

Novembre - Dicembre 2006

6

# INGEGNERI NAPOLI

Bimestrale di informazione  
a cura del Consiglio dell'Ordine

In copertina:  
*Una veduta di Napoli*

**Notiziario  
del Consiglio dell'Ordine  
degli Ingegneri  
della Provincia di Napoli**

**Novembre - Dicembre 2006**

**ORDINE DEGLI INGEGNERI DI NAPOLI**

Bimestrale di informazione a cura del Consiglio dell'Ordine

*Editore*

**Consiglio dell'Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Napoli**

*Direttore Editoriale*  
**Luigi Vinci**

*Direttore Responsabile*  
**Armando Albi Marini**

*Redattori Capo*  
**Edoardo Benassai**  
**Pietro Ernesto De Felice**

*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 direzione*  
Annibale de Cesbron de la Grennelais  
Fabio De Felice  
Oreste Greco  
Paola Marone  
Nicola Monda  
Eduardo Pace  
Mario Pasquino  
Ferdinando Passerini  
Giorgio Poulet  
Vittoria Rinaldi  
Norberto Salza  
Marco Senese  
Salvatore Vecchione  
Ferdinando Orabona

*Coordinamento di redazione*  
Claudio Croce

*Progetto grafico e impaginazione*  
Denaro Progetti

*Stampa*  
Legoprint Campania srl - 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

*Finito di stampare nel mese  
di Dicembre 2006*



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

---

► <b>Lettera aperta dei Docenti universitari al Presidente Prodi</b>	<b>3</b>
► <b>Napoli patrimonio dell'umanità. Le origini di Napoli</b> di <i>Giovanni Pugliese Carratelli</i>	<b>5</b>
► <b>L'evoluzione della normativa tecnica sulle costruzioni</b> di <i>Armando Zambrano</i>	<b>11</b>
► <b>Alcuni chiarimenti sulle fibre di carbonio-grafite</b> di <i>Ignazio Crivelli Visconti</i>	<b>14</b>
► <b>Piani Urbanistici: le valutazioni ambientali</b> di <i>Almerico Realfonzo</i>	<b>16</b>
► <b>New economy: il trasferimento tecnologico</b> di <i>Stefano de Falco</i>	<b>23</b>
► <b>Una base teorico-sperimentale per gli scaricatori a vortice</b> di <i>Giulio Ciaravino</i>	<b>25</b>
► <b>Compatibilità elettromagnetica negli impianti TLC</b> di <i>Antonio Cimino</i>	<b>36</b>
► <b>Interazione di onde con spiagge e strutture rigide</b> di <i>Luca Cozzolino, Carmine Covelli, Pasquale Di Pace</i>	<b>45</b>
► <b>Tecniche di computer vision in campo aerospaziale</b> di <i>Renato Aurigemma e Nicola Cimminiello</i>	<b>55</b>
► <b>Leggi e circolari</b>	<b>65</b>

---

# Lettera aperta dei Docenti universitari al Presidente Prodi

*Illustre Presidente del Consiglio dei Ministri,*

*La legge finanziaria, approvata dal Parlamento, penalizza fortemente sia i bilanci delle Università, mettendone in serio pericolo lo stesso ordinario funzionamento, che il supporto agli studenti socialmente più deboli.*

*E' la prima volta che il problema si presenta con l'attuale gravità.*

*Conveniamo sul fatto che il governo, nel distribuire le risorse, debba promuovere e rafforzare un sistema di valutazione che ne garantisca il corretto utilizzo per il raggiungimento dei fini istituzionali.*

*Ma prevedere un taglio indiscriminato di risorse utili non già al miglioramento del servizio, quanto alla sua stessa sopravvivenza, rappresenta una scelta di estrema gravità, che ci appare senza alcuna motivazione.*

*Non può non risaltare, d'altronde, il carattere decisamente punitivo di alcune misure, se raffrontate all'esiguo vantaggio economico atteso per il Paese.*

*Nel condividere i numerosi appelli promossi al riguardo dalla CRUI (Conferenza Rettori Università Italiane), chiediamo, quanto meno, la modifica di quelle parti del Decreto Bersani, che più seriamente impediscono l'ordinario funzionamento delle università, e l'abolizione dei tagli alle risorse per le borse di studio, i quali rischiano di compromettere il diritto allo studio.*

*Il malessere, che tali provvedimenti stanno alimentando nella comunità scientifica, è destinato a minare in modo profondo la fiducia di quanti tuttora ritengono che l'impegno delle Università possa realmente contribuire allo sviluppo del Paese.*

*Del che, illustre Presidente del Consiglio dei Ministri, Lei si assumerebbe ogni responsabilità di fronte al Paese.*

Seguono le firme dei Docenti:

Edoardo Benassai, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Flavio Canavero, *Politecnico di Torino*

Edoardo Cosenza, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Massimiliano d'Aquino, *Università di Napoli Parthenope*

Daniele Davino, *Università degli Studi del Sannio*

Gianni Dal Maso, *SISSA Trieste*

Vincenzo Ferone, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Nicola Fusco, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Paolo Macry, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Antonio Maffucci, *Università degli Studi di Cassino*

Gaetano Manfredi, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Piero Marcati, *Università degli Studi dell'Aquila*

Raffaele Martone, *Seconda Università degli Studi di Napoli*

Giovanni Miano, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Giorgio Molinari, *Università degli Studi di Genova*

Guglielmo Rubinacci, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Piero Salatino, *Università degli Studi di Napoli Federico II*

Mario Salerno, *Università degli Studi di Roma Tor Vergata*

Vincenzo Tucci, *Università degli Studi di Salerno*

Fabio Villone, *Università degli Studi di Cassino*

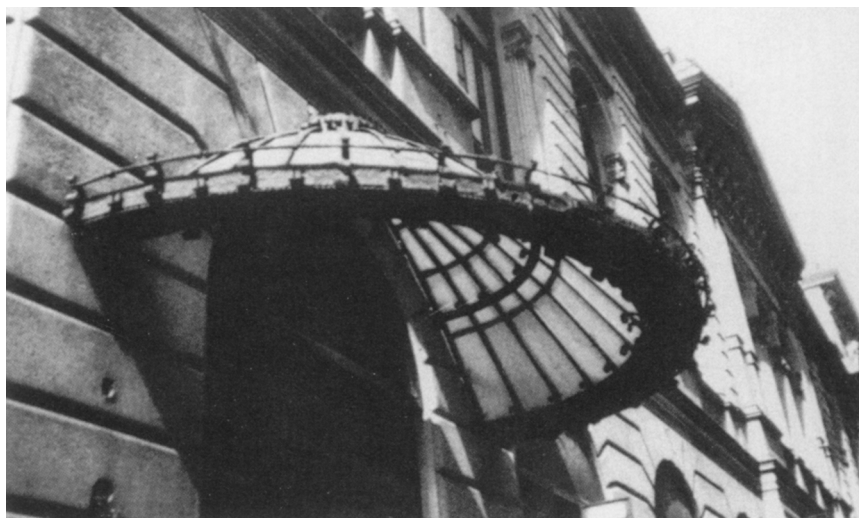
Ciro Visone, *Università degli Studi del Sannio*

