio e dello zafferano. Questi sono presenti nelle pitture, arazzi ed abiti di rilevanza storica. Le attrezzature disponibili sul mercato sono: a) monitors di ozono calibrati (tipo 1003-AH e 1003-PC della Dasibi Corp.) collegati a registratori su carta magnetica per ottenere dati dinamici simultanei indoor ed outdoor per brevi periodi (da 21 a 46 ore) in ciascun sito scelto; campionatori passivi di ozono DGA a diffusione per la misura delle concentrazioni di ozono indoor ed outdoor a lungo termine (da 27 a 33 giorni).

Unità di ricerca tecnico-scientifica – Laboratorio mobile di Fisica. Responsabile: dott. Antonio Sansone Santamaria. Collaboratori: dott. Antonio Conti. Titolo della ricerca: *Protocollo sperimentale per la misura di fattori ambientali fisici (rumore e vibrazioni) e delle emissioni di radon e dei campi elettromagnetici.* Nell'ambito del progetto è prevista l'esecuzione di campagne sperimentali sui fattori ambientali fisici (rumore e vibrazioni) e sulle emissioni di radon e dei campi elettromagnetici all'interno ed all'esterno dei siti sot-

toposti ad indagine. Sarà analizzata la correlazione esistente tra sorgenti fisse (impianti, apparecchiature) e mobili (traffico veicolare) ed effetti sull'ambiente anche alla luce della letteratura in materia e le serie di dati disponibili.

L'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO ha partecipato alle attività del progetto con il Consiglio di Coordinamento degli Studi in Ingegneria Edile (Unità di ricerca del DREAM e del DPCE), con il Laboratorio di Ingegneria Chimica per i Beni culturali e con il Dipartimento di Scienze Botaniche.

Unità di ricerca tecnico-scientifica del DREAM Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali. Responsabile: prof. ing. Salvatore Barbaro. Collaboratori: Rosario Caracausi, Rosa Maria Chisesi. Titolo della Ricerca: *Messa a punto di un protocollo di misura e analisi per la certificazione ambientale dei beni di interesse storico ed artistico.*

La corretta conservazione di beni di interesse storico ed artistico, nel tempo e per la fruizione del pubblico, può essere assicurata solo nel caso in cui questi beni siano collocati in luoghi ove le condizioni ambientali, influenzanti i processi di degrado, siano opportunamente controllate al fine di limitare la velocità dei processi stessi. In particolare occorre che qualsiasi intervento edilizio o impiantistico, che possa modificare la preesistente situazione ambientale di locali destinati alla conservazione di beni di interesse storico e artistico, sia attentamente valutato svolgendo un'analisi ambientale preventiva per identificare le condizioni esistenti. L'unità svolgerà le seguenti attività:

- Stato dell'arte sulla normativa, indagini, rapporti e pubblicazioni scientifiche in materia.
- Creazione del coordinamento con le esistenti mappe e/o carte di pericolosità nell'ambiente indoor e/o outdoor.
- Redazione di schede per la raccolta di informazioni sulla storia ambientale del bene a micro e meso scala.
- Messa a punto di una procedura ottimale (protocollo standard) per la misura delle grandezze ambientali: termigrometriche, illuminotecniche, di qualità dell'aria e vibrazionali.
- Applicazione ai casi studio concordati con gli altri partners.
- Monitoraggio ambientale con stazioni mobili attraverso un sistema avanzato messo a punto dai componenti del gruppo di lavoro in collaborazione con partners esterni.
- Analisi dell'aggressività dell'aria indoor ed outdoor attraverso l'utilizzazione di coupon di corrosione (campionamento passivo mediante stringhe di rame ed argento).

- Partecipazione alla messa a punto di un sistema di raccolta e di gestione dei dati e dei risultati raggiunti da ogni partner.
- Applicazione di Indici Biometeorologici Umani e del grado di discomfort. Analisi del microclima. Applicazione di modelli canyon.
- Organizzazione di visite e stage nell'ambito di corsi didattici e formativi.

Unità di ricerca tecnico-scientifica del DPCE Dipartimento di Progetto e Costruzione Edilizia. Responsabile: prof. ing. Giovanni Fatta. Collaboratori: ing. Tiziana Campisi, arch. Mario Li Castri, ing. Calogero Vinci. Titolo della ricerca: *Le facciate sul Cassaro: caratterizzazione storico-costruttiva, degradi, dissesti, codici di pratica per interventi.* Il Programma delle attività di ricerca comprende:

- Studio diretto attraverso la documentazione storico archivistica ed iconografica della storia costruttiva degli organismi architettonici.
- Individuazione delle alterazioni macroscopiche delle fonti esterne degli edifici e conseguente rappresentazione mediante riprese fotografiche digitali e restituzioni fotogrammetriche con software specifici.
- Individuazione dei fenomeni che inducono degradi e dissesti nelle fronti esterne degli edifici. Contributi per la redazione di un codice di pratica per gli interventi di restauro.

2ª Unità di ricerca tecnico-scientifica del DPCE Dipartimento di Progetto e Costruzione Edilizia. Responsabili: prof. ing. Antonio Cottone e ing. Silvia Pennisi. Saranno esaminati i contenuti di alcune tesi di laurea, in cui sono stati oggetto di studio edifici e complessi monumentali, mettendo in evidenza i seguenti aspetti: ricerche bibliografiche, archivistiche, iconografiche; rilievo geometrico; mappatura del degrado; indagini conoscitive non distruttive in situ; ipotesi sulle cause dei difetti; ipotesi di intervento e Progetto di recupero.

Unità di ricerca tecnico-scientifica – Laboratorio di Ingegneria Chimica per i Beni culturali. Responsabile: prof. ing. Giovanni Rizzo. Collaboratori: ing. Fabio D'Agostino, ing. Bartolo Megna. Titolo della ricerca: *Valutazione dello stato di conservazione dei materiali in relazione al grado di aggressività dell'ambiente nel quale sono posti in opera.* Saranno presi in considerazione prevalentemente i lapidei, naturali ed artificiali, ed il legno, in quanto sono i materiali costruttivi prevalenti dei beni architettonici. Lo studio potrà essere esteso ad altri materiali, ad esempio la carta nel caso dell'ambiente confinato della biblioteca. La caratterizzazione mineralogica petrografia dei materiali lapidei sarà eseguita dalla dr. Laura Ercoli del Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica. Una corretta pratica della manutenzione e della conservazione dei beni culturali richiede la redazione di una mappa del rischio relativo ai problemi dell'inquinamento che serve ad

orientare interventi sia legislativi sia operativi, capaci di ridurre i componenti aggressivi presenti in aree ad elevato contenuto storico-artistico, quale per es. il Centro storico di Palermo. Il contributo del Laboratorio sarà articolato nelle seguenti fasi:

