



Il concetto di zona di mescolamento nella gestione dei corsi d'acqua

PAGINA 3



L'attrito nel controllo strutturale passivo mediante sistemi innovativi di protezione sismica

PAGINA 10



L'ospedale pediatrico del III millennio: i bambini non sono pazienti. Il Castello Incantato delle Cure

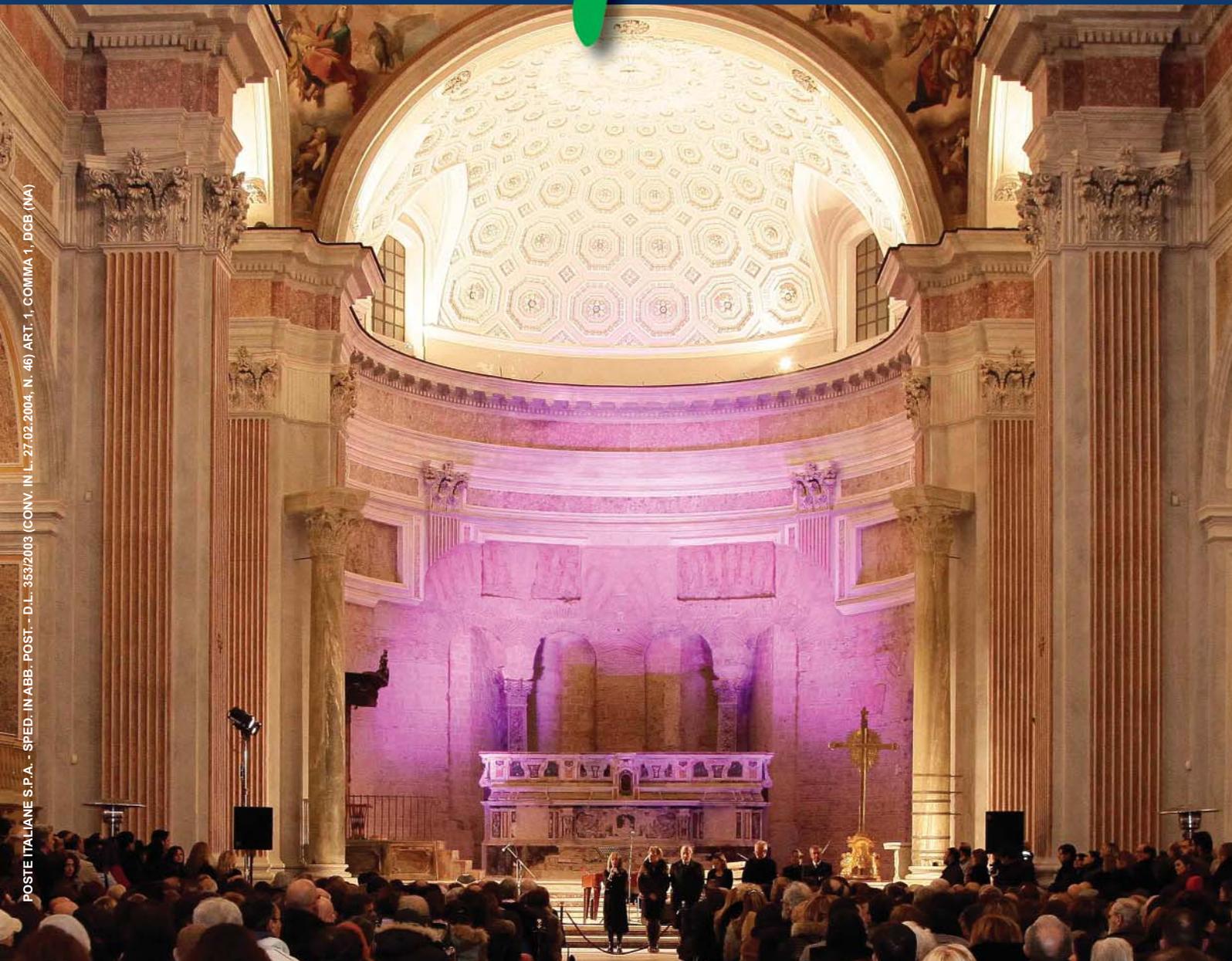
PAGINA 23

ISSN 2038-4742

numero 1  
gennaio-febbraio 2012

Notiziario dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli

# Ingegneri NAPOLI



POSTE ITALIANE S.P.A. - SPED. IN ABB. POST. - D.L. 353/2003 (CONV. IN L. 27.02.2004, N. 46) ART. 1, COMMA 1, DCB (NA)

# SOMMARIO



# Ingegneri Napoli

gennaio-febbraio  
2012

## Qualità delle acque

Il concetto di zona di mescolamento  
nella gestione dei corsi d'acqua

**pag. 3**

## Sicurezza

L'attrito nel controllo strutturale  
passivo mediante sistemi innovativi  
di protezione sismica

**pag. 10**

## Progettazione

L'ospedale pediatrico del III millennio:  
i bambini non sono pazienti.  
Il Castello incantato delle cure

**pag. 23**

## Abusivismo edilizio

Considerazioni  
su alcuni abusi edilizi

**pag. 29**



In copertina: l'interno della Basilica di San Giovanni Maggiore Pignatelli. Foto di Giovanni Genova - Soprintendenza per i beni architettonici, paesaggistici, storici, artistici ed etnoantropologici per Napoli e provincia.

**gennaio-febbraio 2012**

Bimestrale di informazione a cura del Consiglio dell'Ordine

### **Editore**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli

**Direttore editoriale:** Luigi Vinci

**Direttore responsabile:** Armando Albi-Marini

**Redattori capo:** Edoardo Benassai,  
Pietro Ernesto De Felice, Mario Pasquino

Direzione, redazione e amministrazione  
80134 Napoli, Via del Chiostro, 9  
Tel. 081 5525604 – Fax 081 5522126  
www.ordineingegnerinapoli.it  
segreteria@ordineingegnerinapoli.it  
c/c postale n. 25296807

**Comitato di redazione:** Luigi Vinci, Paola Marone,  
Nicola Monda, Eduardo Pace, Marco Senese,  
Annibale de Cesbron de la Grennelais, Giovanni Esposito,  
Paola Astuto, Francesco Paolo Capone, Fabio De Felice,  
Renato Iovino, Andrea Lizza, Giovanni Manco,  
Salvatore Vecchione, Eduardo Sgro'

**Coordinamento di redazione:** Claudio Croce

**Progetto grafico e impaginazione:**  
doppiavoce

**Stampa:** Officine Grafiche Francesco Giannini & Figli s.p.a.  
Via Cisterna dell'Olio, 6/B – 80134 Napoli

Reg. Trib. di Napoli n. 2166 del 18/7/1970  
Spediz. in a.p. 45% – art. 2 comma 20/b – l. 662/96 Fil. di Napoli  
ISSN 2038-4742

I contenuti possono essere modificati per esigenze di spazio con il massimo rispetto del pensiero dell'autore. Le riproduzioni di articoli e immagini sono consentite citandone la fonte. L'editore resta a disposizione di ogni eventuale avente diritto per le competenze su testi e immagini.



Associato U.S.P.I.  
Unione Stampa Periodica Italiana

Tiratura: 13.000 copie  
Finito di stampare nel mese di febbraio 2012

## Istituzionale

### Consegnati i premi della Fondazione Filippo Manna

**pag. 32**



## Sicurezza

### Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici

**pag. 34**

## Istituzionale

### Michele Viparelli un maestro della Scuola Napoletana di Ingegneria Idraulica

**pag. 38**



## Recensioni

### Archi e volte in zona sismica. Meccanica delle strutture voltate

**pag. 40**

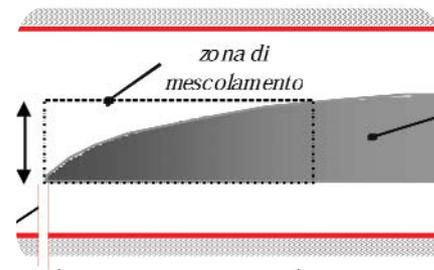
### Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni

**pag. 42**

### Tabella dei prezzi luglio/agosto 2011

**pag. 43**

# IL CONCETTO DI ZONA DI MESCOLAMENTO NELLA GESTIONE DEI CORSI D'ACQUA



Questa breve Nota Tecnica è dedicata al concetto di *zona di mescolamento* ed alle sue implicazioni nella gestione della qualità delle acque dei corpi idrici superficiali. È ben noto che l'obiettivo fondamentale nel campo della qualità delle acque consiste nell'individuare le misure di controllo necessarie per raggiungere determinati livelli di qualità. Una corretta linea di intervento, individuato il problema, deve risalirne alle cause, stabilire i parametri di qualità da controllare e la strategia di intervento più adatta. In linea generale, qualsiasi problema di qualità delle acque, può essere suddiviso in tre principali componenti:

- gli *input*, ossia i carichi inquinanti, residui delle attività antropiche o di fenomeni naturali;
- i processi di trasporto e di trasformazione di tali inquinanti che hanno luogo nel corpo idrico. Lo studio di tali processi costituisce l'oggetto della Idraulica Ambientale (IA), che può, quindi, essere definita come la disciplina che studia i processi che determinano il trasporto e le trasformazioni attraverso l'idrosfera, sia su scala locale che su scala regionale, delle sostanze che caratterizzano e/o influenzano la qualità di tale ambiente naturale (Cushman-Roisin ed altri, 2008);
- gli *output*, ossia i valori delle concentrazioni dei parametri di qualità delle acque, come l'ossigeno disciolto, i nutrienti o i metalli pe-

santi, che si stabiliscono nel corpo idrico a seguito della interazione fra i carichi inquinanti ed i processi di trasporto e trasformazione.

Tali valori di concentrazione vanno messi a confronto con gli standard di qualità stabiliti attraverso diversi strumenti legislativi per i diversi corpi idrici in relazione ai loro possibili impieghi. Dal confronto fra le concentrazioni riscontrate nei corpi idrici ed gli standard prefissati può derivare la necessità di introdurre delle misure di controllo ambientale che vanno, per lo più, indirizzate sugli input, sui carichi inquinanti presenti, con la finalità di ridurli nella misura necessaria a riuscire a rispettare gli standard. Ciò mette in evidenza che non basta stabilire dei controlli sulla entità degli carichi inquinanti ma occorre anche verificare che essi si traducano, a seguito dei processi di trasporto e trasformazioni che hanno luogo nel corpo idrico recettore, in livelli qualitativi accettabili per quest'ultimo. La necessità di tenere in considerazione sia il controllo degli carichi inquinanti che il rispetto degli standard di qualità nel recettore è stata, finalmente, presa in considerazione anche dalla Normativa in materia con il cosiddetto *approccio combinato*, più avanti illustrato, che però introduce la necessità di prevedere delle *zone di mescolamento*, dove, come si vedrà, si possono accettare dei livelli qualitativi inferiori. Tuttavia, la Normativa at-

**Carlo Gualtieri**

Docente di Idraulica Ambientale  
Dipartimento di Ingegneria Idraulica,  
Geotecnica ed Ambientale (DIGA)  
Università degli Studi di Napoli Federico II

“ La zona di mescolamento, in senso normativo, comprende solo la parte iniziale della zona necessaria al mescolamento fisico, che prosegue oltre quella determinando una ulteriore riduzione delle concentrazioni degli inquinanti al di sotto degli SQA ”

tuale non fornisce una definizione di tali zone che sia suscettibile di una immediata applicazione, per cui la Nota Tecnica si conclude con un esempio pratico di tale definizione, per il caso di un fiume.

### Il quadro normativo. L'approccio combinato. Discussione

Il quadro normativo vigente in materia di qualità delle acque dei corpi idrici superficiali fa riferimento, a livello europeo, alla recente Direttiva Comunitaria 2008/105 del 16/12/2008 (UE, 2008) che ha abrogato una serie di normative comunitarie in materia e parzialmente modificato la precedente Direttiva Quadro Comunitaria 2000/60 del 23/10/2000 (UE, 2000) sulle acque. La Direttiva 2008/105 ha l'obiettivo di raggiungere un buon livello qualitativo, su scala di bacino idrografico, entro il 2015. La valutazione della qualità delle acque è valutata tenendo conto di parametri sia biologici, relativi alla flora ed alla fauna, che fisico-chimici, come la temperatura, l'ossigeno disciolto ed i nutrienti, e idromorfologici, come la portata idrica, e considerando, infine, anche la presenza di alcuni tipi di inquinanti, quali i metalli e i composti organici di sintesi. Se tutti gli inquinanti e i gruppi di inquinanti si mantengono nell'ambito degli standard di qualità ambientale, il corpo idrico si trova in quello che è stato prima definito stato chimico buono. Un aspetto innovativo della normativa comunitaria è il cosiddetto *approccio combinato*, che consiste nell'aver sia *limiti di qualità sugli scarichi (LQS)* nel corpo idrico che *standard di qualità ambientale all'interno del corpo idrico (SQA)*; ciò è molto importante soprattutto per le fonti puntuali. Entrambi posseggono sia vantaggi che punti critici. Si può osservare che l'approccio basato su limiti sugli scarichi, attraverso il controllo delle concentrazioni in ingresso, consente di ridurre i carichi in-

quinanti immessi nel corpo idrico ed è anche più semplice dal punto di vista amministrativo, in quanto richiede soltanto operazioni di prelievo sulle condotte di scarico nel corpo idrico. Tuttavia, dal punto di vista ecologico, tale approccio non è troppo efficace perché non tiene conto dei diversi processi di natura fisica, chimica e biologica che hanno luogo all'interno del corpo e che determinano la risposta complessiva del corpo idrico ai carichi inquinanti immessi; pertanto, essi non presuppongono una diretta responsabilità di chi scarica nel caso di situazioni di inquinamento. Ad esempio, potrebbe verificarsi che in un certo corpo idrico tutti gli scarichi presenti, presi individualmente rispettino i limiti di qualità, ma, ciononostante, il corpo idrico si trovi in cattivo stato di qualità perché incapace di assorbire il complessivo carico inquinante che riceve. Al contrario, l'approccio basato su standard di qualità ambientale fissa dei limiti qualitativi all'interno del corpo idrico, tali da garantire l'integrità del corpo idrico, i quali tengono conto di tutti i processi che traducono la capacità del corpo idrico di ricevere ed assimilare i carichi inquinanti senza danni rilevanti; tale capacità è chiamata *capacità assimilativa del corpo idrico*. Tale approccio, inoltre, stabilisce una diretta responsabilità di chi scarica ma potrebbe portare ad una situazione in cui un solo utente, non vincolato da limiti sullo scarico, potrebbe da solo esaurire la capacità assimilativa del corpo idrico, pur senza portare ad una violazione degli standard di qualità ambientale. Infine, l'approccio basato su standard di qualità ambientale per i corpi idrici è di più complessa gestione dal punto di vista amministrativo in quanto fa sorgere immediatamente il problema di dove e quante volte, all'interno del corpo idrico, misurare il rispetto degli SQA, nel caso di scarichi esistenti, e richiede l'impiego di modelli predittivi per gestire il corpo idrico nel caso di nuovi scarichi. Si può concludere, quindi, che l'ap-

proccio combinato proposto dalla legislazione comunitaria ha appunto la finalità di evitare il più possibile gli svantaggi che deriverebbero dall'applicazione di uno solo dei due approcci. Restano, però, almeno due punti di importanza centrale nell'applicazione di tale approccio:

- il primo riguarda la scelta del punto di applicazione degli standard di qualità ambientale nel caso di una fonte puntuale. Va ricordato che su tale punto la Direttiva-Quadro 2000/60 non offre indicazioni specifiche, per cui due interpretazioni, per così dire, estreme potrebbero essere date. La prima è che gli SQA devono essere rispettati immediatamente a valle dello scarico perché occorre garantire la salute del corpo idrico in ogni momento e in ogni suo punto, ma ciò equivale a trasformare gli SQA in limiti sullo scarico. La seconda è che gli SQA devono essere rispettati solo, nel caso di un fiume, dopo il completo mescolamento dell'effluente nella sezione trasversale e, nel caso di uno scarico a mare, in prossimità della spiaggia; in questo caso, verrebbe accettata la presenza di ampie aree inquinate all'interno del corpo idrico. La Direttiva 2008/105 sembra voler proporre una soluzione di compromesso fra queste due estreme interpretazioni con l'introduzione del concetto di *zona di mescolamento*, nella quale «...le concentrazioni di una o più delle sostanze elencate nell'allegato I, Parte A, possono superare gli SQA applicabili, qualora tale superamento non abbia conseguenze sulla conformità del resto del corpo idrico superficiale ai suddetti standard.». La Direttiva non indica con precisione le metodologie per fissare le dimensioni delle zone di mescolamento, limitandosi ad affermare che «...gli Stati membri che designano zone di mescolamento assicurano che l'estensione di ciascuna di tali zone sia limitata alle

*vicinanze del punto di scarico...proporzionata, tenendo conto delle concentrazioni di inquinanti nel punto di scarico e delle condizioni in materia di emissioni di inquinanti previste dalla disciplina preventiva e da eventuali altre normative comunitarie pertinenti.»*

- il secondo punto è relativo alla procedura da utilizzare, nel processo di autorizzazione di un scarico in un corpo idrico, per assicurarsi che esso, pur rispettando i limiti allo scarico, non determini la violazione degli standard di qualità ambientali fissati per il corpo idrico. È evidente che tale procedura richiede una preliminare, adeguata conoscenza dei processi di trasporto e trasformazione all'interno del corpo idrico e, dal punto di vista pratico, l'impiego di indagini diagnostiche e di modelli predittivi, basati su tale conoscenza, in grado di stabilire quale sarà l'effetto dello scarico da autorizzare sulla qualità ambientale del corpo idrico. Nell'impiego di questi modelli si dovrebbe anche tenere conto di diversi condizioni idrauliche (portata, velocità, coefficienti di mescolamento) ed ambientali (temperatura, stratificazione, etc.) nel corpo idrico. Tali metodologie saranno in breve illustrate più avanti.

Limiti di concentrazione sia per gli LQS che per gli SQA sono presenti nelle normative nazionali, internazionali e della EU per diverse sostanze e condizioni ambientali. Negli USA la *National Recommended Water Quality Criteria* (EPA, 2006) contiene i criteri per la protezione della vita acquatica nelle acque dolci e nel mare per circa 150 inquinanti. Tali criteri sono relativi sia alla *massima concentrazione (CMC)* che alla *concentrazione sversata in continuo (CCC)*, che rappresentano la massima concentrazione della sostanza considerata che può essere presente per breve tempo (CMC) o per una

Tabella 1. Esempi di limiti allo scarico e di standard di qualità ambientale (USEPA, 2006).

Sostanza	CMC – µg/L	CCC – µg/L
Cloro	13	7.5
Rame	4.8	3.1
Zinco	90	81
Cromo (VI)	1100	50
Nickel	74	8.2
Cadmio	40	8.8
Piombo	210	8.1
pH	—	6.5–8.5

Tabella 2. Esempi di limiti allo scarico e di standard di qualità ambientale.