# Nicolò Mineo

1

**N**ato a Palermo nel 1859, ha conseguito la laurea in ingegneria nel 1885 ed è stato un ingegnere di profonde conoscenze tecniche, particolarmente esperto nei lavori in ferro.

Ha ricoperto il ruolo di Architetto dell'Amministrazione di Casa Reale, nonché quello di ingegnere capo della sezione edile del Comune di Palermo. Notevole la produzione professionale nella sua città. La sua opera più significativa è il teatro Biondo realizzato a Palermo tra il 1899 ed il 1903. (def. nel 19xx)

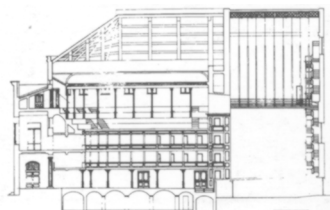
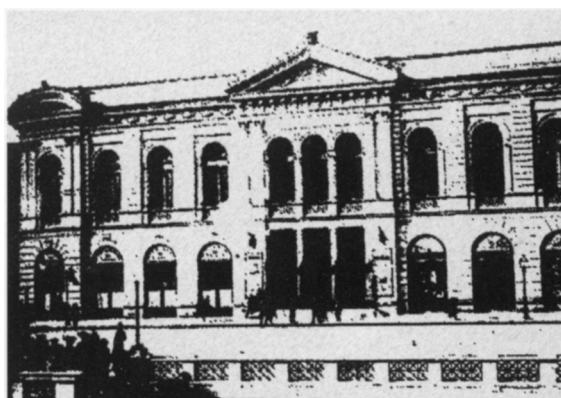


3

*Laureato  
in ingegneria  
nel 1885*



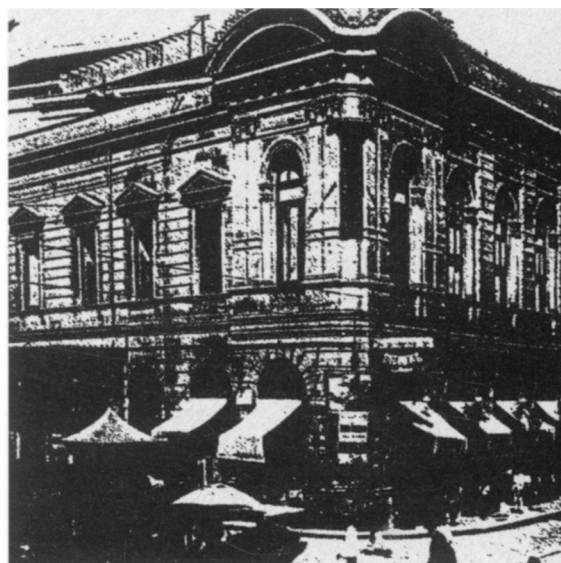
2



4

- 1 Dettagli in ferro, Teatro Biondo (1899/1903), Palermo
- 2 Dettagli in ferro, Teatro Biondo, Palermo
- 3 Teatro Biondo su via Roma, Palermo
- 4 Sezione del Teatro Biondo, (1899/1903), Palermo
- 5 Soluzione d'angolo, Teatro Biondo, Palermo

5



# Napoli patrimonio dell'umanità

## Le origini di Napoli

DI GIOVANNI PUGLIESE CARRATELLI  
*Accademico dei Lincei*

*In occasione dell'appello indirizzato nello scorso settembre all'Unesco, Agenzia delle Nazioni Unite con sede a Parigi, con l'invito a sollecitare il governo italiano per assicurare l'impegno alla conservazione e alla valorizzazione del centro storico di Napoli, impegno chiesto e riconosciuto nel 1995 da parte dello Stato italiano (Convenzione Unesco di Parigi del 1972) si è ritenuto doveroso ricordare ai lettori le motivazioni della scelta del centro storico di Napoli dando spazio ad una encomiabile nota del Prof. Giovanni Pugliese Carratelli sulle origini della nostra città*

*Edoardo Benassai*

La fondazione di città greche nel Mediterraneo occidentale, tra l'ottavo e il sesto secolo a.C., e la fase preliminare che viene ormai designata "precoloniale" vengono chiarite nel loro svolgimento e significato quando siano inquadrare in una visione unitaria del mondo mediterraneo; nell'ambito del quale ogni aspetto ed episodio si iscrive in una rete di scambi e di contrasti, di successioni e di reazioni talvolta a grandi distanze di luogo e di tempo. Anche ad un'approfondita ricognizione delle origini di Napoli giova pertanto ripercorrere antiche vie, rintracciare antichi filoni di cultura, riproporre alla mente un sommario disegno di quel mondo nel periodo in cui si è fatto più intenso l'incontro delle civiltà della sua parte orientale con le meno evolute culture dell'Occidente. Tra il XIV e il XIII secolo, quando dalla Beozia all'Attica a Creta, dal Peloponneso all'arcipelago e alle coste anatoliche fiorenti regni micenei commerciavano tra loro e con i paesi del vicino Oriente, l'equilibrio politico del settore orientale del Mediterraneo era regolato dai rapporti intercorrenti tra l'impero egizio e l'impero ittita.

Le potenze minori - tra cui l'assira, destinata a grande sviluppo, e i principati siriani - si discostavano di rado da una politica di prudente oscillazione tra le due egemoni; e

solo verso la fine del XIII secolo, nel momento in cui nuove forze politiche ed etniche provocavano profonde alterazioni nella sfera egeo-anatolica, il regno d'Assiria si avviò ad assumere la parte di potenza egemonica nell'Asia anteriore. Ma più che gli organismi politici e le loro relazioni, ai fini della ricostruzione delle premesse storiche dell'attività colonizzatrice greca e non greca in Occidente, vanno considerati gli *éthne* (le "nazioni") quali - secondo il concetto greco - sono definiti non tanto dai caratteri fisici, quanto da peculiari forme della cultura: che hanno operato con più prolungati e penetranti effetti le culture che si sono succedute e che in vario modo si sono intrecciate o fuse o mutuamente stimulate, e non sono mai interamente perite.