- Analisi per la caratterizzazione dei materiali costruttivi dei manufatti di interesse storico-artistico più ricorrenti nei siti prescelti per lo studio preliminare (pietre da costruzione e da rivestimento, intonaci, stucchi, legno strutturale e non, laterizi, etc.).
- Misura dei parametri chimico-fisici che definiscono il loro stato di conservazione.
- Analisi delle cause e dei meccanismi dei processi di alterazione e di degrado dei materiali e correlazione con le condizioni di esposizione, definite attraverso il monitoraggio ambientale effettuato dagli altri gruppi di lavoro.
- Valutazione della cadenza minima per una corretta “manutenzione periodica” del manufatto, che consenta di prevenire il restauro, ed individuazione delle tecniche (pulitura, consolidamento, protezione, etc.) e dei materiali (acqua, solventi, resine naturali o sintetiche, idrorepellenti, etc.) più idonei per operare tali interventi.

### **3. Monitoraggio ambientale**

Per illustrare i contenuti del progetto esecutivo già in sede di presentazione è stata sviluppata una scheda operativa schematizzando le attività di indagine nell’ambito delle singole aree disciplinari coinvolte nello sforzo comune relativamente agli ambienti interni ed esterni degli edifici monumentali ed ai recettori sensibili (materiali ed oggetti, operatori ed utenti).

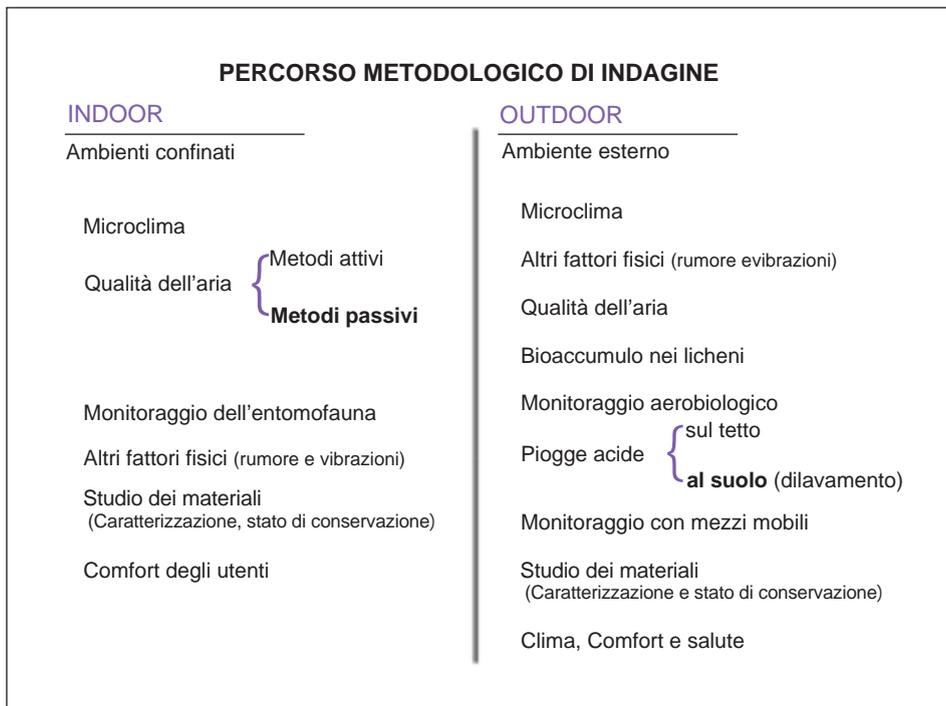
Si può ragionevolmente ritenere che la squadra di lavoro, composta da unità competenti in materia e multidisciplinari, costituisca un raro esempio del genere tra cui può citarsi il gruppo che ha eseguito recentemente l’Indagine sulle Biblioteche Pubbliche Statali in Roma [1].

### **4. Sintesi delle attività svolte**

Tenuto conto delle finalità dello studio, le attività hanno riguardato vari aspetti operativi e conoscitivi che qui di seguito vengono riassunti.

#### **4a. Sopralluoghi**

Il sopralluogo costituisce un momento importante per il decollo concreto del progetto. Oggetto di analisi approfondita è stato il tratto compreso tra Porta Nuova e la Biblioteca regionale. Con il contributo di tutti gli intervenuti sono state operate le scelte dei punti di misura e/o di campionamento, l’individuazione dei parametri da controllare, degli stru-



menti e dei metodi di indagine più idonei da utilizzare, l'organizzazione delle campagne di misura.

In particolare per la Biblioteca Regionale, tenuto conto che costituisce la struttura pre-scelta per la messa a punto della metodologia di indagine, è stato eseguito un sopralluogo minuzioso sia all'esterno sia all'interno accedendo a tutti gli ambienti ai vari piani con l'assistenza di personale della Biblioteca. In questa prima fase sono state eseguite alcune scelte di campo eventualmente modificabili nella fase successiva di campagna operativa sperimentale

**4b. Aspetti organizzativi e informativi**

Si è, fin dall'inizio, seguito anche un percorso d'informazione e conoscenza dei contenuti e degli scopi del progetto, con una serie d'incontri ed iniziative pubbliche, per far crescere la sensibilità e l'attenzione su questa delicata e, purtroppo, sempre più deteriorata condizione in cui versa la stragrande maggioranza dei nostri monumenti:

- il 12 marzo incontro con un gruppo di presidi e docenti a Palermo;

- il 14 marzo presentazione del progetto a Gela, il 10 maggio a Catania ed il 13 maggio a Messina.

Per quanto riguarda Gela, è stato eseguito un sopralluogo dettagliato delle mura nella mattinata del 14 che ha consentito di raccogliere un'ampia documentazione fotografica (oltre 200 immagini a cura dell'arch. Cacciatore) e di operare valutazioni e scelte. È stata articolata e programmata l'eventuale attività di monitoraggio secondo i passi successivi:

- Installare capannina meteo in prossimità delle mura dalla parte del mare dotata di sensori almeno per la misura della radiazione solare, di temperatura e umidità dell'aria, di temperatura superficiale, di intensità e direzione del vento, della precipitazione.
- Eseguire l'analisi della qualità dell'aria (campionamento) e delle caratteristiche di aggressività ambientale (mediante coupon di corrosione).
- In alternativa posizionare per tempi significativi (sequenze settimanali all'interno delle varie stagioni) un laboratorio mobile dell'ARPA.
- Collocare adeguate serie di microsensori di temperatura sulle due facce del muro principale a diverse altezze ed esposizioni in corrispondenza delle tipologie dei vari materiali antichi e recenti che costituiscono il bastione.
- Eseguire parallelamente l'indispensabile studio storico-costruttivo.
- Eseguire l'analisi chimico-fisica del degrado.
- Eseguire le analisi microbiologiche e sulle biodiversità (sono presenti famiglie numerose di licheni).