Sostanza	Limite allo scarico (LQS) – mg/L	Standard di qualità ambientale (SQA) – µg/L	LQS/SQA
Cloro	0.2	7.5	27
Rame	0.5	4.8	104
Cadmio	0.5	1	500
Tricloroetano	0.1	10	10

durata indefinita (CCC) senza determinare effetti nocivi per l'ecosistema. Un esempio di tali criteri per alcuni inquinanti è mostrata nella Tabella 1. In ambito europeo, la normativa indica per una stessa sostanza, sia i valori dei limiti allo scarico (LQS) che quelli degli standard di qualità ambientali (SQA); la Tabella 2 mostra tali parametri per il cadmio e il tricloroetano ed il loro rapporto. Si osserva che tale rapporto è pari a 27 per il cloro, a 104 per il rame, a 500 per il cadmio ed a 10 per il tricloroetano, mentre, in generale, è compreso fra 5 e 1000 per la maggior parte delle sostanze considerate.

In effetti, tale rapporto esprime l'impatto degli inquinanti sull'ecosistema, dal momento che il limite allo scarico serve a proteggere gli organismi viventi dall'effetto acuto della sostanza, mentre lo standard di qualità ambientale deve prevenire i suoi effetti cronici. Inoltre, tale rapporto fornisce indicazioni sulla riduzione della concentrazione che, rispetto al valore allo scarico, la sostanza deve avere, per effetto dei processi di trasporto e di trasformazione in atto nel corpo idrico, per poter essere accettata dall'ecosistema senza provocare gravi danni. Pertanto, una corretta scelta di

tale rapporto non può non tenere conto di tali processi, che vanno, quindi, considerati quando si va a definire l'estensione di una zona di mescolamento; infatti, in altre parole, non si può pensare di applicare gli standard di qualità né il più vicino possibile al punto di scarico, introducendo zone di mescolamento molto corte, né dopo il completo mescolamento dello scarico all'interno della corrente, perché ciò, determinerebbe delle zone di mescolamento lunghe chilometri o, addirittura, decine di chilometri, con danni inaccettabili per l'ecosistema. Sarebbe, pertanto, opportuno che la normativa UE affermasse con maggiore chiarezza che, nel caso di fonti puntuali, gli standard di qualità ambientali devono essere rispettati al di fuori delle zone di mescolamento, la cui estensione va definita caso per caso in funzione delle caratteristiche del corpo idrico e di altri elementi di natura specifica. In secondo luogo, il concetto di zona di mescolamento ha senza dubbio la finalità di mettere in evidenza l'importanza dei processi di mescolamento che hanno luogo a valle di una sorgente puntuale ma non può coincidere con l'intera estensione del tratto in cui tali processi si svolgono fino ad esaurirsi completamente;

in altre parole, la zona di mescolamento in senso normativo non può che essere solo la parte iniziale della zona di mescolamento in senso fisico. Infine, non ha senso parlare di zona di mescolamento nel caso di fonti diffuse, perché queste non sono caratterizzate da processi di mescolamento chiaramente identificabili. In definitiva, anche se il concetto di zona di mescolamento non è nuovo nel contesto internazionale, esso è innovativo per molti paesi europei, inclusa l'Italia, per cui va applicato con la dovuta attenzione al fine di ottenere gli auspicati miglioramenti nelle condizioni di qualità dei corpi idrici.

### I processi di trasporto e di trasformazione. Definizione di una zona di mescolamento in un fiume

Sul piano tecnico, la corretta definizione di una zona di mescolamento non può prescindere da una adeguata conoscenza dei processi di trasporto, mescolamento e trasformazione degli inquinanti nei diversi corpi idrici e dall'impiego di opportune metodologie di previsione e di monitoraggio. Tali processi sono fondamentalmente di 2 tipi (Gualtieri, 2006):

- processi di trasporto, quali l'advezione, la diffusione molecolare e turbolenta e il trasporto interfase, che muovono tali sostanze nell'idrosfera;
- processi di trasformazione, quali la biodegradazione, il decadimento radioattivo, la fotolisi e l'idrolisi, che modificano la sostanza considerata in un'altra. Tali processi possono essere di natura fisica, ossia legati a leggi fisiche, ovvero biologica e chimica, ossia legati a reazioni biologiche e chimiche.

Tali processi possono essere adeguatamente caratterizzati e quantificati utilizzando diversi approcci ed, in particolare:

- l'osservazione sperimentale, che può essere utilizzato sul campo in

presenza di scarichi già esistenti per verificare il rispetto o meno degli SQA oppure in laboratorio attraverso la modellistica fisica che consente la riproduzione su scala opportuna, più piccola, di alcuni processi di trasporto e mescolamento. In entrambi i casi si tratta di metodi che richiedono un certo impegno economico e possono essere applicati solo in un numero piuttosto ristretto di condizioni ambientali;

- l'impiego di equazioni semplificate e di abachi, che può spesso fornire rapidamente, facilmente e con la minima spesa utili indicazioni di massima sui processi di trasporto e mescolamento di inquinanti, specie al fine di un dimensionamento di massima delle opere di scarico di questi;
- la modellazione matematica traduce i diversi processi fisici, chimici e biologici da studiare in equazioni che sono, poi, risolte quasi sempre attraverso metodi numerici. Essa è utilizzata sia per riprodurre nel dettaglio lo stato attuale di un certo sistema sia per fare delle previsioni circa la sua futura evoluzione in diversi possibili scenari. In quest'ultimo caso, essa è l'unico strumento a disposizione. La modellazione matematica può essere fatta su diversi livelli di dettaglio. Può essere limitata allo studio dei soli processi di trasporto e mescolamento, considerando in maniera semplificata i processi di trasformazione, che, d'altra parte, si svolgono molto spesso su scale temporali più lunghe di quelle necessarie per il mescolamento degli inquinanti. In altri casi, specie in situazioni complesse e se si intende operare su scala di bacino, può essere necessario considerare nel loro insieme tutti i processi prima elencati, anche se ciò richiede tempi e costi maggiori e una adeguata esperienza nell'impiego di tali modelli. È chiaro, infine, che, in ogni caso, il modello deve essere

tarato per l'applicazione allo specifico corpo idrico considerato, sulle cui caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche deve essere disponibile una quantità sufficiente di dati sperimentali ricavati da una adeguata campagna di monitoraggio.

Dal punto di vista pratico, atteso che, come si è visto prima, la Direttiva 2008/105 obbliga gli Stati membri a descrivere «...gli approcci e le metodologie applicati per definire tali zone di mescolamento...», si può immaginare che, nel caso di un fiume, la zona di mescolamento potrebbe essere ristretta, trasversalmente, ad una parte della sezione del fiume a valle dello scarico (Figura 1), in modo da consentire il passaggio senza danni delle specie ittiche; allo stesso modo, in direzione longitudinale, essa, considerata la relazione esistente fra  $L_{mix-trasv}$  e  $W$ , potrebbe essere anche essa proporzionale a  $W$ , in modo da tenere conto delle elevate con-

centrazioni esistenti in prossimità della sponda dove ha luogo lo scarico. Pertanto, si ha Bleninger e Jirka, 2011):

$$\begin{aligned} W &= \alpha W_{mixing\ zone} W \\ L &= \alpha W_{mixing\ zone} L \end{aligned} \quad (1)$$

con  $\alpha W = 0.1 \div 0.5$  e  $\alpha L = 1 \div 5$ , da scegliere in base alle caratteristiche del fiume (impieghi della risorsa idrica, peculiarità ecologiche). In altri casi, si può immaginare che le dimensioni della zona di mescolamento siano proposte da chi deve scaricare e che l'ente gestore del fiume possa riservarsi di accettare tale proposta o di prescrivere ulteriori restrizioni.

Accanto alla soluzione tradizionale con la condotta di scarico che termina in corrispondenza della sponda del corso d'acqua (Figura 1a), la Figura 1b mostra anche il caso in cui la condotta di scarico è sommersa nella corrente e termina ad una certa distanza dalla sponda. Ciò consente di migliorare il mescolamento iniziale,

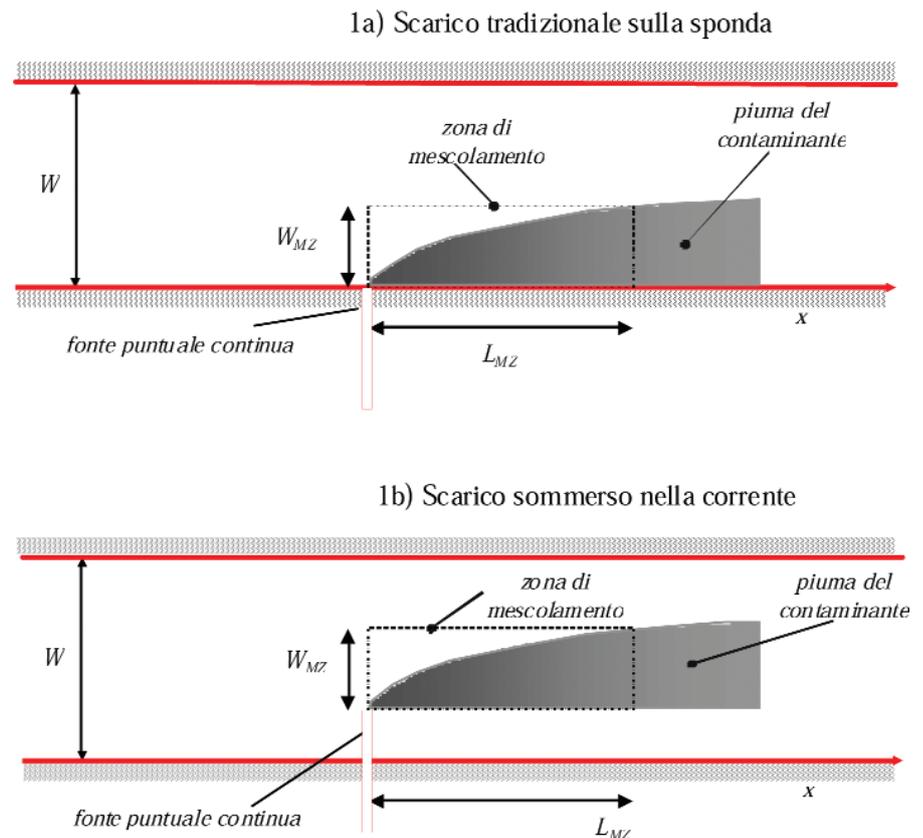


Figura 1. Definizione di una zona di mescolamento per un fiume.

la protezione delle zone spondali ed ha una evidente conseguenza nella definizione della relativa zona di mescolamento. Infine, la presenza di un diffusore al termine della condotta di scarico consente una significativa riduzione della concentrazione in prossimità dello scarico, con effetti benefici per la qualità delle acque.

## Conclusioni

Questa breve Nota Tecnica è stata dedicata al concetto di *zona di mescolamento* in relazione alla Normativa Europea sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee. In particolare, è stato illustrato il cosiddetto *approccio combinato* introdotto dalla Normativa che rappresenta un importante passo avanti verso una più razionale gestione della qualità delle acque, in quanto tende a considerare, finalmente, la capacità del corpo idrico di assimilare i carichi inquinanti. Tuttavia, la Normativa Europea, nella sua forma attuale, necessita di una più stringente definizione delle dimensioni della *zona di mescolamento*, all'interno della quale è accettabile una deroga dagli standard di qualità ambientale previsti per il corpo idrico. A tal proposito, si può assumere, in linea generale e conclusiva, che la definizione di una zona di mescolamento dovrebbe considerare i seguenti aspetti:

- il termine zona di mescolamento indica chiaramente che lo svolgimento del processo di mescolamento richiede una certa estensione spaziale a partire dal punto di scarico;
- l'estensione spaziale della zona di mescolamento deve essere delimitata al fine di raggiungere prefissati obiettivi di qualità delle acque e dell'ecosistema;
- la zona di mescolamento, in senso normativo, comprende solo la

parte iniziale della zona necessaria al mescolamento fisico, che prosegue oltre quella determinando una ulteriore riduzione delle concentrazioni degli inquinanti al di sotto degli SQA;

- tale definizione va limitata alle fonti puntuali, perché quelle diffuse non sono caratterizzate da processi di mescolamento chiaramente identificabili.

## Bibliografia

- Bleninger, T., e Jirka, G.H., 2011. *Mixing zone regulation for effluent discharges into EU waters*, Proceedings of the ICE – Water Management, 164, 8, 387-396.
- Cushman-Roisin, B, Gualtieri, C., e Mihailovi, D.T., 2008. *Environmental Fluid Mechanics: Current issues and future outlook*, in: Gualtieri, C. e Mihailovi, D.T., (Eds.), *Fluid mechanics of environmental interfaces*, pp. 332, Taylor & Francis Ltd, Leiden, The Netherlands, 1-13.
- Gualtieri C., *Appunti di idraulica ambientale*, Cuen, 2006a.
- UE, 2000. *Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*, Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, L 327/1 del 22.12.2000.
- UE, 2008. *Direttiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 Dicembre 2008 relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle Direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio*, Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, L 348/84 del 24.12.2008.
- USEPA, 2006. National Recommended Water Quality Criteria: 2006, vedi <http://nepis.epa.gov/Exe.ZyPURL.cgi?Dockey=P1003R9X.txt>.



# L'ATTRITO NEL CONTROLLO STRUTTURALE PASSIVO MEDIANTE SISTEMI INNOVATIVI DI PROTEZIONE SISMICA

D. Cancellara, M. Pasquino

D.I.St. Dipartimento di Ingegneria Strutturale  
Università degli Studi di Napoli Federico II

“ Nel caso dell'attrito, valorizzando gli effetti legati alla dissipazione d'energia è possibile migliorare la performance sismica di una struttura ”

## 1. Introduzione

Oggi più che in passato, rivestono un ruolo rilevante le tecniche innovative di protezione sismica finalizzate a ridurre drasticamente gli effetti di un evento sismico sulle strutture.

Rimanendo nell'ambito della protezione passiva delle strutture ed in particolare dell'isolamento sismico e/o della dissipazione aggiuntiva dell'energia sismica, con il presente articolo si vuole illustrare il ruolo che riveste l'attrito in alcuni sistemi innovativi utilizzati nell'ingegneria sismica.

Si analizzeranno dispositivi per i quali è necessario minimizzare la loro componente attrittiva ed altri che, ricorrendo alla medesima, garantiscono un'adeguata dissipazione dell'energia sismica.

Verranno analizzati gli isolatori a scorrimento acciaio - PTFE, denominati Friction Sliders (FS); gli isolatori a ricircolo di sfere, denominati Crossed Linear Bearing (CLB); i controventi dotati di dissipatori attrittivi, denominati Passive Friction Damper (PFD).

## 2. Il fenomeno dell'attrito

La causa principale delle dissipazioni energetiche che affliggono qualunque sistema meccanico è senza dubbio l'attrito, la cui causa fisica è da ricercare nelle naturali imperfezioni che caratterizzano due superfici che vengono a contatto l'una sull'altra. In tutte le più importanti teorie

dell'attrito si sottolinea l'importanza della topografia superficiale poiché nessuna superficie, in pratica, è piana e liscia a livello microscopico.

L'attrito è una resistenza passiva che si manifesta attraverso una distribuzione di forze applicate alle superfici a contatto, tale da ostacolare o addirittura impedire il moto relativo tra le superfici stesse.

Ci sono due forme di attrito: *l'attrito esterno* che si manifesta quando i corpi fra i quali si trasmettono le azioni di attrito, appartengono a sistemi distinti; *l'attrito interno* che si ha quando i due corpi, fra i quali si trasmettono le forze di attrito, costituiscono un unico sistema.

In base alla presenza o meno di moto relativo e della sua tipologia, si potrà avere: *attrito statico*, *attrito dinamico*, *attrito radente*, *attrito volvente*. L'attrito è la resistenza al moto che si genera quando un corpo solido, a cui è applicato un carico normale, si muove rispetto ad un altro con il quale è a contatto diretto.

Le irregolarità microscopiche che, come già detto, sono all'origine del fenomeno dell'attrito, fanno sì che la reale superficie di contatto sia solamente dovuta all'incontro di aree microscopiche  $A_i$ .

La pressione  $P$  potrà essere espressa attraverso la seguente relazione:

$$P = \frac{Q}{A_{eff}} = \frac{Q}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

dove con  $Q$  viene indicato il carico complessivo.

### 3. Attrito radente

È ben noto che l'attrito (o forza d'attrito) è una forza dissipativa che si esercita tra due superfici a contatto tra loro, opponendosi al loro moto relativo. La forza d'attrito che si manifesta tra superfici, in quiete tra loro, è detta di *attrito statico* mentre tra superfici in moto relativo si parla di *attrito dinamico*.

Si sottolinea che le leggi evidenziate in Figura 5, dovute a Coulomb, possono essere considerate valide solo in prima approssimazione poiché la variabilità del coefficiente d'attrito, sia esso statico che dinamico, rende necessario il dover adottare formulazioni matematiche più complesse e spesso non facilmente implementabili.

Nell'ambito dell'ingegneria civile, in particolare nelle costruzioni di ponti a travata, è ricorrente il dispositivo classificato come appoggio mobile il cui funzionamento è basato sullo scorrimento.

Tale dispositivo è largamente utilizzato anche nella protezione passiva delle strutture e, insieme agli isolatori elastomerici, rappresenta il dispositivo più utilizzato per la realizzazione di un sistema di isolamento sismico alla base.

Tali isolatori ad attrito (denominati FS - Friction Slider) hanno il pregio che a basse intensità sismiche, o nei confronti di lievi azioni laterali come il vento, si comportano da vincoli fissi, mentre per intensità sismiche medio-alte assicurano l'isolamento tra la sovrastruttura e la struttura di fondazione.

I materiali maggiormente utilizzati per realizzare le superfici di contatto sono il Politetrafluoroetilene (PTFE, Teflon) e l'acciaio inossidabile.

La capacità attritiva acciaio - PTFE obbedisce ad una precisa legge d'attrito che, nella usuale pratica progettuale, si fa coincidere impropriamente con la legge di Coulomb (attrito costante durante lo scorrimento).

Attualmente, da osservazioni sperimentali, risulta che il coefficiente di

attrito dipende da svariati fattori, non sempre facilmente controllabili.

#### 3.1. Formulazione matematica del legame attritivo tra superfici acciaio - PTFE

Il coefficiente di attrito, come evidenziano alcuni studi condotti da diversi ricercatori (Constantinou *et al.*, 1987), (Mokha *et al.*, 1990), (Hwang *et al.*, 1990), è funzione della pressione di contatto, della velocità di scorrimento e della temperatura dell'ambiente in cui il dispositivo è inserito. Inoltre, a causa del deterioramento delle superfici di scorrimento anche il numero di cicli, e più in particolare la distanza percorsa dalle superfici, influenza in maniera non trascurabile il coefficiente di attrito. Nelle Figure 6 e 7 si riportano dei grafici in cui si mostra come alcuni parametri incidono sul valore del coefficiente di attrito.

L'estrema variabilità del coefficiente di attrito degli isolatori a scorrimento induce molto di frequente, nella pratica progettuale, a rinunciare alla dissipazione attritiva che tali dispositivi potrebbero assicurare. In genere, si ricorre all'utilizzo di Friction Slider (FS) lubrificati con la sola funzione di resistere ai carichi verticali lasciando liberi, alla luce dei ridotti coefficienti di attrito, gli spostamenti orizzontali. Tuttavia, il valore dell'attrito, anche se modesto, è comunque non nullo e come tale appare realistico studiare quali sono i possibili modelli capaci di considerarne i suoi effetti.

È importante rappresentare l'effettivo comportamento del dispositivo FS considerando anche la componente dissipativa legata all'attrito al fine di valutare l'errore che si commetterebbe nel trascurare tale l'effetto dissipativo.

