

# Il laboratorio tecnico sperimentale

Tiziano Teruzzi, responsabile LTS, SUPSI



## Un breve ritratto

Il Laboratorio Tecnico Sperimentale occupa una quindicina di collaboratori ed è integrato nel Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, nel Campus di Lugano-Trevano.

Ha iniziato la sua attività nel 1966, con la denominazione di Istituto Cantonale Tecnico

Sperimentale, quale struttura di supporto alla Scuola Tecnica Superiore per attività didattiche e quale centro di consulenza scientifica nel campo delle analisi dei materiali da costruzione e delle strutture. Da 40 anni costituisce un punto di riferimento per gli studenti e per tutti i professionisti del settore della costruzione e delle scienze dei materiali.

Nella ricerca e nelle prestazioni di servizio il LTS approfondisce un ampio ventaglio

di tematiche che sono state suddivise nei settori di competenza seguenti:

- ingegneria strutturale e caratterizzazione meccanica dei materiali
- materiali e sistemi per l'edilizia e l'ingegneria
- diagnostica delle costruzioni, sicurezza e igiene dell'ambiente costruito
- conservazione e restauro dei beni architettonici e culturali
- conoscenza del patrimonio storico e costruito.

Le prestazioni del LTS sono quindi oggi rivolte ad architetti, ingegneri civili, specialisti del settore dei materiali, conservatori, restauratori, stuccatori, imprese, progettisti, pubblica amministrazione, responsabili di musei, storici dell'arte, ecc.

Il LTS contribuisce ad assolvere i mandati istituzionali della SUPSI: la formazione di base, la formazione continua, la ricerca applicata e le prestazioni di servizio, attingendo per il costante aggiornamento della didattica alle esperienze maturate nella ricerca e nei servizi.

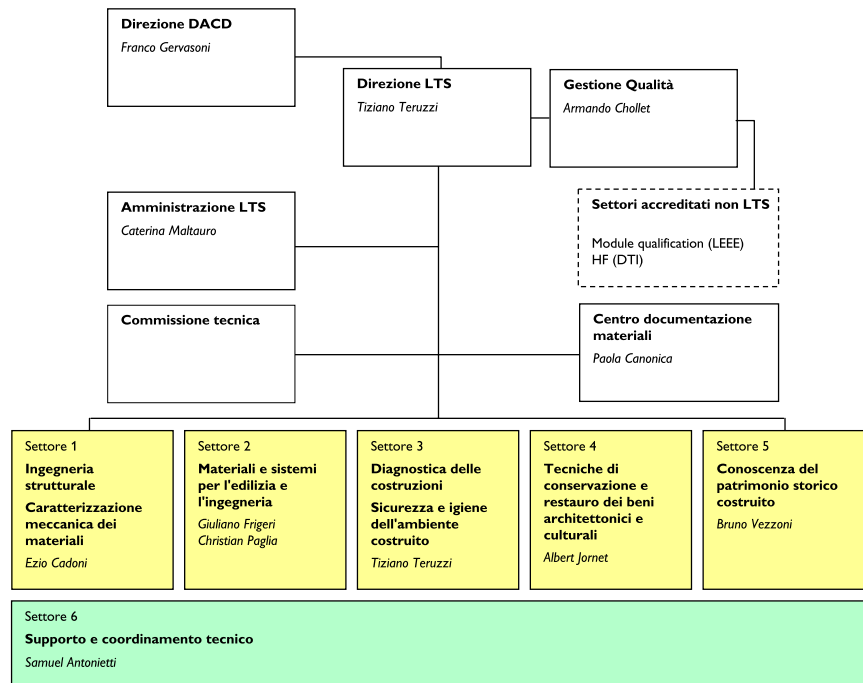
Nella formazione di base i ricercatori e i collaboratori tecnici insegnano in particolare all'interno dei bachelor di ingegneria civile, architettura, conservazione e restauro e tecnologia delle macchine.

La formazione continua è strutturata in for-



I collaboratori del Laboratorio Tecnico Sperimentale, da sinistra Ezio Cadoni, Caterina Maltauro, Luigi Coppola, Ezio Penti, Paola Canonica, Daniele Forni, Albert Jornet, Christian Paglia, Samuel Antonietti, Tiziano Teruzzi (responsabile LTS), Franco Gervasoni (direttore Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design), Armando Chollet, Giuliano Frigeri. Manca Giovanni Cavallo, Roberto Bucellari, Mario Fossati e Bruno Vezzoni.