Tenuto conto dell'importanza di eseguire l'indagine su tutto il territorio regionale, sono stati coinvolti colleghi di Fisica tecnica ambientale nelle sedi di Messina (incontro sul tema "Dal restauro al monitoraggio") e Catania.

Unità di Ricerca del Dipartimento di Ingegneria Industriale e meccanica dell'Università di Catania. Responsabile: prof. ing. Luigi Marletta. Titolo della ricerca: *Indagine ed analisi ambientale per la conservazione dei Beni culturali a Catania.* È prevista l'applicazione della metodologia messa a punto in collaborazione con l'Università di Palermo ai Beni culturali di Piazza Università, al Museo Verga, al Teatro romano e ad eventuali altri siti "sensibili".

Unità di Ricerca del Dipartimento di Fisica dell'Università di Messina. Responsabile: prof. ing. Giuseppe Cannistraro. Titolo della ricerca: *Indagine ed analisi ambientale per la conservazione dei Beni culturali a Messina.* È prevista l'applicazione della metodologia messa a punto in collaborazione con l'Università di Palermo ai Beni culturali della Chiesa di Santa Maria dei Catalani in quanto recentemente oggetto di interventi di restauro, alla

statua del Nettuno che si trova in prossimità del mare lungo una strada ad intenso traffico veicolare e/o ad altri siti "sensibili".

Nell'ambito della manifestazione SALVALARTESicilia 2003, che si è svolta dal 27 maggio all'8 giugno, si è data ampia divulgazione del progetto SALVALARTE respira pulito in corso di svolgimento.

#### **4c. Campagne di indagine sperimentale**

Nel seguito vengono riassunti i passi sperimentali portati avanti da ciascuna Unità operativa ed i principali risultati dell'indagine. Per un maggiore dettaglio si rimanda alle comunicazioni o memorie che saranno elaborate e pubblicate a cura dei singoli gruppi di lavoro.  
CENTRO REGIONALE PER LA PROGETTAZIONE ED IL RESTAURO

##### Unità di ricerca IV

Sono state eseguite le seguenti attività:

1. Taratura di apparecchiature per la misura di temperatura, umidità e illuminamento.
2. Installazione di sensori in corrispondenza dei siti campione.
3. Collaborazione al rilievo termoisometrico ed illuminotecnico di Corso Vittorio Emanuele, della Biblioteca regionale, della Cappella Palatina, di Palazzo Mirto, della Villa del Casale, del Museo Archeologico di Agrigento.

##### Unità di ricerca V

Sono state eseguite le seguenti attività:

- Sopralluogo presso Porta Nuova e Porta Felice. È stata eseguita un'accurata indagine visiva delle superfici lapidee allo scopo di procedere al rilevamento ed alla documentazione delle alterazioni di natura biologica. Le alterazioni riscontrate sono state ricondotte alle seguenti tipologie: incrostazioni nere, strati verdastri, patine verdi. Su tali alterazioni sono stati effettuati i prelievi dei campioni attraverso bisturi e tamponi sterili ed in laboratorio si stanno effettuate le prime analisi.
- Sopralluogo presso la Biblioteca Regionale.

##### *Biblioteca regionale*

L'analisi aerobiologica è stata effettuata all'interno della biblioteca e nelle aree esterne limitrofe all'edificio, per evidenziare differenze qualitative e quantitative della microflora fra l'interno e l'esterno. Nella prima fase dello studio sono stati effettuati i sopralluoghi necessari per determinare la più idonea metodologia d'indagine e successivamente sono state scelte le zone di campionamento. Gli ambienti scelti sono i seguenti: sala microfilmatura, sala consultazione; sala blindata; sala lettura manoscritti; hall.

### *Porta Nuova*

Zone campionate: cupola; balconata; loggiato (facciata rivolta all'esterno della città).

La morfologia delle alterazioni si presenta con polveri scure ed incrostazioni nerastre. Tali alterazioni sono state riscontrate soprattutto nelle anfrattuosità e porosità delle superfici lapidee.

### *Porta Felice*

Zone campionate: fontane; attico.

La morfologia delle alterazioni può essere così esemplificata:

- patine verdi;
- strati di colore verde o nero;
- polveri nere;
- incrostazioni verdastre.

Nella prima fase delle indagini è stata effettuata un'accurata analisi visiva delle superfici allo scopo di procedere al rilevamento ed alla documentazione delle alterazioni di origine microbica. In una fase successiva sono state stabilite le operazioni dei prelievi in modo da ottenere campioni rappresentativi delle diverse tipologie di degrado. I campionamenti sono stati eseguiti utilizzando il bisturi per asportare le incrostazioni e il tampone per le polveri. I campioni sono stati sottoposti in laboratorio ad un'indagine preliminare effettuata allo stereomicroscopio ed al microscopio ottico. L'analisi preliminare dei campioni effettuata allo stereomicroscopio (25X,80X) ha rivelato la presenza di forme coccoidi e filamentose di colore verde. L'analisi al microscopio ottico (250X,400X,630X) ha consentito il riconoscimento di microrganismi autotrofi ed eterotrofi. Sono stati identificati cianobatteri ed alghe di forma coccoide e filamentosa. Inoltre, in alcuni campioni, sono state rinvenute spore ed ife fungine. Ulteriori analisi saranno eseguite per la caratterizzazione dei microrganismi e per la valutazione del tipo di danno che questi possono apportare nelle superfici oggetto di tale studio.

### Unità di ricerca VI

È stato eseguito un sopralluogo in data 19.03.2003 presso l'asse viario di Corso Vittorio Emanuele, da Porta Nuova a Porta Felice. Lungo l'asse sono stati individuati tre siti di cui andranno ispezionati i tetti. Si tratta di due Chiese (S. Giuseppe dei Teatini e S. Salvatore). La componente biotica individuata è povera di specie licheniche del tipo foglioso, tipo necessario alle analisi chimiche per il bioaccumulo. Pertanto si provvederà al trapianto di questa specie da posizionare sul tetto della Biblioteca regionale

e sui tetti dei siti citati. Ricca è, invece, qualitativamente la flora ruderale, di meno quantitativamente. Alcune di queste piante verranno utilizzate per lo studio del bioaccumulo. È stata anche rinvenuta una discreta microflorula briofitica. Prossimamente inizierà la raccolta dei vegetali per il censimento delle specie, supportata dalla documentazione fotografica. Avviamento del censimento delle specie vegetali che colonizzano i monumenti presenti lungo l'asse viario Corso Vittorio Emanuele da Porta Nova a Porta Felice.