Così dietro le iniziative di viaggi nei mari occidentali, di ricerche di metalli e minerali pregiati, nei secoli che videro la trasformazione del mondo miceneo in ellenico è una lunga tradizione di esplorazioni.

I Rodii, i Calcidesi, i Corinzi, i Focei - come i Tirreni - sono venuti in Occidente sulla scia dei Levantini (Phoinikes) e di Achei di Grecia e d'Anatolia; e questi lungo le grandi vie tracciate già nei primi secoli del secondo millennio a.C. da altri navigatori anatolici.

La tradizione greca collocava nel golfo di Napoli, a Cuma, la prima

colonia ellenica d'Occidente, metropoli di Neápolis. Nella sua Geografia Strabone (sec. I a./I d.C.) scrive (v 243) che "Cuma fu vetusta fondazione dei Calcidesi e dei Cumani, e la più antica di tutte le città greche d'Italia e di Sicilia"; Livio (VIII 22, 5) aggiunge che i Calcidesi, prima di fondare Cuma, si stabilirono nelle maggiori isole del golfo, "a Aenaria e Pithecusae". Indipendentemente dai problemi dell'origine dei coloni cumani, della cronologia degli insediamenti, della validità di vari dati, la tradizionale priorità di Cuma tra le colonie greche in Occidente è segno della rilevante funzione assunta dal golfo di Napoli nelle comunicazioni tra il mondo egeo-anatolico e il bacino occidentale del Mediterraneo fin dai primi tempi dell'espansione greca verso ovest.

La scoperta di documenti micenei in Italia e in Sicilia, come in Sardegna, ha richiamato l'interesse degli studiosi su tradizioni antiche che per aver assunto, almeno in parte, forma mitica, venivano solitamente considerate trascurabili ai fini di una ricostruzione storica dei primi contatti dei Greci con le regioni che costituirono poi la "Magna Grecia" e con la prossima Sicilia.

E sempre più evidente che tali contatti non si sono limitati a fugaci soste di avventurosi mercanti, ma hanno piuttosto rappresentato la fase iniziale della grande colonizzazione dei secoli VII e VIII a.C.

Oltre a convalidare le tradizioni sulle origini pilie di Pisa e di Metaponto in Italia, alcuni dati delle tabelle pilie, contenenti notazioni contabili della ragioneria del palazzo reale, rievocano relazioni del regno di Pilo e in genere del mondo miceneo con zone costiere della Toscana e del Lazio ricche di minerali ricercati, in particolare di allume, necessario per la concia delle pelli: della presenza di mercanti achei in quelle regioni è indice il rinvenimento di ceramica micenea in un villaggio di cultura "appenninica" prospiciente alle allumiere della Tolta. Come attestano altri copiosi trovamenti di ceramica, nel flusso mercantile dalla penisola greca verso le coste d'Italia si sono

inseriti, già durante il XIV secolo, Achei d'Anatolia e di Cipro, talvolta con la costruzione di fondachi (*téichea*), come a Taranto (Scoglio del Tonno).

Riconsiderate nel quadro che la più recente storiografia va delineando delle relazioni intercorrenti tra i paesi del Mediterraneo in età micenea, molte tradizioni leggendarie rivelano un nucleo storico. Una persistente memoria di più lontane origini propriamente achee appare così ispiratrice delle leggende che connettono le fondazioni di città italiche con l'arrivo di condottieri achei reduci dalla guerra di Troia: se infatti i racconti dei "ritorni" (*nostoi*) degli eroi in patria sviluppano modi e temi dell'epos omerico, attraverso il collegamento con quei racconti le tradizioni locali sorte nell'ultima fase della storia achea si inserivano nel ciclo eroico, nel quale si compendia per i Greci il ricordo della loro storia più antica.

Se appare quindi ingiustificata la sistematica svalutazione delle leggende relative all'età "eroica" come di invenzioni destinate a nobilitare le colonie, e si deve ammettere che coloni micenei siano venuti in Italia in età anteriore a quella della colonizzazione greca "storica", si pone il problema di definire l'età a cui può datarsi la colonizzazione micenea che naturalmente ha avuto forme e sviluppi diversi da quella ellenica. Le prime relazioni commerciali tra il mondo miceneo e i paesi d'Occidente, attestate dalle importazioni di ceramiche e di lingotti di rame, risalgono probabilmente alla fine del XV secolo, quando si iniziava il declino di Creta, già occupata dagli Achei verso il 1450 a.C. - e ormai forse invasa dai Dori - e si formava quella preminenza micenea nel traffico mediterraneo, della quale rimase memoria nella leggenda della talassocrazia di Minos. Nell'espansione mercantile achea è il presupposto delle successive colonizzazioni, micenea e greca. Le ceramiche micenee trovate in Italia indicano che i mercanti di Rodi furono tra i primi a fondare colonie in Iapigia, nel corso del secolo XIV; e forse l'iniziativa rodia segnò la via,

nel medesimo secolo, agli Achei di Cipro. Più tarda sembra l'espansione coloniale degli Achei della penisola greca in Italia: anche la ricordata connessione di più fondazioni con i nostoi indica come sfondo delle tradizioni coloniali l'estrema fase dell'età micenea. In quel periodo i mari occidentali attraversarono nuovamente genti anatoliche, come già nella diaspora luvia all'inizio del secondo millennio; e la loro rotta lungo la costa africana è segnata da una serie di toponimi tipicamente "egei", che continua nella penisola Iberica e per i suoi caratteri non può risalire alla colonizzazione fenicia e cartaginese ai tentativi di colonizzazione greca del VII secolo nell'Africa occidentale. Da questa rotta "libica" si è probabilmente diramata quella seguita dai Micenei di Creta che penetrarono tra i Sicani della regione acragantina risalendo il corso del Hálykos (l'odierno fiume Salso), lungo la "via del salemma".