## Struttura organizzativa



ma modulare ed è caratterizzata da un'equilibrata integrazione fra le attività teoriche e pratiche (in parte anche direttamente in cantiere) nei settori di competenza descritti. Si tratta di corsi:

- sul risanamento e la manutenzione delle strutture in calcestruzzo e muratura;
- di formazione di base e per l'aggiornamento dei tecnici riconosciuti antincendio;
- pratici di restauro di superfici architettoniche;
- con contenuti storico-culturali e tecnico-scientifici sulle tecniche di restauro edilizio;
- sul “concrete design”, progettazione del calcestruzzo;

### Progetti di ricerca nella didattica: SwissVirtual Campus

Con l'obiettivo di sviluppare nuove forme didattiche basate sull'insegnamento a distanza (e-learning), mirate ai sempre più numerosi studenti interessati a svolgere gli studi in regime parallelo all'attività professionale, il LTS parteciperà nei prossimi due anni a due progetti finanziati dal Campus virtuale Svizzero.

Il primo, in collaborazione con la SUP della Svizzera occidentale (Friburgo e Yverdon) e l'Università della Svizzera Italiana (Accademia di Architettura), finalizzato alla costituzione un database di filmati e di schede didattiche relative alle prove sperimentali su materiali e strutture.

Il secondo, in collaborazione con le altre SUP svizzere attive nel settore della conservazione e restauro, mirato alla costituzione di una banca dati plurilingue da cui gli studenti e i professionisti potranno attingere informazioni concernenti la documentazione didattica e i risultati della ricerca scientifica.



Attività pratiche nella formazione continua.

- sulla tecnologia e le conoscenze dei materiali e sull'utilizzo di materiali ecologici in architettura;
- sull'aggiornamento del vasto spettro delle norme nel settore.

Il raggio di azione del LTS si sta progressivamente allargando sia verso nord, sia verso l'Italia con lo sviluppo di una rete di relazioni universitarie, con enti di formazione e ricerca e con l'industria.

Alcuni esempi di questo sviluppo sono:

- il progetto didattico per una formazione unificata in Svizzera nel settore della conservazione e restauro ([www.swiss-crc.ch](http://www.swiss-crc.ch)), in collaborazione con le altre SUP di Berna e La Chaux de Fonds;
- l'organizzazione del corso di formazione continua del Tecnico Transfrontaliero delle Costruzioni, in collaborazione con il Politecnico di Milano;
- la partecipazione attiva ad alcune reti nazionali di competenza quali Netzwerk Holz o MatNet, in cui la SUPSI è capofila della sottorete simulazione numerica;
- la collaborazione in progetti di ricerca Interreg con numerosi partner all'interno della regione insubrica.

Nello svolgimento dei propri compiti i ricercatori del LTS si avvalgono di qualificati collaboratori tecnici e di infrastrutture di prim'ordine.

Per mantenere il livello qualitativo delle prestazioni scientifiche e tecniche costantemente aggiornato, dal 2001 il Laboratorio è accreditato dal Servizio di Accreditamento Svizzero (SAS) quale ente di controllo per calcestruzzo, malte, inerti, leganti e nell'ambito della detezione dell'amianto, secondo la norma ISO/IEC 17025.

Il LTS funge in questo contesto da laboratorio accreditato anche per altre unità della SUPSI quali il Laboratorio Energia, Ecologia, Economia (dispositivi fotovoltaici) e il Dipartimento Tecnologie Innovative (radiazioni non ionizzanti). In alcuni settori, come ad esempio quello dell'esecuzione delle prove per la determinazione della presenza di amianto nei materiali da costruzione o nell'ambiente, è l'unico laboratorio in Ticino e fra i pochi in Svizzera ad essere accreditato.

## Settore "ingegneria strutturale e caratterizzazione meccanica dei materiali"

**Responsabile: Prof. Dr Ezio Cadoni**

Le attività di ricerca e di sperimentazione sono indirizzate allo studio del comportamento meccanico delle strutture attraverso le prove su elementi in scala reale. L'analisi delle modalità di rottura di strutture realizzate sia con materiali tradizionali (calcestruzzo, acciaio, legno, ecc.) sia con nuovi materiali (rinforzati con fibre di carbonio, di vetro o aramidiche), combinando l'invecchiamento meccanico e ambientale, è mirata alla ricostruzione in laboratorio delle condizioni reali in cui si trovano le strutture.

L'infrastruttura di prova, dedicata alla realizzazione di prove su campioni di struttura in scala reale, è costituita da un pavimento rinforzato di 40 m<sup>2</sup>, un telaio di contrasto equipaggiato con sistemi di carico servo-con-

### Un progetto recente: Il Ponte Tenza di Napoli

Un progetto importante in cui è coinvolto DynaMat è quello commissionato dalla società AMRA (Analisi e Monitoraggio dei Rischi Ambientali) di Napoli al quale partecipano prestigiose istituzioni italiane e statunitensi.