Si è effettuato il 16 giugno, in entrambe le Porte, a San Giuseppe dei Teatini e nella Biblioteca comunale, nelle parti più alte e con esposizione a nord, il posizionamento di tegole contenenti talli del lichene foglioso *Xantoria calcicola* necessario per la rilevazione del bioaccumulo degli elementi in traccia. Questi talli lichenici, preventivamente lavati con acqua distillata allo scopo di eliminare la presenza di pulviscolo che avrebbe successivamente inficiato il monitoraggio degli elementi in traccia, verranno osservati a distanza di tre mesi a partire dalla data del posizionamento.

Per quanto riguarda, invece, il monitoraggio dell'entomofauna all'interno della Biblioteca, questa dovrà essere avviata in tempi brevissimi.

#### Unità di ricerca IX

È in corso il rilevamento speditivo delle facciate degli edifici pubblici e privati prospicienti il Corso Vittorio Emanuele per ottenere un primo quadro di insieme della situazione attuale sui processi di decadimento che interessano. La fenomenologia dei danni è descritta in base ad esame visivo e con l'ausilio di documentazione fotografica digitale al fine di comporre uno schema dei fattori ambientali che agiscono sui suddetti edifici, inserendo variabili di analisi quali l'esposizione alle radiazioni solari, l'esposizioni agli agenti atmosferici, la vulnerabilità antropica, etc. Contemporaneamente, per rendere compatibili e interscambiabili anche i dati di altre ricerche, è stato realizzato un software il cui database è un' esemplificazione della struttura compilativa delle schede "A" di vulnerabilità di primo livello proposta all'interno della Carta del Rischio. Pertanto, è così possibile raccogliere tutti gli elementi di analisi e, con criteri di multiscelta (vocabolario Scheda A), si possono compilare schede di rilievo danni e vulnerabilità in situ, con il semplice ausilio di un notebook portatile (da sostituire, in prospettiva, con un palmare), da implementare successivamente con l'immissione delle immagini, degli stralci planimetrici, dei dati ambientali, etc. Di seguito si riporta uno schema sintetico delle fasi di attività:

- 1ª la Fase "Rilievo"
- Rilievo fotografico di tutti i prospetti degli edifici dei particolari dei danni rilevati.

- Compilazione in situ delle schede cartacee che riportano la toponomastica dell'edificio, la sua denominazione (o n. Civ.), data del sopralluogo e l'analisi danni.
- Compilazione di una scheda-foto (contenente un numero progressivo uguale a quello della scheda-edificio, la data, la denominazione del manufatto o il n. Civ., n. foto associato alla definizione del danno e al suo punto di osservazione).
- II<sup>a</sup> Fase “Elaborazione informatica”
  - Immissione dati all'interno delle schede del Database, contenente i seguenti campi:
    1. Immagine del prospetto
    2. Identificazione bene
    3. Danni individuati
    4. Stralcio planimetrico
    5. Collegamenti alle immagini dei danni biologici, meccanici, antropici.
    6. Note e valutazioni: analisi componenti fisiche (vento, pioggia), chimiche (inquinamento atmosferico), antropiche (atti vandalici, usura, abbandono, incuria).
 Inoltre, nell'ambito delle attività di stage, relative al Master in Recupero Edilizio:
    - Corso di alta Formazione per “Specialisti in Catalogazione Conservativa del Patrimonio Culturale mediante l'utilizzo dei Sistemi Informativi Multimediali Integrati”.
    - Corso per “Operatori specializzati nel rilievo, catalogazione, conservazione e valorizzazione del patrimonio architettonico mediante tecnologie informatiche” relativo al progetto INFORM CATALOG. Si è proceduto ad affidare agli allievi la compilazione di schede compatibili con il modello di Carta del Rischio su alcuni dei siti monumentali ricadenti nell'asse viario di Corso V. Emanuele di Palermo e tra quelli evidenziati per la città di Catania.

Su tutti i siti oggetto di studio è stato effettuato un esame visivo delle facciate. In alcuni è in corso di compilazione anche la scheda A – Unità edilizia storica , 1° livello di approfondimento della Carta del Rischio del patrimonio culturale.

## ARPA Sicilia

### Unità di ricerca tecnico-scientifica – Laboratorio mobile emissioni in atmosfera

Nel periodo aprile-giugno sono state eseguite campagne di misura dei parametri indicate nelle schede analitiche di partenza. Del sito sono state effettuate le foto con gli strumenti in attività di campionamento.

### Unità di ricerca tecnico-scientifica – Laboratorio mobile di Fisica

Sono state eseguite misure di Radon e di vibrazioni all'interno della Biblioteca contemporaneamente all'indagine sulla qualità dell'aria.

## UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

### Unità di ricerca del DREAM

- Attività svolta all'interno della Biblioteca regionale:

Nell'ambito dello svolgimento della tesi di Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e del territorio, l'allieva Lucia Oieni ha condotto una indagine sperimentale per la valutazione del comfort globale nei locali di accesso pubblico (la sala lettura, la sala consultazione, la microfilmoteca e tutti gli uffici). Il lavoro comprende uno studio storico della struttura, la descrizione degli elementi distributivi e funzionali nonché degli impianti di illuminazione e di climatizzazione. Per l'analisi è stata utilizzata una metodologia – recentemente messa a punto da Barbaro et al. ed applicata ad aree adibite ad attività scolastiche, ospedaliere e ad uffici – basata su due approcci: 1) soggettivo, con la somministrazione di un questionario informativo predisposto alla luce della norma ISO/DP 10551; 2) oggettivo, con il rilievo dei principali parametri ambientali. La procedura soggettiva, eseguita preliminarmente, consente l'acquisizione di risposte a quesiti riguardanti giudizi sul benessere termoisometrico (sensazione termica, comfort termico, preferenza termica, tollerabilità dell'ambiente termico), acustico (intensità del rumore percepito, comfort acustico, preferenza acustica, tollerabilità dell'ambiente acustico), visivo (percezione visiva, comfort visivo, preferenza visiva, tollerabilità dell'ambiente visivo) e globale (tollerabilità dell'ambiente nel complesso). I dati ricavati dall'analisi dei 121 questionari compilati raccolti ha consentito di dedurre un quadro immediato e diretto delle sensazioni provate dagli occupanti. I grafici ottenuti (istogrammi a torta) illustrano la distribuzione percentuale dei singoli giudizi ambientali. L'indagine oggettiva è stata condotta, nel periodo 27 giugno-2 luglio 2003 tra le 9,00 e le 13,30, utilizzando la stazione microclimatica mobile tipo BABUC/A messa a disposizione dall'ITIS Alessandro Volta di Palermo e raccogliendo dati su: temperatura del globotermometro, temperatura del bulbo secco e del bulbo umido, umidità relativa e velocità dell'aria, livello di illuminamento. È stata pure condotta una parallela misura delle grandezze all'esterno della struttura. I risultati sperimentali sono stati riportati in tabelle relative agli ambienti considerati indicando i valori minimi, medi e massimi. Il software di cui è corredata la strumentazione ha fornito i valori calcolati degli indici di sensazione PMV (voto medio previsto) e PPD (percentuale di insoddisfatti) e della temperatura operativa per ciascun ambiente considerato. È stato quindi possibile confrontare i risultati dei due approcci adottati in termini di percentuali di accettabilità. Dai risultati dell'indagine si evince che:

- il complesso monumentale, adibito oggi a Biblioteca centrale della regione Siciliana,

risponde bene ai requisiti sia per il comfort globale sia per le sue componenti termica, acustica e visiva dei visitatori;

- esiste un sostanziale accordo tra le conclusioni dei due approcci adottati per l'analisi (soggettivo ed oggettivo);
- in tutti gli ambienti indagati non emergono condizioni di discomfort ad eccezione dell'area CED (Centro Elaborazione Dati) dove il funzionamento richiede temperature basse non idonee a garantire il benessere degli operatori;
- i valori del clima sonoro sono elevati.

Nel mese di ottobre è stata avviata una campagna per il rilevamento dei parametri termoisometrici e illuminotecnici in numerose sale aperte al pubblico o destinate alla conservazione del materiale bibliotecario. I sensori del tipo Hobo sono stati posizionati in modo da raccogliere dati orari nelle quattro stagioni, utili sia per ricavare gli indici di rischio per il materiale conservato sia per le valutazioni aerobiologiche o relative all'entomofauna.

- Attività svolta lungo Corso Vittorio Emanuele

È stata svolta un'ampia indagine sulle condizioni microclimatiche, di qualità dell'aria mediante campionatori passivi ed acustiche.

- Attività svolta in altre località della Regione Sicilia- Messina:

La materia è stata già oggetto della tesi di Laurea dell'ing. Biagio Petrisi (primo laureato a Palermo del Corso triennale in Ingegneria Edile N.O.) dal titolo " Monitoraggio fisico tecnico della Chiesa SS. Annunziata dei Catalani e del Complesso scultoreo della Fontana del Nettuno in Messina" che ha sviluppato i seguenti argomenti:

- Studio urbanistico della Città di Messina con particolare attenzione alle metamorfosi e riconfigurazioni della rete viaria.
- Studio storico-artistico-architettonico della Chiesa SS. Annunziata dei Catalani, autentico gioiello di epoca normanna (seconda metà del XII° secolo), da pochissimo restaurata dalla Soprintendenza di Messina. Aspetti inerenti la composizione esterna ed interna, la cripta riscoperta. Bibliografia.
- Presentazione degli Interventi tecnici operati sulla Chiesa SS. Annunziata dei Catalani (miglioramenti nell'ottocento, consolidamento statico dal 1926 al 1932, ricostruzione e riconfigurazione dal 1954 al 1960, restauro conservativo e valorizzazione dal 2000 al 2002).
- Analisi dettagliata dell'ultimo intervento (tipi di degrado riscontrati a monte, relazione tra materiali e tipo di degrado, trattamenti antecedenti, attività di restauro).
- Studio storico-artistico-architettonico del Complesso scultoreo della Fontana del Nettuno. Bibliografia.

- Presentazione degli Interventi tecnici operati sul Complesso scultoreo della Fontana del Nettuno (provvedimenti di tutela tra il XIX° ed il XX° secolo, riproduzione e trasferimento alla fine dell'ottocento, ricostruzione e riconfigurazione dal 1951 al 1957).
- Analisi dettagliata dell'ultimo intervento di restauro (metodologie di indagine, studio del degrado riscontrato a monte, trattamenti antecedenti, attività di restauro).
- Progettazione del sistema di monitoraggio (messa a punto della rete di sensori per lo studio delle condizioni termoigrometriche, illuminotecniche, acustiche (rumore e vibrazioni) e di aggressività atmosferica).
- Analisi dell'aggressività ambientale, in corrispondenza delle due strutture, mediante coupon di corrosione.

#### Unità di ricerca del DPCE

Le attività dell'unità di ricerca sono state avviate concretamente a partire dal Febbraio 2003 e si sono svolte attraverso il coinvolgimento di laureandi e degli studenti del Corso di Restauro architettonico del Corso di laurea in Ingegneria Edile-Architettura e Ingegneria Edile della Facoltà di Ingegneria di Palermo, coordinati oltre che dal responsabile scientifico, docente del corso prof. G. Fatta, dall'ing. T. Campisi, dall'arch. M. Li Castri e dall'ing. C. Vinci dell'unità di ricerca istituita presso il DPCE.

Sono stati studiati 12 edifici nell'ambito di una tesi di laurea in Ingegneria Edile. I 97 studenti del corso di Restauro architettonico con laboratorio, distribuiti in 28 gruppi di lavoro, hanno affrontato lo studio delle fronti architettoniche di 55 edifici prospicienti il corso Vittorio Emanuele di Palermo, ambito urbano selezionato dalla ricerca. Gli studi hanno prodotto per ciascun edificio approfondimenti, a partire dalla rappresentazione geometrico dimensionale dei prospetti, riguardo alla conoscenza dei materiali, delle tecniche costruttive e dei fenomeni di alterazione macroscopica. Gli accertamenti in sito sono stati sottoposti a verifiche settimanali condotte dalla docenza al fine di accertare la correttezza dei dati ed omogeneizzare le forme di rappresentazione. Questa fase di conoscenza dei manufatti, è stata svolta mediante l'utilizzo di materiali di base quali cartografie e aerofotogrammetrie, implementate dai rilievi diretti e dalle prese fotografiche digitali e conseguenti fotomosaicature.

