

Editoriale <i>Gli ingegneri alla sfida della sostenibilità ambientale</i>	3
Aurelio Fischetti	
...in breve	
«Toscana ecoefficiente 2008». A Barberino M. il premio eccellenza	4
Costituzione, etica e cultura della responsabilità	
Gli ingegneri alla sfida della Sostenibilità ambientale [Mozione congressuale]	5
La Regione Lazio con lo sportello Kyoto accelera nelle rinnovabili	
Approvati nelle ultime settimane impianti fotovoltaici ed eolici per oltre 140 MW	
La semplificazione delle autorizzazioni fattore decisivo per questo sviluppo.	6
Roberto Ballarotto	
Il sistema d'isolamento e dissipazione alla base BISD	
Prima applicazione reale all'edificio destinato a nuova sede	
della «Fratellanza Popolare» di Grassina - Firenze	9
Stefano Sorace - Gloria Terenzi	
Nuovi paesaggi infrastrutturali	18
Nicola Fitti - introduzione di Massimo Angrilli	
Identità attraverso la ricostruzione. Tendenze attuali nelle problematiche	
dell'architettura in Germania: il caso Francoforte	24
Helen Barr	
Girolamo Ciulla, uno scultore siciliano che ama Firenze	29
Gian Luigi Corinto	
Ecoquartieri: un nuovo sistema per ampliare le città	32
Ennio Nonni	
“Ingegneri in Toscana tra passato e futuro” - <i>rubrica a cura di Franco Nuti</i>	
Prestazioni illuminotecniche della Maxi-Aula del Palazzo di Giustizia di Firenze	41
Carla Balocco - Francesca Mini	

Trimestrale d'informazione
dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze

Via della Scala 91 – 50123 Firenze
Tel. 055/213704 – Fax 055/2381138
e-mail: info@ordineingegneri.fi.it
URL: www.ordineingegneri.fi.it

Anno III, n. 3
luglio-settembre 2008

Direttore responsabile:
Cinzia De Salvia

Direttore editoriale:
Aurelio Fischetti
(direttore.progettandoing@nerbini.it)

Comitato di redazione:
Franco Nuti
Enrica Suffredini
Marco Masi

Consulenti:
Giampaolo di Cocco – teorico arte-architettura
Marco Dezzi Bardeschi – ingegnere e architetto

Progetto grafico e impaginazione:
Paolo Bulletti e Federico Cagnucci
(ufficiografico@nerbini.it)

Pubblicità:
Lisa Silvestri
(ufficiosviluppo@nerbini.it)

Stampa:
Tecnostampa – Loreto (AN)

Autorizzazione del Tribunale di Firenze
n. 5493 del 31.5.2006

Questa rivista viene distribuita gratuitamente agli iscritti
dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze.

Realizzazione editoriale: Prohemio editoriale srl, Firenze

© 2008 – Edizioni Nerbini
Via G.B. Vico, 11 – 50136 Firenze
Tel. 055/200.1085
e-mail: edizioni@nerbini.it
www.nerbini.it

ISBN 978-88-88625-87-4

Istruzioni per gli autori

I testi devono pervenire alla Direzione su supporto informatico di corredo a quello cartaceo. È possibile indirizzare al Direttore via e-mail: direttore.progettandoing@nerbini.it
Illustrazioni, fotografie ecc. saranno pubblicate spazio permettendo. L'invio dell'iconografia su supporto informatico è comunque indispensabile. Salvo casi eccezionali gli originali non verranno restituiti.

Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano l'Ordine e/o la direzione e/o l'editore della rivista.

Questo numero è stato chiuso in tipografia il 2 dicembre 2008

In copertina: Il ponte Salginatobel.
Nell'estate del 1928 il Cantone svizzero del Graubünden delibera di fare un ponte su di una alta strada tra le Alpi: una strada che collega il villaggio di Schuders con la cittadina di valle Schiers. Questo ponte attraverserà la gola Salginaschlucht ad un'altezza di oltre 90 metri. La gara, indetta per il 15/09/1928, premierà il progetto di minor costo. L'ingegner Robert Maillart (1872-1940) risolve questa sfida alla gravità con un ponte rivoluzionario, dalla forma possibile solo con il cemento armato. Un arco con sezione scatolare, a tre cerniere di 90 metri di luce, con una freccia di 13 metri. Maillart progetta la forma in modo da controllare le forze; anche i parapetti partecipano alla resistenza e la soletta d'intradosso è allargata alla base dell'arco, al fine di contrastare l'instabilità laterale.

L'impresa Florian Prader & Cie di Zurigo presenta l'offerta l'ultimo giorno. La gara è vinta. Nella primavera del 1929 Maillart ha completato il progetto e nel giugno sono pronti i disegni esecutivi. Il cantiere inizia con il lavoro critico della preparazione delle rocce per gli appoggi e con la costruzione della centina in legno, leggera perché il progetto di Maillart prevede che serva solo a sostenere il getto della soletta inferiore dell'arco, che poi porterà il peso dei muri e della soletta superiore. Turba l'andamento dei lavori un incidente occorso al costruttore della centina, il geniale ing. Richard Coray (1869-1946), che cade da una altezza di 35 metri e fortunatamente si salva. Il ponte sul Salginatobel è l'ideale delle strutture: efficiente, economico ed elegante; con esso Robert Maillart giunge al vertice degli strutturisti. Nel 1991 è stato eletto monumento mondiale dall'American Society of Civil Engineers, e nel 2001 la rivista britannica "Bridge - Design & Engineering" lo ha definito il ponte più bello del XXI secolo.

(Fausto Giovannardi)

Aurelio Fischetti



Il sottotitolo della mozione congressuale di quest'anno è davvero ambizioso. Supportato da una forte richiesta di «cambiamento di rotta degli odierni stili di vita altamente energivori», il tema del 53° Congresso Nazionale svoltosi a La Spezia, appare come una sfida per i prossimi anni in tema di sostenibilità ambientale.

Naturalmente, a mio avviso, ci vuole anche e soprattutto una diversa sensibilità nell'affrontare i problemi che riguardano la «tutela degli interessi superiori della collettività». Sensibilità ambientale nell'approccio progettuale, prima che etico-culturale e di responsabilità. Ma questo è purtroppo un problema per l'intera società civile, visto l'evidente fallimento dei modelli economici mondiali incapaci di sviluppare strategie di governabilità in difesa della sostenibilità ambientale.

Sensibilità, quindi, e capacità di individuazione di modelli di vita e di sviluppo sostenibili, perché la Costituzione, l'Etica e la Responsabilità sono ormai, o dovrebbero essere, patrimonio saldamente presente nella figura professionale: senza di esse non si potrebbe operare nel rispetto delle regole.

Si tratta dunque di una sfida nuova ma necessaria per affrontare qualsiasi problema che riguardi la vita dell'uomo sulla terra.

Cambia la nozione del tempo che è quello umano e naturale, del mai finito, della disponibilità dell'esistente a mutare e ad adattarsi e si avverte la necessità di contribuire alla creazione di ambienti di vita su scala urbana con criteri ispirati alla bioarchitettura, alla eco-sostenibilità, di partecipare a processi di pianificazione urbana che tengano conto di un diverso modo di vivere le città, e in particolare le periferie, non partendo dalla monotonia delle lottizzazioni urbanistiche, ma valorizzando la possibilità di aggregazione umana con modelli innovativi e creativi – *l'ambiente urbano è inteso come uno dei vari habitat «naturali» dell'uomo, e come qualunque altro luogo, frequentato e vissuto, è parzialmente artificiale.*

gli ingegneri
alla sfida
della sostenibilità
ambientale

È necessario, ora più che mai, avere quella sensibilità progettuale che sappia inventare nuovi disegni urbani per dare risposte diverse alle richieste di espansione delle città. Saper dire no alla ripetitiva espansione urbana secondo schemi razionali o alla realizzazione di grattacieli, bensì riusare i volumi esistenti, riciclarli, adattarli alle attuali necessità di vita. Ripensare quartieri secondo criteri di casualità ma che tengano conto delle culture del luogo che si modificano nella storia. Tenere conto dei luoghi rispondendo alle esigenze e alle opportunità che si presentano spontaneamente, per far sì che l'urbanistica abbia influenza sulle relazioni sociali. Questa è in fondo la storia delle città.

Ci sono cose che per niente al mondo vorremmo cambiare. Ci sono valori che si sono persi perché si è voluto dare uno sviluppo urbano schematico, basato su crescite demografiche, numeri e servizi da erogare in funzione dell'incremento senza pensare alla tradizione, al bisogno di integrazione socio-economica, al bisogno di sentire cosa accade dietro la porta della propria casa, le voci poco distanti, ... e a quello che verrà.

Si può avere tutto questo, partendo dalla sensibilità sui temi della sostenibilità, che può nascere nelle scuole, nelle famiglie, nelle istituzioni, nei comportamenti dei professionisti, nei media, nella politica e gli ingegneri devono contribuire.

...in breve

«Toscana Ecoefficiente 2008». A Barberino M. il premio eccellenza

Le linee guida di bioarchitettura e risparmio energetico allegato al Regolamento Edilizio del Comune di Barberino M. sono risultate vincitrici alla manifestazione «Toscana Ecoefficiente 2008» organizzata dalla Comunità Montana del Mugello.

L'Ufficio Associato sul Regolamento Edilizio che ha sede presso la CMM e vede la partecipazione dei tecnici dei nove Comuni del comprensorio ha prodotto il primo degli allegati previsti, ovvero le *Linee guida di bioedilizia e risparmio energetico*.

Il testo del R.E. è stato licenziato alla fine del 2007 con la partecipazione attiva dei rappresentanti di Ordini e Collegi professionali e si è aggiudicato il premio di eccellenza nell'ambito della manifestazione, come 1° classificato nella sezione «Pianificazione urbanistica».

Le linee guida individuano una serie di punti programmatici per favorire l'utilizzo di principi di bioedilizia nel processo costruttivo e di trasformazione del territorio, che hanno costituito indirizzi utili alla stesura del R.E. e che si possono riassumere nelle seguenti misure:

- *incentivi* (riduzione degli oneri di urbanizzazione secondaria e/o volumetrici degli edifici);
- *verifica del costruire sostenibile* (per l'abitabilità occorrerà produrre certificazione sui materiali impiegati, sui sistemi utilizzati per il contenimento dei consumi energetici, ecc);
- *marchio di qualità* (attribuzione di classe di merito dell'edificio);
- *obbligatorietà* (alcuni contenuti delle linee guida vengono considerati obbligatori);
- *gradualità* (i contenuti delle linee guida si applicano in maniera graduale).

A.F.

Costituzione etica e cultura della responsabilità

MOZIONE CONGRESSUALE

La rappresentanza degli Ordini degli Ingegneri d'Italia, si è riunita a La Spezia dal 9 al 12 settembre in occasione del 53° Congresso Nazionale per dibattere il tema *Costituzione, Etica, Cultura della Responsabilità. Gli ingegneri alla sfida della sostenibilità ambientale*.

In occasione del dibattito congressuale è stato in particolare sottolineato che:

Appare sempre più evidente come la sfida della sostenibilità stia suscitando, e sempre più susciterà, «problemi sistemici» di tale vastità e complessità da configurare l'esigenza di un radicale cambiamento di rotta rispetto ai vigenti modelli economici, rispetto agli odierni stili di vita altamente energivori, rispetto alla capacità di sviluppare strategie di *governance* da parte dei vari attori istituzionali, economici e sociali. Una sfida, dunque, che nella sua più intima essenza si configura sì come un problema politico e tecnico-scientifico (poiché impone la definizione di indirizzi e di azioni strategiche) ma anche, e non secondariamente, come una sfida etico-culturale. Ossia come una sfida che, per essere affrontata, richiede innanzitutto una rivoluzione delle coscienze, riguardando essa il nostro operare nel mondo e per il mondo, sempre più chiamato ad una inedita responsabilità: consegnare alle generazioni future un pianeta in condizioni tali da poter assicurare loro una qualità di vita degna di essere vissuta.

Nel giro di qualche decennio il mondo dell'ingegneria si è trovato, quasi all'improvviso, a doversi misurare con il rapido moltiplicarsi di problematiche che, sempre più frequentemente, nell'applicazione pratica, hanno visto enormemente dilatare la sfera degli interessi superiori della collettività. Così la responsabilità, fino a qualche decennio fa confinata entro gli steccati della specifica opera ingegneristica commissionata da enti pubblici o privati, ha finito per riguardare anche la contestualizzazione di ogni specifica soluzione ingegneristica in campo civile, industriale ed oggi in maniera dirompente nel campo dell'informazione; e ciò, in risposta a più generali indirizzi resi di stringente importanza, *nei riguardi della tutela degli interessi superiori della collettività*, da approcci e da logiche sviluppati alla luce del più generale principio di sostenibilità ambientale.

L'ingegneria si è trovata catapultata in un palcoscenico in cui la dignità della professione ingegneristica si trova ad essere mortificata se limitata

alla semplice progettazione ed esecuzione dell'opera; e se, dunque, gli è esclusa la possibilità di intervenire nel dibattito riguardante delicate prassi di *governance* che, lo dimostrano i tempi, non possono più, in via generale, essere basate sull'individuazione delle soluzioni ottimali presentate da tecnologi e deliberate da politici, ma devono essere riferite a «processi dialettici allargati» volti a favorire la convergenza del consenso fra vari attori sociali e istituzionali.

Si tratta di una novità di assoluto rilievo che apre una nuova pagina nell'ambito dell'interpretazione del concetto di tutela degli interessi superiori della collettività, del concetto di responsabilità e, in ultima istanza, del ruolo svolto dall'Ordine in considerazione del proprio mandato fondativo.

IN CONSIDERAZIONE DI TUTTO CIÒ I RAPPRESENTANTI DEGLI ORDINI DEGLI INGEGNERI D'ITALIA CONVENGONO CHE:

Sia costituito, presso il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, un gruppo interdisciplinare di lavoro con l'obiettivo di avviare dibattiti, confronti e approfondimenti sul tema congressuale.

Il CNI promuova attraverso un'efficace campagna di comunicazione, il ruolo strategico dell'ingegnere nella società in rapporto alla trattazione ed all'approfondimento delle problematiche etiche ed ambientali, nell'individuazione delle azioni conseguenti e nel monitoraggio continuo dei risultati conseguiti; fondamentale a tal fine è l'assunzione, da parte del CNI, del ruolo di promotore, presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, di un Comitato Nazionale di Etica Ambientale in affiancamento al già esistente Comitato Nazionale di Bioetica.

Sia attuato un peculiare programma di sensibilizzazione e coinvolgimento di tutta la categoria, attraverso interventi coordinati tra i diversi livelli istituzionali mediante momenti di informazione e formazione sul tema congressuale, sulla base di un percorso formativo elaborato e proposto da Centro Studi ed adottato dal CNI.

Gli Ordini Provinciali degli Ingegneri si impegnino ad avviare contatti con le Facoltà di Ingegneria per favorire l'aumento, in Italia, del numero di insegnamenti di etica ambientale, ad oggi già attivi in una decina di atenei.

Di impegnare i CNI e le proprie strutture scientifiche nella redazione del Codice di condotta etico e della Carta di Qualità del Servizio Professionale di cui agli art. 26 e 37 della direttiva UE 2006/123/UE.



Ing. Roberto Ballarotto
 Coordinatore Tecnico-Scientifico
 dello Sportello Kyoto Regione Lazio

la Regione Lazio con lo sportello Kyoto accelera nelle rinnovabili

*approvati nelle ultime settimane
 impianti fotovoltaici ed eolici per oltre 140 MW
 e la semplificazione delle autorizzazioni
 fattore decisivo per questo sviluppo*

Ue Regioni sono protagoniste nell'attuazione delle politiche energetiche e la consapevolezza di questo ruolo ha spinto la Regione Lazio a individuare alcuni indirizzi strategici, investendo altresì ingenti risorse finanziarie.

La strategia regionale punta decisamente verso le fonti energetiche rinnovabili e l'efficienza energetica, come strumenti fondamentali di lotta al cambiamento climatico, di riduzione della dipendenza energetica dall'estero, di contenimento dell'inquinamento atmosferico dovuto all'utilizzo massiccio delle fonti fossili.

Oltre agli strumenti tradizionali (programmi di diffusione ed incentivi) la Regione sta intervenendo per cercare di superare e semplificare molti dei problemi che a cittadini ed imprese vengono dalle procedure autorizzative.

Riguardo al primo punto, l'Assessorato all'Ambiente della Regione Lazio ha puntato decisamente verso il supporto alla diffusione della generazione distribuita da fonti rinnovabili.

La parziale sostituzione delle grandi centrali e della produzione di energia lontana dal luogo del consumo, con conseguente dispersione e perdite di efficienza, passa necessariamente tramite cittadini, imprese, enti locali autosufficienti sotto il profilo energetico, capaci non solo di provvedere alle proprie esigenze, ma anche di cedere alla rete le eccedenze della loro produzione.

Da ciò derivano le politiche che la Regione sta mettendo in campo e che hanno *tre punti fondamentali*: le rinnovabili come fonte di generazione distribuita privilegiata, l'efficienza energetica come fonte addizionale di energia, la ricerca scientifica applicata come strumento di supporto tecnico e di sviluppo per l'imprenditoria del settore.

In particolare, riguardo quest'ultimo punto, la Regione supporta la ricerca applicata in due settori strategici come il *fotovoltaico organico* e l'*idrogeno da fonti rinnovabili* con due poli di ricerca applicata, per un importo di 15 milioni di euro in tre anni, mentre per diffondere le applicazioni delle rinnovabili ha promosso e finanziato installazioni nelle scuole, nei parchi, nelle università e nelle abitazioni dei cittadini. In diciotto mesi sono stati coinvolti 114 comuni, 12 comunità montane, 12 parchi e aree protette, 50 mila studenti universitari, 148 scuole e 2.520 classi elementari e medie. La cifra totale impegnata dalla Regione è di 164 milioni di euro – dei quali 74 milioni di euro di Fondi strutturali europei – ma il valore di questo investimento è ancora maggiore. I 15 milioni di euro a disposizione del fondo di rotazione che sta partendo in questo periodo, un microcredito che ha come finalità il permettere l'accesso alle rinnovabi-

li da parte dei cittadini e della piccola e media impresa, agiranno da moltiplicatore finanziario, innescando un ulteriore circolo virtuoso per lo sviluppo delle rinnovabili.

Tutto ciò ha consentito agli uffici dell'Assessorato regionale all'Ambiente di dare il via definitivo nei giorni scorsi a impianti per la generazione elettrica da fonti rinnovabili per *140 MW tra eolico e fotovoltaico*.

Questo importante obiettivo parziale è stato raggiunto aggiungendo agli incentivi ed alle semplificazioni attivati dal precedente Governo di centrosinistra, le strategie attivate dalla Regione Lazio e la creazione di un quadro giuridico e amministrativo regionale favorevole alle rinnovabili.

In questo conto, inoltre, non appaiono i dati relativi ai piccoli impianti fotovoltaici che sono stati di fatto liberalizzati grazie all'abolizione dell'obbligo della *Dichiarazione d'inizio attività* inserita nella Legge finanziaria regionale 2008 e che è stata salutata dagli operatori del settore fotovoltaico in maniera molto positiva.



Un importante contributo all'obiettivo è venuto dai programmi di diffusione della *tecnologia fra il vasto pubblico*: pannelli solari termici, motorini elettrici, sostituzione di elettrodomestici (frigoriferi, lavatrici e lavastoviglie) e fotovoltaico sono degli esempi di cose fatte. Prossimamente si apriranno bandi per efficienza energetica e per la sostituzione di caldaie. Tutte queste misure si associano al già citato fondo di rotazione per il finanziamento.

Questi programmi sono tutti accompagnati dall'assistenza di uno *Sportello Kyoto*, istituito presso Sviluppo Lazio, che ha il compito di sostenere i cittadini e le imprese e di formare tutti i tecnici comunali della regione, ma, in particolare, è sensibilizzato a supportare l'Assessorato all'Ambiente nella definizione delle indispensabili semplificazioni autorizzative.

La Regione ha infatti avviato una riorganizzazione del sistema delle autorizzazioni. Il Lazio è stata tra le prime regioni a prevedere la totale liberalizzazione per l'installazione di pannelli termici o pannelli fotovoltaici in coperture (nelle aree non vincolate) e sono state approvate con D.G.R. n. 517 del 18 luglio 2008, le linee guida per le province per quanto riguarda le autorizzazioni agli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, con una liberalizzazione degli impianti fotovoltaici sopra le coperture, indipendentemente dalla potenza.

In questo ambito, di grande importanza è il lavoro avviato con la Direzione Regionale dei Beni Culturali, per iniziare un colloquio che possa portare ad una maggiore integrazione tra l'importante azione di tutela paesaggistica e monumentale e la rivoluzione energetica in atto.