Il compito specifico è quello di caratterizzare il comportamento dei materiali costituenti il ponte in regime di alta velocità di deformazione. Lo scopo principale è fornire le leggi costitutive di acciaio e calcestruzzo in regime dinamico, che saranno inserite nei codici agli elementi finiti utilizzati per la simulazione dell'esplosione che causerà la distruzione del ponte, evitando così influssi sulle strutture adiacenti.



Infrastruttura di prova del LTS



Il ponte Tenza oggetto delle analisi

trollati elettronicamente composti da coppie di martinetti da 1 MN, 250 e 100 kN. Sono presenti inoltre altre macchine idrauliche (fino a 5 MN) e catene di misurazione digitali collegate con sensori di forza, di spostamento, di temperatura, ecc.

Tra le attività di ricerca legate all'ingegneria strutturale è da ricordare la partecipazione attiva al progetto di realizzazione di un prototipo di passerella pedonale interamente costruita in moduli realizzati in fibra di carbonio. Il LTS si occuperà della realizzazione delle prove sui materiali, sull'invecchiamento artificiale accelerato degli stessi

e della misura delle vibrazioni della struttura realizzata al fine di valutarne le frequenze proprie di oscillazione.

Una novità assoluta in Svizzera è la creazione del centro di competenza DynaMat, per alcuni aspetti unico a livello continentale, gestito dal LTS e dall'Istituto CIMSI del Dipartimento Tecnologie Innovative, costituito con alcuni partner della regione insubrica quali Area3 Engineering di Azzate, il Polo Scientifico Tecnologico Lombardo e Dynalab di Ispra.

DynaMat svolge le sue attività nella ricerca sulla sicurezza nel campo dei trasporti

Macchina	Regime tipo	Velocità deformazione	Materiali	Lunghezza / diametro	Tipo di prova
Barra di Hopkinson modificata	dinamico	fino a $10^5 \text{ s}^{-1}$	Metalli	15 m / 10 mm	trazione, compressione e taglio
Barra di Hopkinson modificata	dinamico	fino a $10^5 \text{ s}^{-1}$	polimeri, vetri,	15 m / 20 mm	trazione, compressione e taglio
Barra di Hopkinson modificata	dinamico	fino a $10^2 \text{ s}^{-1}$	calcestruzzi, rocce,	12,5 m / 60 mm	trazione, compressione e taglio
Barra di Hopkinson modificata	dinamico	fino a $10^5 \text{ s}^{-1}$	vari	15 m / 10-60 mm	trazione, compressione e taglio, flessione
Macchina Idropneumatica	intermedio	$10^{-1}$ a $10^2 \text{ s}^{-1}$	vari	--	trazione, compressione e taglio
Macchina universale	quasi-statico	$10^{-6}$ a $10^2 \text{ s}^{-1}$	vari	--	trazione, compressione e taglio, flessione

(automobilistica, stradale, ferroviaria, aeronautica, aerospaziale, funiviaria), nella sicurezza degli impianti industriali e di produzione di energia (reattori nucleari, impianti chimici, cave e miniere), nel settore della sicurezza delle infrastrutture e delle costruzioni dell'ingegneria civile, nell'ottimizzazione di processi di produzione. Si propone di sviluppare la ricerca sui materiali e sulle strutture soggette a carichi dinamico-impulsivi, di favorire il trasferimento tecnologico e di diffondere un approccio integrato calcolo-sperimentazione volto a migliorare la sicurezza e la qualità dei prodotti.

Le forti competenze di tipo numerico-sperimentale offrono la possibilità di realizzare studi e risolvere problematiche legate ai diversi settori in cui sono presenti sollecitazioni dinamico-impulsive, con simulazioni numeriche e con l'ausilio delle prove sperimentali realizzate nel laboratorio.

L'affidabilità dell'analisi di sicurezza dipende largamente dall'accuratezza con cui le leggi costitutive del materiale (curve sforzo-deformazione) sono definite in funzione dei regimi di velocità di deformazione considerati. Tali leggi di comportamento sono determinate con l'ausilio di innovativi e sofisticati apparecchi di prova installati e capaci di misurare con precisione le curve sforzo-deformazione dei materiali in trazione, compressione e taglio in un ampio campo di velocità di deformazione che va da  $10^{-6}$  a  $10^5 \text{ s}^{-1}$ .