Inoltre, qualora il coefficiente d'attrito assumesse un valore non trascurabile perché volutamente si desidera chiamare in causa la dissipazione attritiva, diviene necessario simulare correttamente la legge di variazione del coefficiente attritivo così da rendere realistica l'analisi condotta.

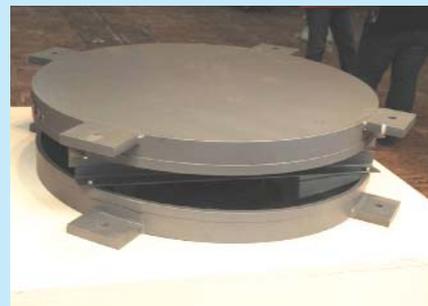


Figura 1. Isolatore a scorrimento Acciaio-PTFE.



Figura 2. Isolatore a ricircolo di sfere della THK.



Figura 3. Controventi con dispositivi dotati di dissipatori attritivi.

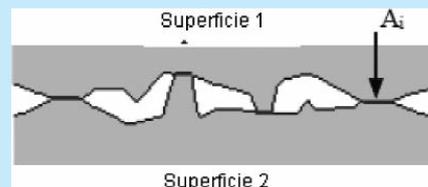
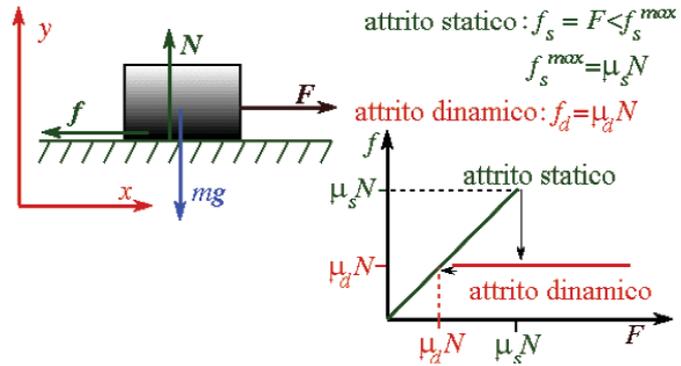


Figura 4. Particolare delle irregolarità tra due superfici a contatto.

Figura 5. Andamenti dei coefficienti di attrito statico e dinamico.



I modelli matematici rappresentativi del comportamento del Friction Slider disponibili in letteratura sono essenzialmente due: il modello con coefficiente di attrito indipendente dalla velocità di scorrimento; il modello con coefficiente di attrito dipendente dalla velocità di scorrimento. Il comportamento sperimentale dell'interfaccia acciaio inox - Teflon è stato rappresentato da un modello matematico che lega il coefficiente d'attrito alla velocità di scorrimento

relativo delle superfici. Secondo Constantinou, Nagarajaiah e Reinhorn (1991), il coefficiente d'attrito può essere valutato con seguente relazione:

$$\mu = \mu_{max} - (\mu_{max} - \mu_{min}) \cdot e^{-\alpha v}$$

dove  $\mu_{max}$  è il coefficiente d'attrito massimo, misurato cioè ad elevate velocità di scorrimento;  $\mu_{min}$  è il coefficiente d'attrito a bassa velocità;  $\alpha$  è un coefficiente che dipende dalla pressione di contatto e dalle condi-

Figura 6. Dipendenza del coefficiente d'attrito con la velocità di scorrimento e il carico verticale.

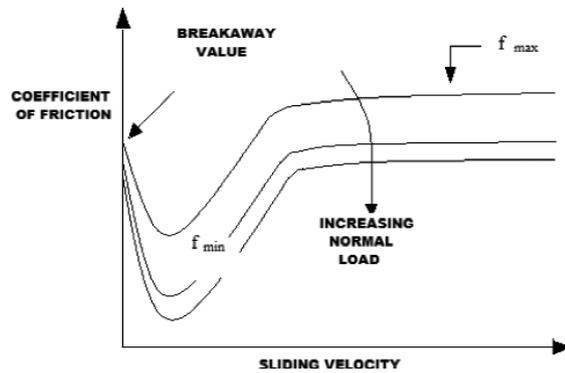
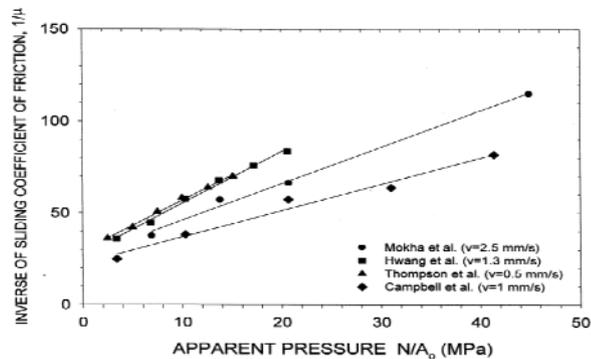


Figura 7. Dipendenza del coefficiente d'attrito con la pressione verticale agente.



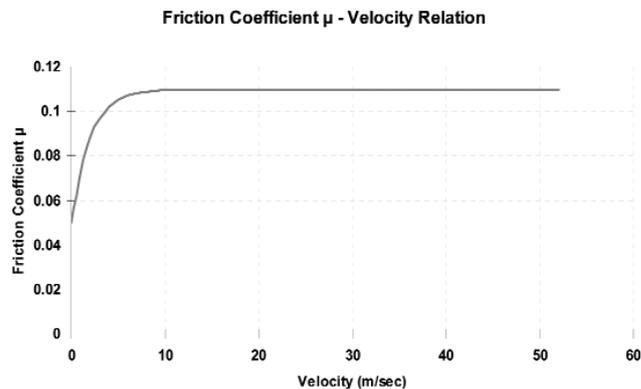


Figura 8. Legge analitica per il coefficiente di attrito.

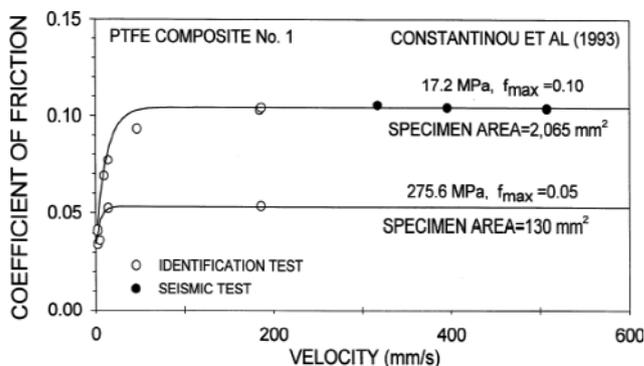


Figura 9. Correlazione tra prove sperimentali e legge analitica.

zioni delle superfici di scorrimento;  $v$  è la velocità di scorrimento. La forza attrittiva viene valutata secondo la seguente relazione:

$$F = \mu \cdot W \cdot Z$$

dove  $W$  è il carico verticale,  $Z$  è la quantità isteretica dimensionale che può essere calcolata risolvendo opportune equazioni differenziali proposte da Wen e Park (1976), Wen ed Ang (1986) relative a studi sul comportamento isteretico di modelli a plasticità concentrata.

Tale relazione è alla base della modellazione dell'isolatore a scorrimento con coefficiente di attrito  $\mu$  dipendente dalla velocità di scorrimento  $v$ . In Figura 8 si riporta la relazione proposta da Constantinou, ottenuta per  $f_{\max} = 0,11$  e  $f_{\min} = 0,05$ . Inoltre, in Figura 9 si riportano i risultati sperimentali, evidenziando come tali risultati risultano adeguatamente interpolati dalla relazione di Constantinou.

Una rapido sguardo porterebbe ad affermare che il diagramma riportato in Figura 6 è differente dal diagramma di Figura 8 in seguito alla mancanza, nella legge di Constantinou, della depressione del valore del coefficiente d'attrito in corrispondenza delle basse velocità di scorrimento. Tuttavia, ricordando che in caso di azioni sismiche le velocità che si raggiungono sono di circa 200-800 mm/s, si intuisce che nella pratica professionale si ricade nella zona dei grafici dove vi è un'ottima affinità. In definitiva, si può affermare che la relazione analitica proposta da Constantinou risulta essere, nell'ambito dell'ingegneria sismica, sufficientemente affidabile.

#### 4. Attrito volante

Le due uniche possibilità per l'eliminazione dell'attrito si basano o sul rotolamento oppure sulla lubrificazione.

ne. È ben noto che, affinché una ruota rotoli è necessario che ci sia attrito statico tra la ruota ed il terreno. Si parla di attrito statico perché nel punto di contatto non c'è movimento relativo e quindi le forze di attrito non compiono lavoro. Idealmente si avrà un solo punto di contatto mentre nella realtà sia il terreno che la ruota si deformano.

È significativo notare che la deformazione della ruota è simmetrica mentre non è simmetrica la distribuzione delle pressioni (Figura 10). Dall'asimmetria del grafico delle pressioni nasce una coppia il cui momento è pari a:

$$M = \mu \cdot N$$

Imponendo l'uguaglianza:

$$F \cdot r = \mu \cdot N$$

si ricava:

$$F = \left( \frac{\mu}{r} \right) \cdot N = f_v \cdot N$$

dove  $f_v$  prende il nome di coefficiente di attrito volvente. Dalla Figura 10 si può notare come l'attrito volvente non esprime nessuna forza di attrito bensì comporta la nascita di un momento.

Per ridurre l'attrito volvente si dovrebbero utilizzare ruote rigide su strade rigide, in questo modo la deformazione sarebbe minimizzata e con esso il fenomeno dell'attrito. Una strategia spesso utilizzata per ridurre l'attrito volvente è il cuscinetto a sfera che elimina l'attrito volvente senza però risolverlo del tutto.

L'inconveniente principale dei cuscinetti a sfera è ovviamente legato al consumo del materiale delle sfere che, trovandosi sempre a contatto tra loro e dovendo sopportare pressioni molto elevate, giungono inevitabilmente a rompersi. Quando ciò succede, i frammenti della sfera rimangono incastrati tra i due anelli del cuscinetto provocando rumori e vibrazioni. L'unica soluzione possibile è la sostituzione del cuscinetto.

Figura 10. Andamento della pressione nella ruota a seguito della deformazione ruota-asfalto.

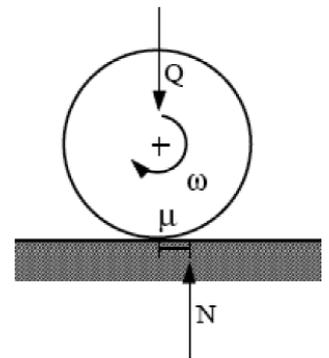
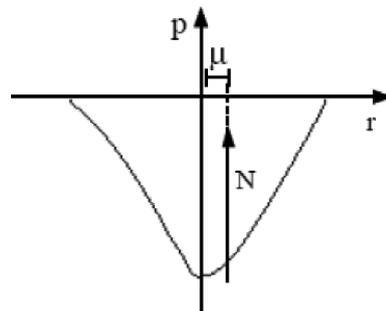


Figura 12. Cuscinetto con sfere ingabbiate.

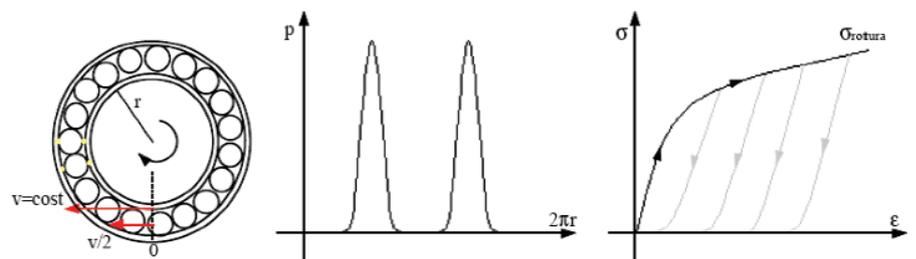


Figura 11. Comportamento dei cuscinetti a seguito dei cicli ripetuti.

Gli inconvenienti sopra descritti, possono essere superati dalla tecnologia delle sfere ingabbiate.

Con tale tecnologia, il mancato contatto metallico tra le sfere permette una durata elevata, un ridotto sviluppo di calore e un maggiore abbattimento della resistenza attrittiva.

La tecnologia brevemente descritta trova applicazione in particolari dispositivi di isolamento sismico, denominati CLB (Crossed Linear Bearing) della THK, basati sull'utilizzo di guide lineari a ricircolo di sfere ingabbiate, tramite con gabbia distanziometrica di ritenuta.

La tecnologia delle sfere ingabbiate, non solo è l'unica a permettere intervalli molto lunghi tra una rilubrificazione e l'altra, ma, come evidenziato dai test dinamici, aumenta anche la durata delle guide.

La tecnologia delle sfere ingabbiate consente l'uniforme allineamento delle sfere, eliminando l'instabilità pre-

sente nei ricircoli del carrello. È possibile ottenere un moto uniforme e stabile in qualsiasi applicazione oltre al indubbio vantaggio legato alla drastica riduzione della resistenza attrittiva all'avanzamento (Figura 15).

Grazie alle caratteristiche proprie degli elementi volventi, gli isolatori CLB hanno un coefficiente d'attrito molto basso compreso tra 0,005 e 0,008 del carico applicato. Inoltre, tale coefficiente è possibile ritenerlo costante per tutto lo spostamento di progetto.

Gli isolatori CLB della THK sono disponibili con capacità di carico a compressione da 110 a 31200 kN e da 24 a 8680 kN a trazione. Le sfere rotolano su piste ad arco circolare con raggio di curvatura lievemente superiore al raggio delle sfere stesse, in modo tale da offrire alle sfere una superficie d'appoggio che conferisce grande capacità di carico, circa 13 volte superiore rispetto a

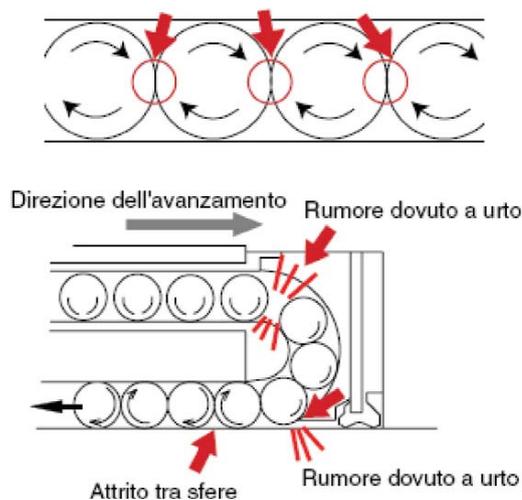
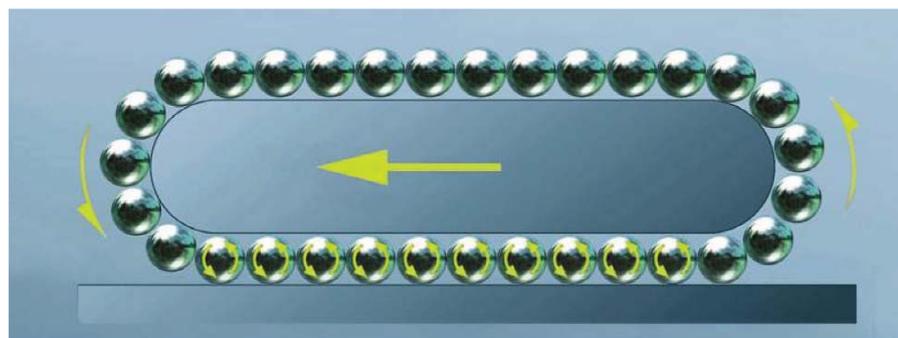


Figura 13. Ricircolo tradizionale a pieno riempimento di sfere.

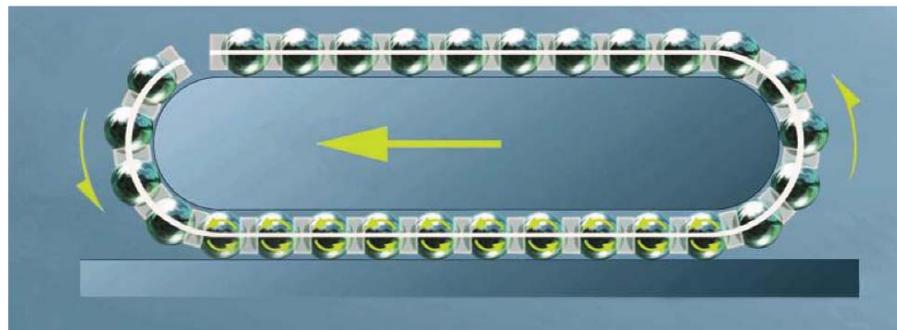


Figura 14. Ricircolo di sfere con gabbia di-stanziometrica di ritenuta.

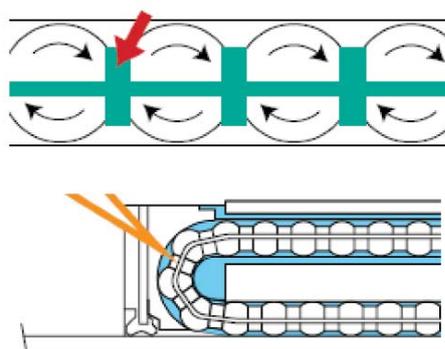


Figura 15. Riduzione della resistenza attrittiva (velocità di avanzamento 1mm/sec).

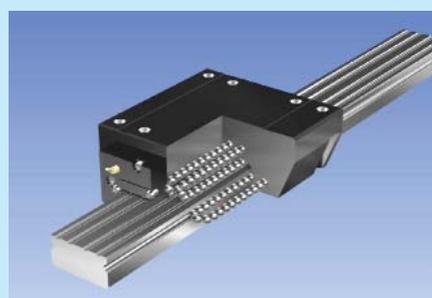
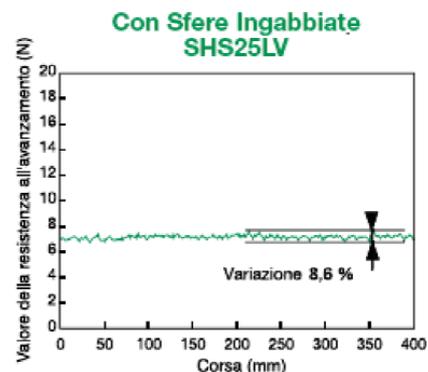
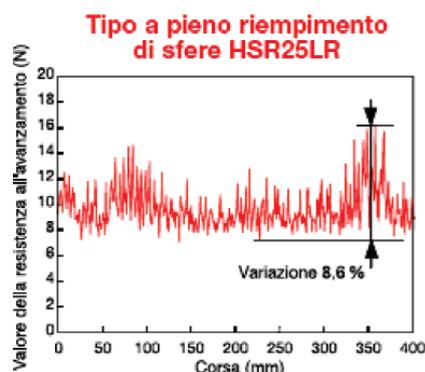


Figura 16. Guida lineare a ricircolo di sfere CLB.

quella che avrebbero le medesime sfere poggiate su superficie piana. Grazie alle caratteristiche sopra descritte, la rigidità orizzontale " $K_c$ " di un isolatore a ricircolo di sfere CLB, sottoposto ad un carico " $P$ ", per uno spostamento  $\delta$ , è molto contenuta e si calcola con la seguente equazione:

$$K_c = \frac{P \cdot \mu}{\delta}$$

Le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati e la configurazione delle sfere, consentono agli isolatori

a ricircolo di sfere di avere rigidità verticali molto elevate.