Un'altra via marina da Oriente verso Occidente è quella costellata da toponimi terminanti in *-ûs* e *-ûssa(i)*, quali *Thyssanûs* e *Oinûssa*, *Syrakûssai* e *Pithekûssai*: formazioni aggettivali maschili e femminili, che indicano una cospicua caratteristica di un luogo (per esempio, *Oinûssa*: "[isola] ricca di viti", *Pityûssa*: "ricca di pini", *Seirenûssai*: "[isole] sedi di Sirene"). Questi toponimi sono disseminati per l'Egeo dalle coste anatoliche alle isole e alla penisola greca, nel basso Adriatico e nel Ionio e tanto nelle Eolie quanto nelle Egadi, segnando così le due vie che dal Mediterraneo orientale conducono al Tirreno. Formati con temi e suffissi puramente greci, tali toponimi sono significativi perché manifestamente ricalcano un tipo caratteristico della toponomastica anatolica, quello dei collettivi in *-wanda*: la via da loro indicata si dirige dall'Egeo verso il Tirreno, da una parte risalendo per lo stretto di Messina fino al golfo di Napoli e quindi alla Sardegna alle Baleari all'Iberia, e dall'altra passando per il canale di Sicilia e volgendo quindi a nord-ovest fino a ricongiungersi col primo percorso; e meta di ambedue le vie son chiaramente le

regioni minerarie del Mediterraneo occidentale.

Se nei toponimi in *-ussa* va ravvisato un adattamento greco di nomi di tipo anatolico, nelle vie da loro segnate devono riconoscersi antiche rotte di navigatori asiatici, percorse ormai da navigatori greci; e mentre le evidenti mete di quelle vie le mostrano frequentate da cercatori di metalli e minerali, mercanti ed artefici, l'assenza di toponimi in *-ussa* nella zona etrusca dell'Italia centrale, pur assai ricca di giacimenti minerari, suggerisce che l'ellenizzazione dei nomi sia avvenuta in età posteriore a quella in cui si compì la formazione dell'*ethnos* dei Tirreni, vale a dire nel periodo di assestamento succeduto alla grande crisi che il mondo mediterraneo ha sperimentato tra la fine del XIII e l'inizio del XII secolo a.C. In quegli anni il Mediterraneo orientale venne sconvolto da una serie di avvenimenti tra loro collegati: incursioni di genti egeo-anatoliche (i "Popoli del mare") lungo le coste dell'Asia Minore e della Siria verso il Delta egiziano, simultaneamente minacciato dai Libii; dissoluzione del regno di Ahhijawa; progressiva disgregazione dell'impero di Hatti e conseguente squilibrio di forze nell'Asia anteriore, dove il regno di Assiria si avviava ad assumere una parte di primo piano; invasione frigia in Asia minore. Nelle isole e nella penisola greche le dinastie dei regni micenei cedevano all'attacco di invasori greco-illirici - i Dori - o all'interna pressione di forze sociali e politiche, al cui sviluppo offriva un terreno propizio il rapido mutarsi della situazione internazionale e locale. Connessa con queste vicende - e forse non dipendente da esse, ma già cooperante ad accelerarne il corso - una crisi dell'industria metallurgica investì in quel periodo tutto il mondo mediterraneo: il crescente bisogno di strumenti di metallo, e nel contempo il progressivo esaurimento dei giacimenti di rame sfruttati da almeno due millenni, diedero impulso alla ricerca di nuovi giacimenti di rame e soprattutto all'estrazione e alla lavorazione del ferro, che nell'Asia anteriore, ov'era abbondante, era stato fino ad allora

raramente adoperato, per l'alto costo della sua estrazione. Dopo che il esperimento di più economiche tecniche estrattive portò in primo piano la siderurgia, con rivoluzionarie conseguenze per l'equilibrio economico e politico nel Mediterraneo, si intensificarono le esplorazioni delle regioni dell'Estremo Occidente ricche di minerali, e al commercio trasmarino in generale si aprirono nuove vie e nuovi mercati. Nell'Odissea (I 183 s.) è ricordo di traffici con l'Italia, in particolare con Tèmesa nel paese dei Brettii: "Navigando sul mare vinoso verso uomini d'altra lingua, porto a Tèmesa lucido ferro da scambiare con rame".

Viaggi di Achei del Peloponneso in Italia, in cerca di zone metallifere, si inseriscono perfettamente nel quadro delle correnti migratorie anatoliche ed achee, che per le vicende del Mediterraneo orientale - della cui gravità è segno eloquente il subitaneo declino, al principio del XII secolo, del massimo emporio siriano, Ugarit - si andavano spostando verso ovest, come mostrano più indizi desunti dalla tradizione e dalla toponomastica.

Anche l'insistenza sui nostoi fa coincidere l'afflusso di Greci e Tirreni in Occidente col tempo in cui la tradizione greca collocava la guerra di Troia: un evento che sembra rientrare nel quadro di un vasto conflitto per la conquista di zone metallifere e di grandi vie del commercio, qual era quella, controllata da Troia, che conduceva alle coste sudorientali del Ponto (la favolosa Cólchide, meta degli Argonauti), sedi di genti esperte nella metallurgia; la via che seguirono forse, nel senso inverso, dall'Egeo alla Libia all'isola cui diedero il nome, i caucasici Sardi (*Sherden*). La guerra di Troia segna, nei termini estremi entro i quali oscilla la sua data, il tempo che vide moltiplicarsi i viaggi verso l'Occidente, preludi all'attività coloniale sviluppatasi nell'età postmicenea.

A quest'età riconduce d'altronde la tradizione relativa alla fondazione di Cuma, nel golfo che offriva il più accogliente e sicuro rifugio alle navi che si dirigevano lungo la costa tir-