Le infrastrutture sono quindi a disposizione per la determinazione di:

- simulazioni numeriche di impatto e crash;
- leggi costitutive dei materiali;
- prove in un vasto campo di temperature ( $-100 \div 700 \text{ }^\circ\text{C}$ ) per caratterizzare una lunga serie di materiali quali ad esempio:
  - acciai delle lamiere sottili usati dall'in-

dustria automobilistica

- leghe di alluminio e magnesio usate dall'industria automobilistica e aeronautica
- conglomerati cementizi di tipo classico, alleggeriti e fibrorinforzati
- compositi termoplastici fibrorinforzati usati dall'industria automobilistica
- acciai austenitici e ferritici usati per le strutture di reattori nucleari
- compositi usati dall'industria militare ed aeronautica
- schiume polimeriche a bassa densità usate per mitigare l'effetto d'urto sul corpo umano

- tessuti a bassa densità simulanti parti del corpo umano

### Settore "materiali e sistemi per l'edilizia e l'ingegneria" Responsabili: Ing. Giuliano Frigeri e Dr. Christian Paglia

L'attività svolta pone al centro delle proprie attenzioni il materiale da costruzione nella sua globalità e complessità. La conoscenza globale del materiale da costruzione, che prenda in considerazione tutti gli aspetti che lo



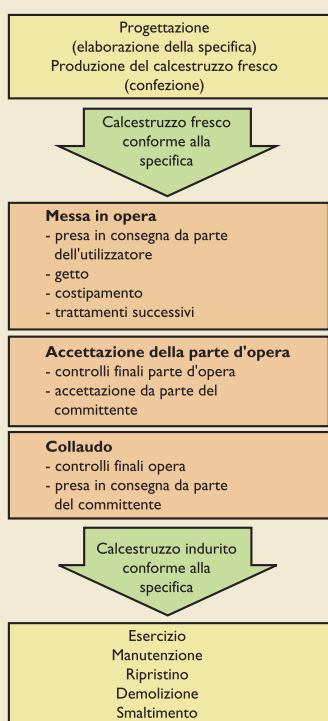
Alcuni campioni di calcestruzzo e acciaio testati nel DynaMat

## Un progetto recente: elaborazione di nuovo Piano di controllo della qualità del calcestruzzo per la Divisione delle costruzioni del Dipartimento del territorio del Cantone Ticino

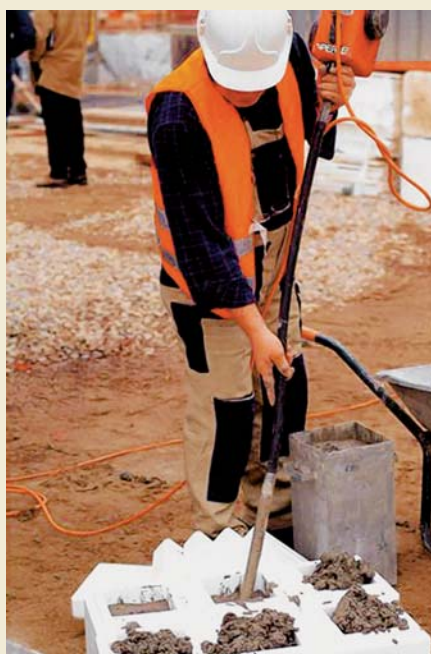
Il piano di controllo della qualità permette di adeguare le modalità di controllo del calcestruzzo alla nuova normativa specifica sul calcestruzzo (SN EN 206-1 e SIA 262) entrata in vigore all'inizio del 2003 approfittando dell'esperienza acquisita negli anni dal LTS.

Questo strumento di lavoro indica chiaramente, per il tipo di calcestruzzo mirato, la strategia di controllo adottata da parte del committente (rappresentato sul cantiere dalla direzione lavori e/o dal progettista) per accertare che il calcestruzzo indurito in opera soddisfi i requisiti prestazionali indicati nella sua specifica.

Per ogni tappa del processo di controllo è stata elaborata una scheda tecnica. Le schede prodotte, per la specifica del calcestruzzo, per la confezione, per la messa in opera, per l'accettazione della parte d'opera e per il collaudo completate e adattate alle esigenze dettate dalla specificità del calcestruzzo mirato costituiscono il piano di controllo della qualità.



Rappresentazione schematica dei prodotti in entrata ed in uscita nei processi di messa in opera e di collaudo.



Confezione di provini sul cantiere

accettazione e collaudo delle opere.

Rilevante è risultato il coinvolgimento nelle prove di controllo della qualità del calcestruzzo spruzzato e fibrorinforzato utilizzato per la realizzazione del primo tratto, in materiale sciolto, della galleria di base della nuova trasversale ferroviaria alpina Alptransit a Bodio.

La collaborazione con gli altri laboratori di prova che operano a livello locale e internazionale permettono di sviluppare indispensabili sinergie, richieste per il mantenimento e la costante verifica, mediante prove circolari, della qualità dei servizi offerti.