Quasi il 60% del territorio regionale è difatti soggetto a vincoli di natura diversa, con i quali debbono confrontarsi tutti gli interventi previsti dagli obiettivi nazionali derivanti dal Protocollo di Kyoto, ma soprattutto da quelli del Piano Energetico Regionale in corso di emanazione. Se questo lavoro potrà portare ad una specie di abaco di interventi, suddiviso per tipo di vincolo, che sia di indirizzo per tutti gli operatori e funzionari pubblici, avremo ottenuto un risultato di grande importanza.

è l'inizio di un colloquio
che porterà all'integrazione
tra tutela paesaggistica
e rivoluzione energetica



il sistema d'isolamento e dissipazione alla base *BISD*

prima applicazione reale all'edificio destinato a nuova sede della «Fratellanza Popolare» di Grassina - Firenze

Prof. Ing. Stefano Sorace

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura – Università di Udine

Ing. Gloria Terenzi

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Università di Firenze

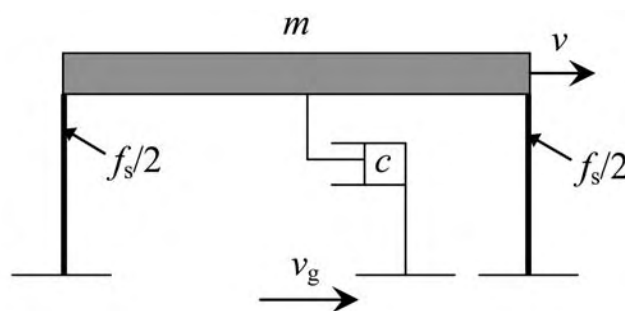


Fig. 1 - Oscillatore semplice smorzato.

1. L'isolamento alla base e la dissipazione supplementare di energia quali strategie avanzate di protezione sismica delle strutture - Il sistema "BISD"

Il ruolo dell'isolamento alla base e della dissipazione supplementare d'energia nella protezione sismica delle strutture può essere compiutamente compreso inquadrando il problema in termini di bilancio energetico, secondo la nota trattazione di Uang e Bertero (1988), qui brevemente richiamata. Con riferimento all'oscillatore semplice schematizzato nella fig. 1, di massa m e coefficiente di smorzamento viscoso lineare c , indicando con f_s la forza di reazione elasto-plastica complessivamente esercitata dai due ritti, tra loro uguali; con v_g lo spostamento del terreno indotto dal sisma; con v , v_t , gli spostamenti relativo e assoluto del traverso ($v_t = v + v_g$); e denotando con i soprasegni costituiti da uno e due punti, rispettivamente, le derivate prima e seconda degli spostamenti rispetto al tempo, l'equazione del moto del sistema risulta la seguente:

$$(1) \quad m\ddot{v}_t + c\dot{v} + f_s = 0$$

in cui, per quanto sopra:

$$(2) \quad \ddot{v}_t = \ddot{v} + \ddot{v}_g$$

La corrispondente equazione di bilancio energetico, per un generico spostamento attinto durante la storia di risposta, ha la forma:

$$(3) \quad \int_0^{\bar{v}} m \ddot{v}_t dv + \int_0^{\bar{v}} c \dot{v} dv + \int_0^{\bar{v}} f_s dv = 0$$

Sostituendo $(dv_t - dv_g)$ a dv nel primo integrale, è possibile esplicitare i termini dell'energia cinetica, E_k , e dell'energia d'ingresso, E_i :

$$(4) \quad \int_0^{\bar{v}} m \ddot{v}_t dv = \int_0^{\bar{v}} m \ddot{v}_t (dv_t - dv_g) = \int_0^{\bar{v}_t} m \frac{d\dot{v}_t}{dt} dv_t - \int_0^{\bar{v}_g} m \ddot{v}_t dv_g = \frac{m \dot{v}_t^2}{2} - \int_0^{\bar{v}_g} m \ddot{v}_t dv_g = E_k - E_i$$

Gli ulteriori due integrali che compaiono nella (3) definiscono, altresì, l'energia di dissipazione viscosa, E_ξ :

$$(5) \quad E_\xi = \int_0^{\bar{v}} c \dot{v} dv = \int_0^{\bar{v}} c \dot{v}^2 dt$$

e l'energia assorbita, E_a , a sua volta composta da due contributi, di cui il primo, E_s , rappresenta l'energia potenziale elastica, restituita al termine dell'eccitazione dinamica, ed il secondo, E_h , l'energia dissipata nel caso in cui si abbia un impegno dei ritti in campo plastico:

$$(6) \quad E_a = \int_0^{\bar{v}} f_s dv = E_s + E_h = \frac{f_s^2}{2k} + E_h$$

Tenendo conto delle relazioni (4), (5) e (6), l'equazione di bilancio energetico risulta, dunque, così scrivibile:

$$(7) \quad E_k + E_\xi + E_s + E_h = E_i$$

All'istante conclusivo della risposta sismica, annullandosi i contributi E_k ed E_s , la (7) si riduce all'eguaglianza tra la somma dei due termini dissipativi e l'energia d'ingresso:

$$(8) \quad E_\xi + E_h = E_i$$

Trasponendo l'espressione (8) dalla trattazione dell'oscillatore elementare a quella di una struttura reale, nel caso di una progettazione condotta secondo l'impostazione tradizionale delle normative simiche, ossia «per duttilità», essendo il termine E_ξ legato alle sole caratteristiche smorzanti intrinseche del sistema, e dunque di modesta entità, l'energia d'ingresso deve essere essenzialmente bilanciata, tramite il termine E_h , attraverso l'attività plastica delle membrature costituenti. Come ben noto, ciò significa accettare un elevato danneggiamento, e conseguentemente elevati costi di riparazione, se non addirittura la demolizione e la completa ricostruzione degli edifici, a seguito di eventi sismici di intensità comparabile a quella massima prevista in sede di progetto.

Quali strategie alternative, è possibile agire innanzitutto sui termini a primo membro della (8), accrescendone fortemente l'entità mediante l'introduzione di opportune tecnologie di dissipazione supplementare all'interno della compagine strutturale. Ciò può essere ottenuto agendo su E_ξ , attraverso dispositivi a comportamento viscoso, oppure su E_h , con elementi di tipo elasto-plastico, sino ad eliminare, in entrambi i casi, la necessità di ogni contributo al termine E_h da parte della struttura (che rimane così in campo elastico), al fine di bilanciare

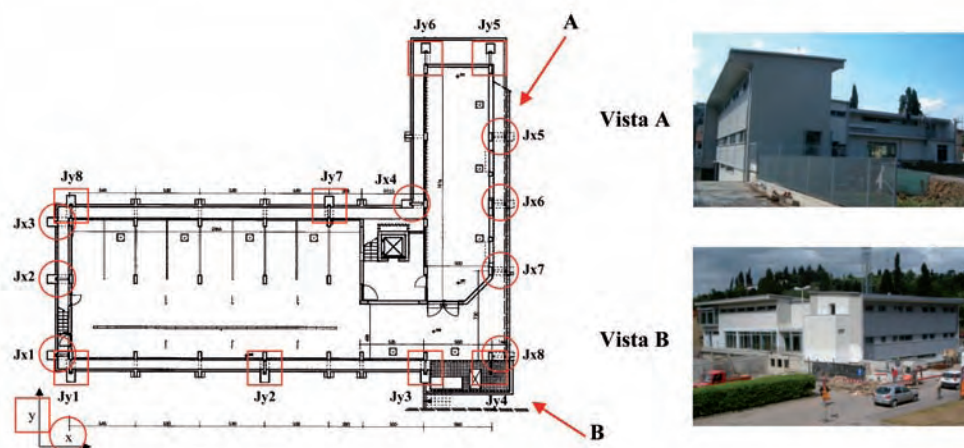


Fig. 2 - Pianta dell'impalcato mobile, includente la collocazione dei dispositivi fluido-viscosi, e viste d'insieme dell'edificio.

l'energia d'ingresso E_i . È a questo concetto che, all'interno di un'ampia varietà di soluzioni applicative, risponde la maggior parte dei sistemi genericamente definiti «a controventi dissipativi» (laddove ulteriori configurazioni, quantunque di minor diffusione, sono ricavate dall'introduzione di dispositivi ad attrito, in leghe a memoria di forma, ecc.). Altrimenti, sempre allo scopo di non impegnare la struttura in campo plastico, è possibile operare direttamente sul termine E_i , riducendone considerevolmente l'entità tramite un sistema d'isolamento alla base. In questo secondo caso, comunque, il controllo degli spostamenti del piano mobile richiede di dotare il sistema di una certa capacità dissipativa, pervenendo di fatto, per qualsiasi delle soluzioni tecnologiche offerte dalla ricerca applicata e dalle industrie operanti in questo settore, a strategie miste d'isolamento e dissipazione alla base.

Focalizzando l'attenzione su queste ultime, è rilevabile come l'impiego di un solo tipo di dispositivo che riassume in sé entrambe le funzioni, come nel caso degli isolatori elastomerici armati che coprono la più ampia parte delle realizzazioni in Italia ed all'estero, trovi la sua massima efficacia per edifici regolari. Ciò è dovuto al fatto che un sistema d'isolamento così concepito «eredita» le caratteristiche geometriche della sovrastruttura e, quindi, le eventuali irregolarità di questa, possibili fonti di significativi effetti torcenti di risposta, non riuscendo a correggerle se non in parte. Al riguardo, i più recenti indirizzi progettuali sono orientati all'adozione di soluzioni miste basate sul-

l'impiego di dispositivi elastomerici e di puri isolatori, costituiti da «slitte» in acciaio o da appoggi scorrevoli in acciaio-PTFE, le quali consentono un più agevole controllo degli effetti associati alle irregolarità strutturali. Anche in tali casi, tuttavia, gli spostamenti di progetto restano relativamente elevati (dell'ordine dei 250-300 mm per edifici isolati di dimensioni e caratteristiche correnti), a causa dei livelli di dissipazione attingibili dai dispositivi elastomerici, generalmente non superiori al 15-16% in termini di rapporto di smorzamento viscoso lineare equivalente. Ciò comporta l'assunzione di particolari accorgimenti, ed alcuni costi aggiuntivi, nell'installazione dell'impiantistica che attraversa il piano d'isolamento, così come nella realizzazione di coprighiunti, canalette ed altri elementi di finitura.

i più recenti indirizzi progettuali sono orientati all'adozione di soluzioni miste, basate sull'impiego di dispositivi elastomerici e puri isolatori

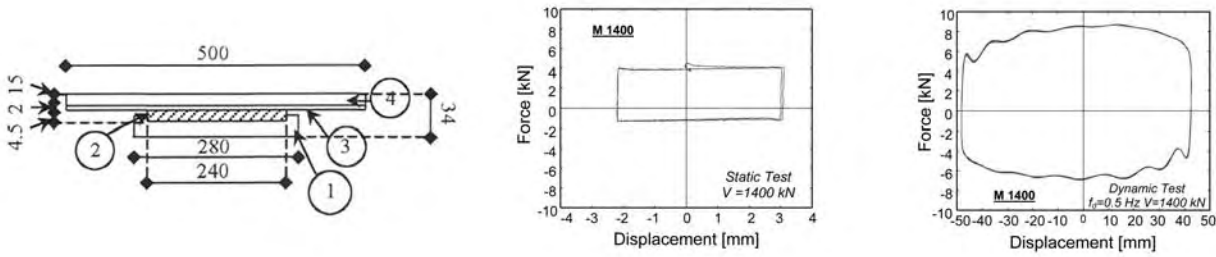


Fig. 3 - Sezione di un appoggio scorrevole in acciaio-PTFE installato nell'edificio e cicli statici e dinamici di risposta ottenuti dalle relative prove di qualificazione.

In tempi relativamente recenti sono state proposte anche altre strategie d'isolamento e dissipazione alla base facenti uso di una duplice tipologia di dispositivi, in questo caso costituiti da elementi isolatori puri e da dissipatori non coinvolti nell'assorbimento dei carichi verticali trasmessi dalla sovrastruttura (in tal senso definiti «dispositivi ausiliari»). Tali soluzioni, che presentano un numero ancora assai limitato di applicazioni agli edifici (mentre sono largamente utilizzate nelle strutture da ponte), perseguono il comune obiettivo di separare completamente le due funzioni assolte dal sistema di protezione, garantendo in tal modo maggiori gradi di libertà progettuali e prestazioni ancora superiori, soprattutto riguardo agli aspetti sopra menzionati.

A questa classe appartiene anche il sistema BISD (acronimo dell'espressione inglese *Base Isolation and Dissipation*), costituito dalla combinazione di appoggi scorrevoli in acciaio-PTFE e di dispositivi fluido-viscosi elastico-dissipativi a matrice siliconica, le cui proprietà meccaniche individuano le caratteristiche di rigidezza, oltre che di smorzamento, del sistema stesso. Tale tecnologia offre, in particolare, l'opportunità di determinare la posizione del centro delle rigidità a livello del piano mobile unicamente in relazione alle proprietà elastiche dei dissipatori fluido-viscosi (che si costituiscono come insieme di «molle» con assi paralleli alle due direzioni principali in pianta), svincolandosi quindi totalmente dall'impronta geometrica della sovrastruttura. Il sistema BISD è stato per numerosi anni oggetto di studi sperimentali, analitico-numeriche e progettuali da parte degli autori, svolti anche all'interno di Progetti di ricerca internazionali, finanziati dalla Commissione Europea, e nazionali (S.

Sorace e G. Terenzi 2001a, b, 2008, S. Sorace *et al.* 2008). A compimento di tali studi, il sistema ha trovato una sua prima applicazione concreta nell'edificio adibito a nuova sede dell'Associazione di Pubblica assistenza «Fratellanza Popolare» di Grassina, nel Comune di Bagno a Ripoli, alle porte di Firenze, nel quale sono anche ospitati i locali, le attrezzature ed i mezzi di soccorso della sezione della Protezione Civile zonale. Tale progetto, descritto nelle sue linee essenziali nel successivo paragrafo, rappresenta altresì la prima applicazione ad edifici, in Italia ed Europa, di una tecnologia costituita dall'assemblaggio di isolatori e dissipatori alla base.

nella nuova sede della «Fratellanza Popolare» di Grassina il sistema BISD trova la prima applicazione in Italia e in Europa

2. Applicazione del sistema BSD alla nuova sede della «Fratellanza Popolare» di Grassina

L'opportunità di questa applicazione è stata suggerita dall'articolata configurazione plano-altimetrica dell'edificio, pur a fronte di una volumetria relativamente contenuta (pari a circa 5400 m³). Tale articolazione si rileva già dalla forma in pianta, di tipo ad «L» (fig. 2), mentre le irregolarità geometriche in alzato riguardano la riduzione di una campata del corpo principale nel passare dal piano seminterrato ai superiori, la presenza di una serie di sporgenze, rientranze ed ampi sbalzi al secondo e al terzo piano, nonché alcuni sfalsamenti delle quote d'impalcato a livello della copertura.

Nella fig. 3 è riportato il disegno del più grande dei tre tipi di isolatori utilizzati, di produzione ALGA, differenziati tra di loro per le portate sotto carichi verticali, rispettivamente pari a 600, 1000 e 1400 kN. Tali valori sono incrementati di un fattore 1,5 in presenza dell'azione sismica. In totale sono stati installati 32 appoggi, posizionati alla base di ciascuno dei 31 pilastri della struttura principale, più un ulteriore apparecchio collocato al disotto della soletta in cemento armato di alloggiamento dell'impianto ascensore (attorno al cui vano non è stato necessario realizzare alcun setto o nucleo strutturale, grazie ai benefici apportati dal sistema di protezione). Nella fig. 3 sono anche mostrati i tipici cicli statici e dinamici di risposta ottenuti dalle prove di qualificazione degli apparecchi, condotte in ottemperanza alle disposizioni dell'OPCM 3431 (2005), in accordo alla quale il progetto è stato condotto nel 2005. Nel complesso, grazie all'accurato processo di lubrificazione dei dischi di PTFE, eseguito nel rispetto delle prescrizioni delle istruzioni CNR-10018 (1999) e del documento prEN-1337 (2003), il coefficiente di attrito è risultato sempre inferiore all'1%.

I dispositivi fluido-viscosi impiegati nel sistema BSD, prodotti dall'industria francese Jarret, appartengono alla classe degli smorzatori viscosi altamente non lineari (ossia, caratterizzati dai più bassi valori del-

l'esponente α che governa la dipendenza della componente di forza dissipativa dalla velocità di deformazione, in particolare compresi nell'intervallo 0,1-0,2). Inoltre, tali dispositivi sono in grado di raggiungere un completo ricentraggio al termine dell'azione sismica, grazie alla pressurizzazione del serbatoio operata in fase di produzione. Nella fig. 4 è riprodotta la sezione tipo di un apparecchio, unitamente ai cicli di risposta ottenuti, anche in questo caso, dalle prove di qualificazione condotte sugli elementi installati nell'edificio, in sovrapposizione ai cicli derivanti dalla corrispondente simulazione numerica.

La prima ipotesi di progetto è consistita nell'assunzione di un periodo fondamentale di vibrazione di 2 s in direzione y, che rappresenta l'asse di maggior rigidità della sovrastruttura. Calibrando a tal fine le caratteristiche elastiche dei dispositivi, ne è derivato un periodo di 2,2 s in direzione x. L'esigenza di minimizzare la distanza fra il baricentro della sovrastruttura ed il centro di rigidità dell'insieme dei dispositivi fluido-viscosi ha portato ad assumere otto coppie di apparecchi tutti tra loro uguali, di cui quattro orientate parallelamente all'asse x (elementi Jx1-Jx8) e quattro all'asse y (Jy1-Jy8), come indicato nella fig. 2. Ciò ha condotto ad una pressoché totale sovrapposizione secondo y, e ad una distanza contenuta entro circa 90 cm, secondo x.

Fig. 4 - Sezione tipo di un dispositivo fluido-viscoso pressurizzato Jarret e cicli di risposta ottenuti dalle prove di qualificazione condotte su un apparecchio installato nell'edificio.

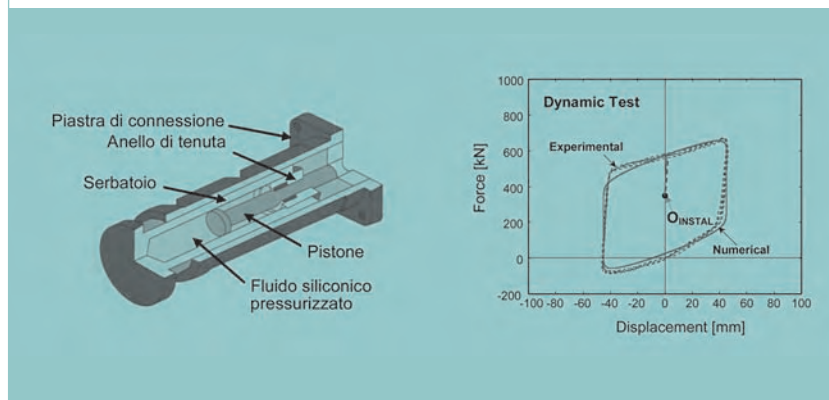


Fig. 5 - Modelli agli elementi finiti della struttura e dei dispositivi fluido-viscosi.

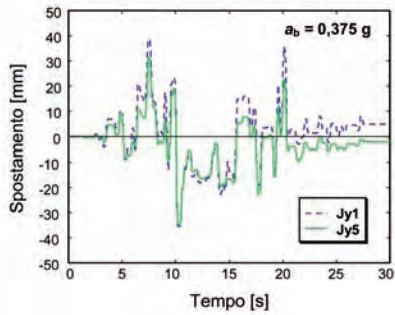
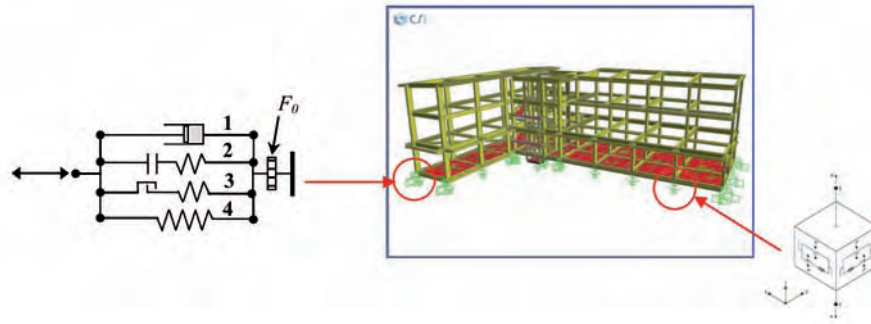


Fig. 6 - Storie di spostamento dei dispositivi Jy1 e Jy5 per il più impegnativo accelerogramma scalato all'ampiezza dell'evento base di progetto.