renica verso gli empori minerari del Lazio e della Toscana, o sostavano prima di riprendere il periglioso viaggio in mare aperto verso la Sardegna, le Baleari e le remote coste mediterranee ed atlantiche dell'Iberia. Nella Cronaca di Eusebio la fondazione di Cuma ha una data corrispondente alla metà dell'XI secolo a.C., nella qual data si commemora evidentemente, come nelle datazioni *ad annum* delle altre colonie, non già il primo insediamento dei coloni, ma la nascita della città nelle forme prescritte dal diritto sacro, con la rituale delimitazione dell'*asty* e la consacrazione dei santuari pubblici. E come la vera e propria *ktisis* coloniale era preceduta da una fase di provvisorio insediamento, generalmente segnata dalla costruzione di un *téichos* (fóndaco), e talvolta la città sorgeva in luogo distante quale era suggerito dall'esperienza, così i fondatori di Cuma si stabilirono dapprima nelle due isole poste all'ingresso del golfo, *Aenaria* (sotto il qual nome la fonte liviana indicava evidentemente Procida, anche se esso solitamente figura come secondo nome di Ischia) e *Pithecusae* (il più antico nome di Ischia). I fondatori di Cuma venivano in massima parte dalle due maggiori città dell'isola di Eubea, C aloide ed Eretria. Il nome della colonia richiama quello di una città commerciante dell'Eolide d'Asia; e poiché la *Kyme* dell'Eubea sembra poco importante (l'unica sua menzione è nel tardo lessico geografico di Stefano Bizantino), non è improbabile che alla fondazione della città in Campania abbiano preso parte coloni venuti dall'Asia Minore (come d'altronde ricorda la *Periegesi* che va sotto il nome di Scimno), e dalla medesima zona da cui più tardi mossero verso Occidente i Focei. Il nome che fu dato alla nuova città è anzi segno che nella prima fase della fondazione l'elemento cumano ebbe maggiore autorità rispetto ai coloni euboici: nella tradizione riportata da Strabone si fa parola di due *oikistai* (condottieri dei coloni) il cumano *Hippoklès* e il calcidese *Megasthènes*; e si dice che essi si accordarono perché la città prendesse il nome della patria del primo, ma ne

figurassero fondatori i Calcidesi.

Cuma ebbe una rilevante funzione commerciale e soprattutto culturale nell'Italia antica. Sede di un prestigioso oracolo di Apollo e avamposto della Magna Grecia verso la zona sottoposta all'influenza etrusca, fino a tutto il VI secolo Cuma costituì un centro di irradiazione della cultura greca specialmente nel Lazio e in Roma, e mirò ad estendere la sua egemonia sul golfo di Napoli, in contrasto con città etrusche che aspiravano a dominare le grandi vie del commercio col Sud. Primo atto della politica cumana diretta al dominio del golfo fu un insediamento nel luogo in cui si formò Napoli.

La più notevole testimonianza in proposito è quella di Strabone (V p. 246): "Napoli è (colonia) dei Cumani; poi vi immigrarono anche Calcidesi e un certo numero di Pithecusani e di Ateniesi: e per questo ebbe il nome di Neápolis. Vi si mostra il sepolcro di una delle Sirene, Parthenope, e vi si compiono gare ginniche, in ossequio ad un oracolo". La tradizione dell'origine cumana si ritrova nella *Periegesi* dello pseudo-Scimno (v. 251 s.): "Dalla Cuma sita presso l'Averne fu fondata, in seguito ad un oracolo, Napoli"; e in Velleio Patercolo (I 4, 2): "Una parte dei Cumani, dopo un grande intervallo (dalla fondazione di Cuma), fondò Napoli".

Il grammatico Filargirio (del V secolo d.C.) nel suo commento alle Georgiche di Virgilio (vi 564), riporta quel che Lutazio Catulo, il dotto console del 102 a.C., aveva scritto nel quarto libro delle sue *Communes historiae* intorno alla più antica storia di Napoli: "Abitanti di Cuma, partitisi dalla loro gente, fondarono la città di Parthenope, così chiamata dal nome della sirena Parthenope, il cui corpo si dice sia ancora lì sepolto. Poi che per l'ubertà e l'amenità dei luoghi la città cominciò ad essere meta di maggior affluenza, i Cumani, timorosi che Cuma non venisse del tutto abbandonata, decisero di distruggere Parthenope. Ma poi, colpiti da una pestilenza, restaurarono la città conforme ad un oracolo e con grande ossequio ripristinarono il

culto di Parthenope; ma, per questa rinnovata fondazione, posero alla città il nome di Neápolis".

Nelle sue *Historiae* Catulo ebbe a modello Timeo di Tauromenio (IV-III secolo a.C.); e al pari di questi cercò spiegazioni razionali e interpretazioni storiette dei miti. Prescindendo dalla ricostruzione presentata da Catulo, va notato che nel frammento ricorrono come dati fondamentali i medesimi che in Strabone, la cui principale fonte per questa parte fu parimente Timeo: la fondazione di Napoli ad opera dei Cumani, il sepolcro di Parthenope, l'oracolo circa il culto della Sirena. Il particolare nuovo della distruzione e restaurazione cumana della città e del culto è un evidente tentativo di valersi di un oscuro episodio della storia parthenopea per spiegare l'origine del nome Neápolis, "città nuova", in sostituzione del nome più antico.

Di questo il frammento di Catulo rappresenta ora la più antica testimonianza; e con essa sostanzialmente coincidono quelle di Plinio (*Nat. hist.* II 62); "Napoli, colonia dei Calcidesi, detta anche Parthenope per il tumulo della Sirena", e Svetonio: "Sulla costa della Campania è sepolta la sirena Parthenope, dal cui nome Neápolis vien detta Parthenope". L'uno e l'altro autore considerano Parthenope e Neápolis come nomi coesistenti della medesima città: ma Catulo - o la sua fonte - li conosce come nomi di età diversa.

Nella sostanza, del resto, concordano con queste le altre fonti citate, alle quali è comune l'idea della continuità storica, se non topografica, tra la città antica e la nuova. Strabone, come si è visto, ricordava solo che agli abitanti della colonia cumana s'erano poi aggiunti Calcidesi, Pithecusani ed Ateniesi; e implicitamente ammetteva un mutamento di nome, nell'indicare in questo ulteriore afflusso di coloni la ragione della sua denominazione Neapolis.

Il primo nome, Parthenope, omeso dal geografo in questo luogo, si trova in un altro nel quale, trattando di Rodi, Strabone discorre delle colonie fondate dai Rodii in Occidente

(XIV p.654); "Narrano ancora dei Rodii ch'essi furono potenti sul mare non solo dal tempo in cui fondarono l'attuale città (Rhodos, nel 408 a.C.), ma che ancor prima della istituzione delle Olimpiadi (776 a.C.) nel corso di molti anni navigarono in mari distanti dalla patria, per la sicurezza delle genti (vale a dire: per tutelare i traffici marittimi dalle insidie dei pirati, una funzione notoriamente svolta dai Rodii in età ellenistica, ma presumibile per l'età arcaica, a giudicare dall'effettivo peso di Rodi nel traffico navale mediterraneo prima dell'espansione focea); e navigarono fino all'Iberia, e fondarono lì Rhode, di cui si impadronirono poi i Massalioti, e nella terra degli Opici Parthenope, e in quella dei Dauni, insieme con i Coi, Elpie". Qui il geografo ha attinto a fonti rodie, come mostra la frase "per la salvezza delle genti", di ispirazione palesemente rodia: poco più oltre cita Timeo, a proposito di un'altra tradizione, ben distinta dalla prima, relativa a colonie rodie nelle Baleari.