La qualità dei servizi è garantita anche dalle attività di ricerca applicata svolte in collaborazione con altri istituti universitari svizzeri ed esteri, che permettono la pubblicazione su riviste specialistiche dei risultati conseguiti e la partecipazione a congressi e simposi nazionali e internazionali.

Particolarmente qualificanti al riguardo sono risultate le ricerche effettuate con il Politecnico di Torino sulle malte di ripristino e con l'Università di Bergamo e l'Italcementi sul calcestruzzo fibrorinforzato e quello autocompattante.

## Settore "diagnostica delle costruzioni, sicurezza e igiene dell'ambiente costruito" Responsabile Prof. Dr Tiziano Teruzzi

Così come i materiali e i prodotti da costruzione, anche le costruzioni stesse posseggono un proprio ciclo di vita e, per questo motivo, possono essere considerate dei veri e propri organismi viventi. Come tali sono dotati di organi che hanno il compito di gestire le "funzioni metaboliche" e le interazioni dell'organismo con l'ambiente che lo circonda, garantendo in questo modo il benessere della costruzione e, soprattutto, quello dei suoi utenti.

Malformazioni congenite dovute, ad esempio, alla scelta e alla messa in opera di materiali o prodotti con caratteristiche ina-

caratterizzano e che influenzano il suo ciclo di vita, è fondamentale per permettere all'ingegnere del genio civile e all'architetto, quali promotori di prodotti e sistemi nei quali la scelta del materiale gioca un ruolo essenziale, di operare scelte consapevoli e responsabili.

L'evoluzione dei materiali da costruzione è approfondita per quanto concerne gli aspetti tecnici e funzionali, senza trascurare quelli storici, sociali, economici e ambientali.

Le consulenze sono indirizzate prevalentemente al controllo della qualità dei materiali da costruzione strutturali e alle indagini sullo stato di conservazione dei manufatti con particolare attenzione a quelli in calcestruzzo armato e precompresso. In questo ambito il LTS funge da consulente supervisore specialistico degli uffici cantonali preposti al controllo della qualità del calcestruzzo sia nella fase di elaborazione della specifica sia nelle fasi di

datte alla loro funzione o incapaci di interagire correttamente con l'ambiente circostante oppure all'accostamento di materiali o prodotti tra loro incompatibili, e l'inevitabile processo di invecchiamento, cui gli organi della costruzione sono sottoposti nel corso della loro vita, possono condurre, più o meno precocemente, allo sviluppo di patologie. Di regola si tratta di patologie che compromettono esclusivamente le funzioni di organi secondari. A volte, però, i fenomeni sono talmente gravi da compromettere le funzioni "vitali" della costruzione e mettere a repentaglio anche la sicurezza e la salute degli utenti.

Fra le attività principali del LTS in questo contesto vi è l'esecuzione delle indagini diagnostiche necessarie all'individuazione delle cause dei fenomeni patologici, di cui le costruzioni soffrono, e alla raccolta di informazioni utili alla definizione dei rimedi.

I problemi, in merito ai quali, in considerazione dei casi affrontati nel corso degli anni, abbiamo acquisito maggiore esperienza, comprendono le rotture di pavimenti, i danni provocati dall'umidità (infiltrazioni, formazione di condensa, falle), la fessurazione o il distacco di intonaci e il degrado delle facciate in calcestruzzo.

Per l'esecuzione delle indagini in sito il laboratorio si avvale di tecniche di indagine non distruttive, come ad esempio la termografia, integrate da prove ed analisi di laboratorio condotte mediante attrezzature o tecniche analitiche altamente sofisticate (microscopia, spettrometria, analisi fisiche e chimiche) su materiali prelevati dall'opera.

Un secondo importante campo di attività concerne la sicurezza e l'igiene dell'ambiente costruito. In quest'ambito gli specialisti si occupano di individuare la presenza negli ambienti di sostanze pericolose per la salute delle persone o tali da provocare situazioni di malessere (inquinanti ambientali, allergeni, sostanze odorogene). Si tratta di sostanze generalmente contenute e rilasciate da materiali o prodotti presenti all'interno delle costruzioni, come nel caso del-

## Un progetto recente: L'analisi degli edifici scolastici del Cantone Ticino, diagnostica delle facciate in calcestruzzo e previsione della durata della loro vita utile di servizio