In definitiva, gli isolatori a ricircolo di sfere assolvono la funzione di sostegno dei carichi verticali e, grazie alle loro peculiarità rappresentate da bassi valori d'attrito, bassi valori di rigidità orizzontale nonché capacità di supportare carichi di trazione, è possibile il loro utilizzo nell'ambito dei sistemi di isolamento sismico anche nei seguenti casi:

- edifici leggeri;
- edifici alti che presentano azioni di trazione dovute a momenti ri-

baltanti che si verificano per effetto delle accelerazioni legate all'azione sismica; oppure fenomeni di trazione localizzati, come per esempio nei vani scala e nelle colonne che delimitano i vani ascensore;

- eventi sismici con armoniche dominanti in basse frequenze.

I dispositivi CLB non hanno funzione di dissipazione dell'energia e di ricentraggio e pertanto necessitano un accoppiamento con dispositivi ausiliari in grado di contrastare gli spostamenti residui al termine del sisma, nonché gli spostamenti eccessivi dell'edificio che renderebbe difficoltoso il collegamento degli impianti a terra e dei giunti di separazione con edifici adiacenti.

In genere, il sistema d'isolamento è costituito da CLB con funzione di appoggio ed isolamento, da isolatori elastomerici a cui viene affidato il solo compito di rientrare e dissipare ed infine da dissipatori aggiuntivi qualora si voglia aumentare la dissi-

liari in grado di contrastare gli spostamenti residui al termine del sisma, nonché gli spostamenti eccessivi dell'edificio che renderebbe difficoltoso il collegamento degli impianti a terra e dei giunti di separazione con edifici adiacenti.

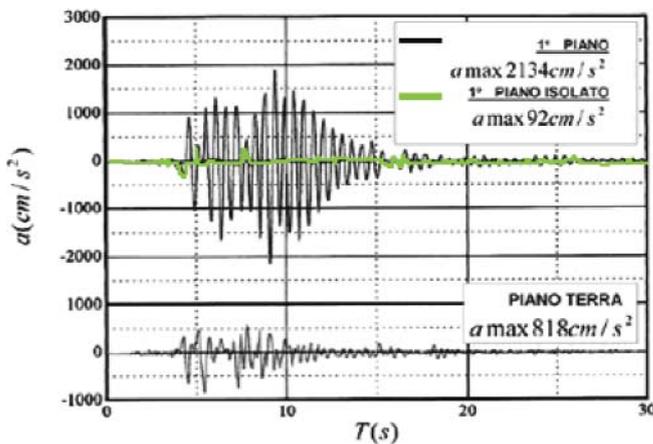


Figura 20. Simulazione del terremoto di Kobe: Time history in termini di accelerazione. Confronto struttura a base isolata-struttura a base fissa.

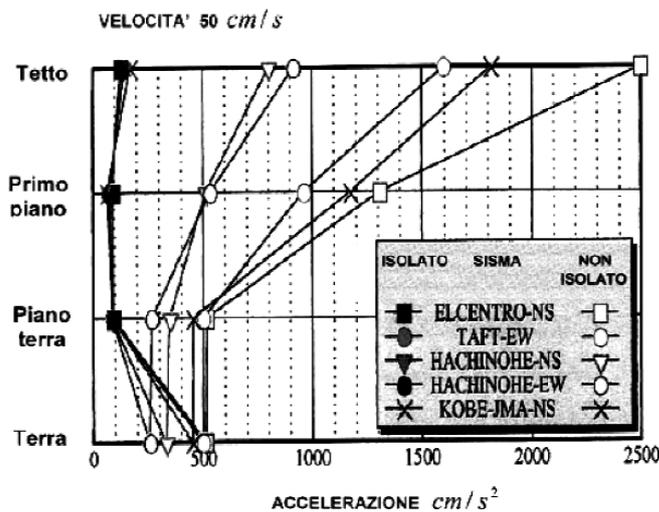


Figura 21. Risposta sismica in termini di accelerazione ai vari piani della struttura. Confronto struttura a base isolata-struttura a base fissa.

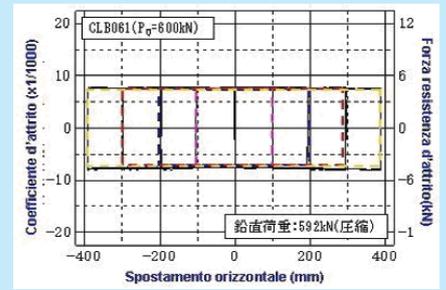


Figura 17. Volere costante del coefficiente d'attrito.

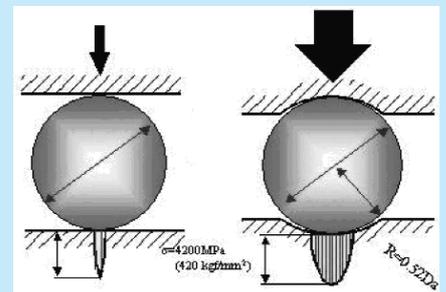


Figura 18. Capacità di carico incrementata dalla presenza della superficie ad arco circolare.



Figura 19. Prava su tavola vibrante di un edificio leggero isolato con dispositivi CLB.

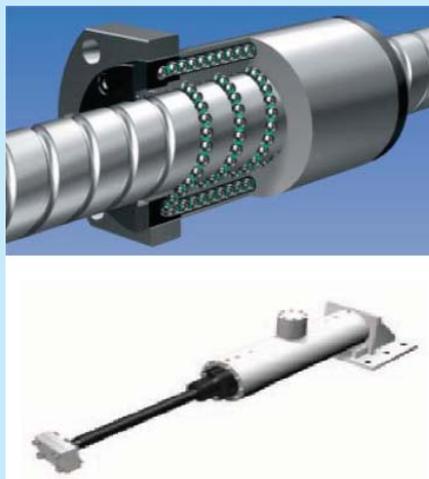


Figura 22. Vite a ricircolo di sfere (RTD).

pazione dell'energia sismica d'ingresso.

Significative sono le prove di laboratorio finalizzate ad analizzare la risposta sismica d'edifici isolati alla base con isolatori CLB, confrontando i risultati con quelli di equivalenti strutture a base fissa. Simulando eventi sismici disastrosi (come il terremoto di Kobe del 17.01.1995) è stata dimostrata una riduzione drastica delle accelerazioni trasmesse all'edificio e quindi l'efficacia dell'isolamento sismico mediante CLB.

La drastica riduzione delle accelerazioni è particolarmente evidente ai piani superiori dove la PSA (Peak Structure Acceleration), nel caso di edificio a base fissa, è considerevolmente maggiore della PGA (Peak Ground Acceleration) in seguito all'amplificazione dinamica.

### 5. Dissipatori attritivi

Un'altra significativa applicazione della tecnologia basata sul ricircolo di sfere ingabbiate, è rappresentata dai dissipatori sismici del tipo RDT (Vite a ricircolo di sfere) della THK. I dissipatori sismici tipo RDT utilizzano le viti a ricircolo di sfere e, mettendo in rotazione un cilindro che lavora in ambiente fluido viscoso, dis-

sipano l'energia sismica d'ingresso. Le sfere del dispositivo RDT non sviluppano attrito tra loro e la coppia richiesta dalla vite risulta costante nel moto. In questo modo è possibile diminuire sensibilmente la variazione della coppia dovuta al precarico nonché quella di spunto.

La vite a ricircolo di sfere consente di mantenere le sfere distanziate ed evitare, quindi, problemi di attrito e urto dovuti al contatto tra le sfere stesse. Inoltre, questo sistema innovativo garantisce intervalli di manutenzione più lunghi grazie ad una lubrificazione costante e ottimale che rilascia sulle sfere in ogni momento, attraverso i distanziali, il grasso accumulato all'interno del dispositivo.

In conclusione i sistemi RDT presentano dei vantaggi notevoli rispetto ad un tradizionale dissipatore ottenuto dall'accoppiamento cilindro-pistone. In Tabella 1 sono riportati vantaggi e svantaggi del dispositivo RDT, confrontandoli con quelli del sistema pistone-cilindro.

Ulteriori sistemi di protezione sismica che prevedono la dissipazione dell'energia d'ingresso mediante la loro componente attritiva, in alternativa ai dissipatori metallici che si basano sulla dissipazione isteretica, sono riportati nelle Figure 23a e 23b.

I sistemi di seguito illustrati sono:

Tabella 1. Raffronto dissipatore tradizionale cilindro - pistone e dissipatore RDT.

	VANTAGGI	SVANTAGGI
Dissipatore Pistone - Cilindro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• semplicità di costruzione</li> <li>• semplicità di installazione e manutenzione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• peso maggiore</li> <li>• ingombro maggiore</li> <li>• manifestarsi di giochi assiali a seguito dell'usura delle guarnizioni del pistone con conseguente riduzione delle prestazioni</li> <li>• elevato coefficiente di attrito che si sviluppa in funzione dell'area di contatto tra le pareti del pistone-cilindro</li> </ul>
Dissipatore RDT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• silenziosità</li> <li>• elevate prestazioni energetiche grazie al ridottissimo coefficiente di attrito</li> <li>• vibrazioni strutturali estremamente contenute grazie alla riduzione del coefficiente di attrito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presenza di numerosi componenti meccanici</li> </ul>

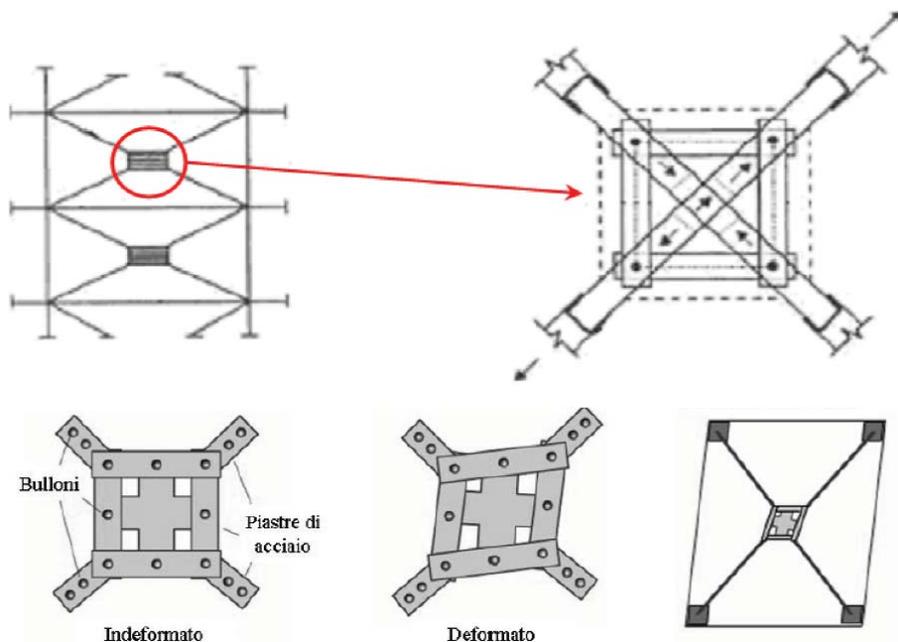


Figura 23a. Sistema di dissipazione attritivo "quadrilatero articolato".

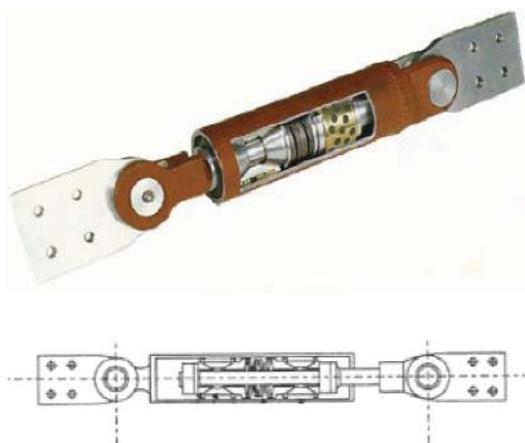


Figura 23b. Dissipatore attritivo "Sumitomo Friction Damper".

- il *friction damper in X-braced* denominato "quadrilatero articolato". Trattasi di uno smorzatore attritivo inserito nella zona d'incrocio delle diagonali a croce di S. Andrea;
- il dissipatore attritivo cilindro-pistone denominato *Sumitomo Friction Damper (SFD)*.

La protezione passiva assicurata dal sistema del *quadrilatero articolato* si basa sulla dissipazione di buona parte dell'energia ceduta dal sisma alla struttura. Sono utilizzati controventi metallici provvisti di dispositivo dissi-

pativo che, come evidenziato da studi ed esperienze condotte in vari paesi, rappresentano un'efficace tecnica per il controllo della risposta sismica di strutture intelaiate.

L'extra-costo dei controventi dissipativi è ampiamente compensato dai vantaggi raggiungibili: maggiore livello di protezione sismica della struttura intelaiata a parità di resistenza/rigidezza, notevole riduzione degli eventuali interventi di riparazione, mantenimento della funzionalità ed operatività delle costruzioni anche a seguito di terremoto ad alta intensità. Il sistema raffigurato schematicamen-

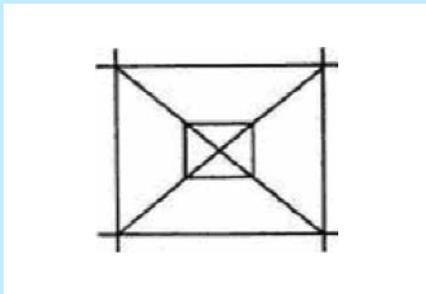


Figura 24. Posizionamento del dispositivo "quadrilatero articolato" in una struttura intelaiata.



Figura 25. Tipico quadrilatero articolato (Webster Library of Concordia University in Montreal, Canada).

te in Figura 25, consente di incrementare in maniera considerevole la capacità dissipativa del sistema di controventamento tradizionale costituito dalle sole diagonali disposte a croce di S. Andrea.

L'uso di un opportuno dispositivo predisposto in maniera tale da consentire, in una stessa fase di carico, di recuperare in tutto o in parte l'accorciamento subito dalla diagonale compressa a causa del suo sbandamento (in campo elastico) fa sì che la capacità del sistema di controventamento possa essere sensibilmente incrementata. Ciò è reso possibile nel sistema proposto da Pall e Marsh (1982).

Più precisamente, il dispositivo proposto da Pall e Marsh utilizza una cella di dissipazione costituita da giunti scorrevoli, nei quali le superfici a contatto sono ricoperte di ferodo, materiale con forte potere di attrito.

Lo sforzo che produce scorrimento nei giunti può essere regolato osservando che, per l'equilibrio fra le forze agenti durante la fase di scorrimento, si ha:

$$N_g = 2N_l - N_{cr}$$

essendo:

$$N_g - N_l = \sqrt{[(N_1 - N_{cr})^2 \cdot \text{sen}^2 \phi + (N_1 - N_{cr})^2 \cdot \text{cos}^2 \phi]} =$$

$$\sqrt{[(N_1 - N_{cr})^2 \cdot (\text{sen}^2 \phi + \text{cos}^2 \phi)]} = (N_1 - N_{cr})$$

quindi:

$$N_g - N_l = N_l - N_{cr} \Rightarrow N_g = 2N_l - N_{cr}$$

avendo indicato con  $N_g$  lo sforzo nella diagonale tesa durante lo scorrimento e con  $N_l$  il corrispondente sforzo nel generico giunto. Se vengono adottate aste abbastanza snelle, tali da assicurare lo sbandamento in campo elastico, il carico critico  $N_{cr}$  può essere trascurato e, quindi, si può assumere semplicemente:

$$N_g = 2N_l$$

relazione in base alla quale il dispositivo stesso può essere tarato intervenendo opportunamente sulla forza di serraggio del bullone che regola lo scorrimento nei giunti.

La progettazione dei dissipatori ad attrito richiede la scelta della legge di distribuzione dello sforzo di scorrimento, avendo supposto tale sforzo inferiore a quello di plasticizzazione (in trazione). Nel selezionare il livello dello sfor-

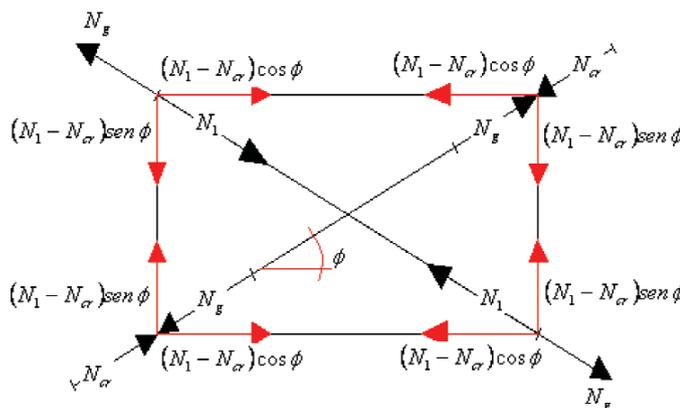


Figura 26. Sistema di forze nelle diagonali del dispositivo raffigurato in Figura 25.

zo di scorrimento è necessario garantire che:

- in condizioni di esercizio, ossia in presenza di carichi verticali (dovuti alla gravità) e azioni orizzontali dovute a sismi di moderata intensità o a vento, non si abbia scorrimento nel dispositivo dissipativo e quindi la struttura si comporti come semplicemente controventata;
- in condizioni eccezionali, quali possono essere quelle relative a eventi sismici di notevole intensità, lo scorrimento nei dispositivi dissipativi avvenga prima della plasticizzazione della struttura intelaiata.

Ulteriori condizioni sono legate ai limiti di resistenza dei controventi, dovendone evitare la loro plasticizzazione (in trazione), nonché all'entità dello sforzo assiale nei pilastri. Per questi ultimi, infatti, occorre evitare sforzi di compressione così elevati da indurre fenomeni d'instabilità o, nel caso di pilastri in c.a., fenomeni di rottura fragile per effetto di uno sforzo maggiore di quello corrispondente alla rottura limite (rottura per

sciacciamento del calcestruzzo e/o attingimento del limite elastico dell'armatura tesa). Inoltre, occorre evitare anche sforzi di trazione nei pilastri in c.a. che possano comportare notevole riduzione del momento ultimo.

Un ulteriore sistema dissipativo attrittivo è rappresentato dai dispositivi della Sumitomo Metals inseriti in una struttura intelaiata come mostrato in Figura 27. Tale dispositivo assicura una doppia azione protettiva, infatti nel caso in cui il dispositivo dovesse, accidentalmente, non entrare in funzione, si avrebbe comunque la dissipazione del controvento eccentrico.

Una molla interna precompressa esercita una forza che viene convertita tramite l'azione interna e esterna di due cunei in una sollecitazione normale su due superfici di materiale ad alto potere frizionale. L'uso degli inserti di grafite o ferodo assicurano una lubrificazione secca allo scopo di mantenere un elevato coefficiente d'attrito tra le superfici e l'involucro esterno in acciaio.