La rappresentazione è stata normalizzata, utilizzando per il supporto digitale fotomosaici in formato jpg alla risoluzione di 600 dpi e file vettoriali dwg. La restituzione cartacea è in formato A1 alla scala di 1:50, con approfondimenti di dettaglio alla scala di 1:10 per gli elementi di maggiore qualità architettonica. Sulla base grafica precedente si è impostata la rappresentazione dei degradi e dei dissesti, condotta utilizzando il lessico UNI NorMaL di cui alla "Raccomandazione 1/88", utilizzando una scala cromatica e di

campiture in grado di rendere comprensibile su un unico elaborato la gamma di alterazioni patologiche. La rappresentazione dello stato di fatto, ossia dell'attuale aspetto degradato, è stata altresì eseguita in forma iconica attraverso la tecnica dell'acquerello, eseguito manualmente su restituzioni a stampa digitale in formato A1 del rilievo geometrico. Gli edifici sono stati indagati altresì attraverso apposite ricerche storiche basate spesso su riscontri diretti d'archivio, oltre che sul materiale bibliografico ed iconografico reperito. L'accertamento dei materiali costitutivi è stato condotto anche attraverso campionature dirette con estrazioni di tasselli stratigrafici lì dove era già presente un distacco; i campioni, inglobati in resina, sono stati successivamente sezionati trasversalmente per l'osservazione macroscopica. Per ogni singolo edificio si è proposto un progetto esecutivo di restauro della facciata, utilizzando tecniche compatibili alle singole tipologie di materiali, ai degradi e ai dissesti; anche in questo caso si è fatto ricorso ad una rappresentazione informatizzata e restituzione su tavole A1. Come strumento di controllo dell'ipotesi progettuale, sono state redatte per ogni edificio rappresentazioni iconiche dell'edificio restaurato sempre con la tecnica dell'acquerello. Per quanto attiene alle cromie di progetto sono stati effettuati, dove era possibile, test di pulitura su campioni. Ad oggi la ricerca ha raggiunto un obiettivo intermedio relativo ai singoli edifici, mentre ci si avvia a relazionare tra loro i dati, aggregandoli al fine di raggiungere una conoscenza complessiva delle facciate architettoniche del Cassaro e dei fenomeni di degrado e dissesto riscontrati.

#### Unità di ricerca del Laboratorio di Ingegneria Chimica per i Beni culturali

È stata portata avanti la sperimentazione relativa alla facciata principale della Biblioteca Regionale e ad alcuni ambienti interni. Sono stati collocati tasselli di materiale confezionato per il controllo delle alterazioni nel confronto con il materiale in opera.

Il lavoro del Laboratorio di Ingegneria Chimica per i Beni Culturali si è concretizzato nelle analisi dei materiali lapidei della Biblioteca Centrale, della Porta Nuova e di Porta Felice; nell'esposizione di alcuni campioni di diversi marmi sul terrazzo a fianco della Porta Nuova e nella ricerca di una definizione del ruolo del particolato atmosferico sul degrado monumentale.

All'interno di questo impegno sono state anche completate due tesi di Laurea, dell'ing. Evelyn Arena e dell'ing. Salvatore Gagliano, da cui sono tratti i risultati riportati sinteticamente di seguito.

Alla biblioteca centrale sono stati prelevati 12 campioni, alcune efflorescenze in altri casi frammenti di materiale lapideo artificiale. I campioni provengono sia da locali interni, quali la stanza del direttore sita al pian terreno e che si affaccia su via Vittorio Emanuele,

sia da esterni, come il balcone del terzo piano in cui è stato eseguito anche il monitoraggio dell'aria da parte dell'ARPA Sicilia, e la facciata della biblioteca.

Dalla Porta Nuova sono stati prelevati soltanto due campioni in quanto il sito è stato oggetto di un recente restauro nel dicembre del 2000, oggetto di studio del laboratorio nel corso di una tesi di Laurea.

Dalla Porta Felice sono invece stati prelevati 11 campioni.

I campioni sono stati sottoposti a diffrazione dei raggi X, cromatografia ionica e osservazione microscopica. I risultati ottenuti possono essere messi in relazione con lo stato di conservazione dei materiali, con la natura degli agenti di degrado e con il ruolo degli inquinanti nella degradazione.

#### **4c. Aspetti didattici e formativi**

Le attività sono state condotte con la partecipazione di studenti dei corsi di Laurea di Ingegneria (edile V.O. e N.O., edile-architettura, civile, ambientale) nell'ambito dello svolgimento di tesi di laurea sperimentali, di tirocini o stage di formazione e/o di orientamento (anche ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera f del D.M. per i Manifesti del Nuovo Ordinamento). Ciò ha contribuito al processo di formazione di una coscienza ambientale consapevole orientata al miglioramento della qualità della vita. I risultati consentiranno di individuare adeguati interventi per il controllo delle condizioni idonee al recupero ed alla gestione dei beni.

Si ritiene indispensabile sottolineare l'importanza della formazione ai vari livelli del processo di educazione permanente a cui sempre più la società contemporanea sembra avviata. Nel seguito è riportato un elenco delle principali attività che sono state inserite nell'ambito del presente progetto con alcuni esempi attualmente in corso:

- Attività sperimentale collegata allo svolgimento di Laboratori di laurea previsti dal Nuovo Ordinamento.
- Attività didattico-sperimentale (formativa di base o funzionale alla preparazione della tesi finale) collegata allo svolgimento di Dottorati di Ricerca (Fisica tecnica ambientale, Fisica tecnica, Energetica, Progettazione edile, Recupero edilizio, etc.).
- Svolgimento di visite e lezioni sperimentali nell'ambito di Master Universitari (Recupero edilizio, Ergonomia), corsi SISIS (Classi 71a Energia e Ambiente e 33 Disegno tecnico e rappresentazione per es.), programmi IFTS (Monitoraggio ambientale e telecontrollo, Recupero edilizio, Disegno tecnico e rappresentazione, etc.), corsi di aggiornamento professionale rivolti a tecnici della pubblica amministrazione, etc.

## 5. Disseminazione dei risultati

I principali risultati della ricerca sono stati presentati e discussi a Palermo nel corso del 1° Workshop "SALVALARTE respira pulito. Risultati, Sviluppo e Prospettive della Ricerca." tenutosi il 12 Dicembre 2003 presso la Biblioteca Centrale della Regione Siciliana. La manifestazione può considerarsi la conclusione della 1ª fase del progetto con la messa a punto di criteri, procedure e metodologie attraverso estese applicazioni. Gli interventi, di cui più avanti vengono dati i titoli, hanno riguardato "L'asse viario di Corso Vittorio Emanuele a Palermo: monitoraggio ambientale, caratterizzazione storico-costruttiva e chimico-fisica dei materiali".