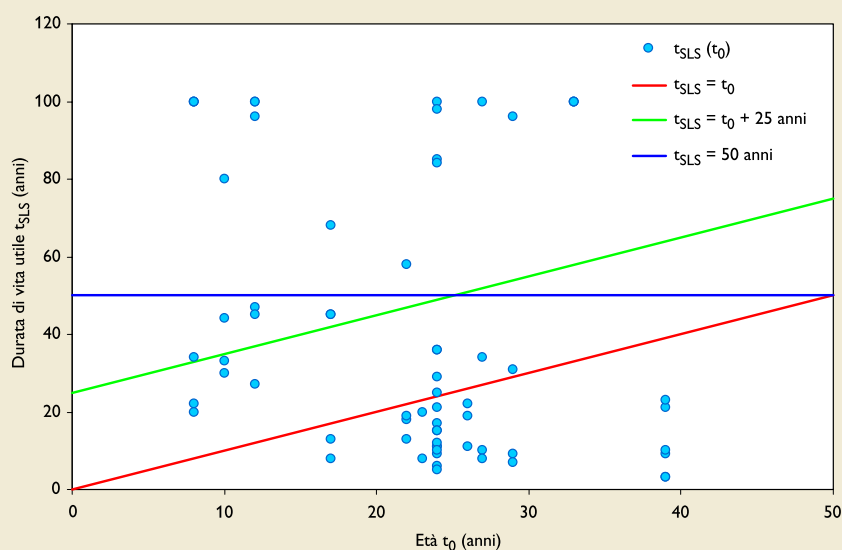
Nell'ambito di un progetto di ricerca condotto dal Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design e avente come obiettivo l'analisi dello stato di conservazione di un campione di 25 edifici scolastici di proprietà del Cantone Ticino, il Laboratorio Tecnico Sperimentale si è occupato della messa a punto e della validazione di un metodo per la previsione della durata di vita utile di servizio delle facciate in calcestruzzo.

La facciata in calcestruzzo è un elemento costruttivo, il cui ripristino può assorbire una parte considerevole dei fondi destinati alla manutenzione di un edificio. Nell'ottica di una gestione più efficiente di questi fondi è dunque di fondamentale importanza, per le facciate in calcestruzzo, adottare una forma di gestione della manutenzione basata su interventi preventivi programmati, abbandonando quella poco economica improntata sull'intervento a guasto. Ciò è però possibile solo se si dispone di una conoscenza molto precisa dello stato di conservazione delle facciate e, soprattutto, di uno strumento capace di pronosticarne l'evoluzione nel tempo.

Con il metodo messo a punto dal LTS, lo stato di conservazione di una facciata in calcestruzzo viene valutato determinando la probabilità di raggiungimento di un cosiddetto stato limite di servizio, raggiunto il quale l'elemento costruttivo cessa di assolvere alla sua funzione, e confrontando il valore di probabilità ottenuto con un valore massimo accettabile. La definizione di questo valore si basa su considerazioni economiche, che hanno come obiettivo l'ottimizzazione dei costi di vita di una struttura in calcestruzzo, comprendenti sia i costi di costruzione sia quelli di manutenzione. La previsione della successiva evoluzione dello stato di conservazione viene fatta sulla base di un adeguato modello di degrado, preventivamente calibrato utilizzando risultati sperimentali ottenuti su campioni di calcestruzzo prelevati dall'opera oggetto di indagine.

I valori della durata di vita utile di servizio di 66 facciate appartenenti al campione di 25 edifici scolastici oggetto di analisi stimati con il metodo appena descritto sono presentati nella figura sottostante.

### Durata di vita utile di servizio $t_{SLS}$ delle facciate in calcestruzzo esaminate in funzione della loro età $t_0$

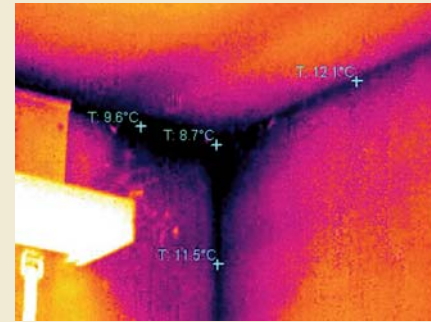


Nel grafico si osserva che, oltre alle 31 facciate che al momento dell'analisi avevano già raggiunto il termine della loro vita utile (dati al disotto della linea rossa), vi sono 10 facciate per le quali si stima che lo stato limite di servizio verrà raggiunto entro i prossimi 25 anni (dati racchiusi tra la linea rossa e la linea verde). È inoltre interessante notare che, secondo le previsioni, solo circa un quarto delle facciate avrà una durata di vita superiore ai 50 anni (dati al disopra della linea blu), periodo di tempo oggi considerato, anche in ambito normativo, come la durata di vita minima richiesta per una struttura in calcestruzzo. Ciò è molto probabilmente una conseguenza diretta della scarsa considerazione che, ancora sino a pochi anni fa, veniva attribuita, sia in fase di progettazione sia in fase di realizzazione, alla durabilità delle opere in calcestruzzo.