Aiken e Kelly (1990) affermano che la risposta di questi dissipatori è

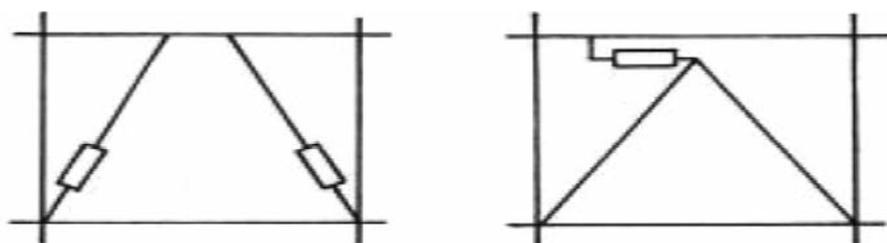


Figura 27. Disposizione dei dispositivi Sumitomo Metals.

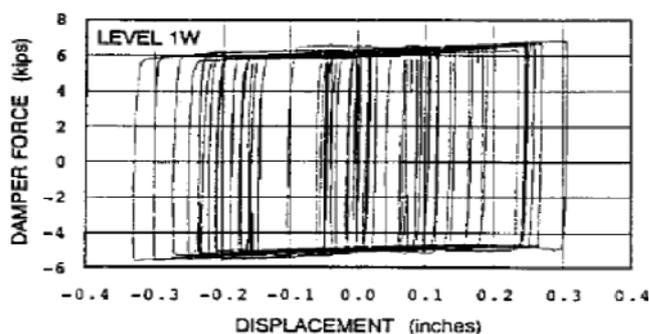


Figura 28. Tipico ciclo isteretico del dispositivo raffigurato in Figura 23b.

estremamente regolare e ciclica e quindi rappresentabile con un ciclo rettangolare di isteresi.

### Conclusioni

L'attrito spesso costituisce un inconveniente nell'ingegneria strutturale da dover fronteggiare cercando di minimizzare il coefficiente d'attrito ricorrendo, molto spesso, alla lubrificazione delle superfici di scorrimento oppure, grazie ad innovativi sistemi, ricorrendo alla tecnologia del ricircolo di sfere con e senza gabbia distanziometrica di ritenuta.

Inoltre, come spesso accade, ciò che rappresenta un inconveniente potrebbe diventare un utile "alleato" nella progettazione strutturale. Infatti, nel caso dell'attrito, valorizzando gli effetti legati alla dissipazione d'energia è possibile migliorare la performance sismica di una struttura. Utilizzando sistemi dissipativi attritivi, la dissipazione dell'energia sismica d'ingresso potrebbe essere affidata prevalentemente a tali dispositivi piuttosto che alla dissipazione plastica della struttura minimizzandone quindi il suo danneggiamento.

### Bibliografia

- Y.K. Wen, "Method for Random Vibration of Hysteretic Systems", *Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE*, Vol.102, No. EM2, 1976.
- A. Mokha, M.C. Constantinou, A.M. Reinhorn, "Teflon bearings in seismic base isolation: experimental studies and mathematical modelling", Technical Report No. NCEER-88-0038, National Center for Earthquake Engineering Research. Buffalo, N.Y., 1988.
- S. Nagarajaiah, A.M. Reinhorn and M.C. Constantinou, "3D-Basis: Nonlinear Dynamic Analysis of Three-Dimensional Base Isolated Structures: Part II", Technical Report NCEER-91-0005, Nation Center For Earthquake Engineering Research, Buffalo, N.Y., 1991.
- M.C. Constantinou, A. Kartoum, A.M. Reinhorn and P. Bradford, "Sliding isolation system for bridges: Experimental study", *Earthquake Spectra*, Vol. 8, 1992.
- V. Ciampi, "Development of passive energy dissipation techniques for buildings", *Procs. Int. Post-SMiRT Conf. Seminar on "Isolation, Energy Dissipation and Control of Vibration of Structures"*, Capri, 1993.
- A. Vulcano, F. Mazza F, "La dissipazione supplementare di energia nella protezione sismica di edifici a struttura intelaiata", *Atti del convegno "Materiali e Metodi Innovativi nell'Ingegneria Strutturale"*, Catania, 2007.

# L'OSPEDALE PEDIATRICO DEL III MILLENNIO: I BAMBINI NON SONO PAZIENTI. IL CASTELLO INCANTATO DELLE CURE



## Premessa

Il Premio R.I.T.A.<sup>1</sup> ha inteso premiare la migliore idea progettuale riguardante: "L'ospedale pediatrico del III millennio: i bambini non sono pazienti".

Criteri fondamentali richiesti per il progetto nel bando di concorso sono stati: Ricerca, Innovazione tecnologica, Tecnica e Applicabilità.

Nel rispetto dei criteri richiesti dal bando e coerentemente con le esigenze dei "bambini", che non sono pazienti, ipotizzando un intervento progettuale a valenza multipla, in particolar modo impiantistica, architettonica, organizzativa e gestionale, con significativi miglioramenti della qualità dell'assistenza pediatrica, ha vinto il I classificato il gruppo di lavoro multidisciplinare formato da medici operanti nelle ASL e tecnici, ingegneri e architetti con esperienza di progettazione integrata, innovazione tecnologica e risparmio energetico,

composto da: Project Manager nonché capogruppo Dott. Vincenzo Giordano<sup>2</sup>; Dott. Alfonso Bernardo<sup>3</sup>; Dott.ssa Annalisa Granata<sup>4</sup>; Dott.ssa Maria Veronica Diana<sup>4</sup>; Dott.ssa Barbara Andreoli<sup>5</sup>; Dott. Pietro Lagnese<sup>5</sup>; Ing. Antonietta Amoruso<sup>6</sup>; Arch. Francesca Ricciardi<sup>7</sup>.

## Introduzione

Il progetto prevede di strutturare i reparti e servizi come un "Castello incantato delle cure" con percorsi assistenziali che si snodano come fiabe dove bambino è protagonista di un viaggio nella cura accompagnato da immagini fantastiche, sostituendo pareti "grigie" con colori, camici bianchi con i personaggi di una fiaba, al fine di rendere l'ambiente "a misura di bambino".

Tale progetto consentirà di individuare l'ospedale pediatrico del III millennio come una struttura sanitaria de-

## Giovanni Improta

Ingegnere gestionale,  
Ph.D. – Assegnista di ricerca presso il  
Dipartimento di Scienze Mediche Preventive  
c/o Università degli Studi di Napoli Federico II

## Antonietta Amoruso

Ingegnere Civile, libero professionista

## Ciro Verdoliva

Ingegnere civile – Direttore dell'U.O.S.C.  
Gestione delle Attività tecniche,  
patrimonio immobiliare ed inventario  
dell'A.O.R.N. "A. Cardarelli" di Napoli

“ La progettazione dell'ospedale pediatrico del III Millennio sarà una sintesi di arte e di scienza, di buon gusto e di esperienza, di creatività e di competenza ”

<sup>1</sup> Voluto dalla famiglia Verdoliva, in memoria della Sig.ra Rita De Pascale Verdoliva, che ha proposto alla S.I.A.I.S. (Società italiana dell'Architettura e dell'Ingegneria per la Sanità) di istituirlo a carattere nazionale con lo scopo di promuovere e sostenere la capacità progettuale e creativa di professionisti che operano nel mondo della sanità.

<sup>2</sup> Responsabile UOSD Pianificazione Ospedaliera ASL Napoli 1 Centro.

<sup>3</sup> Responsabile UOSD Programmazione Ospedaliera ASL Napoli 1 Centro.

<sup>4</sup> Dipartimento di Igiene e Medicina Preventiva, Università degli Studi di Napoli Federico II.

<sup>5</sup> Dirigente Psichiatra ASL Caserta.

<sup>6</sup> Ingegnere Civile, libero professionista.

<sup>7</sup> Architetto, libero professionista.

Figura 1. Il castello incantato.



dicata al *mondo dell'infanzia* nella sua globalità, comprendendo anche quelle fasce di età della pre-adolescenza, dell'adolescenza nonché, in alcuni casi e per talune patologie che presentano andamento continuo nell'età adulta, anche rivolto ad ex pazienti pediatrici cui dedicare un counseling avanzato ed una rete di supporto e presa in carico.

L'ospedale pediatrico sarà, inoltre, dotato di un'area dedicata alla neuropsichiatria pediatrica ed adolescenziale con funzioni integrate e di supporto anche ai reparti medico-clinici.

Dotato di almeno 180 posti letto ordinari, 40 posti letto di Day Hospital/Surgery ed attività tecnica di pronto soccorso, osservazione breve pediatrica (O.B.I.), nido inserito in un ambiente architettonico/scenografico, in cui i percorsi assistenziali, si snodino seguendo il percorso delle fiabe e dei personaggi che li animano.

Le degenze sono state concepite ad 1 posto letto con spazi di 18 mq per consentire ai genitori di essere parte integrante della vita del piccolo paziente in regime di ricovero, senza stravolgere l'altro aspetto vitale immanente, ossia, la famiglia.

Dal punto di vista strettamente tecnico

l'area di intervento ipotizzata è il contesto territoriale dell'ASL NA1 corrispondente all'area urbana di Napoli: alta concentrazione di abitanti, posizione baricentrica rispetto ai mezzi di trasporto pubblici e alle vie di comunicazione, di facile accesso per tutti i cittadini.

Abbiamo scelto di porre quale soggetto del nostro lavoro il recupero di un edificio ospedaliero preesistente, da ristrutturare e riqualificare con idee ed obiettivi di nuova concezione.

I vantaggi che presenta la ristrutturazione dell'esistente prevedono in genere: il recupero e la valorizzazione di notevoli proprietà immobiliari pubbliche, talvolta di interesse storico-artistico che, con la loro impronta architettonica qualitativa o anche quantitativa, caratterizzano l'ambito urbano di appartenenza.

La politica di investimento con ristrutturazioni di edifici esistenti presenta notevoli vantaggi in quanto i costi sono inferiori rispetto a quelli di una costruzione ex novo, da realizzare spesso in contesti dove risulta più difficile il reperimento di aree disponibili.

Lo sviluppo della nostra proposta progettuale è avvenuto mediante l'integrazione tra un processo di tipo "ar-

tistico”, con fattori che coinvolgono sensazioni e visualizzazioni, e un procedimento “scientifico”, che si basa sull’innovazione tecnologica della scelta dei materiali e l’adozione di tecnologie alimentate da fonti rinnovabili a minor impatto ambientale.

L’ambiente è stato concepito per il benessere della persona, non solo nelle sue fondamentali componenti strutturali ed impiantistiche come spazio e microclima, ma anche nelle sue componenti più “intime”: quantità e qualità della luce, colore, acustica che insieme alla trama delle fiabe, rappresentano il filo conduttore del progetto proposto.

Le immagini e gli oggetti dei personaggi delle fiabe, accompagnate da stralci dei testi, sono riprodotte lungo i percorsi delle varie unità operative dalle sale di accettazione e attesa, lungo i corridoi dei reparti, nelle stanze di degenza si snodano come un “gioco dell’oca” in cui ad ogni step corrisponde una visita medica o una seduta di cura.

Si realizza un paradosso migliorativo esistenziale: la malattia e l’ospedale servono a rilanciare l’idea di appartenere ad una società civile che si estende anche alle mura domestiche.

La Figura 1 assimila l’ospedale pediatrico ad un *castello incantato*: per tale motivo l’ospedale ad ogni piano e ad ogni unità operativa, dà vita ad un ambiente fiabesco, utilizzando la storia come colore e traccia.

### Riferimenti economici e sociali del contesto progettuale

L’Economia di una scelta di recupero dell’esistente passa attraverso un risparmio delle risorse pubbliche bilanciato da un guadagno di immagine dello Stato con la presenza omogenea sul territorio dei propri doveri e attività come quello di assicurare la tutela della salute dei propri figli indipendentemente dal ceto sociale e dalla disponibilità economica.

La narrazione delle fiabe nei singoli reparti, le sale colorate, la sala giochi, sono visti come parte di una organizzazione creata intorno al bambino non più “piccolo paziente” tale da rendere la condizione di degenza il meno possibile traumatica.

Pertanto, il progetto è stato corredato da una parte squisitamente “architettonico-impiantistica” e da una “gestionale”.

I risultati emersi hanno portato a una progettazione della struttura come luogo di guarigione confortevole e di incontro tra gli operatori sanitari, medici ed infermieri, e i piccoli pazienti seguiti dai propri famigliari.

I punti chiave individuati per questa proposta sono:

1. “Godersi una pausa di vita” tra un esame e la cura; anziché attendere che il tempo passi lentamente.
2. “Agevolare l’interazione sociale” con punti di incontro tra il personale e i famigliari dei bambini nella sala giochi di reparto o nella mensa comune.
3. “Chiarezza e orientamento intuitivo” per agevolare i piccoli utenti nell’orientarsi senza bisogno di indicazioni tradizionali.

Un edificio è funzionale solo se gli utenti riescono a orientarsi facilmente senza bisogno di indicazioni.

I concetti comunicati da una segnaletica con dispositivi ottici e sonori per facilitare l’orientamento anche ai non udenti e non vedenti; colori particolari ad indicare i singoli reparti e la scelta di una fiaba come filo conduttore alla desiderata guarigione.

### Descrizione del progetto

L’impatto psico-sensoriale di un bambino al momento del ricovero rappresenta la *chiave di volta* per ridefinire le strategie edilizie, organizzative, gestionali ed assistenziali che normalmente vengono adottate per concepire ospedali, reparti, degenze pediatriche. L’obiettivo verrà realizzato



Figura 2. le varie unità operative, lungo i corridoi dei reparti e nelle stanze di degenza si snodano come un "gioco dell'oca".

mediante una serie di accorgimenti con i quali si provvederà a far percepire al paziente-bambino di trovarsi non in una struttura ospedaliera bensì, potremmo dire, in un libro di fiabe; compito del personale medico e infermieristico sarà dunque quello di portare avanti il percorso assistenziale come se fosse un gioco, dove anche la puntura del calabrone viene vinta dai colori e da un lieto fine.

### Aspetti tecnologici del progetto

Uno degli obiettivi delle scelte progettuali adottate è la flessibilità di applicazione dei concetti e delle tecnologie ad un edificio esistente.

I prospetti esterni degli edifici da adeguare alla nuova concezione progettuale non muteranno la volumetria e saranno adattati ai contenuti della destinazione d'uso sanitaria pediatrica semplicemente utilizzando pannelli prefabbricati di rivestimento colorati che evocano la silhouette del castello incantato o, dove possibile per la esposizione solare, pannelli fotovoltaici integrati nella facciata.

L'applicazione di pannelli in facciata consente molteplici risultati:

1. miglioramento dell'efficienza energetica della struttura edilizia, attraverso la riduzione di dispersione calore e quindi la riduzione di consumo energetico. Intervendendo sulle facciate con un l'isolamento termico a cappotto aumenta l'efficienza energetica edilizia contribuendo alla riduzione di consumo energetico per limitare l'inquinamento dell'aria e le emissioni dirette di anidride carbonica nell'atmosfera, principale causa di inquinamento nelle aree fortemente urbanizzate. È noto che la maggior parte dell'energia consumata in un edificio sanitario è utilizzata per la climatizzazione.
2. miglioramento del comfort acustico: l'ubicazione degli edifici in zone densamente urbanizzate crea disturbo del sonno a causa di emissioni sonore dovute a passag-

gio di auto, aerei e mezzi di trasporto. L'uso di pannelli fonoassorbenti, abbinati a sistemi di isolamento termico contribuisce notevolmente all'isolamento acustico degli edifici e a garantire un alto livello di comfort acustico.

Nel caso l'architettura dell'edificio preveda ampie superfici esterne verticali trasparenti, si possono raggiungere analoghi risultati di efficienza energetica e comfort acustico, adottando vetri ad alte prestazioni con le seguenti caratteristiche: controllo solare a elevata selettività; combinazioni di vetrata realizzate con stratificato PVB che garantisce sia prestazioni di isolamento acustico sia sicurezza antinfortunistica; trasmissione luminosa.

Un vetro con tali caratteristiche, inserito come componente in una doppia vetrata può raggiungere un valore di isolamento termico nella stagione invernale  $U_g = 1,0 \text{ W}/(\text{mq } ^\circ\text{k})$ .

Un vetro ad alta prestazione è compatibile con tutti i tipi di serramento: legno, pvc, alluminio e misti, per cui facilmente "Applicabile".

### Dimensionamento e sostenibilità economica di impianti da fonti rinnovabili

I consumi energetici di una struttura ospedaliera sono notevoli e calcolabili solo in sede di progettazione esecutiva.

Il principio da noi seguito è la alimentazione energetica da fonti rinnovabili con l'adozione di una o più delle seguenti tecnologie: solare termico per il riscaldamento, solar cooling per il raffrescamento, fotovoltaico e trigenerazione per l'alimentazione elettrica.

È stato possibile ipotizzare un dimensionamento dell'impianto fotovoltaico in quanto la superficie piana di copertura dell'ospedale pediatrico ipotizzato in progetto è pari a circa 3.100 mq. e consente l'installazione di pannelli per una potenza di picco

pari a circa 200 kW con una resa complessiva netta di 273.000 kWh annui.

Tale impianto in sede di progettazione definitiva può essere ampliato facendo ricorso all'uso dei pannelli fotovoltaici integrati per la facciata col duplice scopo di aumentare la produzione di energia elettrica e di decorare il prospetto secondo il profilo del *castello incantato*.

Nell'ipotizzare la sostenibilità economica dell'impianto, abbiamo previsto di essere auto produttori; secondo la definizione data all'art. 2 comma 2 del Decreto Legislativo 16 marzo 1999 n. 79, produttori di energia elettrica e utilizzatori in misura non inferiore al 70% annuo.

Per la analisi economico-finanziaria dell'impianto fotovoltaico abbiamo fatto riferimento alle regole del IV Conto Energia, al D. Lgs. 3 marzo 2011, n. 28, recante attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, alle delibere dell'AEGG e alle norme vigenti in materia.

Poiché gli incentivi non sono applicabili all'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici per la cui realizzazione siano stati concessi incentivi pubblici di natura nazionale, regionale, locale o comunitaria in conto capitale e/o in conto interessi con capitalizzazione anticipata, eccedenti il 20% del costo dell'investimento da sostenere per la costruzione dell'impianto stesso per la analisi economica siamo rimasti al di sotto di tale aliquota, facendo ricorso per la parte complementare all'intera somma necessaria al finanziamento tramite terzi, ossia: banche, finanziarie, etc.

Confrontare la scheda descrittiva dell'impianto fotovoltaico.

### illuminazione, tecnologia e design

L'integrazione tra design, tecnologia e luce è alla base dell'intervento per ottenere i risultati concepiti in questa proposta.

Per la segnaletica dei singoli reparti sono predominanti oltre ai colori le soluzioni a LED RGB; essi sono sostenibili economicamente per i bassissimi consumi e la manutenzione ridotta e soddisfano tutti i requisiti per le sorgenti luminose.

La cura della progettazione degli ambienti sia interni che esterni con la scelta di: materiali, forme, colori, durabilità, pulizia, sicurezza è di pari importanza rispetto a tutto quanto previsto dalle norme vigenti in materia di edilizia sanitaria.

Un gioco interattivo di luce, immagini, tecnologia appositamente sviluppato accompagna i piccoli pazienti, i visitatori, gli operatori sanitari dall'ingresso lungo tutti i percorsi.

Ciò consente di creare atmosfere uniche utilizzando, ad esempio l'illuminazione dinamica, di stimolo terapeutico in rianimazione, giocoso per gli altri reparti.

Una permanenza o una visita specialistica presso la struttura sanitaria così concepita, dovrà pertanto, diventare un susseguirsi di momenti vivaci ed emozionali.