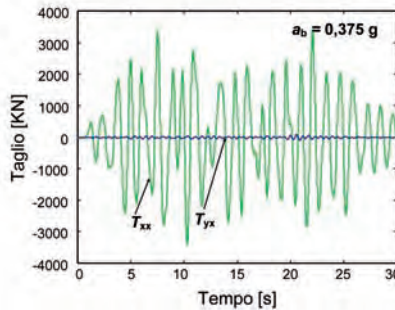
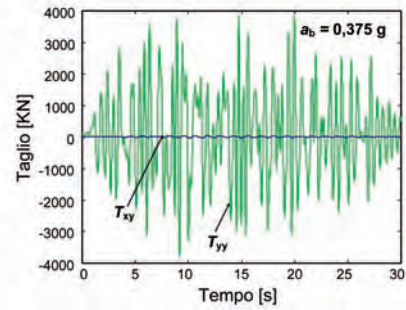


Fig. 7 - Storie del taglio alla base per lo stesso accelerogramma della fig. 6.



Il progetto è stato condotto per i due livelli dell'azione sismica imposti dall'OPCM 3431, riferiti alle verifiche allo stato limite ultimo («evento base», caratterizzato da una probabilità di superamento del 10% in 50 anni e da un'accelerazione di picco al suolo a_b pari a 0,375 g, come risultante dal valore 0,25 g per zona 2, moltiplicato per un fattore di suolo $S = 1,25$ e per un fattore d'importanza $I = 1,2$), ed allo stato limite di danno («evento di servizio», con probabilità di superamento del 50% in 50 anni ed accelerazione di picco al suolo pari al 40% di quella riferita all'evento base, ossia uguale a 0,15 g). In aggiunta ai suddetti, è stato deliberatamente assunto un ulteriore livello, corrispondente al «massimo evento considerato», caratterizzato da una probabilità di superamento del 2% in 50 anni e da un'accelerazione di picco al suolo pari al 150% di quella dell'evento base. Il controllo della risposta per tale terzo livello si è incentrato sull'entità dello spostamento alla base, controllandone la compatibilità con la corsa massima dei dispositivi fluido-viscosi. Ciò al fine di assicurare una piena operatività di questi, e dunque una decisiva riduzione della risposta dell'edificio, anche a fronte di un evento «estremo» per il sito.

Il progetto è stato articolato in una fase di dimensionamento preliminare, condotta secondo una procedura formulata in S. Sorace e G. Terenzi (2001a), ed i cui dettagli di applicazione al caso in oggetto sono discussi in S. Sorace e G. Terenzi (2008), ed una fase di verifica finale. Quest'ultima è stata sviluppata tramite il modello agli elementi finiti rappresentato in fig. 5, realizzato mediante il programma SAP2000NL (CSI 2005), impiegando quali azioni in ingresso cinque accelerogrammi spettro-compatibili generati in accordo alle prescrizioni dell'OPCM 3431. I dispositivi fluido-viscosi sono stati riprodotti tramite l'assemblaggio mostrato nella stessa fig. 5, in cui i numeri da 1 a 4 indicano i seguenti elementi di connessione non lineari: 1) «camper» (dissipatore viscoso), 2) «gap» (interfaccia reagente a sola compressione); 3) «hook» (interfaccia reagente a sola trazione); 4) «spring» (molla elastica a comportamento bilineare). Gli elementi 2 e 3 sono inseriti, in particolare, per simulare il fondo corsa negativo e positivo dei dispositivi. Per quanto riguarda gli appoggi scorrevoli, è stato utilizzato l'apposito elemento «fiction isolator» (isolatore ad attrito) presente nella libreria del programma, caratterizzato da una legge di risposta alla Coulomb.

Il primo controllo eseguito mediante il modello strutturale di fig. 5 ha riguardato la risposta modale, rilevando l'esatto ottenimento dei ricercati valori del periodo fondamentale nelle due direzioni principali, con masse attivate pari ad oltre il 99% ed il 96% della massa totale dell'edificio, rispettivamente, secondo y ed x.

A titolo d'esempio dei risultati ottenuti in fase di verifica, nella fig. 6 sono riportate le storie di spostamento dei dispositivi appartenenti allo stesso allineamento massimamente distanti in pianta, Jy1 e Jy5 (posti a circa 35 m l'uno dall'altro), ottenute dall'accelerogramma più impegnativo scalato all'ampiezza dell'evento base di progetto. Si osservano valori massimi contenuti entro i 45 mm, a conferma dell'eccellente prestazione del sistema in termini di spostamenti alla base, e con differenze tra le due risposte non superiori a 10 mm, indice del soddisfacente contenimento dei complessivi effetti torcenti di risposta anche rispetto alla maggiore dimensione in pianta. Tale dato è confermato dalle storie del taglio alla base derivanti dalla stessa analisi, mostrate nella fig. 7, in cui il primo pedice è riferito alla direzione d'ingresso del sisma, ed il secondo alla componente di risposta del taglio stesso. Da tali grafici si rileva, infatti, come l'entità della componente ortogonale alla direzione d'ingresso sia del tutto trascurabile rispetto a quella parallela, per entrambi gli assi. In termini di massimi di risposta si osserva, inoltre, come i picchi delle componenti parallele, T_{xx} e T_{yy} , corrispondano a valori di accelerazione di 0,151 g e 0,177 g, rispettivamente, nelle due direzioni, ossia a riduzioni nei confronti dell'accelerazione di picco al suolo pari a 2,48 e 2,12. Nella fig. 8 sono

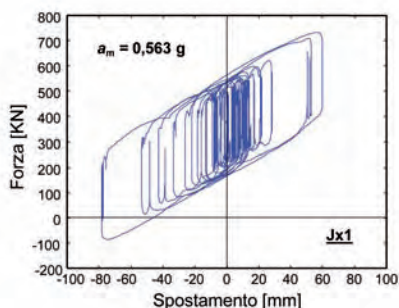


Fig. 8 - Cicli di risposta del dispositivo Jx1 per il più impegnativo accelerogramma scalato all'ampiezza dell'evento massimo considerato.

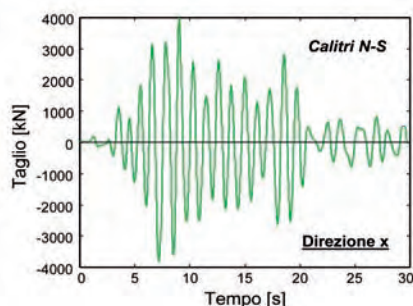
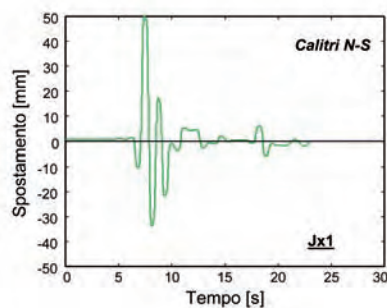


Fig. 9 - Storie di spostamento del dispositivo Jx1 e del taglio alla base in direzione x per la componente N-S di Calitri del 23 novembre 1980.

riprodotti i cicli di risposta del dispositivo maggiormente sollecitato (Jx1), per effetto dell'accelerogramma più impegnativo scalato all'intensità dell'evento massimo considerato, che pongono in evidenza picchi di spostamento pari a 78 mm, rispetto alla corsa disponibile di ± 100 mm, e dunque il soddisfacimento dell'obiettivo di prestazione assunto anche per tale livello dell'azione di progetto.

Tra i vari controlli supplementari operati in fase di verifica finale, è stata anche sviluppata l'analisi della risposta ad eventi *near-fault* italiani di magnitudo comparabile a quella dell'evento base di progetto. Il più severo segnale con tali caratteristiche è risultato essere la componente N-S normale alla sorgente registrata alla stazione di Calitri in occasione del terremoto del 23 novembre 1980, caratterizzata da una distanza di 8,8 km dalla proiezione superficiale della sorgente e da una magnitudo pari a 6,3. Le storie di spostamento del dispositivo Jx1 e del taglio alla base in direzione x derivanti dall'applicazione di tale componente sono graficizzate nella fig. 9, mostrando valori massimi superiori di non oltre il 10% rispetto a quelli rilevati per gli accelerogrammi norma-



Fig. 10 - Posa in opera di un appoggio in acciaio-PTFE e vista dell'apparecchio collocato al disotto della soletta di supporto dell'impianto ascensore, prima del getto di questa.

tivi, pur a fronte di risposte d'insieme, come atteso, decisamente diverse (dovute alla presenza di un picco positivo ed uno negativo più pronunciati, nel caso della registrazione di Calitri, in luogo dei molteplici picchi di comparabile ampiezza che caratterizzano i segnali artificiali). Il sistema fornisce, quindi, un'adeguata prestazione anche sotto registrazioni storiche italiane ottenute in condizioni di vicinanza alla sorgente. Alla luce degli esiti delle analisi di progetto, le dimensioni dei pilastri sono risultate di (70x25) cm x cm o (65x25) cm x cm, per i vari telai, e (25x25) cm x cm per il vano scale, quelle delle travi principali, parallele all'asse y, e delle travi perimetrali di (25x65) cm x cm, e quelle delle travi secondarie di (70x25) cm x cm o (55x25) cm x cm.

Nelle figg. 10-14 sono presentate alcune immagini delle fasi cantieristiche di realizzazione dell'edificio. In particolare, nella fig. 10 è illustrata la posa in opera di un appoggio in acciaio-PTFE sul relativo allettamento in malta ad alta resistenza, confinato da un collare in acciaio, ed una vista dell'appar-



recchio situato al disotto della soletta di supporto dell'impianto ascensore. Nella fig. 11 sono mostrati una delle sedici dime distanziatrici del piano mobile, collocate prima del montaggio delle casseformi e dell'esecuzione del getto di questo, ed il corrispondente dispositivo fluido-viscoso, posizionato dopo il completamento del solaio. Nelle figg. 12 e 13 sono riportate immagini dello spazio di separazione tra l'estradosso della fondazione e l'impalcato mobile, e della superficie dello stesso con le armature di ripresa dei pilastri del piano interrato, che sottolineano anche visivamente il limitato «ingombro» degli elementi verticali della struttura in elevazione. Nella fig. 14, infine, sono presentate alcune viste dei dettagli d'installazione dell'impiantistica attraversante il piano d'isolamento, tutti realizzati mediante connessioni e snodi di corrente produzione, grazie ai valori assai limitati degli spostamenti alla base sopra ricordati.

Fig. 11 - Alloggiamento di una dima distanziatrice e del corrispondente dispositivo fluido-viscoso.





Fig. 12 - Spazio di separazione tra estradosso della fondazione ed impalcato mobile.

Fig. 13 - Superficie dell'impalcato mobile.



Connessione flessibile dell'impianto del gas



Snodo di un pluviale

Connessioni flessibili dell'impianto idraulico



Fig. 14 - Dettagli impiantistici in corrispondenza dell'attraversamento dell'impalcato mobile.

Bibliografia

CNR 10018, *Apparecchi di appoggio per le costruzioni. Istruzioni per l'impiego*, Centro Nazionale delle Ricerche, Roma 1999.

CSI, SAP2000NL, *Structural Analysis Programs – Theoretical and Users Manual*. Version No. 10.02, Computers & Structures Inc., Berkeley (CA) 2005.

OPCM/3431, «Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003», recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica», in *Gazzetta Ufficiale n. 107 del 10/5/2005*, Ministero dei Lavori Pubblici, Roma 2005.

prEN 1337, *Structural bearings. Final draft*, ECS (European Committee for Standardization), Bruxelles 2003.

SORACE S. – TARENZI G., «Non-linear dynamic modelling and design procedure of FV spring-dampers for base isolation», in *Engineering Structures*, Elsevier, Oxford 2001a, vol. 23, 1556-1567.

SORACE S. – TARENZI G., «Non-linear dynamic design procedure of FV spring-dampers for base isolation – Frame building applications», in *Engineering Structures*, Elsevier, Oxford 2001b, vol. 23, 1568-1576.

SORACE S. – TARENZI G., «Analysis and demonstrative application of a base isolation/supplemental damping technology», in *Earthquake Spectra*, EERI, Oakland 2008, vol. 24, 775-793.

SORACE S. – TARENZI G. – MAGONETTE G. – MOLINA F.J., «Experimental investigation on a base isolation system incorporating steel-Teflon sliders and pressurized fluid viscous spring dampers», in *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Wiley, New York 2008, vol. 37, 225-242.

UANG C.M. – BERTERO V.V., «Use of energy as a design criterion in earthquake-resistant design», in *Report No. UCB-EERC 88/18*, University of California at Berkeley, Berkeley (CA) 1988.

Arch.
Nicola Fitti

Ua tesi Nuovi paesaggi infrastrutturali, condotta nell'ambito del laboratorio di ricerca del Dipartimento Ambiente Reti e Territorio della Facoltà di Architettura di Pescara e con il supporto del Dipartimento di Progettazione, Riabilitazione e Controllo delle Strutture Architettoniche, indaga i rapporti tra paesaggio, infrastrutture e produzione di energie rinnovabili. L'occasione di progetto è offerta dalle previsioni regionali di sviluppo infrastrutturale, segnatamente dalla ipotesi di realizzazione della nuova autostrada Termoli-San Vittore e dalla conseguente dismissione di parti del tracciato dell'attuale strada Bifernina.

Il progetto, avente carattere fortemente sperimentale, affronta in modo integrato il tema del recupero del viadotto dismesso, che oggi attraversa il lago di Guardialfiera, dell'inserimento paesaggistico del nuovo tracciato autostradale, della valorizzazione ambientale e turistica del contesto e, non ultimo, dello sviluppo di forme di produzione di energia rinnovabile.

La scelta dei temi del progetto è derivata dall'analisi, condotta sull'intero territorio regionale, svolta in occasione della ricerca Scenari e rischi futuri per il paesaggio molisano, i cui risultati hanno dimostrato la centralità del tema energetico e di quello paesaggistico per lo sviluppo della regione Molise.

L'integrazione fra i temi soprariocchiamati ha condotto a interessanti e innovative soluzioni; in particolare la trasformazione del viadotto propone una mutazione fisica e di senso della strada che produce una tipologia ibrida; una sorta di greenway pensile e contemporaneamente una infrastruttura energetica. Il viadotto, che si snoda per circa 2,5 km sul lago, diventa nella parte superiore un giardino pensile attrezzato con percorso ciclo-pedonale, mentre nella parte inferiore diviene supporto per un sistema di velari fotovoltaici, della capacità pari a 1,6 MW.

Più complessivamente la tesi propone per il lago di Guardialfiera la valorizzazione ambientale e turistica, accompagnata da un'ipotesi di parco per la produzione di energia rinnovabile, attuata per l'integrazione tra diverse fonti di rinnovabile, sul modello della microgenerazione distribuita:

- solare, integrato all'impalcato del viadotto;
- biomasse, attraverso lo sfruttamento dei boschi e delle aree agricole e secondo il modello della filiera composta;
- eolica, peraltro già esistente sui rilievi intorno al lago;
- idroelettrica, per lo sfruttamento dell'invaso artificiale e del notevole salto di quota.

Il parco genera complessivamente 28 MW di energia, quantità che oltrepassa di gran lunga la domanda dei comuni che circondano il lago; l'eccedenza è ridistribuita in rete e commercializzata.

Accanto alle funzioni produttive il parco ospita anche strutture per la valorizzazione turistica del lago, quali piccole strutture ricettive, moli attrezzati per gli sport d'acqua ed una piscina coperta off-shore. Tali proposte raccolgono una tendenza in atto, registrata attraverso l'analisi delle azioni in corso nell'area, che guardano al lago artificiale come ad una risorsa per il tempo libero, per il turismo e per la pratica di attività sportive.

Il valore della tesi è particolarmente rintracciabile nella capacità di integrazione tra le funzioni di produzione energetica, le funzioni turistiche e le funzioni ambientali; la chiave è la prospettiva paesaggistica con la quale si è trapiantato ogni singolo aspetto del problema, ponendolo in relazione con gli altri e valutandone volta per volta la coerenza con le qualità e le identità paesaggistiche del contesto.

Prof. Massimo Angrilli

nuovi paesaggi infrastrutturali

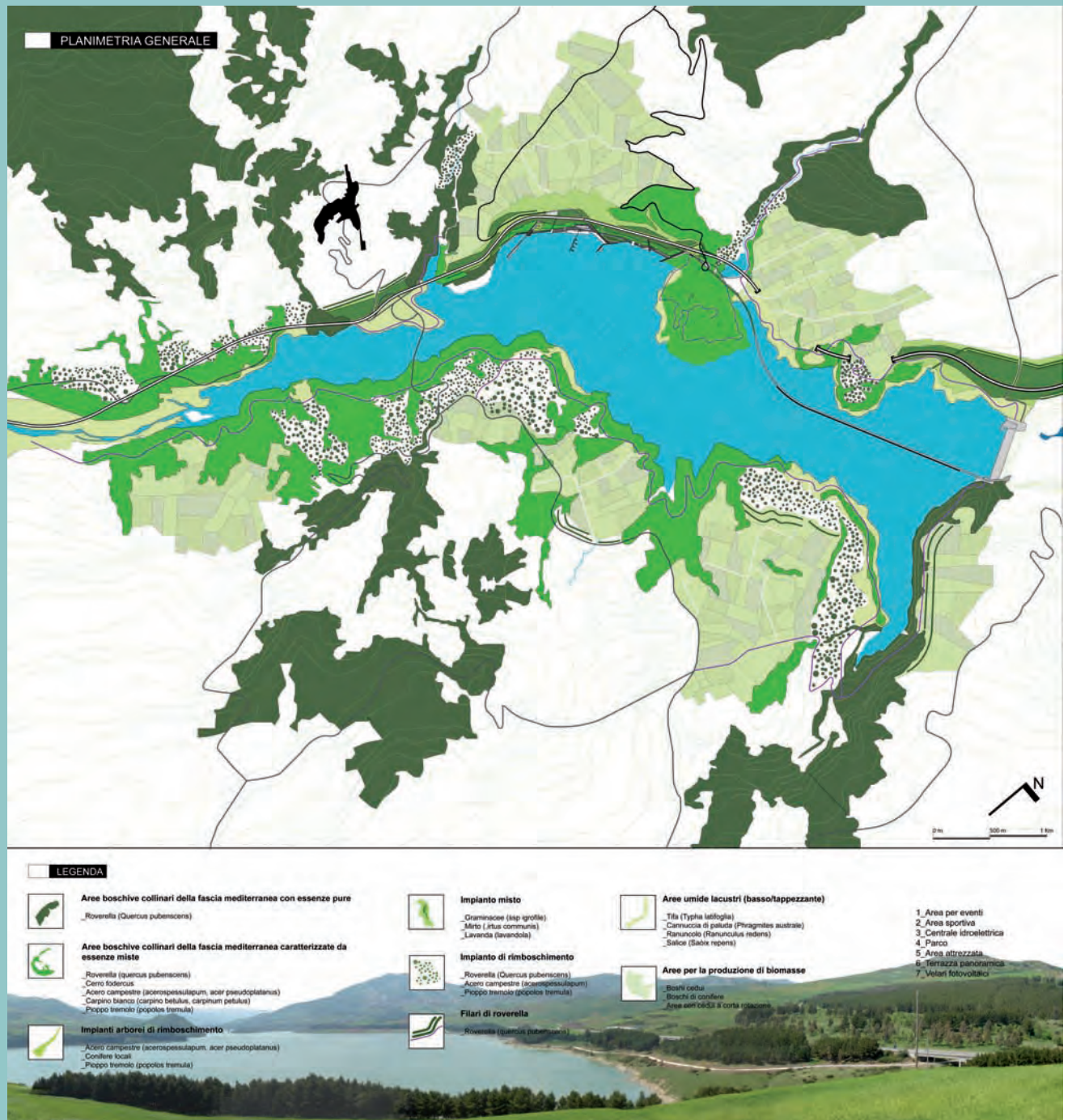


Fig. 1 - Planimetria generale del parco.