Sul piano generale, i risultati delle indagini condotte sul campione di 25 centri scolastici mettono in evidenza l'importanza di integrare, nei programmi di manutenzione, strumenti di individuazione di eventuali fenomeni di degrado delle strutture in calcestruzzo che permettano di riconoscere prontamente la necessità di adottare misure preventive atte a frenare il decadimento del loro stato di conservazione e, conseguentemente, di mantenere uno stretto controllo sui costi di manutenzione.

l'amianto (lastre di fibrocemento, rivestimenti termoisolanti, fonoassorbenti o di protezione antincendio, pannelli per controsoffittature, rivestimenti di pavimenti), o contenenti composti organici volatili o altri inquinanti ambientali (vernici, lacche, colle). In alcuni casi si tratta di sostanze prodotte dall'attività metabolica di microrganismi o da processi chimici.

A seguito della recente vigorosa ripresa di interesse per il problema dell'amianto nelle costruzioni, il settore è stato particolarmente impegnato nella ricerca di tale sostan-



Ponte termico colpito dalla crescita di muffe e relativo termogramma (in alto)



Micrografia di un fascio di fibre di amianto all'interno di un prodotto da costruzione

za nei materiali e nella determinazione della concentrazione di fibre di amianto aerodisperse nell'aria di ambienti potenzialmente contaminati o di ambienti bonificati.

## Settore "conservazione e restauro dei beni architettonici e culturali"

**Responsabile Prof. Dr Albert Jornet**

Un progetto d'intervento nel settore della conservazione e restauro non può prescindere da una base di dati tecnico-scientifici acquisiti in una fase d'indagine diagnostica. Il LTS si propone in questo contesto quale partner per l'acquisizione e la valutazione di tali dati in una fase del progetto che, intesa in senso ampio, prevede lo svolgimento delle attività seguenti:

- mappatura delle diverse forme di alterazione e degrado, di cui dipende il prelievo di campioni significativi,
- caratterizzazione dei materiali costitutivi del manufatto e delle tecniche esecutive,
- identificazione delle cause, dei meccanismi e dell'entità dell'alterazione e degrado,
- rilevo e valutazione dell'influenza dei parametri ambientali,
- valutazione dell'efficacia o nocività di prodotti e metodologie utilizzati nell'intervento, in particolare nelle fasi di: pulitura, consolidamento e protezione.

L'attività è indirizzata prevalentemente allo studio dei materiali lapidei, che costituiscono la competenza specifica della SUPSI sul piano nazionale. Sotto questa denominazione s'intendono: dipinti murali, dipinti su tavola o su terra cotta, stucchi, malte, intonaci, mosaici, materiali cementizi, pietra naturale, prodotti ceramici e vetro.

Fra i mandati più significativi vi è sicuramente la consulenza per la valutazione di quattro malte per il consolidamento del campanile della Chiesa di Ognissanti a Firenze, il coinvolgimento nel restauro della Chiesa della Madonna delle grazie a Bellinzona, della Madonna del Sasso a Locarno, e il mandato previsto per quest'anno mirato alla valutazione dei prodotti protettivi d'applicare sui marmi della Torre di Pisa in stretta collaborazione con l'Istituto Centrale del Restauro di Roma.

## Un progetto recente: L'arte dello stucco nel parco dei Magistri Comacini (Intelvesi, Campionesi e Ticinesi) delle valli e dei laghi: valorizzazione, conservazione e promozione

Nell'ambito di un progetto Interreg, in stretta collaborazione con l'Ufficio Beni Culturali, il LTS ha sviluppato un programma di indagini diagnostiche delle decorazioni plastiche eseguite a stucco nel 1622 (cappella dell'Immacolata) e nel 1628-30 (cappella del Rosario) della Chiesa di San Francesco a Locarno, oltre allo studio dei dipinti murali presenti all'interno delle due cappelle.

Questa sezione costituisce una parte dello studio dell'apparato decorativo comprendente anche i seguenti aspetti: l'analisi storica, il rilievo e la mappatura del degrado, dei materiali e delle tecniche costruttive originarie, e le indagini stratigrafiche.

Lo studio si è proposto di caratterizzare i materiali sotto gli aspetti della composizione, delle caratteristiche microstrutturali, dello stato di conservazione e della tecnica esecutiva in modo da ricostruire le sovrapposizioni tecniche e materiche succedutesi, confrontando costantemente i risultati con i dati di carattere storico ed archivistico. Finalità non secondaria è di apportare un contributo conoscitivo delle cause e dei processi di degrado delle opere in relazione all'impostazione del progetto conservativo.

Per lo sviluppo della campagna di indagini il LTS si è avvalso di tecniche consolidate nello studio dei materiali e dei prodotti di alterazione e degrado quali i test microchimici, le analisi in microscopia ottica e mediante tecnica spettroscopica.