Ad esempio, la TAC in radiologia concepito con l'ambientazione del Nautilus: un'enorme parete animata dai mostri dei fondali marini che pur incutendo timore sorprenderà piacevolmente un bambino perché in essa potrà visualizzare le proprie paure e tenerle sotto controllo poiché i mostri dalle pareti non si muovono (Figura 3).

Questi accorgimenti aiuteranno piccoli pazienti e visitatori adulti a orientarsi nei vari reparti e a raggiungere le stanze. In questo modo si possono utilizzare le elaborazioni grafiche riportate sulle pareti anziché i poco attraenti segnali convenzionali.

Per migliorare la visibilità sulle scale, saranno installate, sempre in modo invisibile, soluzioni di illuminazione a LED personalizzate nelle balauste (Figura 4).

La progettazione dell'ospedale pediatrico del III Millennio sarà una sintesi di arte e di scienza, di buon gusto e di esperienza, di creatività e di competenza, elementi che concorrono



Figura 3. Radiologia T.A.C., ambientazione sommergibile Nautilus.



Figura 4. Chirurgia pediatrica.

## SCHEDA IMPIANTO FOTOVOLTAICO IL CASTELLO INCANTATO

### DATI DI INGRESSO

provincia di installazione	Napoli
consumi medi annui stimati	300.000 kWh/anno
costo medio energia elettrica (IVA esclusa)	0,18 euro/kWh
valore massimo di produttività dei pannelli	1.709 kWh/kW/anno

### DATI IMPIANTO

Potenza installata	200 kW
Producibilità lorda impianto	341.800 kWh/anno
Producibilità netta unitaria	1.367 kWh/kW/anno
Producibilità netta impianto	273.440 kWh/anno
vita utile impianto	20 anni

### IV CONTO ENERGIA "D. M. Sviluppo Economico" maggio 2011

Fascia d'incentivazione: "impianto fotovoltaico su tetto piano"	Anno 2012
tariffa incentivante per "conto energia"	0,233 euro/kWh
PRIMA INCENTIVAZIONE: premio autoproduzione	si
PRESENZA SECONDA INCENTIVAZIONE	no
percentuale di riduzione del fabbisogno di energia primaria	min. 20%
tariffa incentivante per "conto energia"	0,233 euro/kWh

### DATI ECONOMICI

investimento iniziale	(euro/kW) 4.000 euro/kW
investimento complessivo (IVA esclusa)	800.000 euro
costo investimento (IVA inclusa)	880.000 euro
costi gestione	20.000 euro/anno
costi manutenzione straordinaria: sostituzione inverter	120.000 euro
anno in cui avviene la manutenzione straordinaria	13 anno
costo annuo per assicurazione	20.643 euro/anno
durata assicurazione	12 anni
costo medio energia elettrica (IVA inclusa)	0,216 euro/kWh
tariffa incentivante per "conto energia"	0,233 euro/kWh

### DATI FINANZIAMENTO

Percentuale di finanziamento ottenuta da fondi europei e/o nazionali al di sotto del 20%	19,9% %
finanziamento ottenuto	159.000 euro
Percentuale di finanziamento richiesto a terzi: (banche, finanziarie, etc. ...)	80,1% %
finanziamento richiesto	721.000 euro
tasso di interesse annuale su mutuo	5,25% %
durata mutuo	12 anni
ipotesi di rata mutuo (annuale)	- 94.870 euro/anno
risparmio di energia elettrica (annuale)	49.219 euro/anno
ricavi contributi conto energia (annuale)	66.897 euro/anno
Differenza per i primi 12 anni	+ 21.246 euro/anno
Dopo il 13° anno	+ 49.219 euro/anno

no certamente al "buon vivere" nelle città, ma anche ad una crescita comunitaria più civile, così come in particolare nelle strutture di ricovero e cura, nelle quali più si avverte e si soffre il male di vivere.

Le finalità dell'ospedale pediatrico ipotizzato in questo progetto sono quelle di:

- curare malattie;
- effettuare visite mediche;
- educare e formare alla salute;
- riabilitazione psico-sociale;
- creare posti di lavoro;
- sostegno morale, etico e spirituale;
- sostenibilità economico-gestionale.

# CONSIDERAZIONI SU ALCUNI ABUSI EDILIZI



In Italia l'abusivismo edilizio ha assunto proporzioni tali da non avere alcun paragone con altre realtà continentali, giungendo ad assumere una rilevanza sociale ai limiti dell'ordinarietà.

La percezione di illegalità del fenomeno, dato anche il numero di nuclei familiari che vi hanno o vi hanno avuto coinvolgimento, dalla società civile è notevolmente bassa e molte volte giustificata dalla necessità di trovare una idonea sistemazione alloggiativa a diversi nuclei familiari.

Indipendentemente dalle numerose leggi di sanatoria edilizie che si sono susseguite nel tempo, nonostante leggi che presupponevano la impossibilità di edificare abusivamente, tenuto presente, tra l'altro, la impossibilità legale di alienare l'immobile abusivo, non si è riscontrato una cessazione della realizzazione di opere abusive.

All'attualità, pur tenendo conto del testo unico dell'edilizia (DPR 380/01 e s.m.i.) e dell'art. 19 "Aggiornamento del catasto" della legge 122 del 2010, non si è rilevata da parte delle amministrazioni comunali una attività volta a colpire gli abusi edilizi, non sanati, verificatisi sul territorio.

Una ragione può essere ricercata, probabilmente, nell'importo delle sanzioni economiche da combinare, che sono notevolmente pesanti (il principio base è in sintesi il doppio del valore di mercato o convenzionale del bene costruito abusiva-

mente), fermo restando l'ipotesi che l'immobile ricada nella casistica specifica.

Tanto premesso esaminiamo quali potrebbero essere i vicoli normativi che impediscono alle Amministrazioni comunali di procedere con celerità, nei casi in cui è possibile, e come risolvere situazioni che riguardano alcuni abusi più comuni:

- l'art. 36 comma 1 detta la possibilità di poter ottenere la sanatoria edilizia nel caso che "l'intervento risulti conforme alla disciplina urbanistica ed edilizia vigente sia al momento della realizzazione dello stesso, sia al momento della presentazione della domanda. (comma così modificato dal d.lgs. n. 301 del 2002)..";
- importo della sanzione (pari al doppio del valore di mercato/convenzionale);
- piccoli interventi abusivi all'interno del proprio immobile senza varare la superficie e la volumetria preesistente;
- realizzazione di verande.

La doppia conformità richiesta dal T.U. art. 36 "Accertamenti di conformità" (punto 1) rende e mantiene, infatti, elevato il numero di abusi che non riescono ad essere sanati.

Al fine del conseguimento del permesso in sanatoria occorre la c.d. doppia conformità dell'intervento ovvero che lo stesso sia conforme alla disciplina edilizia e urbanistica vigente sia al momento della sua rea-

A cura della

Commissione  
Stime Immobiliari e Catasto

“ In Italia l'abusivismo edilizio ha assunto proporzioni tali da non avere alcun paragone con altre realtà continentali, giungendo ad assumere una rilevanza sociale ai limiti dell'ordinarietà ”

lizzazione, sia al momento della presentazione della domanda.

Ne deriva che l'accertamento in conformità (art. 36) è uno strumento di regolarizzazione dei soli abusi edilizi formali, destinato a porre rimedio alla mancata tempestiva acquisizione del titolo abilitativo idoneo a legittimare l'intervento.

Sarebbe da auspicare una modifica della norma che prescindesse dalla doppia conformità alla disciplina edilizia ed urbanistica e considerasse solo la disciplina vigente al momento del rilascio del provvedimento in sanatoria.

Ove, infatti, la disciplina urbanistica ed edilizia attuale consentisse la realizzazione di un intervento edilizio corrispondente a quello eseguito in precedenza senza titolo, non avrebbe alcun senso ordinare la demolizione dell'opera già realizzata, in quanto non conforme al vecchio strumento urbanistico, per poi autorizzare l'esecuzione di un'opera identica, dato che è conforme allo strumento urbanistico vigente.

L'esercizio della vigilanza sull'attività urbanistico-edilizia sul territorio è regolamentato dal combinato disposto dell'art.27 "Vigilanza sull'attività urbanistico-edilizia" e 31 "Interventi eseguiti in assenza di permesso a costruire, in totale difformità o con variazioni essenziali" del T.U.

In particolare, l'art. 31 regola quanto segue: "... 2.) Il dirigente o il responsabile del competente ufficio comunale, accertata l'esecuzione di interventi in assenza di permesso, in totale difformità dal medesimo, ovvero con variazioni essenziali, determinate ai sensi dell'articolo 32, ingiunge al proprietario e al responsabile dell'abuso la rimozione o la demolizione, indicando nel provvedimento l'area che viene acquisita di diritto, ai sensi del comma 3. 3.) Se il responsabile dell'abuso non provvede alla demolizione e al ripristino dello stato dei luoghi nel termine di novanta giorni dall'ingiunzione, il bene e l'area di sedime, nonché quella necessaria, secondo le vigenti prescri-

zioni urbanistiche, alla realizzazione di opere analoghe a quelle abusive sono acquisiti di diritto gratuitamente al patrimonio del comune... 4. L'accertamento dell'inottemperanza alla ingiunzione a demolire, nel termine di cui al comma 3, previa notifica all'interessato, costituisce titolo per l'immissione nel possesso e per la trascrizione nei registri immobiliari, che deve essere eseguita gratuitamente". Viene proposta, solo per quegli interventi ed opere non eseguite, salvo eventuali deroghe, in zone vincolate, ne su immobili vincolati, una modifica all'articolo 31 del Testo unico dell'edilizia, che preveda sempre l'acquisizione da parte del Comune del bene ma non più la demolizione per gli edifici abusivi. Si potrebbe optare, ferma l'acquisizione degli immobili, di concederlo in locazione all'attuale occupante alle seguenti condizioni:

- il conduttore dovrà provvedere al pagamento del canone locativo sociale. In caso di non pagamento del canone per tre mensilità scatta automaticamente lo sfratto;
- dovrà renderlo staticamente sicuro e rispettoso di tutte le norme di sicurezza specie per gli impianti
- dovrà provvedere alla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'immobile e alla sua conservazione.

Ovviamente detta locazione, in caso di morte dell'occupante, potrà essere volturata al parente convivente più prossimo.

In tal modo si avrebbe un continuo gettito economico all'Amministrazione comunale e si eviterebbe di privare una famiglia della propria abitazione.

In merito al punto 3) si fa presente che è normale che dopo l'acquisto di un qualsiasi immobile il proprietario realizzi, senza variare il prospetto esterno dell'edificio, all'interno dell'immobile dei lavori (rifacimento dei pavimenti e degli impianti, tinteggiature alle pareti, variazione delle tramezzature, creazione di un secondo

bagno e così via) senza procedere alla richiesta del titolo abilitativo.

Nella quasi totalità dei casi le variazioni apportate all'immobile non variano la superficie e la volumetria dell'immobile acquistato.

Pertanto, fermo restando che la sanzione è pari a 516 euro dovuta per non aver presentato la richiesta del titolo autorizzativo al comune, è opportuno che venga eliminata la presentazione del progetto in sanatoria essendo sufficiente il confronto della vecchia planimetria con quella realizzata, oltre ai dati forniti per la presentazione del classamento all'Agenzia del Territorio. Dati questi che sono reperibili dai tecnici comunali tramite il portale dei comuni.

Pertanto sarebbe auspicabile che allorquando si presenti un accatastamento al catasto (nuova costruzione, variazione, ecc) debba essere citato il provvedimento autorizzativo comunale e in caso di sanatoria, di cui sopra (non aumento di superficie e di volume), gli estremi del versamento della sanzione pecuniaria. Detta presentazione (accatastamento e pagamento della sanzione), dopo trenta giorni, valga come sanatoria per gli abusi interni presentati.

In merito alle verande che vengono realizzate su balconi o terrazzini per

umentare la superficie dell'immobile ed in particolare per ampliare dei vani, si dovrebbe costituire un fondo vincolato, che dovrebbe essere alimentato dalla corresponsione delle sanzioni pecuniarie derivanti da quelle verande che potrebbero essere sanate in quanto non si affacciano su strade principali, tramite il quale si possa procedere alla eliminazione delle verande che fronteggiano le strade principali o che deturpano fabbricati di interesse storico.

Per procedere in tal senso i tecnici comunali dovrebbero individuare le strade principali e i fabbricati di interesse storico, mentre il consiglio comunale dovrà determinare la sanzione per le verande che possono essere sanate.

Ove la veranda non ricadesse nella casistica detta la sanatoria potrebbe essere concessa a seguito della presentazione dell'accatastamento all'Agenzia del territorio, unitamente al versamento della sanzione e la distinta del calcolo per la determinazione della sanzione.

In tal modo si potrebbe procedere ad eliminare tanti abusi edilizi, incrementando l'erario comunale e risolvendo problematiche sociali, che potrebbero sorgere se si applicasse la norma vigente.



## CONSEGNATI I PREMI DELLA FONDAZIONE FILIPPO MANNA

Venerdì 4 novembre 2011 presso l'Aula Magna dell'Istituto Motori-CNR di Napoli, si è svolta la cerimonia di consegna dei Premi Prof. Filippo Manna; dedicati alla memoria dello scienziato, scomparso due anni fa. Numerosi gli intervenuti alla manifestazione: il prof. Pappalettere dell'Università di Bari, il prof. Pier Gabriele Molari dell'Università di Bologna, il Prof. Antonino Pasta dell'Università di Palermo e tanti altri docenti e giovani ricercatori della Facoltà d'ingegneria campane e dell'Istituto Motori.

La cerimonia, introdotta dal Prof. Claudio Bertoli del Dipartimento Nazionale dell'Energia e dei Trasporti del CNR /che ha brevemente ricordato la figura del Manna) è proseguita con la commemorazione del Prof. Ing. Pasquale Mario Calderale del Politecnico di Torino particolarmente toccante. L'intervento del Prof. Ing. Vincenzo Vullo dell'Università di Roma-Tor Vergata ha messo in evidenza la "modernità" degli studi del Prof. Manna.

Diversi gli interventi a ricordo del Prof. Manna: il Prof. Piero Saladino Preside della Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Napoli Federico II, ne ha ricordato la "fama" che aveva il Manna quando lui era studente e la necessità di prendere ad esempio i Maestri che hanno avuto nella loro vita scientifica una visione multidisciplinare al fine di rendere efficace il processo di modernizzazione anche statutaria dell'Ateneo federiciano. Il

Prof. Giovanni Maria Carlomagno Ordinario di Gasdinamica ha ricordato che il Prof. Manna era "un'aquila e le aquile volano da sole" ed il sindaco di Casalnuovo di Napoli, dove il Manna è nato e vissuto, On. Antonio Peluso ha annunciato l'avvio delle procedure per dedicare all'illustre concittadino una strada o una scuola.

Durante la manifestazione sono stati consegnati i Premi di Laurea Prof. Filippo Manna a giovanissimi ingegneri laureati nel periodo maggio 2010-ottobre 2011 con una tesi in Ingegneria Meccanica.

Per la I edizione del Premio la commissione, presieduta dal Prof. Cludio Bertoli dell'Istituto Motori CNR, e composta dal Prof. Antonio De Iorio dell'Università di Napoli, dal Prof. Mariano Migliaccio dell'Università di Napoli e dal Prof. Vincenzo Vullo dell'Università di Roma-Tor Vergata, dopo un esame preliminare dei 6 lavori presentati a concorso, atteso l'elevato valore scientifico degli stessi, ha chiesto alla Famiglia Manna che venissero messi a disposizione due assegni da 500 euro per due secondi premi.

La commissione, pertanto, ha premiato i seguenti giovani ingegneri che presenti alla manifestazione hanno ritirato le attestazioni:

- I Premio di euro 1.000 all'ing. Flavio Farroni, autore della tesi di laurea dal titolo "Un modello fisico-analitico per la stima dell'aderenza di un pneumatico da competizione";

- Il Premio ex equo euro 500 ciascuno agli:
  - ing. Andrea Fontana, autore della tesi di laurea dal titolo "Analisi strutturale della testata di un motore e di componenti veicolistici innovativi";
  - ing. Serena Cimmino autrice della tesi di laurea dal titolo "Valutazioni numeriche FEM di tensioni residue in giunti testa a testa".

Il premio è stato ritirato dal relatore Prof. Raffaele Sepe in quanto la vincitrice, dipendente del CERN di Ginevra, ha comunicato la indisponibilità ad intervenire.

Un vivo e sincero ringraziamento la Fondazione lo rivolge al Prof. Mariano Migliaccio che tanto si è prodigato per la riuscita della manifestazione, ancorché preparata con poco anticipo, ed al Direttore dell'Istituto Motori-CNR Ing. Paola Belardini per la

calda accoglienza che ha dimostrato e per la bella struttura che ha messo a disposizione.

Un caro ringraziamento va al prof. Elio Liguori l'Allievo più affezionato al Prof. Manna, all'ing. Ferdinando Laezza dell'Istituto Motori *grand commis* della Fondazione, all'ing. Milly Abagnale assegnista di ricerca della Federico II e all'ing. Mario De Via della società Eraclito Srl per il supporto informatico.

La manifestazione, promossa dalla istituenda Fondazione Prof. Filippo Manna, con sede in Casalnuovo di Napoli, è il primo di una serie di eventi che, nel ricordo del Prof. Filippo Manna, cercheranno di aiutare i tanti ingegneri meritevoli a non lasciare la loro terra contribuendo, così, ad evitare l'impoverimento culturale ed anche economico del territorio. Tutte le novità saranno disponibili sul sito della fondazione [www.fondazionemanna.it](http://www.fondazionemanna.it).



# GUIDA PER L'INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

“ L'installazione di un impianto fotovoltaico, in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, può comportare un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio ”

*Il Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV F, nella seduta del 13 dicembre 2011, ha messo a fuoco le numerose problematiche connesse alle installazioni di impianti fotovoltaici, spesso occasione di incendi specie quando detti impianti sono installati su solai piani con superficie asfaltata.*

*Si è pervenuti all'opportunità di elaborare una linea guida per tali installazioni, in fase di definizione, ma per la quale riteniamo opportuno proporre agli ingegneri napoletani una bozza, in progress, perché ci si renda conto che un impianto fotovoltaico, specie se di notevoli dimensioni, merita sempre una progettazione puntuale, affidata ad un tecnico competente. Chi può essere più competente, in tale settore, di un ingegnere?*

P.E. De Felice

## Premessa

Gli impianti fotovoltaici non rientrano fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122".

Tuttavia, l'installazione di un impianto fotovoltaico a servizio di un'attività soggetta ai controlli di prevenzione incendi richiede gli adempimenti previsti dal comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011.

In via generale l'installazione di un impianto fotovoltaico (FV), in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, può comportare un aggravio del preesistente livello di ri-

schio di incendio. L'aggravio potrebbe concretizzarsi, per il fabbricato servito, in termini di:

- interferenza con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione (ostruzione parziale/totale di traslucidi, impedimenti apertura evacuatori);
- ostacolo alle operazioni di raffreddamento/estinzione di tetti combustibili;
- rischio di propagazione delle fiamme all'esterno o verso l'interno del fabbricato (presenza di condutture sulla copertura di un fabbricato suddiviso in più compartimenti - modifica della velocità di propagazione di un incendio in un fabbricato mono compartimento).