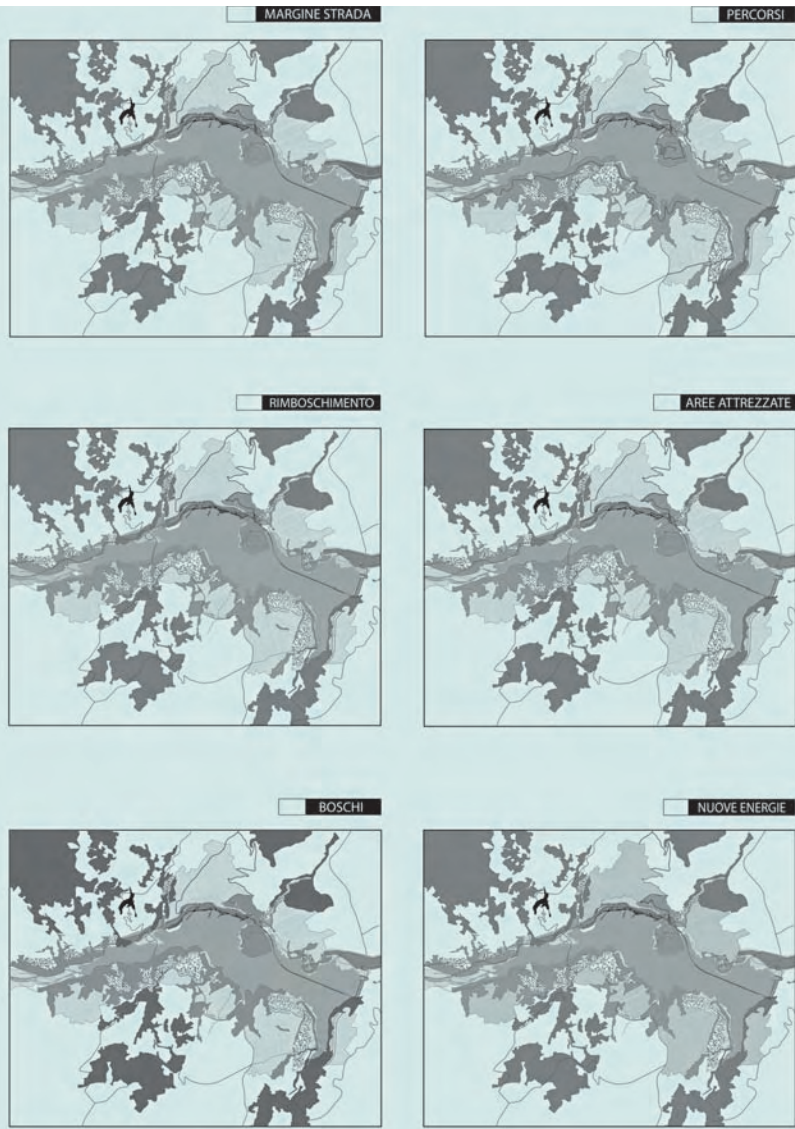


Fig. 2 - Schema funzionale del parco.

il viadotto come «strada dell'energia»: una sperimentazione tra infrastruttura e sistemi di energia rinnovabile

L'intervento progettuale «Nuovi paesaggi infrastrutturali» partendo dalla comprensione dei processi in atto nell'area, propone la realizzazione di un parco delle energie alternative distribuite intorno al lago di Guardialfiera, che si sviluppa seguendo il principio di microgenerazione locale diffusa.

Il sistema di microgenerazione, attraverso l'integrazione delle tecnologie esistenti e la sperimentazione di applicazioni innovative, consente la produzione di circa 28 MW capace di soddisfare la domanda di energia dei comuni e delle aziende presenti nel territorio.

L'occasione di intervento è data dalla realizzazione del nuovo tracciato autostradale tra Molise e Lazio (Termoli-San Vittore) e dalla conseguente dismissione del viadotto esistente, che attraversa l'intero bacino.

L'intero viadotto diviene, così, nell'ipotesi di progetto, una «strada dell'energia» utilizzata sia come percorso di accesso e fruizione del parco sia per sperimentare l'integrazione tra infrastruttura e nuovi sistemi per la produzione di energia rinnovabile.

Il sottile nastro che si snoda per circa 2,5 km sul lago, presenta un potenziale strutturale che ha suggerito un approccio innovativo sul tema, infatti, la sua esposizione verso sud, ha reso possibile l'installazione di un sistema di pannelli fotovoltaici montati sull'impalcato della struttura.

Il viadotto diventa in questo modo un supporto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia rinnovabile attraverso pannelli fotovoltaici a «inseguimento» lungo il tracciato, e attraverso l'uso dei «velari fotovoltaici» nell'impalcato della struttura che solitamente non è utilizzata in nessun modo.

Attraverso questa sperimentazione tra infrastruttura e nuovi sistemi di energia rinnovabile si riesce a produrre, con l'uso di una stringa costituita da 24 pannelli, una potenza superiore ai 2,76 kW che, se replicata su tutto il viadotto, può arrivare a 1,6 MW da immettere nella rete elettrica nazionale (*grid connected*).

Intorno al lago si distribuiscono i diversi sistemi adibiti alla produzione di fonti di energia rinnovabile, quali:

biomasse che reimpiegano i boschi e le aree agricole esistenti creando dei piccoli cantieri sperimentali per la produzione di energia secondo il modello della filiera composta;

impianti eolici che sfruttano i rilievi esistenti e la ventosità presente intorno al lago; idroelettrica che utilizza l'invaso e il notevole salto di quota.

Inoltre, anche la nuova infrastruttura autostradale, progettata seguendo i principi dell'inserimento paesaggistico (*contest sensitive design*), interviene utilizzando gli spazi vuoti posti lungo le aste infrastrutturali come aree per la produzione di energia con «sponde energetiche» grazie all'ausilio di pannelli fotovoltaici.

L'intento del parco è quello di sensibilizzare la gente al tema delle energie rinnovabili ma, al tempo stesso, diventa anche un mezzo per la promozione ai fini turistico-ambientali del lago di Guardialfiera.

Utilizzando l'autostrada e la sua area di sosta come vetrina per il parco delle energie alternative, il progetto si è occupato anche della valorizzazione delle sponde del lago attraverso spazi sia ricettivi che naturali.

Il progetto prevede la trasformazione delle sponde del lago in un'area attrezzata che, muovendo dai criteri di sostenibilità ambientale, crea edifici autosufficienti dal punto di vista energetico (pannelli solari, *brise soleil*, camini solari per l'aerazione) in cui il verde diventa parte integrante di un sistema più ampio oltre che elemento fondante per una maggiore qualità architettonica.

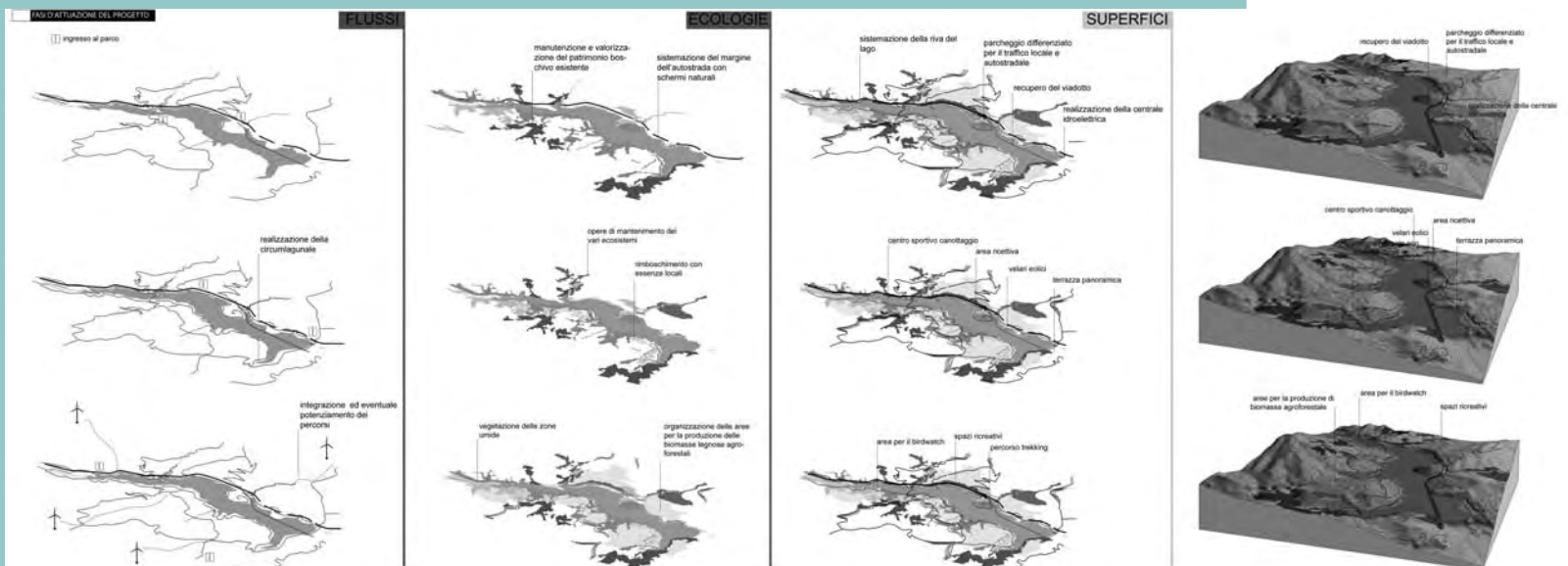
Utilizzando l'acqua come elemento per la progettazione, viene realizzato intorno ad essa un impianto sportivo dove sia possibile fare sport specializzati come il canottaggio e il nuoto, coniugando l'aspetto agonistico e amatoriale durante l'arco di tutto l'anno.

Proprio a partire da questa idea, cioè quella di rendere il parco uno spazio capace di attrarre gente, è stata progettata una piscina immersa nel lago in modo da permettere un rapporto con l'acqua sia durante l'estate che durante l'inverno, attraverso un sistema di chiusure che, in base alle stagioni, vengono a creare un unico spazio con le sponde del lago.

A sfruttare il rapporto con l'acqua sono anche altri edifici, come, ad esempio, l'albergo concepito con delle stanze galleggianti, in cui si può godere di spettacolari viste sul paesaggio.

All'interno del parco ogni singolo progetto, oltre che a confrontarsi con i temi architettonici, si occupa anche dei temi ecologici come i rimboschimenti e i sistemi di fitodepurazione. Infatti, grande attenzione è stata rivolta alla sistemazione e alle scelte delle essenze da usare per i rimboschimenti senza alterare i valori del paesaggio.

Fig. 3 - Fasi d'attuazione del progetto.



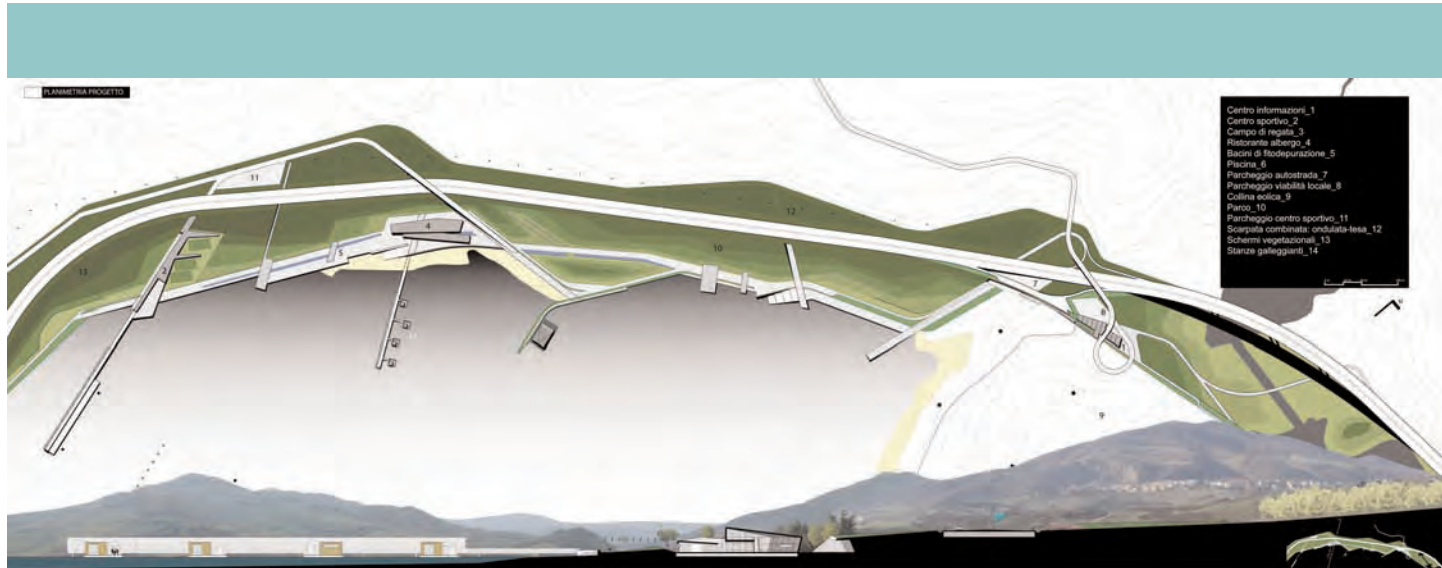


Fig. 4 - Planimetria area attrezzata e sezioni.

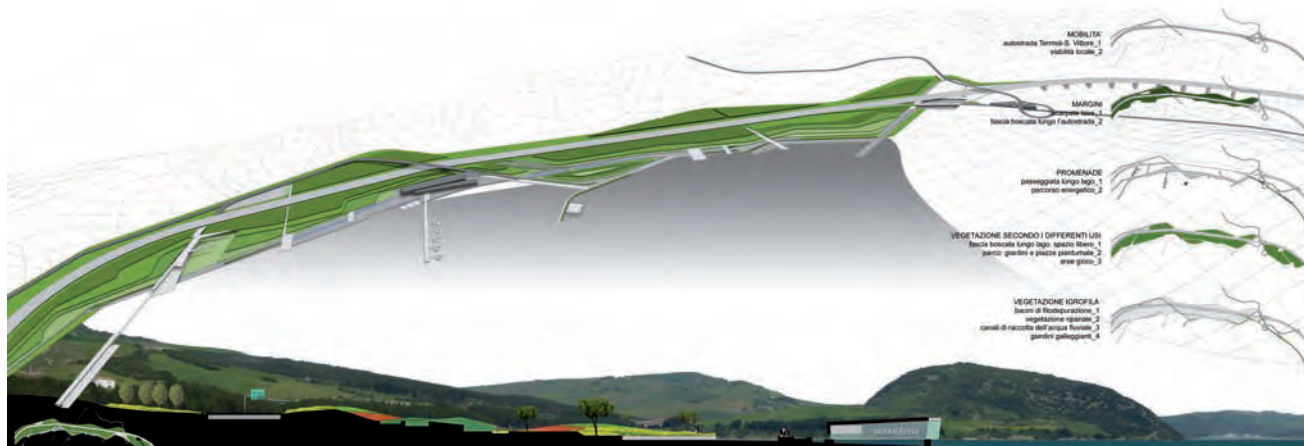
Proprio per valorizzare il paesaggio il parco viene suddiviso in sei ecologie diverse che si dispongono come una serie di fasce caratterizzate da una vegetazione, da un paesaggio e da programmi specifici.

L'idea è quella di strutturare un contesto naturale che veda modificata la sua configurazione di partenza attraverso l'introduzione, la cura e la gestione di un sistema vegetativo e di attività umane, a seconda dell'evoluzione naturale del sito e dell'idea di tempo libero, pur non dimenticando gli aspetti economici.

Tale attenzione ai temi dell'ecologia si è avuta anche nei riguardi dell'acqua attraverso la realizzazione di sistemi di fitodepurazione, che si servono delle acque di smaltimento del tracciato stradale, per poi riutilizzarle per l'irrigazione delle aree all'interno del parco.

Nel lavoro, inoltre, sono state progettate delle barriere arboree per la protezione dell'infrastruttura per ovviare al problema primario dell'inquinamento acustico dovuto al traffico veicolare, creando, lungo il tracciato, dei movimenti di terra preposti alla suddetta funzione.

Fig. 5 - Schema funzionale dell'area attrezzata e sezioni.



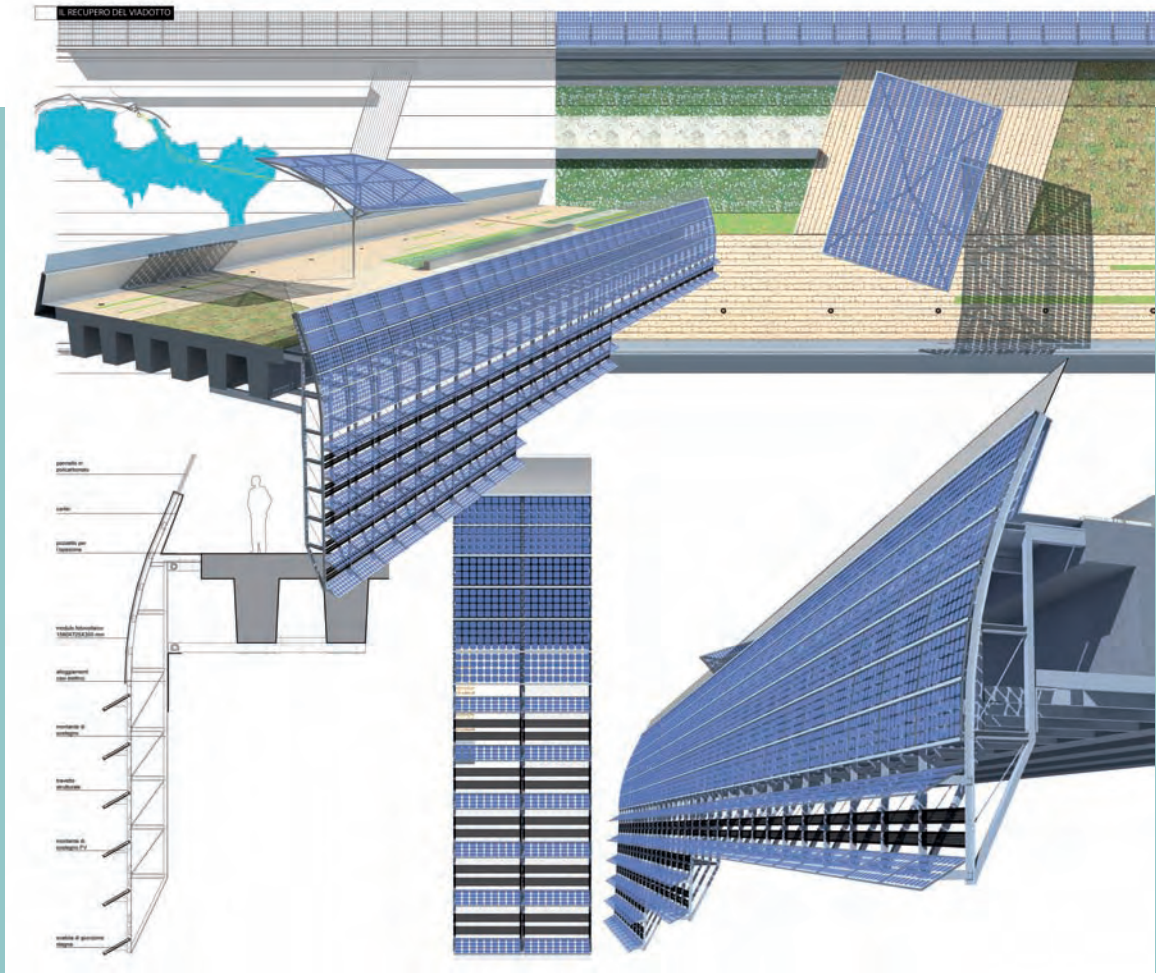


Fig. 6 - Recupero del viadotto-sistema dei velari fotovoltaici.



Fig. 7 - Fotomontaggio viadotto.



Fig. 8 - Fotomontaggio area attrezzata.

identità attraverso la ricostruzione*

tendenze attuali
nelle problematiche
dell'architettura in Germania:



*Titolo originale dell'articolo *Identität durch Rekonstruktion? Aktuelle Tendenzen in der deutschen Architekturdiskussion: Das Beispiel Frankfurt am Main.*

Traduzione dal tedesco di G. di Cocco.

Helen Barr

Storica dell'arte
a Francoforte

«Francoforte sul Meno è una città piena di stranezze!», questo il giudizio che esprimeva un tempo il figlio più celebre di questa città, Johann Wolfgang Goethe. E naturalmente, Goethe non sbagliava: quale città al mondo sceglierebbe quale sua bevanda preferita, e senza che qualcuno ve l'obblighi, l'*Apfelwein* [alla lettera *vino di mele*], un liquido fermentato a metà, particolarmente adatto a favorire la digestione?

E c'è forse solo una cosa più strana della stessa Francoforte, ovvero la relazione degli abitanti con la loro città. Sono due gli estremi che definiscono questa relazione affettiva: Francoforte, con tutte le sue stranezze, o la si ama o la si odia. Goethe apparteneva a questa ultima categoria.

Questi due fronti, chi ama Francoforte e chi la odia, quasi fino ad oggi si presentavano chiari e distinti. Ma da qualche anno si può dire che si è formata una terza categoria, una nuova modalità delle «affinità elettive» francofortesi. Gli appartenenti a questo nuovo raggruppamento dichiarano a gran voce il loro ardente amore per la propria città, se soltanto Francoforte fosse diversa però da quello che realmente è: *Vogliamo riavere la nostra città – rivendicano – via lo scandalo della barbarica architettura del dopoguerra!*

Ed in effetti si può certamente discutere sulla qualità dell'architettura degli anni – e dei decenni – del dopoguerra, che ha avuto il ruolo, in molti luoghi della Germania, di definire l'aspetto delle città, ma, detto questo, che cosa propongono nei fatti i sostenitori di una «architettura della ricostruzione»?