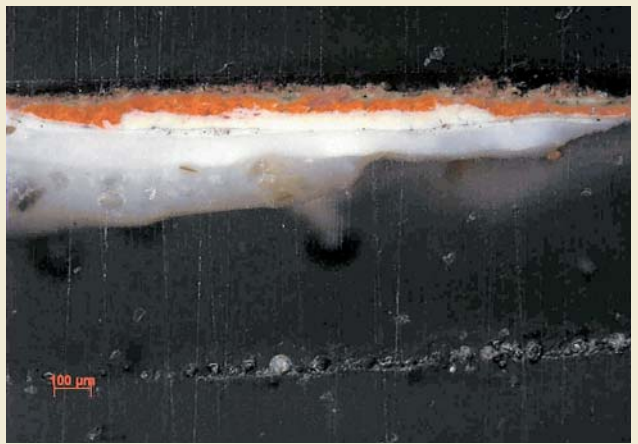
Il dato principale emerso riguarda la tecnica di esecuzione degli stucchi nelle due cappelle. Il confronto tra gli stucchi della cappella del Rosario e quelli della cappella dell'Immacolata indica l'impiego di differenti materiali per la realizzazione degli strati di finitura. Questo dato, in accordo ai tempi diversi di realizzazione delle opere, fa pensare che abbiano operato botteghe differenti. Le analisi stratigrafiche degli stucchi policromi hanno consentito, inoltre, di ricostruire le cromie originali da quelle sovrapposte durante gli interventi successivi.



Cappella del Rosario nella Chiesa di San Francesco a Locarno



Dettaglio voluta (Cappella del Rosario)



Stratigrafia del fondo dipinto della decorazione a stucco.  
Strato di colore rosso corrispondente allo strato originario a base di minio.

## Settore “conoscenza del patrimonio storico e costruito”

**Responsabile: Arch. Bruno Vezzoni**

Una parte importante della ricerca applicata viene svolta nel campo delle tecniche di indagine e di descrizione dell'oggetto costruito, in particolare di quello storico, comprendente il rilievo tipologico, architettonico e di dettaglio di insediamenti, edifici e singole parti di edificio, nonché la mappatura di costruzioni finalizzata alla raccolta e alla gestione di informazioni,

L'attività di ricerca nel settore del rilievo vanta una lunga tradizione di acquisizione e di esercizio di competenze, in quanto nata contemporaneamente alla stessa SUPSI. Fra i progetti conclusi segnaliamo i rilievi del Castello Visconteo di Locarno, di quattro edifici di culto in Alta Capriasca, della Chiesa di S. Pellegrino a Giornico, delle facciate dell'ex Hotel Palace a Lugano.

Sarebbe tuttavia limitativo identificare il settore con le sole tecniche di rilievo architettonico, in quanto le indagini finalizzate alla conoscenza dell'oggetto storico si estendono alle proprietà dei materiali, al loro impiego in opera, alle tecniche di lavorazione e al rapporto con il territorio. Queste attività vengono espletate in un quadro interdisciplinare, in stretta collaborazione con gli altri settori del LTS, ma anche con altri Istituti della SUPSI e con Università italiane. Un esempio è costituito dal Progetto Interreg III OSMATER - Osservatorio Subalpino Materiali Territorio Restauro -, che si propone di indagare il rapporto fra l'oggetto storico e le risorse umane e materiali del territorio di appartenenza.

### Un progetto recente: il rilievo delle facciate dell' ex Hotel Palace a Lugano

Obiettivo del progetto di ricerca, era l'individuazione delle tecniche e dei metodi di rilievo e di restituzione grafica finalizzate a descrivere lo stato attuale delle facciate dell'edificio, destinate ad essere conservate, nonché a ricostruire il loro presumibile stato originale, a monte delle deformazioni, alterazioni e manifestazioni di degrado intervenute; il rilievo architettonico doveva anche servire come base per la mappatura dei fenomeni di degrado generalizzato e locale.

Un ulteriore vincolo era costituito dalla necessità di raggiungere un livello di informazione e di precisione equivalente ad un rilievo di dettaglio, quale base indispensabile per procedere alla corretta integrazione di lacune e di parti fortemente degradate.

Il rilievo è stato integralmente eseguito su base digitale, con una strumentazione a carattere topografico, dimostrando così l'adattabilità di strumenti relativamente semplici ed accessibili a un compito complesso e caratterizzato da esigenze particolarmente severe.

La restituzione grafica è avvenuta in scala 1:50 per mantenere una visione d'insieme dell'oggetto; tuttavia le modalità di rilievo permettono l'estrapolazione in rilievi parziali di dettaglio con relative variazioni di scala.