Inoltre, risulta necessario valutare l'eventuale pericolo di elettrocuzione cui può essere esposto l'operatore VV.F. per la presenza di elementi circuitali in tensione.

## Campo di applicazione

Rientrano, nel campo di applicazione della seguente guida, gli impianti con tensione in corrente continua (c.c.) non superiore a 1500V.

In allegato sono riportate le definizioni, ricavate dalle vigenti norme e guide di settore, cui si farà riferimento.

## Requisiti tecnici

Ai fini della prevenzione incendi gli impianti FV dovranno essere progettati, realizzati e mantenuti a regola d'arte.

Ove gli impianti siano eseguiti secondo i documenti tecnici emanati dal CEI (norme e guide) e/o dagli organismi di normazione internazionale, essi si intendono realizzati a regola d'arte.

Inoltre tutti i componenti dovranno essere conformi alle disposizioni comunitarie o nazionali applicabili. In particolare, il modulo fotovoltaico dovrà essere conforme alle Norme CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2.

L'installazione dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato. Tale condizione si ritiene rispettata se l'impianto fotovoltaico, incorporato in un'opera di costruzione, è installato su strutture di copertura e/o di facciata incombustibili. Risulta equivalente l'interposizione tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio, di uno strato di materiale incombustibile, le cui caratteristiche di comportamento al fuoco e di spessore siano atte ad evitare la propagazione dell'incendio all'interno dell'opera di costruzione.

In alternativa potrà essere effettuata una specifica valutazione del rischio di propagazione dell'incendio, tenendo conto della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture di tetti (secondo UNI EN 13501-5:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi di

costruzione - Parte 5: Classificazione in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno secondo UNI ENV 1187:2007) e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico attestata secondo le procedure di cui all'art. 2 del DM 10 marzo 2005 recante "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione" da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.

L'ubicazione dei moduli e delle condutture elettriche dovrà inoltre sempre consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti, nonché tener conto, in base all'analisi del rischio incendio, dell'esistenza di possibili vie di circolazione di incendi (lucernari, camini, ecc.). In ogni caso i moduli, le condutture, gli inverter, i quadri ed altri eventuali apparati non dovranno essere installati nel raggio di 1 m dagli EFC.

L'impianto FV dovrà, inoltre, avere le seguenti caratteristiche:

- essere provvisto di un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile che determini il sezionamento dell'impianto elettrico, all'interno del compartimento/fabbricato nei confronti delle sorgenti di alimentazione, ivi compreso l'impianto fotovoltaico;
- in caso di presenza di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili, al fine di evitare i pericoli determinati dall'innescamento elettrico, è necessario installare la parte di impianto in corrente continua, compreso l'inverter, all'esterno delle zone classificate ai sensi del D. Lgs. 81/2008 – allegato XLIX;
- nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di materiale esplodente, il generatore fotovoltaico e tutti gli altri componenti in corrente continua costituenti potenziali fonti di innesco, dovranno essere installati alle distanze di sicurezza stabilite dalle norme tecniche applicabili;



**ATTENZIONE  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
IN TENSIONE DURANTE  
LE ORE DIURNE  
( ..... volt )**

- i componenti dell'impianto non dovranno essere installati in luoghi definiti "luoghi sicuri" ai sensi del DM 30/11/1983, nè essere di intralcio alle vie di esodo;
- le strutture portanti, ai fini del soddisfacimento dei livelli di prestazione contro l'incendio di cui al DM 09/03/2007, dovranno essere verificate e documentate tenendo conto delle variate condizioni dei carichi strutturali sulla copertura, dovute alla presenza del generatore fotovoltaico, anche in riferimento al DM 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Si precisa che per le pensiline in materiale incombustibile degli impianti di distribuzione carburanti non è richiesto alcun requisito di resistenza al fuoco.

### Documentazione

dovrà essere acquisita la dichiarazione di conformità di tutto l'impianto fotovoltaico e non delle singole parti, ai sensi del D.M. 37/2008. Per impianti con potenza nominale superiore a 20 kW dovrà essere acquisita la documentazione prevista dalla Lettera Circolare M.I. Prot. n. P515/4101 sott. 72/E.6 del 24 aprile 2008.

### Verifiche

Periodicamente e ad ogni trasformazione, ampliamento o modifica dell'impianto dovranno essere eseguite e documentate le verifiche ai fini del rischio incendio dell'impianto fotovoltaico, con particolare attenzione ai sistemi di giunzione e di serraggio.

### Segnaletica di sicurezza

- L'area in cui è ubicato il generatore ed i suoi accessori, qualora accessibile, dovrà essere segnalata con apposita cartellonistica con

forme al D. Lgs. 81/2008. La predetta cartellonistica dovrà riportare la seguente dicitura: ATTENZIONE: Impianto Fotovoltaico in tensione durante le ore diurne (... Volt). La predetta segnaletica, resistente ai raggi ultravioletti, dovrà essere installata ogni 10 m per i tratti di condotta.

- Nel caso di generatori fotovoltaici presenti sulla copertura dei fabbricati, detta segnaletica dovrà essere installata in corrispondenza di tutti i varchi di accesso del fabbricato.
- I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D.Lgs.81/08.

### Salvaguardia degli operatori VV.F.

Per quanto riguarda la salvaguardia degli operatori VV.F. si rimanda a quanto indicato nella nota PROTEM 622/867 del 18/02/2011, recante "Procedure in caso di intervento in presenza di pannelli fotovoltaici e sicurezza degli operatori vigili del fuoco". Si segnala che è stata presa in considerazione l'installazione di dispositivi di sezionamento per gruppi di moduli, azionabili a distanza, ma ad oggi non se ne richiede l'obbligatorietà in quanto non è nota l'affidabilità nel tempo, né è stata emanata una normativa specifica che ne disciplini la realizzazione, l'utilizzo e la certificazione.

### Impianti esistenti

Per gli impianti fotovoltaici messi in servizio prima dell'entrata in vigore della presente guida, installati in attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, dovrà essere prevista: la presenza e la funzionalità del dispositivo del comando di emergenza; l'applicazione della segnaletica di sicurezza e le verifiche di cui al precedente paragrafo.

## ALLEGATO

Le seguenti definizioni sono ricavate dalla Norma CEI 64-8, Sezione 712 e dalla Guida CEI 82-25

### Dispositivo fotovoltaico

Componente che manifesta l'effetto fotovoltaico. Esempi di dispositivi FV sono: celle, moduli, pannelli, stringhe o l'intero generatore FV.

### Cella fotovoltaica

Dispositivo fondamentale in grado di generare elettricità quando viene esposto alla radiazione solare.

### Modulo fotovoltaico

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3)

### Pannello fotovoltaico

Gruppo di moduli preassemblati, fissati meccanicamente insieme e collegati elettricamente. In pratica è un insieme di moduli fotovoltaici e di altri necessari accessori collegati tra di loro meccanicamente ed elettricamente (Il termine pannello è a volte utilizzato impropriamente come sinonimo di modulo)

### Stringa fotovoltaica

Insieme di pannelli fotovoltaici collegati elettricamente in serie

### Generatore FV (o Campo FV)

Insieme di tutti i moduli FV in un dato sistema FV

### Quadro elettrico di giunzione del generatore FV

Quadro elettrico nel quale tutte le stringhe FV sono collegate elettricamente ed in cui possono essere situati dispositivi di protezione, se necessario

### Cavo principale FV c.c.

Cavo che collega il Quadro elettrico di giunzione ai terminali c.c. del convertitore FV

### Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata

Insieme di inverter (Convertitori FV) installati in un impianto fotovoltaico impiegati per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dalle varie sezioni che costituiscono il generatore fotovoltaico.

### Sezione di impianto fotovoltaico

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso

### Cavo di alimentazione FV

Cavo che collega i terminali c.a. del convertitore PV con un circuito di distribuzione dell'impianto elettrico

### Impianto (o Sistema) fotovoltaico

Insieme di componenti che producono e forniscono elettricità ottenuta per mezzo dell'effetto fotovoltaico. Esso è composto dal Generatore FV e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore



## MICHELE VIPARELLI UN MAESTRO DELLA SCUOLA NAPOLETANA DI INGEGNERIA IDRAULICA

Pietro Ernesto De Felice  
ingegnere

Ho conosciuto recentemente Claudia Viparelli, una giovane ingegnere napoletana, nipote dell'indimenticato maestro Michele, e non ho potuto fare a meno di sollecitarla di farmi avere notizie puntuali sulla brillante carriera di quello che è stato, per la mia generazione, un impareggiabile maestro di ingegneria e di vita.

Il prof. Michele Viparelli si proponeva in aula in toni pacati, disponibile ad aiutare i suoi allievi per interpretare processi di idraulica anche complessi, quando i testi universitari erano generalmente ciclostilati, e talvolta ricavati da scritti a mano trattati ad alcool.

Le sue lezioni non terminavano mai in classe; egli si tratteneva nei corridoi e nel suo ufficio per essere certo che tutti avessero compreso la lezione.

Ricordo il tono della sua voce, pacato e chiaro; il suo caratteristico capo leggermente chino come a voler mostrare una timidezza che non gli era propria, la soddisfazione che manifestava quando gli allievi a lui più vicini conseguivano un buon risultato d'esame. All'esame era comunque rigoroso, ma mai mortificava l'allievo che non riusciva a meritare la promozione.

Alle sedute di laurea era sempre presente, ed ammiccava sorridente a quelli che, anche anni indietro, erano stati allievi diligenti ai suoi corsi.

Ricordo – io gli ero vicino per l'amicizia che ci accomunava per il com-

pianto prof. Roberto Breglia – la grande attenzione che dedicò alle indagini a lui affidate per l'incidente alla diga del Vajont e la preoccupazione che lo accompagnò per assicurare risposte certe, documentate e scientificamente rigorose alle numerose interrogazioni che gli venivano sottoposte.

La facoltà di Ingegneria di Napoli ha voluto dedicargli, una cerimonia di grande rilievo quando con decreto del Presidente della Repubblica del 16 aprile 87, gli venne attribuito il titolo di professore emerito d'Idraulica. Fu Carlo Montuori a tenere la prolusione, con ricchezza di particolari sulla carriera del prof. Viparelli ed i più significativi successi sul piano didattico e professionale.

Dalla ricca prolusione di Montuosi, prenderò solo qualche spunto che potrebbe meglio illustrare la figura del maestro e dell'uomo.

Viparelli, entrò nell'Istituto di Idraulica della facoltà di ingegneria nel 1936, dopo aver compiuto il servizio militare di leva, ma in occasione della seconda guerra mondiale fu chiamato alle armi ed inviato in Africa, e successivamente prigioniero nel 1943, solo nel 1945 fu rimpatriato. In campo di concentramento non solo continuò i suoi studi e le sue ricerche bibliografiche, ma manifestò l'amore per l'ingegneria idraulica organizzando corsi a beneficio di compagni studenti di ingegneria che avevano dovuto interrompere gli studi universitari.

Fu un maestro nella ricerca sul campo e nella sperimentazione. Non spetta a me esplorare i suoi meriti scientifici, ma citerò solo alcune sue ricerche ancora vive e produttive

Si interessò di complesse sperimentazioni su correnti miste di acqua ed aria, che ebbero risonanza negli Stati Uniti, in un congresso a Minneapolis; studiò – realizzando una complessa struttura sperimentale – il moto negli alvei torrentizi che sfuggivano alle tradizionali schemi dei corsi d'acqua superficiale, e, sempre partendo da indagini sperimentali, dell'erosione a valle di una traversa fluviale.

Sono solo piccoli esempi di una complessa attività di studio e di sperimentazione.

Per noi, suoi allievi, rimane fondamentalmente impressa la figura dell'Uomo, dello scienziato, del ricercatore, ma soprattutto del maestro che ebbe come fondamentale sua attenzione di trasferire a tutti gli allievi la

più vasta conoscenza del mondo dell'idraulica e delle tante problematiche che ad essa attengono.

Vorrei chiudere con una considerazione personale, quale componente del Tribunale Regionale delle Acque presso la Corte d'Appello di Napoli, nella veste di giudice tecnico.

Sono chiamato, insieme ai due giudici togati, ad interessarmi del riconoscimento di danni provocati da esondazioni di corsi d'acqua in tutto il Sud d'Italia. Sono tanti, tantissimi, e spesso ripetuti da parte degli stessi corsi d'acqua e prevalentemente. In genere sono prodotti per sottovalutazioni ed errori umani, a partire dalla cattiva manutenzione e da interventi con cementificazioni improprie.

Forse un prof. Michele Viparelli potrebbe insegnare, ancor oggi attraverso i suoi scritti e le sue opere, come ridurre drasticamente questi fenomeni ottenendo economie enormi per gli enti pubblici cui queste opere sono affidate.



# ARCHI E VOLTE IN ZONA SISMICA MECCANICA DELLE STRUTTURE VOLTATE

Recensione

Doppiavoce Edizioni  
320 pagine, 250 immagini a colori  
e 100 in b/n, cartonato  
[www.doppiavoce.it](http://www.doppiavoce.it)

In una veste tipografica di particolare eleganza prodotta e curata per i tipi di Doppiavoce Edizioni di Napoli, è in libreria un nuovo testo a cura di Antonio Borri e Laura Bussi su "Archi e volte in zona sismica. Meccanica delle strutture voltate".

L'introduzione del termine "conservazione" per i nostri centri storici ricchi di archi, volte, e cupole che rappresentano una eredità culturale della quale tutti ci dobbiamo preoccupare, apre nuovi orizzonti alla tematica.

Il connubio tra conservazione e sicurezza che per tali costruzioni storiche nel loro complesso può risultare difficile da realizzare trova sovente soluzioni semplici efficaci e poco invasive.

Fondamentale come sempre è però basarsi su una conoscenza approfondita di queste strutture, delle loro modalità costruttive e del loro comportamento meccanico, sia nello stato in cui si trovano, sia in quello della loro progettazioni.

In un recente ciclo di seminari organizzato dal prof. ing. Alessandro Baratta presso l'Ordine professionale degli Ingegneri della provincia di Napoli, le varie tematiche, classiche ed avanzate, sulle strutture murarie sono state affrontate in modo di avere una visione di insieme delle stesse; il Libro invece affronta in maniera organica ed "accessibile" le problematiche connesse con questa tipologia muraria, soprattutto dal punto di vista applicativo e professionale con un approccio metodologico più attuale.

Nel primo capitolo curato da Laura Bussi attraverso cenni sul rapporto forma-struttura introduce l'argomento delle strutture voltate finendo attraverso cenni storici ripercorre le principali tappe dello sviluppo di questa tipologia strutturale con i mutamenti più significativi che sono entrati nella loro prassi costruttiva.

Il secondo capitolo di Michele Paradiso e Giacomo Tempesta affronta il tema dell'analisi e della soluzione delle equazioni lineari che descrivono il comportamento della muratura intesa come sistema di blocchi rigidi vincolati tra di loro con vincoli di contatto. Sorge così una struttura sui generis costituita da elementi rigidi collegati con giunti elastici.

È il sistema olonoma, il sistema cioè ad un numero finito di possibili gradi di libertà che ha visto nel Professore Vincenzo Franciosi che, sulle considerazioni di Jacques Heyman, ha proposto dei modelli strutturali particolarmente efficaci per lo studio di tali strutture essendo lui il massimo studioso italiano, forse unico, nel settore.

Epigono di una eccellente Scuola Napoletana rimane ancora tale: orgoglio dei suoi migliori allievi distribuiti oltre Napoli in tutta Italia.

Doveroso omaggio alla sua indimenticabile memoria.

In tale ottica Nicola Augenti, allievo di Aldo Raithel, altro indimenticabile maestro della Scuola Napoletana, affronta pregevolmente nel quinto capitolo il problema connesso alla pa-

tologia e diagnosi delle volte in muratura.

Nel terzo capitolo curato da Giovanni Cangi si espone il comportamento delle strutture voltate che sebbene geometricamente assai diverse sono in realtà dotate di una sostanziale affinità

geometrico-strutturale ma soprattutto dal punto di vista meccanico resistivo. Il capitolo si chiude con una ampia casistica professionale sulle tecniche costruttive tradizionali e di come esse possono influenzare il comportamento meccanico delle stesse.

Nel quarto capitolo Serena Cattari, Sergio Lagomarsino e Sonia Resemi-

ni tramite analisi agli elementi finiti nel campo lineare e non lineare analizzano il comportamento statico di varie tipologie di strutture voltate al variare delle loro caratteristiche geometriche, di vincolo, tessitura muraria forniscono elementi utili per la stima delle proprietà di rigidità equivalente da applicare alla piastra con cui viene modellata la volta nei programmi di calcolo per la verifica sismica.

Il testo è consigliato per chi opera nella professione delle strutture murarie ad alto livello.

*Mario Pasquino*



Doppiovoce Edizioni  
200 pagine, 170 immagini a colori  
e 90 in b/n  
[www.doppiovoce.it](http://www.doppiovoce.it)

# LINEE GUIDA PER RIPARAZIONE E RAFFORZAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI, TAMPONATURE E PARTIZIONI

## Recensione

È stato pubblicato con veste tipografica curata dalla casa editrice Doppiovoce di Napoli un testo a cura di M. Dolce e G. Manfredi su "Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni".

Le modalità ed i criteri per la definizione di tali progetti nonché per l'ammissibilità ai contributi sono riportate nell'OPCM 3779 del 6 giugno 2009, ulteriori chiarimenti e dettagli sono riportate negli Indirizzi pubblicati il 17 luglio 2009.

Nell'ambito degli interventi previsti negli Indirizzi nelle linee guida vi sono interventi ricadenti nelle seguenti categorie:

1. riparazione di elementi non strutturali danneggiati (A.1);
2. riparazione locale di elementi strutturali (A.4);
3. interventi su tamponature e paramenti esterni non danneggiati volti a predire crolli pericolosi per l'incolumità delle persone (B.1);
4. interventi di rafforzamento locale di singole parti e/o elementi di strutture in cemento armato e muratura, ai sensi dell'art. 8.4.3 del D.M. 14.01.08 e della relativa Circolare n. 617 del 2 Febbraio 2009 (B.2).

Le problematiche sopra riportate nei punti 1 e 2 sono affrontate nel capitolo 2 con dovizia di particolari costruttivi ed interventuali da parte di A. Balsamo, M. Dolce, G. Manfredi, C. Moroni, A. Prota.

In particolare vengono esaminate le debolezze dei nodi trave-pilastro esterni nei telai in c.a.; le debolezze dei collegamenti alle pareti portanti

nelle strutture in muratura che facilitano l'innescò dei meccanismi di ribaltamento.

In un successivo lavoro ampio, articolato e prezioso da una descrizione dei particolari costruttivi attraverso una documentazione fotografica delle proposte si parla di Interventi strutturali (di riparazione o intervento locale). Ai precedenti autori si affianca G. Di Pasquale.

Gli interventi esaminate riguardano anche strutture in murature ed in legno.

Quanto esaminato è un prezioso aiuto oltre che una guida indispensabile per una professione ad alto livello.

Dagli stessi autori è redatto il capitolo 4. In particolare si tratta di tamponature, del loro collegamento trasversale e collegamento perimetrale a pilastri e travi/solai.

Di seguito nell'Appendice A a cura di A. Balsamo, I. Iovinella e A. Prota sono attentamente esaminate le cause di degrado del legno.

Nell'Appendice B a cura anche di M. Di Ludovico e G.P. Lignola è riportato un esempio di calcolo su rafforzamento locale di nodi con materiale composito.