### ***Elenco degli interventi***

- *Le facciate sul Cassaro. Caratterizzazione storico-costruttiva, degradi, dissesti, codici di pratica per interventi.* A cura di Giovanni Fatta.
- *Aspetti fisico-tecnici della conservazione e fruizione dei beni culturali.* A cura di Salvatore Barbaro.
- *Le indagini chimico-fisiche sui materiali: correlazione tra le forme di degrado e i parametri ambientali.* A cura di Giovanni Rizzo.
- *Monitoraggio ambientale: aspetti chimici, biologici e microbiologici.* A cura di Cosimo di Stefano, Giovanna Miceli e Rosa Not.
- *Considerazioni preliminari: valutazione della qualità dell'aria mediante l'uso di licheni come bioaccumulatori e censimento dei biodeteriogeni più rappresentativi.* A cura di Domenico Ottonello e Rosa Not.
- *Caratterizzazione dei consorzi microbici mediante tecniche di microbiologia molecolare.* A cura di Franco V. Palla.
- *Biblioteca Regionale: monitoraggio di alcuni inquinanti dell'aria.* A cura di Vincenzo Infantino.
- *Biblioteca Regionale: gli agenti fisici ed i beni architettonici. Radioattività e Vibrazioni.* A cura di Antonio Sansone Santamaria.

### ***Tavola rotonda***

*Esperienze a confronto per la costituzione di una Carta del Rischio a scala locale.*

Successivamente (aprile 2005), su incarico del Direttore del CRPR, è stato redatto a cura degli ingg. Caracausi e Chisesi il Rapporto finale di una prima fase del Progetto che contiene tutti i passi svolti ed i contributi delle singole Unità operative.

## 6. Sviluppi e prospettive

Il Protocollo standard potrà essere ulteriormente validato nell'intorno di Piazza S. Francesco a Catania, di Morgantina ad Aidone e della Mura Timoleontee di Capo Soprano a Gela, della Chiesa dei Catalani a Messina, per essere successivamente esteso a sempre più numerose realtà sensibili in ambito regionale.

Si potrà pervenire alla redazione di una Mappa regionale del degrado dei Beni culturali integrata nella Carta del Rischio, corredata delle indispensabili informazioni di carattere ambientale da utilizzare in sede di progettazione di azioni di recupero che vadano al di là del semplice restauro conservativo.

Dalle attività svolte è emerso che la metodologia di indagine sperimentale, in corso di messa a punto, dovrebbe con maggiore evidenza tener conto dell'interazione tra il sistema urbano, il sistema contenitore-contenuto ed il sistema ambientale sia a scala locale che globale.

La metodologia potrebbe articolarsi nell'approfondimento dei seguenti aspetti:

1. individuazione di variabili chiave da misurare per descrivere il sistema urbano, il sistema contenitore-contenuto e quello ambientale e le loro interazioni;
2. scelta di obiettivi misurabili e di criteri capaci di individuare e quantificare l'interazione tra i sistemi;
3. utilizzo di meccanismi di feedback per determinare segnali di prestazioni dei sistemi.

È quindi evidente come la metodologia dovrebbe prevedere l'individuazione di criteri ed obiettivi di riferimento appropriati secondo i seguenti passaggi fondamentali:

- la definizione del quadro conoscitivo della situazione ambientale di partenza e del grado di conservazione del patrimonio culturale;
- l'introduzione di obiettivi, criteri e indicatori di diagnosi e di valutazione;
- la scelta degli indicatori più idonei sulla base dei quali verificare i risultati, gli effetti ambientali e quelli sui materiali, di cui prevedere il monitoraggio;
- le procedure di revisione e variante del protocollo collegate e conseguenti al processo di valutazione.

La metodologia dovrebbe prevedere in modo sistematico due livelli di indagine: una oggettiva ed una soggettiva.

L'indagine oggettiva con:

- l'individuazione e la messa a punto di sistemi di monitoraggio a campionamento

mediante stazioni fisse rilocabili e/o laboratori mobili e collegamento con reti esistenti.

- Individuazione delle sorgenti e dei parametri che influenzano le variabili ambientali.
- Monitoraggio delle variabili ambientali e delle sorgenti (questa attività viene svolta contemporaneamente all'indagine soggettiva).
- Monitoraggio delle interazioni beni culturali – sistema ambientale.
- L'analisi della domanda di mobilità indotta dalla presenza di poli d'attrazione.
- L'offerta di trasporto (in quanto influenza i valori di flussi di traffico, la composizione, la concentrazione in alcune fasce orarie e lo svolgimento di attività).

L'indagine soggettiva con la messa a punto di questionari da somministrare agli utenti che afferiscono all'intorno urbano ed agli utenti dei beni culturali.

Inoltre l'analisi e l'elaborazione dei dati rilevati (sistema di monitoraggio, questionari, banche dati esistenti, etc.) dovranno avere come obiettivo:

- La valutazione delle alternative.
- La standardizzazione degli indicatori, parametri e procedure di rilevamento.

Deve essere applicato un sistema informativo correlato all'inventario delle emissioni ed a quello degli effetti sui materiali al fine di supportare:

- una stima certa delle emissioni totali delle più importanti sorgenti inquinanti;
- la loro distribuzione spazio-temporale;
- la loro distribuzione per settore economico e per attività umana;
- l'evoluzione nel tempo;
- l'identificazione e la caratterizzazione delle sorgenti inquinanti più rilevanti legate alle attività urbane e al degrado dei beni culturali.

La procedura di valutazione di impatto, integrata e multisettoriale, è supportata dai quattro seguenti strumenti principali:

1. Misure strumentali (indagine sperimentale oggettiva).
2. Indagini soggettive con l'ausilio di questionari.
3. Applicazione di modelli previsionali.
4. Predisposizione ed utilizzazione di database.

Sulla base delle esperienze comuni vissute in questo fecondo periodo di studi e coscienti che in qualsiasi ambito operativo o di ricerca un'efficiente organizzazione riveste grande importanza nel raggiungimento dei risultati desiderati, si esplicano di seguito alcune proposte volte a rendere più fluido il processo di acquisizione e gestione dati.

In particolare, si ritiene necessario istituzionalizzare le figure del "Coordinatore Scientifico" e del "Responsabile gestione ed archiviazione dati".

- Il Coordinatore Scientifico avrà la responsabilità di supervisionare gli stati di avanzamento del lavoro delle singole unità operative, verificandone la corrispondenza con il target temporale assegnato al progetto. Il coordinatore fungerà inoltre da focal point per la segnalazione delle criticità e coopererà con i gruppi operativi per il superamento delle criticità stesse.
- Il Responsabile per la gestione e l'archiviazione dei dati avrà la responsabilità di gestire ed organizzare le informazioni; dovrà progettare, mettere a disposizione dei singoli utenti e successivamente gestire un database che consenta agli utenti di inserire da remoto i dati da mettere a fattore comune ed al tempo stesso di consultare i dati caricati da altre unità operative.