L'esempio di Francoforte si pone in modo rappresentativo per una discussione che trova luogo anche in altre città tedesche. A Berlino, a Potsdam, a Braunschweig e in altri luoghi si discute animatamente sulla ricostruzione di parti della città che ne riproponga l'immagine storica.

Una breve ricognizione sulla storia delle stranezze di Francoforte potrà forse aiutare a comprendere meglio il dibattito che si sta svolgendo in Germania.

Edificazione, distruzione, ricostruzione

Il rango di Palatinato reale e, più tardi, quello di Palatinato imperiale, con lo *status*, collegato a questa posizione, di libera città dell'Impero, hanno definito l'aspetto urbano e la vita cittadina di Francoforte, già dall'epoca delle sue origini, nell'VIII secolo. Oltre a ciò, la fiera e la borsa costituivano fin dal medioevo due fattori significativi nello sviluppo della città, che veniva portato avanti soprattutto grazie all'impegno di una ricca e colta borghesia.

Francoforte era ed è una città di istituzioni borghesi: quasi tutte le istituzioni cittadine, sociali e culturali (numerose scuole e ospedali, musei, istituti di ricerca, tra cui l'Università, lo zoo, il giardino delle palme, l'Opera, ed anche imprese utili sul piano pratico, come i ponti sul fiume Meno) vennero avviate e portate avanti dalla borghesia.

La città crebbe con continuità nei secoli, ma non abbastanza da poter offrire a tutti abitazioni adeguate: già alla metà del XIX secolo vi fu una risoluzione, per quanto poi non applicata, da parte dei politici che dispose la ristrutturazione della parte antica della città e delle sue strette stradine, nelle quali si trovavano a vivere soprattutto gli strati più poveri della popolazione.

Negli anni Venti, Francoforte divenne una capitale della modernità: quartieri residenziali concepiti in grande stile con criteri quanto mai progressisti e singoli edifici dall'aspetto esteticamente notevole e di grande effetto fissarono l'immagine urbana moderna, mentre il centro conservava il suo aspetto medievale.

Questo intreccio tra tradizione e modernità fu la caratteristica di Francoforte fino alla sua pressoché completa distruzione nel marzo del 1944, ad opera degli attacchi aerei della RAF. Quattro quinti della città furono trasformati in cumuli di macerie e quanto delle parti antiche della città era riuscito a scampare ai bombardamenti si trovò via via a soccombere, a partire dagli anni Cinquanta, per via della distruzione con l'esplosivo di quanto era rimasto della città vecchia, in preparazione delle nuove costruzioni.

Soltanto due edifici vennero ricostruiti approssimativamente nel loro aspetto d'anteguerra, già a partire dal 1946, la *Paulskirche* e la casa natale di Goethe. Ci si decise per questa azione simbolica dato che i due edifici rappresentavano una Germania vista nei suoi aspetti democratici ed umanistici. La gran parte della nuova architettura venne tuttavia edificata in un nuovo stile, in parte secondo la trasformazione dei modelli storici.

Solo nei tardi anni Settanta, ma soprattutto a partire dagli anni Ottanta, prese piede a Francoforte una prima onda della tendenza alla riedificazione della architettura storica.

Allora, il proposito della ricostruzione si appuntò all'ala est del *Roemerberg* (alla lettera *il monte dei Romani*) che venne riedificata in cemento armato, con una facciata però che si presentava con l'apparenza di una «architettura a traliccio» (cioè la struttura con le travi in legno incrociate e a vista, tipica della architettura tradizionale tedesca). Questa ricostruzione in falso stile antico avvenne al di sopra di un garage interrato, anch'esso ovviamente di nuova costruzione.

Con questa operazione si volle ignorare volutamente la storia di quegli edifici, poiché la struttura in legno delle facciate non era mai stata «a vista» nel periodo precedente la guerra, la struttura portante lignea era infatti ricoperta e protetta da intonaco o da lastre di lavagna.

Nello stesso periodo, nelle immediate vicinanze del *Roemerberg*, vennero erette delle nuove costruzioni che si volevano riferire nel loro aspetto ai metodi ed alle forme dei tradizionali organismi edilizi della città vecchia, ma che non li copiava, trasformandoli invece secondo un atteggiamento progettuale postmoderno. Quale esempio di questa tendenza si può citare appunto il progetto del *team* fiorentino «Superstudio» per la casa nella Saalgasse, n° 4.

l'intreccio di tradizione e modernità fu la caratteristica di Francoforte fino alla sua distruzione del 1944

Fig. 1 - Francoforte sul Meno. Panorama attuale della città.



Fig. 2 - Francoforte sul Meno.
Casa di Letteratura.

Nei decenni successivi e fino ad oggi, Francoforte è cresciuta soprattutto in altezza: i grattacieli edificati nel centro città hanno determinato una silhouette caratteristica, divenuta il segno di riconoscimento della Francoforte moderna, ma che nello stesso tempo si trova anch'essa in continuo cambiamento. Questo processo di trasformazione, demolizione e ricostruzione non si arresta neanche davanti ad edifici posti sotto tutela o realmente storici, anche se di datazione postbellica.

I quartieri degli anni Venti, un tempo così acclamati, sono stati lasciati cadere in una situazione d'abbandono, poi vennero, per così dire risanati, cioè per buona parte alterati profondamente tramite interventi di modernizzazione-recupero, mentre significativi grattacieli della prima generazione postbellica (come ad esempio lo *Zuerichhaus*) vennero posti rapidamente sotto tutela storico-artistico-ambientale per essere poi abbattuti.

Francoforte non si pone troppe preoccupazioni con la sua storia edilizia recente, la quale soccombe rapidamente sotto l'avanzare della città attuale, come può constatare facilmente chi visiti l'odierna Francoforte.

Una controtendenza sembra possa essere rappresentata da quella che si presenta come una attività di ricerca, tesa alla ricostruzione degli edifici storici, ma che si potrebbe anche definire «nostalgia degli edifici storici»; questa tendenza si è impossessata da qualche anno di vari ambienti culturali della città, e non senza effetti.

Dapprima è stata ricostruita l'antica biblioteca cittadina, poi si è iniziato a redigere i piani per la ricostruzione dell'ex palazzo della nobile famiglia Thurn und Taxis, che nel futuro ospiterà alcune parti di un gigantesco ipermercato, per nobilitarlo in una guaina storica. Quanto al resto della città, dal 2005 si discute vivacemente sui piani di ricostruzione dell'antico centro cittadino.

Fig. 3 - Francoforte sul Meno.
Paulskirche.





Così, con la scelta di ricostruire a Berlino lo *Stadtschloss* (Residenza di città), costruito come segno del potere sotto Federico I e Federico Guglielmo II, si dà rilievo ad un significativo riferimento all'era dei re di Prussia nel XVIII secolo. Il Palazzo della Repubblica, costruito nel 1973 sul luogo del distrutto *Stadtschloss*, come simbolo della DDR (Repubblica Democratica Tedesca) ed oggi a sua volta quasi totalmente demolito, con la sua eliminazione fisica viene cancellato anche dalla memoria storica dei berlinesi, e non solo.

Ora, l'episodio dello *Stadtschloss* a Berlino, come ogni altro episodio di ricostruzione, è una faccenda complessa all'interno della quale è difficile trovare dei criteri obiettivi e validi per operare una scelta giusta, o magari sbagliata.

Fig. 4 - Francoforte sul Meno. Veduta del *Roemerberg*.

Avanti verso il passato? La formula della «ricostruzione storica»

Una mescolanza di edifici del dopoguerra e di relitti solitari della architettura storica determina oggi, non solo a Francoforte ma nell'intera Germania, l'aspetto dei centri storici, eccezion fatta per pochi casi, come ad esempio Heidelberg, Tubinga o Quedlinburg. E quanto più una città ha perduto della propria architettura storica, tanto più forte appare oggi svegliarsi e diffondersi il desiderio di ricostruzione. E questo sguardo pieno di nostalgia si volge per prima cosa verso edifici singoli, notevoli per aspetto e memoria storica, che si possono considerare come rappresentanti di un preciso periodo storico che adesso viene idealizzato e reso di nuovo oggetto del desiderio.

Come argomento a favore di questa «precedenza selettiva» viene sottolineato con insistenza l'eminente significato di alcuni singoli edifici per la memoria della città e con ciò i sostenitori dei piani di ricostruzione si auto-nominano quali rappresentanti di una opinione collettiva, opinione che però non esiste affatto. Ciò che da queste persone viene indicato come elemento di identità di una città o persino di una comunità nazionale, costituisce nei fatti solo il punto di vista selettivo di un determinato gruppo sociale.



Fig. 5 - Francoforte sul Meno. Il centro affari visto da *Roemerberg*.

Si potrebbe però distinguere tra un procedimento scientificamente fondato da una parte e delle scelte motivate da romantica nostalgia dall'altra.

Troppo volentieri oggi, nel caso di una ricostruzione, la maggior parte dei sostenitori e degli investitori salta il passaggio di una base elementare di studio e indagine dei materiali per poter ottenere un preciso risultato edilizio.

Si preferisce sognare gettandosi per così dire in avanti verso il passato, dove quelle che erano una volta residenze di città dei principi prussiani vengono trasformate in architetture di facciata che ospitano al loro interno centri commerciali e di intrattenimento, com'è da temere che accada a Francoforte e come è già successo a Braunschweig.

Una positiva eccezione è costituita da una iniziativa sviluppatasi a Francoforte, dove è in corso l'inventario del materiale storico da costruzione che si era potuto conservare, proveniente dall'area del centro storico, rendendo così possibile che queste «pietre parlanti» vengano prese in considerazione in futuro nel caso di nuove edificazioni o di ricostruzioni (vedi il sito www.frankfurter-spolien.de; purtroppo con testo solo in tedesco).

La formula magica «ricostruzione storica», citata spesso nel contesto di questa discussione, è quindi da pronunciarsi solo con grande attenzione.

Sembra evidente che la parola «storico» non possa riferirsi solo ad un singolo momento temporale ma deve implicare uno sguardo diacronico e quindi riguardare un periodo temporale.

Ciò significa come prima cosa che ogni edificio ha avuto una propria storia e di conseguenza una propria stratificazione edilizia realizzatasi in tempi diversi, ed è perciò irriducibile ad una unica e precisa condizione edilizia; poi, questo aspetto porta come conseguenza che una ricostruzione deve pensarsi come una sorta di «capsula nel tempo», un oggetto fuori tempo che nello stesso momento trasporta storia e storicità.

È quindi indispensabile un momento di autoconsapevolezza, o, per dirla in un modo più filosofico: significa che ogni ricostruzione deve riflettere su se stessa.

E non è facile nemmeno avere a che fare col termine «ricostruzione», dato che questo concetto si tira dietro un'intera serie di altre questioni quali gli aspetti della odierna tecnica costruttiva in contrasto con quella storica e le problematiche legate all'autenticità.

Quando Goethe nel 1815 visitò Francoforte per l'ultima volta, constatò che la sua città natale si era «costruita su quanto c'è di più pomposo e allegro».

Nella situazione attuale si è però più tentati di citare Bertolt Brecht, un classico moderno della letteratura tedesca: «In piedi delusi / vediamo confusi / Che è calato il sipario / e alle domande / nessun rispose».

Fig. 6 - Francoforte sul Meno. L'ex palazzo *Thurn-und-Taxis* in ristrutturazione.



Goethe, nel 1815, constatò che Francoforte si era «costruita su quanto c'è di più pomposo e allegro»

Courtesy Galleria Forni



Prof.
Gian Luigi Corinto

Docente di Economia
ed Estimo rurale
Università degli Studi
di Macerata

Girolamo Ciulla

uno scultore siciliano che ama Firenze

Gli architetti che nel Rinascimento hanno creato la bellezza di Firenze erano tutti anche scultori. La progettazione dello spazio aveva, evidentemente, una corrispondenza con l'estrazione scultoria delle forme da pietre e materiali presi dal ventre stesso della terra. Tanto che le torsioni dei busti di Michelangelo sono attualizzate perfino dalle opere di un architetto come Santiago Calatrava, che con un'aperta citazione titola *Turning Torso* il suo grattacielo di 190 metri a Malmö in Svezia, la cui sezione compie un giro di novanta gradi dalla base alla sommità.

Uno scultore contemporaneo di livello internazionale che ha respirato e «visto» l'atmosfera di Firenze è Girolamo Ciulla, nato a Caltanissetta nel 1952, con casa nella città del fiore e dal 1987 studio a Pietrasanta, distretto che accoglie molti tra i più importanti artisti del momento.

La visita del Museo dell'Opera del Duomo, l'assiduità con chiese e musei che ospitano opere di Ghiberti, Brunelleschi, Donatello, Michelangelo non gli hanno fatto perdere le radici poetiche siciliane, ma – come lui stesso dichiara – è la base della preparazione di qualsiasi artista che intenda scolpire.

L'ispirazione di Girolamo Ciulla attinge direttamente ai miti classici dell'antica Grecia, le sue opere mantengono linee arcaiche, assolate, serene, primordiali, che adombrano l'innocenza delle figure – impenetrabili, dolci – e fanno sentire la sospensione del respiro, trattenuto in attesa di un futuro infinito, pietrificato ma poroso come il materiale prediletto.

Ciulla preferisce in modo assoluto il travertino al marmo delle Apuane, probabilmente per le maggiori difficoltà di scultura che il *lapis tiburtinus* propone all'artista, per porosità, robustezza che diviene docilità estetica. La serietà del lavoro di Ciulla sta nella sua costante attenzione *autodidatta* al passato artistico, che nessuno studio accademico potrà mai esaudire, combinata alla forza di una visione contemporanea del mito arcaico.



Courtesy Dietro Le Quinte Arte

Ciulla impiega il carboncino, colora decisamente, acquerella le forme, esercitando mano e intelletto

Il tempio, la ciotola, la scimmia, l'ariete, la stele, l'altare, le spighe di grano, le divinità della fertilità dei campi, i loro amori, passioni e nostalgie, divengono nelle mani di Ciulla oggetti simbolici, sognati, ricchi di suggestioni terragne, a cavallo tra il mondo presente e quello dell'aldilà, come sono Demetra e il coccodrillo, soggetto molto amato dall'artista dopo un viaggio compiuto in Egitto. Nei riti egizi, il coccodrillo era venerato come *psicopompo* (accompagnatore di anime) o come simbolo dei defunti, divoratore di anime indegne, come signore della materia, delle acque e sostegno della terra stessa.

Di Girolamo Ciulla, Giorgio Soavi ha scritto: «...è l'artista contemporaneo più adatto a farci credere che un piccolo luogo raccolto come un tempietto o un battistero tanto simile alle sue giostre sia ancora il posto necessario a chi vuole dedicare un poco del proprio fiato al culto e alla venerazione di quell'autentica reliquia che siamo noi. Proprio noi passanti, quando entriamo per metterci seduti e guardare come è stato fatto il luogo per stare tutti soli e concentrati per chiedere aiuto».



Courtesy Dietro Le Quinte Arte

Le sue opere sono prima disegnate su carta da scenografia e il disegno è un'esercizio di religiosa preparazione all'esecuzione della scultura. Il *principiare* dal disegno è imprescindibile, per progettare i volumi, per rendere omaggio alle difficoltà tecniche, per sacrificare in favore degli dei difficili della sua pietra, per avere imparato dai grandi che "occorre" disegnare per scolpire o costruire. Ciulla impiega il carboncino, colora decisamente, acquerella le forme, esercitando mano e intelletto, distendendo sulla carta forme e respiro arcaico del mito, in attesa di scolpire ancora più limpidamente.

Durante i lavori alla Sagrestia Nuova, commissionata a Michelangelo, Firenze visse alcuni degli episodi più bui della sua storia, compresi la cacciata dei Medici e l'assedio di Firenze repubblicana. Nel 1530 Michelangelo venne inseguito dai nemici dei Medici, famiglia con la quale discuteva molto ma che gli commissionava opere capitali. Il Buonarroti perde la casa e con essa molti disegni, si nasconde prima nella Torre di San Niccolò, poi nei sotterranei di San Lorenzo, chiesa della famiglia Medici, dove in un cunicolo largo poco più di un metro continua a disegnare sui muri.

Girolamo Ciulla, raccontando di una sua visita nei sotterranei della Chiesa di San Lorenzo e delle Cappelle Medicee, testimonia il suo amore per Michelangelo proprio per questo: disegnare in modo perfetto su un muro, senza potere vedere e giudicare l'opera allontanandosi, è dono esclusivo dei Maestri.



Courtesy Galleria Forni



Courtesy Galleria Forni



Courtesy Galleria Forni

Le foto sono concesse dalla Galleria Forni di Bologna e dalla Galleria Dietro Le Quinte di Catania.

Se l'obiettivo della cultura urbanistica più avanzata è quello di completare gli intervalli ineditati e trasformare le aree sottoutilizzate nella città esistente, al fine di limitare lo spreco energetico e di suolo, non si può non registrare che comunque le città, in vario modo, si espandono; e non potrebbe, in questo periodo storico, essere altrimenti.

Immaginare che tutto si risolva, all'interno di confini imposti dalla pianificazione, contenendo la crescita, attiene ormai esclusivamente a puntuali situazioni insediative che non sono espressione della generale tendenza; è necessario perciò, in una visione globale, concentrarsi sulla concretezza del come, affrontando in modo innovativo e creativo i temi della sostenibilità e dell'addensamento.

Come rispondere, dunque, ai tre temi emergenti che vengono alimentati con l'inesorabile passare del tempo?

Le nuove e inaspettate complessità generate da città sempre più grandi;
una popolazione che, al di là di ogni logica economica, si riversa velocemente nelle aree cittadine in misura sempre maggiore;

l'incapacità delle istituzioni di organizzare in anticipo il sistema urbano.

Sicuramente l'improvvisazione insediativa sarà, per gran parte della popolazione mondiale, l'unica opportunità di abitare e non sussistono risposte progettuali risolutive; l'unico approccio è quello di associare all'urbanistica della necessità, il requisito della velocità, una sorta di cultura della anticipazione, che con forme appropriate e sostenibili incida sulle componenti del comportamento collettivo.

Nell'urbanistica globalizzata si assiste nei paesi poveri alla *rassegnazione* che l'unico modo di accogliere masse imprecisate di popolazione, sia quello della casualità insediativa; al contrario, nei paesi ricchi, persiste la *acquiescenza* del modello razionalista, pensando che la città sia il risultato di un ordinato frazionamento dei suoli di una somma di icone architettoniche.

Arch. Ennio Nonni

Urbanista – Dirigente Settore
Territorio del Comune di Faenza



ecoquartieri:
un nuovo sistema
per ampliare le città

la risposta alla sfida
dei nuovi complessi insediativi
è una forma urbana
compatta, fortemente
radicata al suolo

E allora, a fronte di questo trend, viene da chiedersi se ha ancora senso impegnarsi in un disegno urbano della città di nuova formazione.

La risposta è implicita in questo ragionamento; le teorie che hanno generato le nuove periferie dei paesi ricchi discendono dalla *città ideale* di Le Corbusier del 1922 e dalla *Broadacre city* di Wright del '34; nel primo caso il centro di Parigi veniva sostituito da disparati grattacieli e condomini, costruiti con una assillante regolarità geometrica e nel secondo invece, una infinita estensione di lotti residenziali, con al centro la villetta, relegavano il «libero» cittadino in una sorta di programmata prigione periferica.

Questi insegnamenti, che hanno negativamente influenzato generazioni di attori, vengono ora con disprezzo definiti con termini quali casermoni in cemento armato e villettopoli.

Sotto ogni latitudine questi sono stati i principali riferimenti per l'addizione urbana, che hanno isolato, segregato, interrotto ogni momento di commistione sociale. *La non consapevolezza della forma* ha eretto barriere psicologiche, prima che fisiche, generando fenomeni di reazione o di apatia urbana; le *banlieu*.

Ecco perché è necessario ora più che mai dare nuova linfa ad un sistema insediativo alternativo, che intervenga là, dove l'architettura ha fallito; solo con un nuovo disegno urbano, che risponda alle più svariate esigenze di integrazione, mediante una creativa continuità di pieni e vuoti, con un ritorno al livello del suolo, ottenuto con un processo, in parte pianificato e in parte spontaneo, si formano quelle complessità che generano pian piano la *civitas*.

Di sicuro, l'autentica città europea non è razionale, non discende da un modello pre-costituito; è il frutto di una sedimentazione di usi, di opportunità, di compenetrazioni fra culture, di necessità urbane, di ideali da rappresentare, tanto che il risultato complessivo non si identifica con un gesto progettuale coerente e decifrabile.