Prima di discutere del valore della tradizione rodia sulla fondazione di Parthenope, conviene esaminare un passo di Livio (VIII 22) sul racconto del conflitto tra Roma e Napoli all'inizio della seconda guerra sannitica (327 a.C.); nel qual passo si fa distinzione tra la città nuova, Neápolis, e l'antica, conseguentemente designata non più come Parthenope ma come Palaepolis, "la città vecchia": "Palaepolis era non lungi dal luogo dove è Neápolis: nelle due città abitava il medesimo popolo. Erano oriundi da Cuma". E narra quindi che il console Publio Filone s'era accampato tra Palaepolis e Neápolis interrompendo le comunicazioni tra le due "urbes". Ma lo storico parla sempre degli abitanti dell'una e dell'altra come cittadini di una sola "civitas", e designa l'alleanza conclusa tra loro e i Romani dopo la guerra come foedus Neapolitanum. In tutta la narrazione liviana la distinzione tra Palaepolis e Neápolis è d'ordine topografico; e lo storico - se non già la tradizione da lui seguita - considerava i due nuclei urbani come parti di un unico organismo politico,



solo momentaneamente alterato nella sua composizione da un'intrusione di nomadi sanniti. Anche in un frammento, relativo al medesimo episodio bellico, di Dionisio di Alicarnasso (exc. XV 5-10), le parti in contrasto sono Roma e Neápolis, e non è parola di Palaepolis. In definitiva, la tradizione liviana coincide con quella riflessa nelle fonti già esaminate, per quel che attiene al rapporto Neápolis-Palaepolis.

La scoperta, in via Nicotera, dei resti di una necropoli del VII-VI secolo, affine a quella di Cuma, elimina ormai la tesi che negava l'esistenza della "città antica" Parthenope, vedendo nella tradizione ad essa relativa null'altro che un mito. E poiché quella tradizione si è dimostrata veridica, non v'è ragione di negare che il nome della Palaepolis fosse quello della Sirena di cui si venerava là il sepolcro. Il culto delle Sirene era certamente assai antico; ed è attestato per tre località della Magna Grecia - nel golfo di Napoli, sulla costa di Posidonia e a Terina - ma ignoto al resto del mondo greco.

A considerarlo importato, in una con la caratteristica figurazione ornitomorfa delle Sirene, dai Greci, sembra ostare la sua stessa singolarità; d'altra parte, qualunque sia l'origine prima di quelle figure miste di elementi umani e animali, è certo che tramite alla loro diffusione in Occidente furono appunto i Greci. Se la remota ispirazione di quello come di altri ibridi tipi va ricercata nel mondo siro-anatolico, Rodi e Creta furono i centri da cui il tipo della Sirena in figura maschile barbata, oltre che femminile, rielaborato dal sentimento artistico e religioso dei Greci, si propagò nel mondo ellenico. Da quale gente greca sia stato trapiantato in Magna Grecia il mito delle Sirene è estremamente incerto: difficilmente dai Calcidesi fondatori di Cuma, perché la tradizione mostra i Cumani poco favorevoli al culto di Parthenope (si ricordi il racconto di Catulo circa la distruzione di Parthenope); più probabilmente, invece, da coloni provenienti dall'Oriente greco, quali i Focei o i Rodii. Ad attribuire all'espansione rodia in Occidente l'im-

portazione del mito e del tipo inducono veramente tanto la tradizione che faceva fondare dai Rodii Parthenope, il cui nome era quello di una Sirena (mentre non vi è alcun ricordo di una funzione colonizzatrice dei Focei nel golfo, ch'essi avranno frequentato solo con intenti mercantili), quanto la parte che Rodi ha avuto nella diffusione del tipo delle Sirene. Tuttavia la mediazione rodia non spiega come il culto, di cui non è traccia in Rodi, si sia radicato in Italia e abbia avuto la sua sede principale nel golfo napoletano, sul promontorio di Sorrento, assumendo tale importanza da far di una delle Sirene la principale divinità della Palaepoli; ma della storia del culto, e della metamorfosi delle Sirene, un chiarimento può venire dalla interpretazione delle strane figure come manifestazioni del demone meridiano, insidioso ai naviganti per l'assopimento che facilmente li coglieva nell'ora in cui era più alto e abbacinante il sole e più eguale il ritmo dei flutti: un assopimento che si prestava ad essere paragonato all'effetto di un canto magico, d'irresistibile fascino. I naviganti che, sfuggiti alla minaccia di Scilla e Cariddi, procedevano verso nord lungo le coste del Tirreno incontravano una nuova insidia nelle procellose Bocche di Capri, tra l'isola e il promontorio Sorrentino: all'uscir da esse, subito si rivelava l'ampio arco del golfo, che offriva numerosi approdi ai marinai affaticati dal percorso lungo le coste scoscese della penisola amalfitana. Il viaggio diurno era reso più insidioso dalla dolcezza del clima e dal diffuso splendore del sole; e alle soglie del pericoloso passaggio tre scogli isolati - i "tre isolotti" di Strabone (I p. 22 e V p. 247), gli odierni "Galli" di fronte a Positano facevano aumentare il rischio. I naviganti li designavano infatti come le rupi delle Sirene: e l'alto promontorio che incombe sul difficile passo divenne sede di un culto destinato a placare e propiziare gli alati demoni nel cui nome riecheggiava quello della stella Sirio, nunzia della più calda estate.