### **Bibliografia**

- [1] CENTRO DI STUDIO SULLE CAUSE DI DEPERIMENTO E SUI METODI DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE D'ARTE 2002, Indagine sulle Biblioteche Pubbliche Statali in Roma, Roma.

### **Riassunto**

Il presente lavoro riguarda la descrizione dei contenuti e delle metodologie relative al progetto "SALVALARTE respira pulito" promosso da Legambiente, l'ARPA e il Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro della Regione Sicilia, in collaborazione con l'Università di Palermo. Obiettivo del progetto era di analizzare e raccogliere informazioni sullo stato di conservazione dei beni culturali in Sicilia, che oltre a fornire un codice di comportamento responsabile per la tutela, valorizzazione e corretta fruizione di siti culturali, adottasse un approccio più scientifico al problema prevedendo tre momenti distinti: individuazione e catalogazione dei beni culturali a rischio; monitoraggio di un campione significativo di monumenti rappresentativi dell'intero territorio nazionale; diffusione dei risultati. Le attività svolte nel 2003 hanno consentito innanzitutto di mettere a punto una Procedura ottimale di monitoraggio. Il test principale di validazione della metodologia di indagine ed analisi è stato eseguito adottando come caso-studio il Corso V. Emanuele a Palermo in quanto sede di numerosi ed importanti elementi e strutture monumentali.

### **Summary**

The present work concerns the description of the contents and of the methods of the project "SALVALARTE respira pulito" ("SAVE ART and breathe clean air") promoted by Legambiente, ARPA and the Regional Center for the Project and the Restoration of the Region Sicily, in cooperation with the University of Palermo. The goal of the project was to analyze and collect information on the condition of the cultural heritage in Sicily. The purpose of the goal was both to provide guidelines for the safeguard, the promotion and the correct use of cultural sites, adopting a more scientific approach of the problem which would be divided in three phases: detection and cataloging of the cultural heritage at risk, monitoring of a significant sample of monuments that might represent the whole nation, and finally diffusion of the results.

The activities carried out in 2003 enabled the definition of an optimal monitoring procedure. The main test of validation of the survey and analysis methodology was executed considering Corso V

Emanuele in Palermo as case-study, since it is where many and important monumental elements and structures are located.

## Résumé

L'ouvrage présent concerne la description des contenus et des méthodologies relatives au projet "SAUVEL'ART respire propre" promu par Legambiente, l'ARPA et le Centre Régional pour le Projet et la Restauration de la Région Sicile, en collaboration avec l'Université de Palerme. L'objectif du projet était d'analyser et récolter des informations sur l'état de conservation des biens culturels en Sicile, qui, outre à fournir un code de comportement responsable pour la tutelle, la valorisation et la correcte jouissance de sites culturels, adopte une approche plus scientifique au problème prévoyant trois moments distincts: détermination et catalogage des biens culturels à risque; monitoring d'un échantillon significatif de monuments représentatifs de tout le territoire national; diffusion des résultats. Les activités développées en 2003 ont consenti avant tout de mettre au point une Procédure optimale de monitoring. Le test principal de validation de la méthodologie d'enquête et analyse a été effectué en adoptant comme cas-étude le Corso V. Emanuele à Palerme en tant que siège de nombreux et importants éléments et structures monumentales.

## Zusammenfassung

Diese Arbeit betrifft die Beschreibung der Inhalte und der Methoden des Projekts "SALVALARTE respira pulito" (rette die Kunst, atme saubere Luft), die von Legambiente, ARPA und das Regionale Zentrum für die Planung und die Restaurierung in der Region Sizilien gefördert wurde. Das Ziel des Projekts war es, Informationen über den Erhaltungszustand der Kulturgüter in Sizilien zu analysieren und zu sammeln, um eine Richtlinie für den Schutz, die Promotion und die korrekte Verwendung der kulturellen Orte zu geben, aber auch um einen wissenschaftlicheren Ansatz zu dem Problem zu haben, und zwar durch drei Phasen: die Bestimmung und die Katalogisierung der gefährdeten Kulturgüter, die Überwachung eines bedeutenden Musters von den Denkmälern, die das ganze Land vertreten können und die Verbreitung der Ergebnisse. Die Aktivitäten vom Jahr 2003 haben eine optimale Überwachungsprozedur ermöglicht. Der Haupttest über die Wirksamkeit der Methodologie der Untersuchung und der Analyse benutzte das Beispiel von Corso V Emanuele in Palermo, weil es sich dort viele und wichtige Denkmalselemente und –Strukture befinden.

## Resumen

Este trabajo se centra en la descripción de los contenidos y metodologías del proyecto "SALVALARTE respira pulito" ("SALVALARTE respira limpio") promovido por Legambiente, el ARPA y el Centro Regional de Proyecto y Restauración de la Región Sicilia, en colaboración con la Universidad de Palermo. El objetivo del proyecto consistía en analizar y recoger información sobre el estado de conservación de los bienes culturales en Sicilia que, además de ofrecer un código de comportamiento responsable para la tutela, valorización y correcto aprovechamiento de los enclaves culturales, adoptase un enfoque más científico del problema, a partir de tres momentos distintos: identificación y catalogación de los bienes culturales en situación de riesgo; monitorización de una muestra significativa de monumentos representativos de todo el territorio nacional; difusión de los resultados. Las actividades realizadas en 2003 han permitido, ante todo, poner a punto un Procedimiento ideal de monitorización. El test principal de validación de la metodología de investigación y análisis se ha efectuado tomando como objeto de estudio el Corso V. Emanuele de Palermo, que acoge numerosos e importantes elementos y estructuras monumentales.

## Резюме

Представленная работа рассматривает содержание и методологии проекта «Дышать чистым воздухом – спасти искусство», выдвинутым Лигой защиты окружающей среды, Областной ассоциацией защиты окружающей среды (ARPA) и Областным центром проектирования и восстановления региона Сицилия, при сотрудничестве с Университетом Палермо. Целью проекта был сбор и анализ данных о степени сохранности культурного наследия Сицилии. Помимо того, что были определены правила охраны, оценки и рационального использования культурных структур, был разработан более научный подход к проблеме, выделяя следующие три отличительные момента: выявление и каталогизация объектов культурного наследия, находящихся в критическом состоянии; мониторинг наиболее важных памятников на всей территории страны; публикация результатов. Мероприятия, проведенные в 2003 г., позволили, прежде всего, разработать правила оптимального проведения мониторинга. Главный тест по проверке эффективности методики изучения и анализа был выполнен, используя в качестве поля исследования Проспект В. Эммануэле в Палермо, так как на нем расположены многочисленные строения, имеющие культурную ценность.