Per i nuovi quartieri mediterranei verrebbe da dire che le *favelas* hanno molto più da insegnare agli urbanisti di oggi del quartiere sperimentale Weissenhof di Stoccarda del 1926.

I centri storici europei sono a testimoniare questa formazione anticlassica e rappresentano tutt'ora la risposta insediativa più avvincente, che meglio favorisce l'integrazione economica-sociale-culturale.

Da queste soluzioni, derivate dalla storia, attualizzate dalla più vivace cultura contemporanea, occorre attingere per creare la città del futuro, quale mosaico di ecoquartieri mediterranei.

Se le sfilacciate periferie della prima generazione dovranno evolversi e maturare, attraverso operazioni di *saturazione edilizia, occupazione degli spazi fronteggianti le strade, umanizzazione degli spazi pubblici e alta sostenibilità energetica*, è nei nuovi quartieri mediterranei che avverrà la sfida per un diverso modello insediativo, capace di soddisfare le esigenze di identificazione di una crescente popolazione multietnica.

È necessario acquisire la consapevolezza, dopo decenni di pausa, che la forma del quartiere, non è indifferente alle esigenze di socialità e sostenibilità.

È l'aspetto decisivo: e la risposta è *una forma urbana compatta, fortemente radicata al suolo*, che lascia il dovuto respiro anche ad esigenze *espressive individuali* e che si snoda in un'alternanza di *pieni e vuoti*, attribuendo alla *piazza* il ruolo di elemento generatore di spazio.



Le immagini sono tratte dal volume E. Nonni – S. Laghi, *Un eco quartiere mediterraneo. Il quartiere residenziale S. Rocco a Faenza*, Faenza 2008



Conseguentemente la densità fisica rappresenta un insieme organico predisposto ad ospitare una popolazione eterogenea, con attività e funzioni diverse ai piani terra, in stretta relazione ad un spazio pubblico dinamico.

Solo questo sistema, complesso, denso e poroso, che guarda alla storia insediativa europea, in antitesi alla semplice addizione di isolate architetture si presta a raggiungere quel *livello di sostenibilità totale* che va ben oltre l'auspicato consumo energetico zero.

Il quartiere è l'unità urbana più vicina alla vita dei cittadini e, al tempo stesso, luogo di vita familiare, sociale ed economica.

Un eco quartiere non nasce da uno sporadico gesto creativo accattivante, bensì trae linfa da due momenti progettuali ineludibili:

- 1) un ecoquartiere nasce solo da una pianificazione generale sostenibile;
- 2) un ecoquartiere tiene conto di una progettazione partecipata.

L'obiettivo è quello di progettare, fin dalla scala urbanistica di quartiere, insediamenti con al centro l'uomo e le sue relazioni.

Le linee guida urbanistiche principali dei quartieri ecosostenibili riguardano le modalità aggregative degli spazi liberi e costruiti: innanzitutto, il corretto orientamento delle case verso il sole, per ridurre i consumi energetici con una progettazione che crei una filigrana di corti e ambienti protetti, quindi una elevata densità edilizia associata al mix di funzioni e alla contiguità delle costruzioni.

In sostanza, sono quartieri di architettura contemporanea che si ispirano ai modelli sociali e aggregativi dei centri storici.

A livello di applicazione pratica si sono riassunte in 10 punti, altrettante regole prestazionali a cui devono rispondere i quartieri di Biourbanistica.



Ad esempio, nel nuovo quartiere residenziale pubblico San Rocco¹ a Faenza, dove verranno realizzati circa 350 appartamenti, la filosofia progettuale è modulata con questi requisiti qualitativi e prestazionali che hanno come titoli:

- 1) *Il clima acustico.*
- 2) *La sicurezza sismica e urbana.*
- 3) *La sicurezza idraulica e il riuso delle acque.*
- 4) *La bioedilizia e la sostenibilità.*
- 5) *Le tipologie libere e la densità.*
- 6) *Gli spazi pubblici e la integrazione sociale.*
- 7) *Le energie alternative.*
- 8) *La viabilità a misura d'uomo e l'assenza di barriere.*
- 9) *Un quartiere dinamico.*
- 10) *L'arte nel quartiere, l'identità e la riconoscibilità.*

Il quartiere si caratterizza per una grande corte preclusa alle auto, pedonale, alberata e attrezzata per gli usi ricreativi degli abitanti; una corte urbana lunga oltre 350 m, sulla quale prospettano 9 grandi comparti edilizi con i fronti in mattoni a vista posti sul filo del marciapiede.

All'interno della corte urbana sono presenti due strutture solari e attrezzature ludiche progettate da artisti contemporanei; anche il camino della centrale di teleriscaldamento è stato pensato per diventare una moderna torre con l'orologio, elemento verticale puntuale visibile a distanza.

Il programma europeo MED-ECO QUARTIERES ha stilato una carta validata ad Atene il 18 di aprile 2008, che riassume i principi sopracitati per diffonderne la sperimentazione.

¹ Progetto: E. Nonni, S.Laghi.

L'ecoquartiere S. Rocco a Faenza

Comune di Faenza - Settore Territorio -

Progetto: E. Nonni, S. Laghi

Il Comune di Faenza, nella Regione Emilia-Romagna, è un comune di 56.000 abitanti, posto sull'antico tracciato della Via Emilia importante viabilità che corre da Rimini a Bologna, capoluogo di regione.

Dal Piano regolatore del 1998, premiato per i contenuti di sostenibilità e che prevedeva importanti accordi urbanistici, il Comune di Faenza ha acquisito importanti aree, residenziali e per servizi pubblici.

In queste aree il Comune stesso ha progettato quartieri ecosostenibili, al fine di essere di esempio e stimolo anche per gli operatori privati del settore.

Si è passati, quindi, dal livello di progettazione del PRG a quello attuativo dei piani particolareggiati, riservando ai soggetti attuatori privati la realizzazione delle opere di urbanizzazione e l'iniziativa immobiliare nel rispetto dei progetti predisposti dall'ente pubblico. È un metodo che vede il Comune come attore principale per la definizione qualitativa della città.

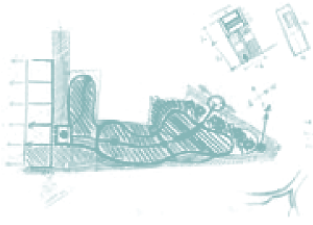
L'obiettivo è quello di progettare, fin dalla scala urbanistica di quartiere, insediamenti con al centro l'uomo e le sue relazioni. Le case costruite in bioarchitettura vanno poste in relazione con quartieri che hanno fatto della sostenibilità il filo conduttore per il progetto, altrimenti l'obiettivo ricercato risulta vano.

Le linee guida urbanistiche principali dei quartieri ecosostenibili riguardano le modalità aggregative degli spazi liberi e costruiti, il corretto orientamento solare delle case, per ridurre i consumi energetici, una progettazione che crei una sequenza di corti e ambienti protetti e una elevata densità edilizia associata al mix di funzioni e alla contiguità delle costruzioni.

In sostanza, i quartieri di architettura contemporanea si ispirano ai modelli sociali e aggregativi dei centri storici, modelli che corrispondono da secoli alle necessità della società.



*l'obiettivo è progettare,
fin dalla scala urbanistica
di quartiere, insediamenti
con al centro l'uomo
e le sue relazioni*



Nel nuovo quartiere residenziale pubblico S. Rocco, dove verranno realizzati circa 350 appartamenti, la filosofia progettuale è modulata attraverso l'applicazione di 10 punti, regole prestazionali generali a cui devono rispondere i quartieri di Biourbanistica.

- 1) *Il clima acustico.* Da affrontare con il progetto urbanistico creando ove possibile, «isole silenziose» con piazze e parchi preclusi alle auto.
- 2) *La sicurezza sismica e urbana.* Progettazione di un disegno urbano che tenga conto della massima sicurezza urbana e in caso di evento sismico.
- 3) *La sicurezza idraulica e il riuso delle acque.* Tutte le acque meteoriche vanno raccolte, conservate, riutilizzate senza disperderle velocemente.
- 4) *La bioedilizia e la sostenibilità.* Edifici costruiti con materiali che privilegiano tecniche naturali, la permeabilità dei suoli, i tetti giardino, le pareti verdi, una impiantistica che limiti i consumi, il corretto orientamento e isolamenti adeguati, sono i principali elementi con cui affrontare il progetto.
- 5) *Le tipologie libere e la densità.* Le esigenze individuali e la massima espressività vengono esaltate in modernissimi quartieri, densi, contigui, che guardano ai centri antichi, non come riedizione, ma come modello ideale di grande integrazione sociale e funzionale.
- 6) *Gli spazi pubblici e l'integrazione sociale,* i quartieri, gravitano attorno ad una successione di piazze-spazi pubblici collegati da percorsi, che diventano luogo di incontro a forte integrazione per i cittadini, con spazi coperti per il ritrovo sociale e l'inserimento di innovativi spazi gioco.
- 7) *Le energie alternative.* Sistemi di teleriscaldamento, con pannelli solari e fotovoltaici che integrano le esigenze di energia degli edifici e assolvono totalmente ai consumi per la illuminazione pubblica e per gli ambienti pubblici. Si stabilisce il principio dell'utilizzo del calore prodotto da attività, evitandone la dissipazione in atmosfera.
- 8) *La viabilità a misura d'uomo e barriere.* Non solo auto, bensì una viabilità a misura d'uomo con ampie pertinenze per piste ciclabili e marciapiedi, che si integrano con le alberate stradali; il viale alberato, oltre al sistema di piazze, è il punto di partenza del progetto, per una «città senza barriere».

9) *Un quartiere dinamico.* La diversità tipologica si sposa con una molteplicità di funzioni compatibili, per rendere vivo il quartiere, aumentando le dinamiche relazionali e per renderlo più fruibile, elevando il senso di sicurezza dei cittadini.

10) *La qualità architettonica urbana: l'identità e riconoscibilità.* Più ci si allontana dal centro e più è necessario dare identità ai quartieri con edifici di adeguato livello architettonico, aumentando la qualità degli spazi pubblici, caratterizzandoli anche con installazioni artistiche; imprimere dei segnali, fin dalla scala d'impostazione, costituiscono le premesse perché quel luogo sia piacevole per lavorare, da visitare, da abitare.

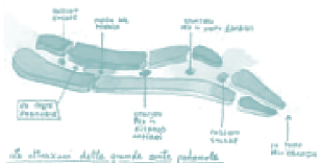


Il progetto del quartiere

Il progetto riguarda un'area libera di circa 8 ettari nell'ambito del quartiere Centro Nord, la cui edificazione si è compiuta attraverso un ventennio fino agli anni Ottanta. Il progetto ha come obiettivo di ricucire il tessuto urbano e fornire al quartiere esistente un sistema di aree pubbliche in grado di favorire una maggiore integrazione fra gli abitanti, con soluzioni innovative di piazze e corti pedonali su cui prospettano gli edifici. Un quartiere di architettura contemporanea che si ispira ai modelli sociali e aggregativi dei centri storici, quindi un sistema abitativo denso, fatto di case basse, indipendenti e piccoli condomini, con soluzioni di bioarchitettura e risparmio energetico.

Lo schema progettuale urbanistico è caratterizzato da una viabilità ad anello con andamento curvilineo su cui si attestano 12 isolati compatti che hanno fronti e accessi anche sulla corte pedonale, inoltre un sistema connettivo di percorsi ciclo-pedonali (circa 2.500 m tra ciclabili e pedonali) corre parallelo alla viabilità in sede protetta e si collega con i tracciati esistenti. Gli attraversamenti stradali a raso sono tutti evidenziati e protetti con dossi.

Nella zona centrale del quartiere si sviluppa una vasta corte pubblica, delimitata dagli isolati e dai muretti di recinzione privati, che è composta da ampie zone alberate e piazzette liberamente fruibili da pedoni e biciclette, con arredo urbano di qualità, gazebo e sedute; su questo spazio si affacciano gli ingressi pedonali delle case ed i giardini privati.

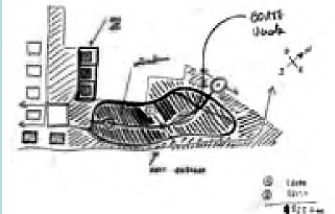


La progettazione partecipata

Il Comune a seguito del progetto preliminare del quartiere ha attivato un laboratorio di «Progettazione Partecipata» durante l'Anno Accademico 2003-2004 con i bambini, alunni delle scuole elementari e medie nell'area e forse futuri abitanti del quartiere. Il laboratorio affidato all'Istituto Nazionale di Bioarchitettura (INBAR) con la collaborazione degli uffici comunali e la partecipazione attiva per un anno di insegnanti, studenti e genitori ha prodotto una incredibile quantità di proposte, idee, rivisitazioni sul tema della vivibilità della città dal punto di vista dei bambini. La grande quantità di materiale prodotto (disegni, plastici, sculture, scritti) è stato recepito in alcuni contenuti nel progetto definitivo del quartiere elaborato dagli uffici e presentato in una mostra che si è tenuta nel palazzo comunale, con i lavori realizzati dai bambini.

La validazione nazionale e internazionale

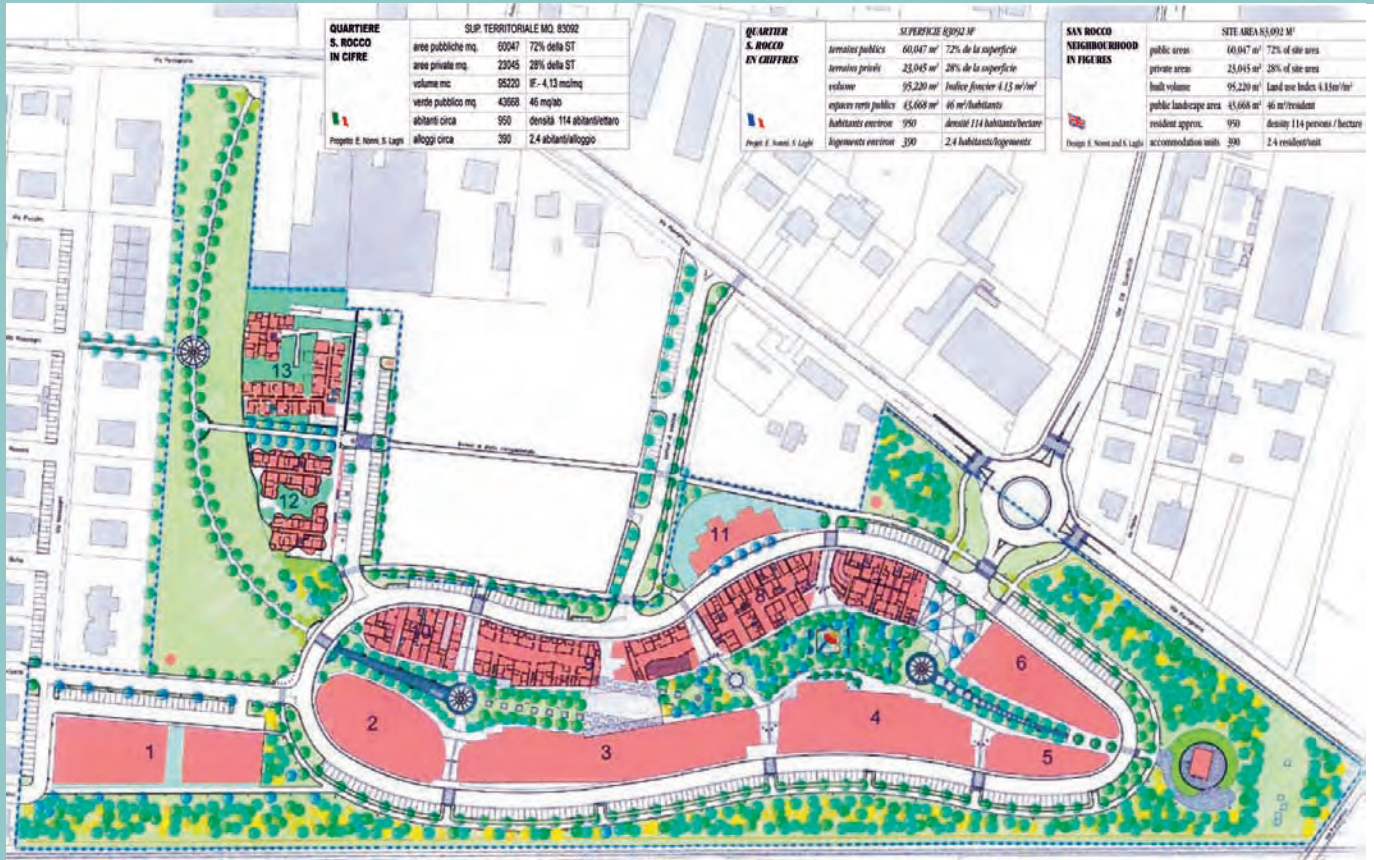
Il Comune di Faenza già con il Piano Regolatore del '98 si è distinto per la sensibilità ambientale nelle scelte urbanistiche vincendo nel 1999 il 1° premio ENEA per la tutela dell'ambiente, con la seguente motivazione «...per la considerazione e la promozione dei concetti di compatibilità energetico-ambientale... l'applicazione di tecniche bioclimatiche, l'adozione di procedure flessibili, l'innovazione del sistema incentivante... il conseguimento di importanti benefici in termini di qualità e benessere ambientale a favore di tutti i cittadini...».



Selezionato nel 2001 e presentato a Rotterdam alla «4° Biennale delle Città e degli urbanisti» è stato premiato a Parigi nel medesimo anno, con una menzione speciale, dal Consiglio Europeo degli Urbanisti per la elevata innovazione.

Nel 2003 nell'ambito della Fiera di Trieste ha ottenuto il 1° premio nazionale per le città maggiori di 50.000 abitanti per le coerenti strategie sullo sviluppo della bioarchitettura.

Nell'ambito del Bando pubblico «Contratti di Quartiere II» finanziato da Stato e Regione Emilia-Romagna, il Comune di Faenza si è aggiudicato una quota consistente dei finanziamenti, uno dei primi in Regione,



per la realizzazione di parte delle opere di urbanizzazione e di edifici destinati ad edilizia convenzionata.

Nel 2006 con l'approvazione del Progetto definitivo delle urbanizzazioni del quartiere residenziale S. Rocco contestualmente ai progetti definitivi dei primi 6 lotti edificabili, sono stati messi a Bando pubblico ed assegnati ad un consorzio di imprese i lavori che inizieranno entro il 2008.

Nel mese di agosto 2005 il Comune di Faenza è stato invitato, su segnalazione della Regione Emilia-Romagna dalla città di Pezenas (Francia) a partecipare ad un progetto europeo, inserito nel programma INTERREG III B – MEDOCC e denominato MED-Ecoquartiers, sul tema della realizzazione di nuovi quartieri conformi ai principi dello sviluppo sostenibile. Tra i partner presenti, francesi, spagnoli e greci. Il progetto si è concluso nella primavera del 2008 con un convegno internazionale ad Atene e proseguirà con la creazione di una «Rete» di città che perseguono la sostenibilità.

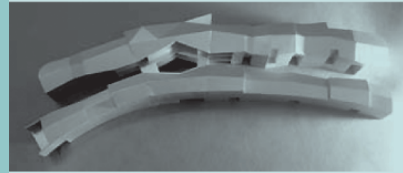
Obiettivo del progetto MED-Ecoquartiers è

inventare una metodologia comune per favorire la realizzazione di nuovi quartieri conformi ai principi della sostenibilità (urbanistica, edilizia, energia, mobilità, qualità della vita, attività, risorse naturali, patrimonio, paesaggio) nei paesi inclusi nell'area del Mediterraneo occidentale.

In questo senso il modello Faenza con le teorie e sperimentazioni che ha intrapreso dal 1998 ad oggi sul tema specifico dello sviluppo sostenibile, che sono confluite in realizzazioni concrete e progetti di biourbanistica già in fase di realizzazione, viene considerato un modello valido per tutti, utile alla creazione della metodologia comune per i paesi compresi nell'area del Mediterraneo.