Connesse con la sfera dei culti solari, rimasti estranei al pantheon

olimpico, le Sirene condivisero la sorte dei demoni solari e ctonii del mondo preellenico e divennero creature mortali, assumendo figura interamente umana. Anche se non va esclusa la possibilità che sul promontorio Sorrentino preesistesse all'arrivo dei Greci un culto ispirato dal timore di forze ostili in agguato sul pericoloso passo, il carattere solare delle Sirene è un ulteriore elemento in favore della tesi di un'origine rodia del loro culto in Magna Grecia. Proprio in Rodi i culti solari dell'Anatolia preellenica hanno avuto una vitalità singolare, culminata alla fine del V secolo a.C., quando in nessun paese greco Heliòs riceveva un culto ufficiale, nell'assunzione del Sole (Hálios) a divinità suprema del nuovo stato unitario promosso dalla nobile famiglia ialisia degli Eratidi; e un vetusto culto di una dea solare, Alektrona, fioriva a Ialiso, che in età micenea era stata il maggior porto ed emporio dell'isola. Il vigore che i culti solari, di origine certamente anatolica, serbarono in Rodi, è un indice del persistere di tradizioni preelleniche nella zona in cui il regno miceneo di Ahhijawa aveva avuto il suo nucleo; ed è significativo che un culto di esseri demoniaci dei quali Rodi ha offerto le prime raffigurazioni greco-antiche concepite si trovi solo in una regione d'Italia a cui un'autorevole tradizione attribuiva come primi colonizzatori greci proprio i Rodii. Dal santuario del golfo, probabilmente, il culto si irradiò negli altri luoghi della Magna Grecia per i quali è attestato: ma in essi non ottenne mai l'importanza che ebbe a Napoli.

La memoria dell'origine rodia della città non sarebbe in insanabile contrasto con la tradizione della fondazione cumana: in questa può vivere il ricordo di un'occupazione del luogo, già sede di Rodii, da parte della grande città calcidica nel periodo in cui essa estese la sua egemonia su tutto il golfo, che assunse appunto il nome di "Cumano". Parthenope dovette offrire un'ottima base commerciale, ed anche militare, quando Cuma tra il VII ed il VI secolo fu intenta ad arginare i suoi pericolosi rivali Etru-

schi, che dalla valle del Sarno e dal retroterra campano miravano ad impadronirsi - riuscendovi nell'ultima parte del secolo VI - dei porti del golfo: Sorrento, Pompei, Ercolano (ove probabilmente mercanti rodii di Partenope si valevano delle cale sottostanti, definite da Dionisio di Alicarnasso, *Arch. Rom.* I 44, "porti in ogni stagione sicuri", quando frequentavano per i loro commerci la foce del Sarno, sbocco marino del traffico della valle).

La colonizzazione cumana, che portò all'estensione della Parthenope rodia dall'isola di Megaris (dove sorge Castel dell'Ovo) e dal prospiciente lido all'altura di Pizzofalcone, ha lasciato evidenti tracce nei nomi di al-

cune fratrie napoletane: *Cumei, Eubei, Artemisii*. Ma la decisiva conferma è venuta dalla scoperta della necropoli arcaica a Pizzofalcone. La ceramica ivi rinvenuta, affine a quella della necropoli arcaica di Cuma, attesta che la vita della colonia cumana, riflessa nelle deposizioni sepolcrali, ebbe inizio verso il principio del VII secolo a.C. e subì un'interruzione intorno alla metà del VI: con che sembra trovare corrispondenza la notizia, data da Lutazio Catulo, di una distruzione di Parthenope ad opera degli stessi Cumani. La notizia è, in questi termini, inaccettabile, perché non è verosimile che i Cumani abbiano deliberatamente eliminato un loro avamposto contro gli

Etruschi proprio nel momento in cui lo sforzo etrusco per infrangere il blocco cumano delle coste del golfo si faceva più intenso.

Catulo ha evidentemente cercato di connettere ed integrare due dati della sommaria tradizione che le sue fonti gli offrivano: il rapido offuscarsi di Parthenope, abbandonata dai Cumani alla sua sorte, e il nuovo nome di Neápolis. E il declinare di Parthenope si inquadra bene nel periodo in cui, tra il 550 circa e il 530 a.C., la pressione di certe città etrusche prevalse nel Tirreno centrale, e gli Etruschi del versante adriatico passarono all'offensiva fino ad assalire nel 524 la stessa Cuma.

Note:

- 1) Tratto da UNESCO per la tutela dei centri storici. Napoli patrimonio dell'Umanità, a cura di Francesco Lucarelli e Gerardo Marotta, Studio idea editrice, Napoli 1994.

**COMITATO CENTRO STORICO UNESCO**

Sede: Palazzo Serra di Cassano c/o Istituto Italiano per gli Studi Filosofici  
Via Monte di Dio 14 -80132 Napoli - Tel. 0817647297 - Fax 0817642654

**APPELLO ALL'UNESCO**

Il Comitato Centro Storico UNESCO ha indirizzato all'UNESCO, Agenzia delle Nazioni Unite con sede in Parigi e, per esso, al suo direttore generale, un appello con l'invito a sollecitare il Governo italiano perché questo onori l'impegno di assicurare la conservazione e la valorizzazione del centro storico di Napoli, riconosciuto patrimonio mondiale dell'Umanità. Impegno assunto verso la comunità internazionale, a seguito del chiesto e ottenuto riconoscimento nel 1995 da parte dello Stato italiano, che aveva firmato e ratificato la Convenzione UNESCO di Parigi del 1972.

L'appello - che per gli aspetti economici è accreditato da autorevoli economisti quali Augusto Oraziani, Bruno Jossa, Paolo Stampacchia, Luigi Fusco Girard, Pietro Rostirolla - veicola a Parigi le sollecitazioni già venute dal Consiglio comunale di Napoli con una mozione approvata all'unanimità nel febbraio scorso e dallo stesso Sindaco di Napoli, sollecitazioni cui però il Governo tarda a corrispondere a rischio di provocare la revoca del riconoscimento ottenuto.

La sollecitazione verso il Governo italiano, che si chiede all'UNESCO, non è slegata dal contesto molto preoccupante che sta vivendo la città di Napoli. Ma al contrario si inserisce in tale contesto per risolverne i gravi problemi che la affliggono. Tra questi problemi c'è certamente quello dell'allarmante degrado del Centro storico, per intenderci l'area di 700 ettari come tale già definita dal piano regolatore del 1972 e come tale riconosciuta dall'UNESCO quale patrimonio mondiale dell'Umanità. Ma c'è anche il problema della disoccupazione e, in particolare, quello della disoccupazione giovanile. Problema annunciato e determinato da EUROSTAT già nel 2004 come la disoccupazione giovanile più elevata dei 25 paesi della Unione europea. Disoccupazione che è la principale causa della delinquenza minorile che connota la nostra città.