Il volume si conclude con l'Appendice C a cura di C. Margheriti con un esempio di calcolo su un rafforzamento locale di nodi con sistema CAM.

Le tematiche e le modalità seguite nell'affrontare i problemi esaminate consigliano di munirsi di un volume ritenuto necessario per il professionista attento e qualificato.

Mario Pasquino



*Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*

**PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE  
PER LA CAMPANIA ED IL MOLISE  
NAPOLI**

**COMMISSIONE REGIONALE PER IL RILEVAMENTO DEI COSTI  
DEI MATERIALI, DEI TRASPORTI E DEI NOLI**

**ISTITUITA CON CIRCOLARE DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI N. 505 DEL 28.1.1977**

**TABELLA DEI PREZZI**

(escluso spese generali ed utile dell'impresa)

**LUGLIO/AGOSTO 2011**

<b>Periodo (2011):</b>	<b>Seduta del .....</b>	<b>Affisso in data .....</b>
1° Gennaio	27/01/2011	27/01/2011
Gennaio/Febbraio	29/03/2011	30/03/2011
Marzo/Aprile	26/05/2011	30/05/2011
Maggio/Giugno	29/09/2011	
1° Luglio	29/09/2011	
Luglio/Agosto	29/09/2011	
Settembre/Ottobre		
Novembre/Dicembre		
1° Gennaio (2012)		

**IL PRESIDENTE**  
**(dott. ing. Giovanni Guglielmi)**

**Mano d'opera edili**  
 Prospetto dei costi orari, noti e sindacali, convalidati dagli Uffici provinciali del Lavoro  
 (riferimento tabelle dal n. 1 al n. 22 del D.M.LL.PP. 11.12.1978)

Periodo / Qualifiche operai per provincia	1° Gen. 11 (L. n. 41/86)		1/1/2011 - 31/08/11		1° Lug. 11 (L. n. 41/86)						
	Noto		Noto	Sindacale	Noto						
<b>Operaio Specializzato</b>											
Avellino	€ 25,19		€ 26,35	€ 26,35	€ 26,35	€ 26,35					
Benevento	€ 24,97		€ 25,51	€ 25,51	€ 25,51	€ 25,51					
Caserta	€ 25,78		€ 26,33	€ 26,33	€ 26,33	€ 26,33					
Napoli	€ 26,70		€ 27,33	€ 27,33	€ 27,33	€ 27,33					
Salerno	€ 26,81		€ 27,98	€ 27,98	€ 27,98	€ 27,98					
<b>Operaio Qualificato</b>											
Avellino	€ 23,49		€ 24,53	€ 24,53	€ 24,53	€ 24,53					
Benevento	€ 23,28		€ 23,78	€ 23,78	€ 23,78	€ 23,78					
Caserta	€ 24,02		€ 24,52	€ 24,52	€ 24,52	€ 24,52					
Napoli	€ 24,75		€ 25,30	€ 25,30	€ 25,30	€ 25,30					
Salerno	€ 25,03		€ 26,08	€ 26,08	€ 26,08	€ 26,08			€ -		
<b>Operaio Comune</b>											
Avellino	€ 21,26		€ 22,17	€ 22,17	€ 22,17	€ 22,17					
Benevento	€ 21,01		€ 21,44	€ 21,44	€ 21,44	€ 21,44					
Caserta	€ 21,72		€ 22,17	€ 22,17	€ 22,17	€ 22,17					
Napoli	€ 22,26		€ 22,74	€ 22,74	€ 22,74	€ 22,74					
Salerno	€ 22,68		€ 23,59	€ 23,59	€ 23,59	€ 23,59					

**Mano d'opera metalmeccanici**  
 Prospetto dei costi orari della mano d'opera per la categoria metalmeccanici, settore della meccanica generale e per l'industria di  
 installazione di impianti, relativo ad operai dipendenti da aziende con un numero di addetti da 50 a 200  
 (riferimento tabella n. 23 del D.M.L.L.PP. 11.12.1978 )

Periodo / Qualifiche operai per provincia	1° Gen. 11 (L. n. 41/86)		Gennaio Febbraio 11		Marzo Aprile 11		Maggio Giugno 11		1° Lug. 11 (L. n. 41/86)		Luglio Agosto 11		Settembre Ottobre 11		Novembre Dicembre 11		1° Gen. 12 (L. n. 41/86)	
	Noto		Sindacale		Sindacale		Sindacale		Noto		Sindacale		Sindacale		Sindacale		Noto	
<b>Operaio 2° livello</b>																		
Avellino	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35	€ 12,35				
Benevento	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79	€ 17,79				
Caserta	€ 15,58	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92	€ 15,92				
Napoli	€ 16,46	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23	€ 17,23				
Salerno	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67	€ 12,67				
<b>Operaio 3° livello</b>																		
Avellino	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20	€ 13,20				
Benevento	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20	€ 20,20				
Caserta	€ 17,15	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55	€ 17,55				
Napoli	€ 18,07	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00	€ 19,00		€ -		
Salerno	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59	€ 13,59				
<b>Operaio 4° livello</b>																		
Avellino	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65	€ 13,65				
Benevento	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07	€ 21,07				
Caserta	€ 17,87	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30	€ 18,30				
Napoli	€ 18,81	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80	€ 19,80				
Salerno	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09	€ 14,09				
<b>Operaio 5° livello</b>																		
Avellino	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43	€ 14,43				
Benevento	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56	€ 22,56				
Caserta	€ 19,11	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58	€ 19,58				
Napoli	€ 20,07	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16	€ 21,16				
Salerno	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94	€ 14,94				

<b>Periodo / Materiali - Trasporti - Noli</b>	Unità di Misura	1° Gen. 11 (L. n. 41/86)	Gennaio Febbraio 11	Marzo Aprile 11	Maggio Giugno 11	1° Lug. 11 (L. n. 41/86)	Luglio Agosto 11	Settembre Ottobre 11	Novembre Dicembre 11	1° Gen. 12 (L. n. 41/86)
<b>M A T E R I A L I</b>										
1 Cemento tipo 325 compreso sacchi (prod.)	q.le	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20			
2 Cemento tipo 425 compreso sacchi (prod.)	q.le	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67	9,67			
3 Sabbia: Avellino (prod.)	mc	19,54	19,54	19,54	19,54	19,54	19,54			
Benevento (prod.)	mc	13,58	13,58	13,58	13,58	13,58	13,58			
Salerno (prod.)	mc	12,30	12,30	12,30	12,30	12,30	12,30			
Caserta (prod.)	mc	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00			
Napoli (prod.)	mc	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79	11,79			
4 Graniglia basaltica (prod.)	mc	20,61	20,61	20,61	20,61	20,61	20,61			
5 Graniglia calcarea (prod.)	mc	11,99	11,99	11,99	11,99	11,99	11,99			
6 Mistro di fiume o di cava (tout-venant) (prod.)	mc	8,05	8,05	8,05	8,05	8,05	8,05			
7 Pietrame calcareo da spacco (prod.)	mc	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36			
8 Pietrisco calcareo dimensioni da cm 1 a cm 4,5 (prod.)	mc	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02	14,02			
9 Massi naturali per scogliera del peso: a) da 50 a 1.000 kg (prod.)	ton	17,58	17,58	17,58	17,58	17,58	17,58			
b) oltre 1.000 e fino a 3.000 kg (prod.)	ton	17,96	17,96	17,96	17,96	17,96	17,96			
c) oltre 3.000 kg (prod.)	ton	20,25	20,25	20,25	20,25	20,25	20,25			
10 Esplosivo gelatina B (prod.)	kg	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88	3,88			
11 Mistro granulometrico (prod.)	mc	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46	5,46			
12 Bitume naturale (prod.)	q.le	30,71	33,27	36,14	36,14	36,14	36,71			
13 Mattoni pieni comuni (prod.)	mille	152,93	152,93	152,93	141,03	141,03	141,03			
14 Mattoni forati a 4 fori (prod.)	mille	96,72	96,72	96,72	89,19	89,19	89,19			
15 Marmette di cemento e graniglia cm 25*25 (prod.)	mq	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55			
16 Marmettoni di cemento e graniglia bianchi e neri a scaglie medie (prod.)	mq	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13			
17 Lavabo di porcellana vetrificata dimensione cm 60*40 (magaz.)	caduno	53,01	53,01	53,01	53,01	53,01	53,01			
18 Gruppo miscelatore per lavabo tipo corrente a testa cieca (magaz.)	caduno	39,09	39,09	39,09	39,09	39,09	39,09			
19 Tubi di piombo (magaz.)	kg	3,106	3,106	3,106	3,106	3,106	3,106			
20 Tubi in ferro zincato (magaz.)	kg	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49			
21 Tubazioni di plastica pesante diametro mm 100 spess. mm 3,3 (magaz.)	ml	9,48	9,48	9,48	9,48	9,48	9,48			
22 Tubi di gres ceramico diametro mm 200 (magaz.)	ml	30,49	30,49	30,49	30,49	30,49	30,49			
23 Tubi di cemento per fognature diametro mm 300 (prod.)	ml	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17			

<b>Periodo / Materiali - Trasporti - Noli</b>	Unità di Misura	1° Gen. 11 (L. n. 41/86)	Gennaio Febbraio 11	Marzo Aprile 11	Maggio Giugno 11	1° Lug. 11 (L. n. 41/86)	Luglio Agosto 11	Settembre Ottobre 11	Novembre Dicembre 11	1° Gen. 12 (L. n. 41/86)
24 Tubi di ghisa per condotte a pressione diametro mm 200 (prod.)	kg	€ 1,107	€ 1,107	€ 1,107	€ 1,146	€ 1,146	€ 1,146			
25 Tubi di acciaio per condotte a pressione senza saldature con rivestimento normale diametro nominale mm. 300 (prod.)	ml	€ 121,41	€ 121,41	€ 121,41	€ 121,41	€ 121,41	€ 121,41			
26 Tubi di acciaio neri senza saldatura per impianti di riscaldamento (magaz.)	kg	€ 1,56	€ 1,56	€ 1,56	€ 1,56	€ 1,56	€ 1,56			
27 Legname abete sottomisure spessore cm 2,5 (magaz.)	mc	€ 265,00	€ 267,50	€ 267,50	€ 270,00	€ 270,00	€ 270,00			
28 Legname abete per infissi (magaz.)	mc	€ 417,66	€ 420,07	€ 420,07	€ 424,90	€ 424,90	€ 424,90			
29 Radiatori in ghisa a 4 colonne altezza mm 871 UNI (magaz.)	kcal/h	€ 0,331	€ 0,352	€ 0,352	€ 0,352	€ 0,352	€ 0,352			
30 Radiatori in acciaio tipo stampato a 4 colonne altezza mm 871 UNI (magaz.)	kcal/h	€ 0,058	€ 0,058	€ 0,058	€ 0,058	€ 0,058	€ 0,058			
31 Ferro tondo per c.a. Fe B 32k (prezzo base) (prod.)	kg	€ 0,312	€ 0,393	€ 0,343	€ 0,361	€ 0,374	€ 0,350			
32 Ferro tondo per c.a. Fe B 38k (prezzo base) (prod.)	kg	€ 0,312	€ 0,393	€ 0,343	€ 0,361	€ 0,374	€ 0,350			
33 Extra diametro al n. 31 e 32 (prod.)	kg	€ 0,141	€ 0,141	€ 0,141	€ 0,141	€ 0,141	€ 0,153			
34 Acciaio Fe B 38k (prod.)	kg	€ 0,312	€ 0,393	€ 0,343	€ 0,361	€ 0,374	€ 0,350			
35 Ferro profilato da mm 50 a 80 (magaz.)	kg	€ 0,311	€ 0,410	€ 0,374	€ 0,334	€ 0,326	€ 0,306			
36 Ferro lavorato per mensolane e stiaffaggio (magaz.)	kg	€ 2,06	€ 2,18	€ 2,13	€ 2,15	€ 2,16	€ 2,14			
37 Gabbioni a scatole di tipo standard m 2*1*1 con maglia da cm 8x10 di ferro zincato da 3 mm (prod.)	kg	€ 2,86	€ 2,47	€ 2,63	€ 2,63	€ 2,63	€ 2,63			
38 Caldaia pressurizzata da 300.000 kcal/h (magaz.)	caduna	€ 4 555,81	€ 4 555,81	€ 4 555,81	€ 4 555,81	€ 4 555,81	€ 4 555,81			
39 Caldaia in acciaio da 20.000 kcal/h (magaz.)	caduna	€ 1 668,63	€ 1 668,63	€ 1 668,63	€ 1 668,63	€ 1 668,63	€ 1 668,63			
40 Lamiera zincata lavorata per canalizzazioni (prezzo base) (magaz.)	kg	€ 1,66	€ 1,66	€ 1,66	€ 1,66	€ 1,66	€ 1,66			
41 Lamiera in acciaio da 20/10 (magaz.)	kg	€ 0,537	€ 0,709	€ 0,647	€ 0,578	€ 0,565	€ 0,530			
42 Laminati a caldo (magaz.)	kg	€ 0,177	€ 0,233	€ 0,213	€ 0,190	€ 0,186	€ 0,174			
43 Ventilconvettore verticale 1.000 F/h (magaz.)	caduno	€ 596,63	€ 596,63	€ 596,63	€ 596,63	€ 596,63	€ 596,63			
44 Gruppo refrigeratore d'acqua 100 HP (magaz.)	caduno	€ 55 442,00	€ 55 442,00	€ 55 442,00	€ 55 442,00	€ 55 442,00	€ 55 442,00			
45 Ghisa fusa in pani (magaz.)	kg	€ 1,24	€ 1,24	€ 1,24	€ 1,24	€ 1,24	€ 1,24			
46 Conduttore di rame (magaz.)	kg	€ 10,97	€ 13,26	€ 13,26	€ 13,26	€ 13,26	€ 13,26			
47 Filo di rame conduttore nudo elettrolitico sezione mmq 16 (magaz.)	kg	€ 10,97	€ 13,26	€ 13,26	€ 13,26	€ 13,26	€ 13,26			
48 Interruttore bipolare magnetotermico (con calotta di bachelite fino a 25 ampere) (magaz.)	caduno	€ 30,55	€ 30,55	€ 30,55	€ 30,55	€ 30,55	€ 30,55			

<b>Periodo / Materiali - Trasporti - Noli</b>		1° Gen. 11 (L. n. 41/86)	Gennaio Febbraio 11	Marzo Aprile 11	Maggio Giugno 11	1° Lug. 11 (L. n. 41/86)	Luglio Agosto 11	Settembre Ottobre 11	Novembre Dicembre 11	1° Gen. 12 (L. n. 41/86)
49	Cavo rigido unipolare sezione mmq 1 isolato in p.v.c. (magaz.)	€ 0,695	€ 0,840	€ 0,840	€ 0,840	€ 0,840	€ 0,840			
50	Interruttore bipolare differenziale (magaz.)	€ 60,35	€ 60,35	€ 60,35	€ 60,35	€ 60,35	€ 60,35			
51	Tube in materiale plastico (sezione min. 11) (magaz.)	€ 1,652	€ 1,652	€ 1,652	€ 1,652	€ 1,652	€ 1,652			
52	Presi da incasso 10 A-T (magaz.)	€ 4,70	€ 4,70	€ 4,70	€ 4,70	€ 4,70	€ 4,70			
53	Pali in c.a. centrifugato tipo normale (prod.)	€ 304,45	€ 304,45	€ 304,45	€ 304,45	€ 304,45	€ 304,45			
54	Pali in c.a. centrifugato tipo normale da ml 7, carico di rottura 300 kg/cmq (prod.)	€ 227,50	€ 227,50	€ 227,50	€ 227,50	€ 227,50	€ 227,50			
<b>T R A S P O R T I</b>										
55	Autocarro con ribaltabile portata q.li 80	q.li/km € 0,100	€ 0,102	€ 0,103	€ 0,103	€ 0,103	€ 0,103			
<b>N O L I A C A L D O</b>										
56	Escavatore cingolato 100 HP	h € 89,16	€ 91,84	€ 93,31	€ 93,11	€ 92,92	€ 93,73			
57	Buldozer 100/120 HP	h € 79,57	€ 81,98	€ 83,60	€ 83,38	€ 83,17	€ 84,07			
58	Rullo compressore 14/18 ton.	h € 66,25	€ 68,26	€ 69,77	€ 69,56	€ 69,37	€ 70,21			
59	Wagon-drill cingolato con motocompressore	h € 101,76	€ 104,86	€ 106,75	€ 106,49	€ 106,25	€ 107,30			
60	Pala meccanica cingolata	h € 81,83	€ 84,29	€ 85,71	€ 85,52	€ 85,34	€ 86,12			
61	Gru semovente per opere stradali	h € 68,01	€ 69,98	€ 70,94	€ 70,80	€ 70,68	€ 71,21			
62	Gru a torre su binari	h € 39,82	€ 40,79	€ 40,79	€ 40,79	€ 40,79	€ 40,79			
63	Elevatore meccanico ad azionamento elettrico portata q.li 6	h € 23,57	€ 24,09	€ 24,09	€ 24,09	€ 24,09	€ 24,09			
64	Betoniera fino a 500 litri azionata da motore elettrico	h € 23,56	€ 24,09	€ 24,09	€ 24,09	€ 24,09	€ 24,09			
65	Attrezzatura perforazione pali	h € 175,50	€ 180,35	€ 181,95	€ 181,73	€ 181,53	€ 182,42			
66	Impianto di betonaggio	h € 73,74	€ 75,49	€ 75,49	€ 75,49	€ 75,49	€ 75,49			
67	Rullo vibrante da 4/5 ton	h € 41,94	€ 43,07	€ 43,48	€ 43,42	€ 43,37	€ 43,60			
68	Motolivellatore	h € 76,68	€ 78,87	€ 79,84	€ 79,71	€ 79,58	€ 80,12			
69	Martello perforatore	h € 44,92	€ 46,16	€ 46,84	€ 46,74	€ 46,66	€ 47,03			
70	Martello demolitore	h € 40,82	€ 41,91	€ 42,29	€ 42,23	€ 42,19	€ 42,39			
71	Vibrofinitrice	h € 111,45	€ 114,43	€ 115,19	€ 115,09	€ 114,99	€ 115,42			
72	Impianto per la produzione a caldo di conglomerati bituminosi	h € 381,07	€ 387,46	€ 388,89	€ 388,70	€ 388,51	€ 389,31			
73	Saldatrice elettrica	h € 30,79	€ 31,49	€ 31,49	€ 31,49	€ 31,49	€ 31,49			
74	Pontone a biga da 100 ton.	h € 801,57	€ 823,50	€ 825,80	€ 825,48	€ 825,19	€ 826,46			
75	Rimorchiatore fino a 200 HP	h € 377,01	€ 387,46	€ 391,72	€ 391,14	€ 390,60	€ 392,96			
76	Draga da 300 me/h	h € 1161,15	€ 1194,65	€ 1201,30	€ 1200,39	€ 1199,55	€ 1203,24			
77	Motossaldatrice	h € 41,65	€ 42,75	€ 43,13	€ 43,08	€ 43,03	€ 43,24			

N.B.: Per i coefficienti di raccordo del costo della mano d'opera edite al 30.6.94, in applicazione del D.M. 5.8.94, si rimanda al prospetto allagato alle tabelle dei prezzi fino al periodo di Luglio/Agosto 2005.