*il Comune di Faenza,
con le sue realizzazioni
e progetti, è considerato un
modello di sviluppo sostenibile
per i paesi del Mediterraneo*





Ingegneri in Toscana *tra passato e futuro*

rubrica a cura di **Franco Nuti**

professore ordinario
di Architettura Tecnica
presso la Facoltà di Ingegneria
di Firenze



Carla Balocco

Ricercatore, per il settore di Fisica
Tecnica Ambientale,
presso il Dipartimento di Energetica
"Sergio Stecco" dell'Università
degli Studi di Firenze

Francesca Mini

Ingegnere Edile Junior
e collaboratrice di C. Balocco

prestazioni illuminotecniche della maxi-aula del palazzo di giustizia di Firenze

Premessa

In molti ambienti, specie quelli di lavoro, l'utilizzo della luce artificiale viene esteso alle ore del giorno in cui non sarebbe strettamente necessario. Questo perché al tema dell'illuminazione non viene ancora prestata sufficiente attenzione quando è invece noto che la spesa energetica di edifici ad uso scolastico ed uffici è costituita dal 50% dal consumo di elettricità legato all'uso di luci artificiali. Il risparmio energetico illuminotecnico è quello che coniuga l'eliminazione degli sprechi di energia con la quantità e la qualità della luce a disposizione nell'ambiente. Un progetto illuminotecnico basato sulla integrazione della luce naturale con quella artificiale potrebbe contribuire in modo molto importante sul risparmio energetico garantendo il benessere visivo e la qualità della percezione per gli occupanti. Inoltre nei luoghi di lavoro, un «ambiente luminoso» fortemente disomogeneo è spesso causa di disturbi visivi e scarsa possibilità di visione. In illuminotecnica tali disturbi vengono definiti dal parametro abbagliamento. Il vocabolario internazionale di illuminotecnica CIE [1] definisce abbagliamento «quella condizione visiva in cui si determina discomfort o riduzione della capacità di vedere oggetti significativi o entrambe le situazioni, a causa di una



Fig. 1 - Il Palazzo di Giustizia.
Vista da Nord-Est.

scorretta distribuzione di luminanze o di eccessivi contrasti di luminanza che si verificano nello spazio o nel tempo». Vengono identificate due forme di abbagliamento: quella associata al disturbo *disability glare*, che impedisce la visione di oggetti o dettagli, senza necessariamente comportare discomfort; l'abbagliamento molesto *discomfort glare*, che causa discomfort senza necessariamente impedire la visione di oggetti o dettagli. Il controllo delle luminanze prodotte sia dalle sorgenti primarie di luce, sia dalle superfici presenti in ambiente, risulta quindi essenziale per garantire condizioni ottimali di visibilità, soprattutto in presenza di superfici speculari o semi diffuse. Le recenti disposizioni di legge sulla tutela della salute nei luoghi di lavoro, europee e nazionali, hanno conferito al tema dell'illuminazione un'importanza maggiore rispetto al passato. La disponibilità di apparecchiature sempre più efficienti, oltre che di innovativi metodi di rilevazione e valutazione, rende possibili indagini fotometriche nei posti di lavoro molto dettagliate ed attendibili, utilizzabili sia ai fini di una migliore interpretazione dei segni e sintomi riferiti dai lavoratori esposti, sia per una mirata attuazione di interventi di prevenzione primaria. Pertanto un corretto progetto illuminotecnico risulta cruciale ai fini di garantire la qualità della visione, la possibilità di svolgere diversi compiti visivi all'interno dell'ambiente, sia in campi statici che dinamici, la sicurezza dei lavoratori esposti a diversi flussi luminosi, la qualità e l'efficacia della percezione contemporaneamente all'uso corretto dell'energia e quindi alla riduzione dei consumi.

Questo articolo è incentrato sugli aspetti della qualità ambientale e del risparmio energetico, attraverso la progettazione di un sistema di illuminazione per un particolare ed emblematico ambiente del nuovo Palazzo di Giustizia di Firenze. La soluzione illuminotecnica proposta sfrutta al massimo la luce naturale e regola in modo adeguato quella arti-

ficiale attraverso l'uso di sensori, per l'integrazione tra le due fonti di luce. Realizzare progetti illuminotecnici, che mirano alla qualità luminosa dello spazio, alla qualità della percezione e della visione, insieme alla riduzione dei consumi di energia, è anche un passo fondamentale per la sostenibilità energetica e per la tutela dell'ambiente.

I - Il Nuovo Palazzo di Giustizia di Firenze

«Lo spazio in cui si è esercitata la giustizia ha sempre avuto caratteristiche sue proprie. Vorremmo definire questo spazio come "sacrale", nel senso etimologico della parola, in quanto giudice ed imputato, pubblico ministero ed avvocati, parte civile e pubblico sono elementi di un dramma in cui una parte sacrifica ed una parte è sacrificata [2], non spazi privatizzati, anche se privatizzati dalla giustizia, ma spazi aperti dove la giustizia mostra agli altri, ma anche a se stessa, la legittimità e responsabilità del proprio operato» [2].

Questa è stata l'impostazione teorico-concettuale dell'architetto Leonardo Ricci, da cui, in collaborazione con l'architetto Maria Grazia Dell'Erba, ha preso vita l'idea originaria del nuovo Palazzo di Giustizia di Firenze, un edificio complesso ed articolato,

sia nella composizione architettonica, sia nella logica funzionale (figg. 1, 2). Qui si sviluppano percorsi, funzioni e svariati collegamenti che corrono e s'intrecciano in un edificio costituito da 15 corpi di fabbrica, per un totale di oltre 128.000 m² di superfici utili lorde, con quasi 550.000 m³ di volume. Per avere un'idea, basta pensare che questa struttura per dimensione e complessità, rappresenta, in Italia, uno dei più importanti interventi nel campo dell'edilizia giudiziaria degli ultimi decenni.

È all'interno di questa maestosità volumetrica che trova posto un ambiente architettonico particolare ed interessante da un punto di vista illuminotecnico: la maxi-aula.

sfruttamento della luce naturale e regolazione di quella artificiale come soluzione per la qualità ambientale e il risparmio energetico



Fig. 2 - Il Palazzo di Giustizia. Vista da Sud-Ovest.

2 - L'aula per maxi processi

Situata nell'angolo a sud dell'edificio, la maxi-aula per udienze si trova a cavallo tra due blocchi architettonici, suddivisi da un lucernario che attraversa trasversalmente tutta l'aula (fig. 3). Le caratteristiche volumetriche ne fanno un ambiente estremamente particolare ed immediatamente riconoscibile anche attraverso un semplice sguardo della maestosa planimetria d'insieme. La forma evoca, nell'immaginario collettivo, quella di una chiesa, con ampia navata centrale, atta ad accogliere coloro che assistono ai processi, tre celle attigue per ospitare gli imputati, laterali come spettatori secondari, eppure protagonisti di tutta la scena, ed infine un elemento absidale in cui saranno collocate le figure della giustizia, acquisendo così quell'aura di sacralità, intimamente insita nella filosofia che ha ispirato l'architetto progettista.

Circa 700 m² di superficie per 2500 m³ di volume, si articolano a formare un ambiente complesso ma coerente nell'impostazione globale dell'intero edificio.

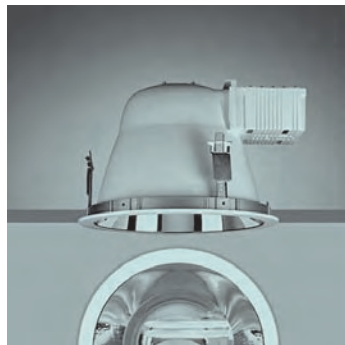


Fig. 4 - Zumtobel - Panos. Apparecchio.

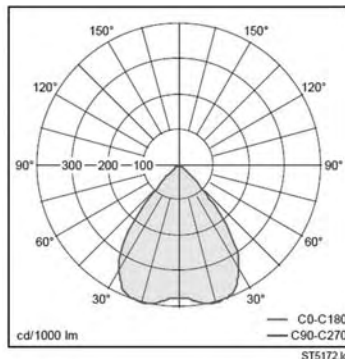
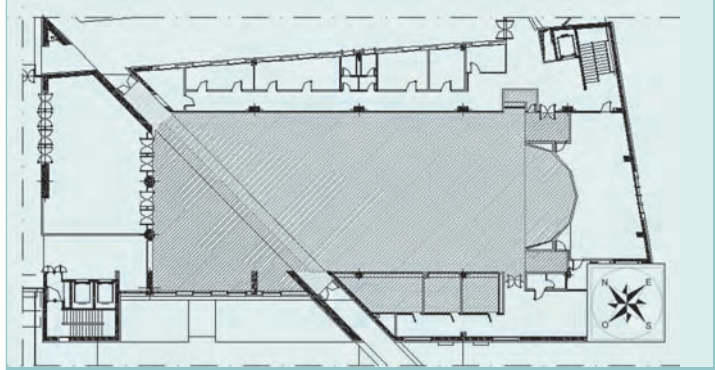


Fig. 5 - Zumtobel - Panos. Curva fotometrica.

Fig. 3 - Planimetria quota +3.00 m s.l.m. Individuazione delle zone.



È da queste premesse che nasce il filo conduttore di uno studio critico dello stato di fatto per quanto concerne l'aspetto illuminotecnico, da cui prende le mosse una proposta migliorativa di riqualifica, nella convinzione che l'effetto ottenuto con la luce renda la progettazione stessa degli ambienti sia interpretativa, creando nuove relazioni e nuovi equilibri, sia alternativa valida anche alle modifiche strutturali ed architettoniche, specie se miranti alla qualità della visione e della percezione ed alla tutela e sicurezza degli occupanti.

3 - Analisi dello stato di fatto

L'impianto illuminotecnico della maxi-aula, allo stato di fatto, è affidato, in gran parte, ai prodotti Zumtobel, produttore leader internazionale di soluzioni illuminotecniche per ogni settore applicativo [3, 4]. È importante sottolineare che si definisce «stato di fatto» la prima fase di progettazione dell'ambiente della maxi-aula, che concerne anche le solu-

Caratteristiche	PANOS 2xTC-DEL/26W
Tipologia	Fluorescenti
Flusso luminoso	3600 lm
Classe di resa del colore	1B
Colorazione	840
Temperatura di colore	4000 K
Efficienza	70 lmW ⁻¹

Tab. 1 - Panos. Caratteristiche fotometriche.

Partizioni	R_w' [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]
Muratura H	46	-	-
Muratura F	53	-	-
Pilastri	69	-	-
Setti (1)	66	-	-
Setti (2)	48	-	-
Setti (3)	-	84	-
Muratura I	-	52	-
Solaio copertura	-	45	103
Solaio interpiano	-	-	112

Ambiente	T_{60} [s]
Maxi-aula	2.12

Partizioni	U_w [W m ⁻¹ K ⁻¹]	U_o [W m ⁻¹ K ⁻¹]
Finestre F58	1.87	-
Lucernario	1.76	-
Muratura I	-	0.21
Solaio copertura	-	0.15

zioni illuminotecniche adottate, la distribuzione e le tipologie degli apparecchi scelti dopo le molteplici soluzioni e modifiche progettuali. Alcuni degli apparecchi che caratterizzano il progetto illuminotecnico di quest'ambiente poliedrico e multiforme sono i *Lightfields*, lampade fluorescenti poste ad illuminare la parte d'ingresso all'aula, gli *Slotlight*, strisce luminose mono-lunghezza assunte come elemento decorativo, i *Panos*, apparecchi da incasso posti lungo il perimetro della parte absidale. Nelle figg. 4 e 5 ed in tab. 1 si mostrano le tipologie delle lampade e le loro caratteristiche fotometriche. Poichè il benessere visivo e la percezione sono strettamente legati al benessere termoisometrico ed acustico, in quest'ottica è stata condotta una valutazione di massima per verificare le condizioni di accettabilità dell'ambiente da parte degli occupanti. Dal punto di vista acustico, sulla base del confronto tra valori limite e valori di progetto, calcolati in conformità alle vigenti normative [5, 6, 7], sono stati valutati i requisiti ac-

stici passivi (tab. 2) ed il tempo di riverbero (tab. 3). Non tutte le partizioni soddisfano i valori limite imposti dalla normativa vigente. Per quanto riguarda il tempo di riverbero esso non è garantito per i diversi ambiti dell'aula. Molto probabilmente ciò è dovuto al fatto che l'analisi è stata condotta senza tener conto degli arredi e delle persone (dati peraltro non forniti in questa prima fase del progetto) che diminuirebbero in maniera importante il tempo di riverberazione calcolato nell'ambiente nudo.

In ambito termoisometrico, la qualificazione energetica dei nuovi edifici viene condotta, in sede progettuale, attraverso la determinazione del fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale (EPci) [8]. Nel caso in esame, calcolare l'EPci, non avrebbe avuto significato fisico, dato che l'oggetto di studio non è l'intero edificio, ma un ambiente. Per questo si è deciso di verificare le sole trasmittanze dei singoli elementi (tab. 4): tali valori sono conformi ai limiti imposti dalla normativa al 2010 per la zona climatica di Firenze. La potenza massima di progetto in regime di condizionamento invernale, per il solo ambiente studiato, risulta essere 36 kW, tenuto conto di tutti i ponti termici [9, 10], di un numero di ricambi orari pari a 6 vol h⁻¹ e di un recupero di calore sulla ventilazione del 70%. Tenuto conto che si tratta di un singolo ambiente il valore del carico di picco invernale è piuttosto alto.

Tab. 2 - Requisiti acustici passivi delle partizioni.

Tab. 3 - Tempo di riverbero.

Tab. 4 - Trasmittanza delle partizioni.





4 - Modellazione e simulazione illuminotecnica. Stato di fatto

La modellazione e simulazione illuminotecnica è stata effettuata per mezzo di un software commerciale [11]. È stato quindi realizzato un modello tridimensionale dell'ambiente (fig. 6) grazie ai dati cartacei ed in formato digitale forniti dallo studio tecnico *GPA Ingegneria* di San Giovanni Valdarno (Arezzo). Per ridurre i tempi di calcolo, contenere le dimensioni del modello architettonico dell'ambiente, in conformità alle prestazioni del computer utilizzato presso il Laboratorio di Fisica Tecnica Ambientale del Dipartimento di Energetica, garantendo comunque una buona risoluzione e qualità della griglia, è stato necessario definire un modello architettonico 3D semplificato dell'ambiente.

Ogni materiale che caratterizza superfici e finiture interne dell'aula è stato definito in base alle sue caratteristiche termofisiche, ottiche e fotometriche, nonché di colore. In particolare dal punto di vista colorimetrico, è stato utilizzato il modello di colore HSV [12, 13, 14], correggendo le correlazioni di base del modello RGB in quanto restituisce la percezione del colore propria dell'occhio umano. Per quanto riguarda le proprietà termofisiche, ottiche e fotometriche, attribuite ai diversi materiali e superfici, si è fatto riferimento a quanto fornito dalla letteratura e dalle stesse ditte produttrici.

Per i vetri camera degli infissi esterni è stato necessario calcolare l'indice di trasmissività, cioè la quantità di energia assorbita che passa, come radiazione luminosa, attraverso il vetro in funzione dell'angolo di incidenza della radiazione solare, dell'orientamento ed inclinazione della superficie.

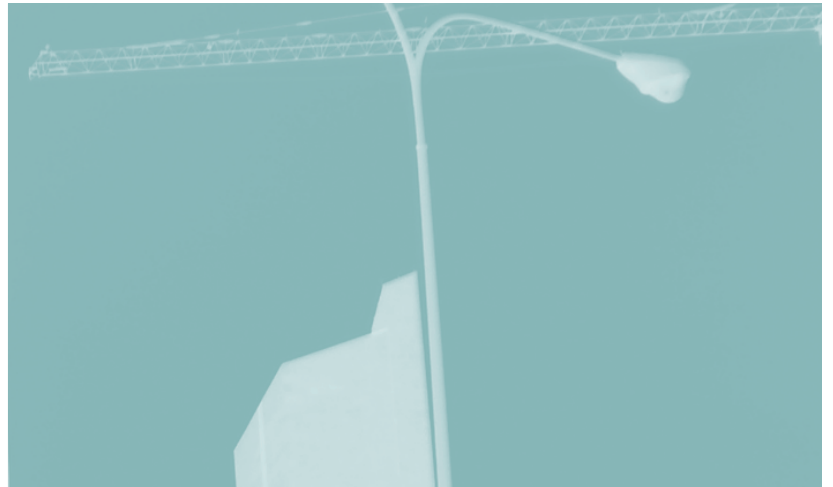
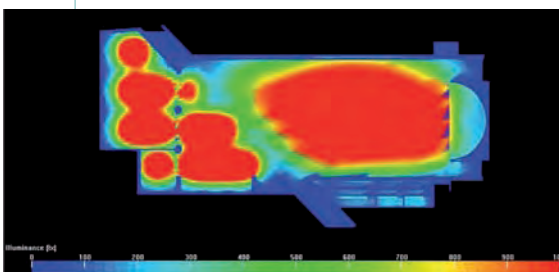
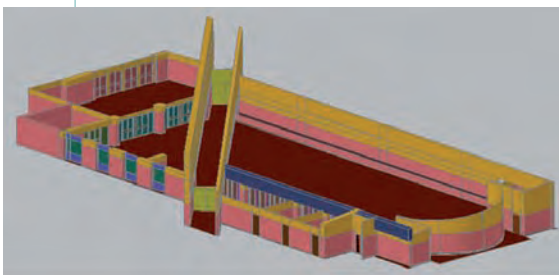
La simulazione della luce all'interno dell'ambiente prevede la simulazione della luce naturale e di quella artificiale [15, 16, 17, 18]. Per quanto riguarda la simulazione della luce naturale, il modello 3D dell'ambiente è stato collocato geograficamente in funzione della latitudine $43^{\circ} 48' 40''$ Nord e longitudine $11^{\circ} 15' 59''$ Est, con angolatura dell'asse trasversale di simmetria rispetto al Nord. Dati necessari per determinare l'Azimut e l'altezza del sole. È stata modellata la luminosità del cielo, in riferimento ai LEIM (Local External Illuminance Models) ed al modello di cielo standard CIE (Commission International de l'Enclerage) [12, 13]. Poiché i LEIM sviluppati in paesi nordici sotto-stimano il clima luminoso italiano è stato necessario valutare la diversa luminosità del cielo per le diverse stagioni. In particolare modo si è proceduto a definire per la stagione invernale un modello di cielo coperto, con luminosità esterna uniforme, dipendente dalla latitudine, mentre per la stagione estiva è stato utilizzato un modello di cielo sereno.

illuminare non significa solo inviare un flusso luminoso, ma garantire la qualità della visione e della percezione

Per quanto riguarda la luce artificiale, le varie lampade sono state introdotte nel modello tramite la modellazione e simulazione di specifici *luminaires*, oggetti aventi le stesse caratteristiche dei reali corpi illuminanti.

Le simulazioni condotte si differenziano in tre fasi; dapprima si è considerata la sola illuminazione naturale, poi la sola artificiale, ed infine, entrambe contemporaneamente. In questo modo è stato possibile valutare i singoli apporti dovuti alla luce naturale e a quella artificiale, controllando la qualità luminosa dello spazio interno.

La simulazione della luce naturale è stata condotta per i giorni tipo dell'anno. Per il periodo estivo è stato considerato il 21 giugno con condizioni di cielo sereno, nell'orario di apertura degli uffici (ore 9.00), nel momento più caldo del giorno (elaborando i dati climatici orari dell'Anno Tipo per Firenze [19] è risultato alle ore 14.00), ed infine quando l'intensità della radiazione solare e la temperatura dell'aria esterna sono più basse in valore (ore 17.00). Per il periodo invernale si è considerato il solstizio d'inverno, 21 dicembre: in questo caso, mentre si sono considerati gli stessi orari di utilizzo dell'ambiente, si è fatto riferimento sia al modello di cielo coperto che di cielo sereno per tener conto delle giornate invernali in cui l'atmosfera risulta particolarmente tersa e quindi il contributo della radiazione solare diretta è prevalente su quello della diffusa.



Per l'illuminazione artificiale, ovviamente la simulazione ha considerato un unico caso, mentre per l'analisi della commistione di luce naturale con quella artificiale, si è scelto di simulare i momenti della giornata in cui l'intensità della luce naturale è particolarmente bassa e quindi la luce artificiale deve fornire una corretta integrazione (durante il solstizio invernale, con cielo coperto).

5 - Analisi dei risultati. Stato di fatto

La valutazione critica dei risultati ottenuti muove, essenzialmente, dalla considerazione che illuminare un ambiente per un certo compito visivo, non significa solo inviare in un locale un certo flusso luminoso, ma significa invece garantire, in funzione della destinazione d'uso, la rispondenza ai parametri illuminotecnici che incidono sulla qualità della visione e della percezione.

La valutazione delle prestazioni visive in ambiente scaturisce dal confronto tra valori limite e valori di progetto. I primi ricavati in conformità alle normative UNI [20, 21, 22, 23] ed i secondi calcolati direttamente sul modello, in seguito alla simulazione. I risultati, ottenuti attraverso la simulazione, riguardano la distribuzione d'illuminamento (fig. 7) e della luminanza all'interno del locale: per i diversi periodi dell'anno mostrano una distribuzione uniforme dei livelli di illuminamento in tutto l'ambiente con valori non sempre rispondenti alle prescrizioni di normativa.

Fig. 6 - Modellazione geometrica 3D.

Fig. 7 - Distribuzione dell'illuminamento - pianta. Sola illuminazione artificiale - stato di fatto.

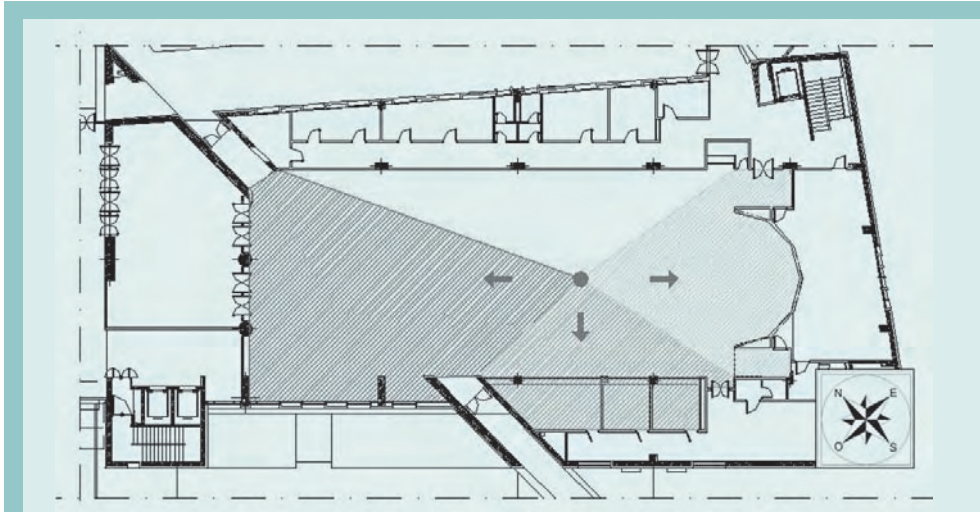


Fig. 8 - Individuazione delle viste.

È stato necessario verificare la distribuzione della luce naturale all'interno dell'ambiente in riferimento ai parametri suggeriti dalla normativa [21], quali il fattore medio di luce diurna ed il fattore puntuale di luce diurna. Per quanto riguarda la valutazione dell'uniformità nella distribuzione della luce, nonché della quantità e della qualità dell'illuminazione ottenuta anche attraverso la commistione della luce naturale con quella artificiale, la vastità dell'ambiente e la varietà di funzioni che ospita hanno costretto a rinunciare ad una valutazione globale, in favore di una più accurata suddivisione dell'aula in zone (fig. 3, campiture a colori). Per ognuna di esse la normativa suggerisce valori limite e requisiti prestazionali diversi che sono stati

Zona	$E_{ottimale}$ [lux]	E_m calcolato [lux]
Zona 1	300	889
Zona 2	200	53
Zona 3	100	13
Zona 4	500	501
Zona 5	100	71

Tab. 5 – Illuminamento allo stato di fatto.



quindi confrontati con quelli calcolati per mezzo della simulazione. Per determinare la distribuzione dell'illuminamento, delle ombre e l'uniformità delle luminanze, nonché i valori puntuali di queste grandezze, sono stati modellati alcuni sensori virtuali in funzione della fittezza e densità della griglia di calcolo.

Per la valutazione delle luminanze ad ognuna di queste zone sono state associate diverse viste (fig. 8, campiture a colori), cioè visuali o percezioni d'insieme a cui un osservatore (cerchietto rosso in figura), considerato in piedi, risulta generalmente sottoposto, e su queste è stato basato il confronto tra valori ottimali e valori calcolati. I risultati mostrano in ambiente:

bassa intensità e disuniformità della distribuzione della luce naturale, dovuta ad una scarsa presenza di aperture vetrate ed una posizione del lucernario incassato fra il parapetto della copertura gradinata dell'aula e la parete verticale esterna del blocco adiacente, tale da non fornire nemmeno minimi contributi all'illuminamento naturale interno; illuminamenti dovuti alla sola luce artificiale troppo alti in valore e disomogenei (tab. 5); una distribuzione delle luminanze, anche in presenza di commistione tra luce naturale ed artificiale, disuniforme tale da creare fenome-

ni di abbagliamento ed in diverse zone eccessivo contrasto riducendo, sotto il limite minimo, il valore del fattore di resa del contrasto. Da queste considerazioni è scaturita la necessità di una proposta di riqualificazione.

6 - Proposta di riqualificazione illuminotecnica

Il progetto illuminotecnico di riqualificazione si basa sul controllo della luce e quindi del suo uso qualitativo e quantitativo. Ciò ha permesso di conservare la maggior parte degli apparecchi illuminanti, valutando la quantità, la loro disposizione ed il puntamento.

Le lampade *Lightfields* vengono mantenute nella parte d'ingresso all'aula. Tuttavia l'ottica a micro piramidi e il flusso di notevole intensità fanno sì che, per l'ampiezza e la conformazione del locale, le apparecchiature predisposte per lo stato di fatto siano eccessive. Per questo il loro numero è stato notevolmente ridotto, mantenendo la disposizione in file singole e parallele, per garantire un'illuminazione diffusa. Le strisce luminose *Slotlight* acquistano nella soluzione proposta un ruolo chiave, in quanto si prevede di accenderle soltanto in assenza di luce naturale. Infatti nelle ore diurne, in condizioni di cielo sereno e coperto, è previsto che la luce naturale in ambiente sia introdotta dai tubi di luce.

Fig. 9 - Zumtobel - Ledos B, apparecchio.

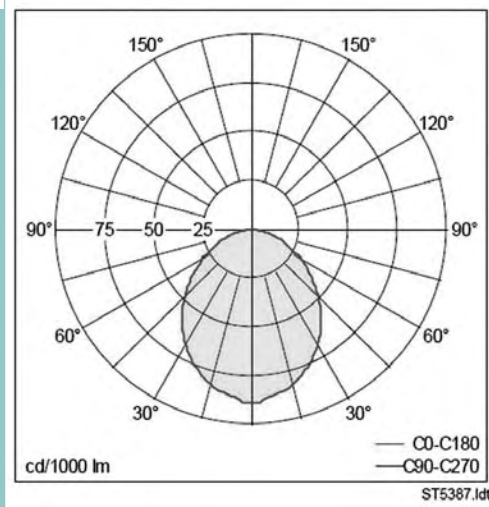


Fig. 10 - Zumtobel - Ledos B, curva fotometrica.

i risultati della simulazione:
bassa intensità e disuniformità
della distribuzione
della luce naturale



Fig. 11 - *InfinityMotion* - *Solamaster 21-C*, l'apparecchio.

Nell'abside, parte terminale dell'aula, si utilizzano gli apparecchi *Panos*, già presenti allo stato di fatto. Poiché l'abside molto probabilmente ospiterà il tavolo della corte, si è dovuto aumentarne il numero, anche perché, già allo stato di fatto, i livelli d'illuminamento registrati in questa zona sono risultati troppo bassi in relazione al compito visivo richiesto. La disposizione radiale degli apparecchi segue l'andamento del volume semi-cilindrico dell'abside, e vuole coprire in maniera più uniforme tutto il controsoffitto. Il risultato in termini di percezione dal basso, nella zona del controsoffitto, è quella di una superficie costellata di punti luminosi circolari.

Ma le due novità introdotte nella proposta sono la disposizione ed il puntamento degli apparecchi *Solamaster* e *Ledos B*. *Ledos B* è un apparecchio da incasso di forma rotonda con unità LED integrata, caratterizzato da un'efficienza elevata pur avvalendosi della tecnologia LED (figg. 9, 10 e tab. 6). Questo prodotto trova la sua collocazione a pavimento, nei corridoi sottostanti il grande lucernario trasversale, che rappresenta un caso illuminotecnico particolare. L'analisi dello stato di fatto ha evidenziato come queste zone siano altamente illuminate durante il giorno, mentre siano totalmente buie e non ricevano nessun contributo di illuminazione indiretta, in particolare quando, all'esterno, la luce del sole è completamente assente.

nessun aumento delle aperture
vetrate per il rispetto
del progetto architettonico:
la luce naturale entra grazie
alla tecnologia Solatube

È proprio con questo apparecchio che si sopperisce all'esigenza di avere:
una luce dimmerabile, così da integrare quella naturale che proviene dal lucernario e variabile nell'arco della giornata;
un prodotto applicabile a pavimento anziché a soffitto, dato che questo è interamente occupato dal lucernario;
una luce che sottolinei l'andamento del corridoio per accompagnare il visitatore e segnare il percorso interno, in funzione dei tempi di adattamento dell'occhio nell'attraversare zone con diversi livelli di luminanza;
un apparecchio che sia caratterizzato da una lunghissima durata di vita, così da minimizzare i costi di manutenzione.

Infine ci si avvale della tecnologia Solatube tramite il prodotto *Solamaster 21-C* (fig. 11 e tab. 7), che risponde alla necessità di incrementare la luce naturale in ambiente come è emerso dalla valutazione dei risultati ottenuti per lo stato di fatto. Si è volutamente scartata l'ipotesi di aumentare il numero o le dimensioni delle aperture vetrate, sia verticali sia orizzontali, per conservare e rispettare l'intero progetto architettonico dell'aula.

Caratteristiche	SOLAMASTER 21-C
Tipologia	Tubi di luce
Flusso luminoso massimo (Roma)	19687 lm
Flusso luminoso minimo (Roma)	5110 lm
Flusso luminoso medio (Roma)	10883 lm
Classe di resa del colore	1A
Efficienza	79%

Tab. 7 - *Solamaster 21-C* - caratteristiche fotometriche.

La soluzione trovata è fornita dai tubi di luce: tecnologia che permette di trasportare luce naturale in ambiente, tramite un sistema di calotte captatrici e veri e propri condotti, che terminano con diffusori all'interno dell'aula, sfruttando il principio delle riflessioni multiple.

Non è stato possibile illuminare con i tubi di luce la maggior parte delle zone studiate, ma solo la parte centrale e le celle che presentano un solaio superiore che fa anche da copertura ed un controsoffitto privo di impianti nonché di quelli finalizzati al condizionamento dell'aria.

Il sistema *Solamaster* scelto, soddisfa la necessità di avere:

una maggior quantità ed una migliore distribuzione di luce naturale in ambiente;

un flusso luminoso uniformemente costante ed alto in valore anche con cielo nuvoloso (grazie al riflettore *LightTracker*, incorporato nella calotta captatrice), che può essere regolato tramite deflettori a farfalla *Daylight dimmer*;

un grande risparmio energetico dovuto ovviamente all'assenza di assorbimenti elettrici, ma anche all'assenza di calore sensibile addotto all'ambiente da asportare con l'impianto di condizionamento, non solo in estate, ma in funzione delle affluenze (della quantità di calore sensibile e latente degli occupanti) e del numero degli apparecchi accesi.

maggior quantità e migliore distribuzione di luce naturale e un grande risparmio energetico sono i risultati della riqualificazione

7 - Analisi dei risultati e conclusioni

I risultati ottenuti in termini di renders (figg. 12, 13, 14, 15) sono importanti e significativi della differente distribuzione della luce tra stato di fatto e stato di progetto: è evidente la migliore distribuzione della luce all'interno della maxi-aula così come la sua uniformità. La maggior quantità e distribuzione di luce naturale, i livelli d'illuminamento più adeguati e meglio distribuiti, l'equilibrio delle luminanze, l'assenza di fenomeni di abbagliamento evidenziano la correttezza della soluzione proposta che ha tenuto conto anche dei consumi energetici connessi (figg. 16, 17). Peraltro, allo scopo di controllare la qualità dell'illuminazione della soluzione proposta, è stata valutata la tonalità della luce in modo che il suo bilanciamento potesse far risaltare i colori e le sfumature dei diversi materiali (fig. 15). Dal punto di vista dei costi, la soluzione proposta comporterebbe una spesa superiore (€ 40.180 invece di € 38.200 stimati per lo stato di fatto), giustificata da un miglioramento delle condizioni illuminotecniche interne a beneficio della visione e percezione degli occupanti. D'altra parte sarebbe possibile recuperare gran parte del capitale inizialmente investito, in pochi anni, grazie alla minor quantità di energia assorbita dagli apparecchi ed alle minori spese legate alla manutenzione. Proprio a proposito dei consumi di energia è doveroso sottolineare che, ad oggi, gran parte delle fonti primarie sono destinate a produrre energia elettrica per l'illuminazione. È evidente come un progetto



Fig. 12 - Render - vista 1.
Stato di fatto.

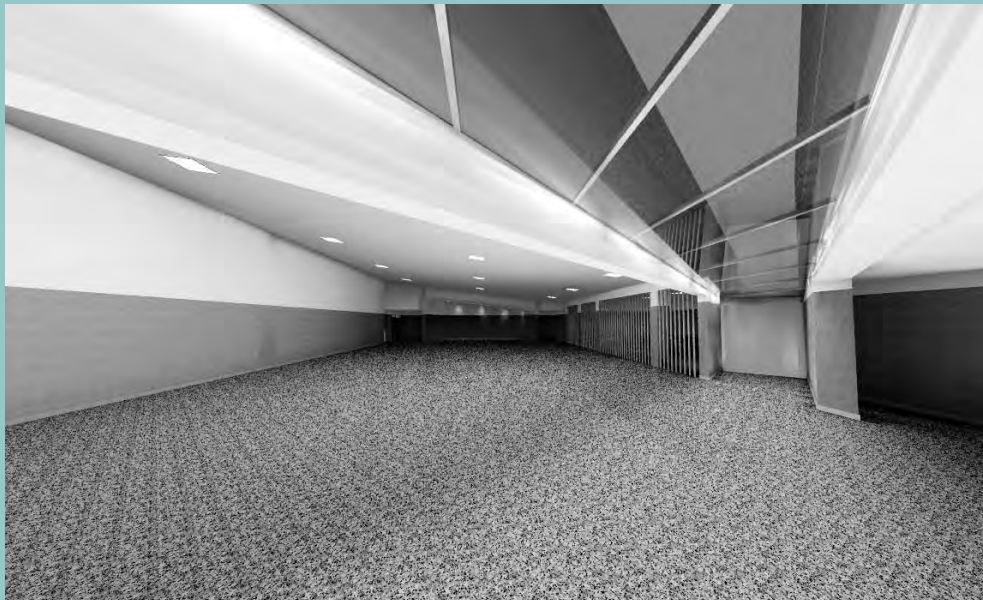


Fig. 13 - Render - vista 1.
Stato di progetto.

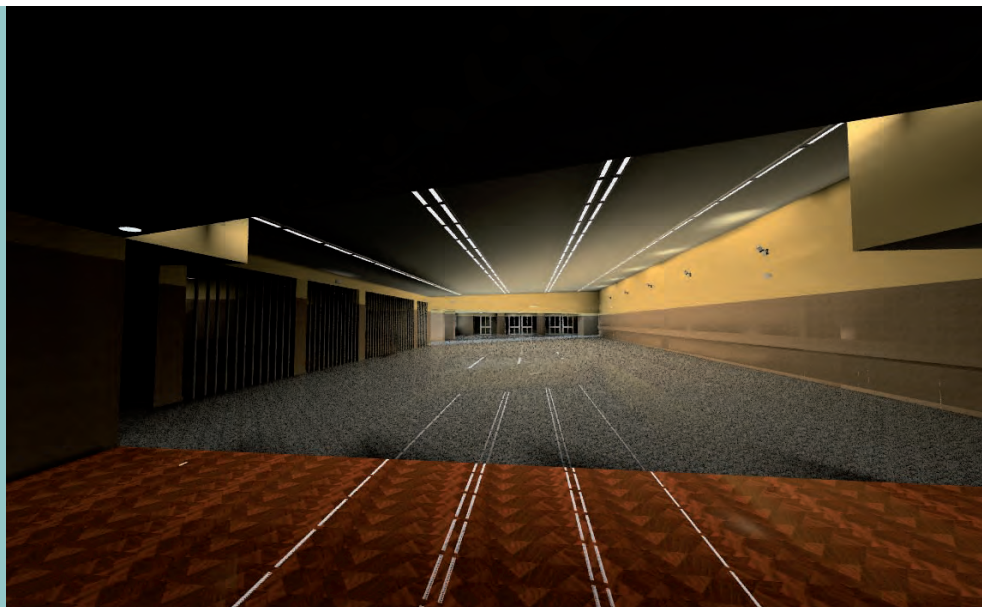


Fig. 14 - Render - vista 2.
Stato di fatto.

illuminotecnico che impiega prevalentemente luce naturale e quindi una corretta commistione con quella artificiale, permetta di dimezzare questi costi, non solo perché si riduce la quantità di energia elettrica utilizzata, ma anche perché l'illuminazione naturale fornisce una minore quantità di calore per flusso luminoso prodotto, rispetto a quella artificiale. È in questa ottica che si è ritenuto importante suggerire una proposta di riqualificazione illuminotecnica che permettesse di ridurre i costi ed il consumo dell'energia, garantendo la qualità luminosa dell'ambiente ed il benessere, nonché la sicurezza, degli occupanti.



Fig. 15 - Render - vista 2.
Stato di progetto.

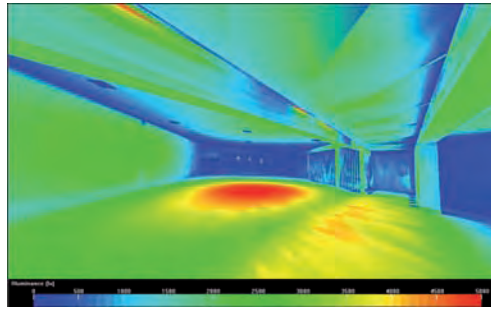


Fig. 16 - Distribuzione dell'illuminamento - vista 1, 21 dicembre ore 10.00, commistione di luce naturale ed artificiale. Stato di fatto.

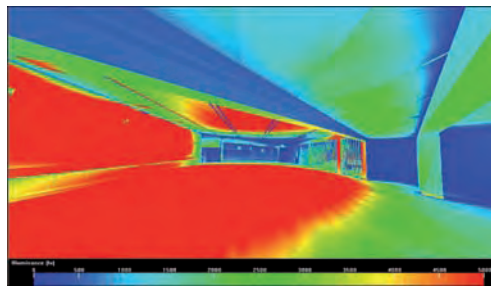


Fig. 17 - Distribuzione dell'illuminamento - vista 1, 21 dicembre ore 10.00, commistione di luce naturale ed artificiale. Stato di progetto.

Bibliografia

- [1] C.I.E., *International Lighting Vocabulary*, pubblicazione n. 17, 1970.
- [2] GPA INGEGNERIA, *Relazione tecnica sul Palazzo di Giustizia*, San Giovanni Valdarno (Ar) 2000.
- [3] ZUMTOBEL, *Cataloghi*.
- [4] D. SCULLINO, *Il led e l'illuminazione*, Sandit libri, Albino (Bg) 2007.
- [5] Legge 26/10/1995, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 254, 30/10/1995.
- [6] D.P.C.M. 5/12/97, *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*.
- [7] D.P.C.M. 14/11/97, *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*.
- [8] D.L.G.S. 3/11/2006, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*.
- [9] UNI EN ISO 14683, aprile 2001, *Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento*.
- [10] UNI EN ISO 10211-1 *Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo*.
- [11] LIGHTSCAPE 3.2, *Software and Manuals*.
- [12] PALLADINO P., *Manuale di illuminazione*, Tecniche Nuove, Milano 2005.
- [13] FORCOLINI G., *Lighting*, Hoepli, Milano 2004.
- [14] FROVA A., *Luce, colore e visione*, Rizzoli, Roma 2006.
- [15] TORRICELLI M. – SALA M. – SECCHI S., *La luce del giorno – Daylight*, Alinea, Firenze 1995.
- [16] RAVIZZA D., *Architetture in luce*, Franco Angeli, Milano 2006.
- [17] MONCADA LO GIUDICE G. – DE LIETO VOLLARO A., *Illuminotecnica*, CEA, Milano 1999.
- [18] BONOMO M., *Teoria e tecnica dell'illuminazione d'interni*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna 2008.
- [19] ALABISIO M. – SIDRI R., *Gestione archivio Anno Tipo*, ENEL CRTN, Milano 1985.
- [20] UNI EN 12464-1:2004, *Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni*.
- [21] UNI 10380:1994, *Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale*.
- [22] UNI EN 10840:2007, *Luce e illuminazione – Locali scolastici – Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale*.
- [23] UNI 10530:1997, *Principi di ergonomia della visione – Sistemi di lavoro e illuminazione*.



Ringraziamenti

Si ringraziano lo studio *GPA Ingegneria* di San Giovanni Valdarno (Arezzo) e la società *INSO* per il materiale di base concernente il Palazzo di Giustizia, su cui si è sviluppato tutto il lavoro, e le preziose consulenze tecniche. Altrettanto indispensabili sono stati gli apporti professionali ricevuti dalle case produttrici degli apparecchi illuminotecnici utilizzati, *Zumtobel* ed *InfinityMotion*, per le numerose delucidazioni e l'abbondante materiale fornitoci.