Per rimediare a tale situazione si tratta di **1) fare occupazione, 2) attrarre a tal fine un adeguato flusso di risorse, 3) ottenere un loro impatto immediato, 4) senza che ne derivi un onere per lo Stato.**

Gli interventi di conservazione sono infatti interventi ad elevatissimo in-

dice occupazionale. Il Comune di Napoli con le proprie limitate risorse, attraverso il progetto SIRENA, non è potuto andare al di là di interventi di facciata e qualcosina di più. Ma il recupero del centro storico postula invece interventi assai più onerosi: di consolidamento statico, di risanamento conservativo e comunque di restauro, che presuppongono un enorme afflusso di risorse, che neppure lo Stato è in grado di assicurare. Per cui non chiediamo allo Stato finanziamenti sia perché, appunto, sarebbero in ogni caso insufficienti allo scopo, sia perché rischierebbero di rimanere impigliati nelle maglie della politica e della burocrazia, sia perché l'impatto non sarebbe immediato esigendo appositi organi di gestione, bandi, istruttorie ecc.

Chiediamo perciò una particolare fiscalità di vantaggio che si aggiunga alla fiscalità differenziata già assicurata dalla legge 449 del 1997 per gli interventi di conservazione. Una maggiore detassazione, che pertanto, funzionando da moltiplicatore degli investimenti, invogli gli interessati, proprietari pubblici o privati, ad impiegare le loro risorse per questi interventi così impegnativi che altrimenti non si farebbero mai.

Per cui il fisco anche da una fiscalità ridotta non solo non ci rimetterebbe, ma anzi ci avrebbe sempre da guadagnare.

Il risultato sarebbe immediato: perché gli interessati, sapendo di potersi ripagare, sia pure in parte, delle spese incontrate grazie alle incentivazioni stabilite dalla legge, sarebbero subito disponibili a commissionare gli interventi, con la conseguente immediata occupazione. E le loro risorse anziché rimanere in banca ed essere veicolate attraverso gli istituti di credito verso il Centro-Nord d'Italia, come paradossalmente oggi avviene, troverebbero impiego in loco nella riqualificazione del centro storico di Napoli patrimonio mondiale dell'Umanità. Come tale forte attrattore di quel turismo culturale, che è Ponica voce m salita del nostro turismo nazionale. Con le ulteriori benefiche ricadute per l'artigianato, il commercio, la ristorazione, i servizi e rispettivi livelli occupazionali.

Napoli, 29 settembre 2006

# L'evoluzione della normativa tecnica sulle costruzioni

DI ARMANDO ZAMBRANO

*Presidente  
Ordine Ingegneri Salerno*

*Relazione introduttiva  
al Convegno tenutosi  
a Salerno il 15 marzo 2006*

E' utile, per inquadrare rapidamente la questione, ricordare quanto avvenuto con l'Ordinanza della Protezione Civile 3274 del 20 marzo 2003, giunta un po' inattesa dalle categorie professionali e vista anche con una qualche diffidenza, perché da subito erano state evidenziate, da ambienti accademici e ministeriali, conflitti di competenza tra ministero delle infrastrutture e protezione civile, nonché qualche errore od imprecisione nella formulazione di alcuni capitoli della norma.

Nonostante le forti perplessità, che, a nostro avviso, dovevano essere evidenziate con forza dai vertici nazionali della categoria, gli ingegneri, consci dell'importanza sociale della nuova normativa, si rimboccavano le maniche e si organizzavano con eccezionale rapidità, dati anche i tempi piuttosto ristretti fissati per adeguare le progettazioni, per organizzare corsi di formazione, impegnando risorse notevoli, in termini sia economici, per il costo dei docenti impegnati nei corsi e per l'acquisto di programmi informatici, sia di tempo.

Al notevole impegno degli Ordini, purtroppo, non sempre ha corrisposto analoga disponibilità del mondo universitario, una parte del quale, sia pur in realtà limitata, si è interessata, più che a analizzare criticamente la normativa, alla lucrosa attività delle docenze ai corsi, con costi a volte poco compatibili con le disponibilità degli iscritti agli Albi, in particolare i più giovani.

Le nostre preoccupazioni, purtroppo, si sono rivelate fondate: man mano che procedevamo nello studiare le nuove norme, le conflittualità tra ministeri e protezione civile, tra commissioni scientifiche di varia appartenenza, creava un

clima di delegittimazione di fatto dell'Ordinanza, con la grave preoccupazione scaturente dalla considerazione, triste, che anche la norma tecnica diventava, di fatto, e pericolosamente, oggetto di "trattative" tra organi politici.

Prendeva di fatto forza la tesi che le norme dell'Ordinanza non sarebbero mai entrate in vigore, vanificando tutti gli sforzi effettuati di adeguamento delle nostre competenze.

Ed infatti, le nostre preoccupazioni sono state effettivamente verificate: nel momento in cui doveva entrare in vigore l'Ordinanza venivano promulgate le nuove norme tecniche, che rimettevano tutto in discussione, creando una inaspettata e atipica vigenza contestuale di più norme: non solo la 3274 ma anche gli Eurocodici, improvvisamente riesumati da un oblio di alcuni anni.

Qui siamo veramente al paradosso, se non al ridicolo: l'incongruenza e la contraddizione di tale situazione è evidenziata dalla stessa norma approvata.

Basta leggere l'introduzione a firma del Ministro Lunardi che afferma testualmente: *"Il testo... viene incontro alla richiesta fortemente sentita... di avere un riferimento normativo con caratteristiche di coerenza, chiarezza, sinteticità ed improntato al più moderno indirizzo di normazione prestazionale..."*.

E nel preambolo afferma: *"Il successo della norma del '39 fu conseguenza della sua chiarezza ed univocità"*.

Ed ancora, con riferimento alle numerose norme emesse posteriormente alla L. 1086/1971: *"Il sovrapporsi negli anni di Decreti e Circolari fa perdere il significato di essenzialità della norma con l'ag-*

*gravante dell'introduzione di una non ponderata possibilità di utilizzare alternativamente codici non definiti nella struttura e nella forma di una norma e redatti con altri scopi e finalità".*

Abbiamo il legittimo dubbio che la consentita coesistenza delle varie norme non sia scaturita da opportunità di ordine tecnico e di garanzia della migliore esecuzione delle opere, a favore della collettività, ma soltanto per accontentare in qualche modo gruppi scientifici di diversa estrazione e provenienza.

Siamo convinti che i professionisti, per il tramite delle organizzazioni di categoria, ed in prima fila gli Ordini, non possano accettare supinamente che la redazione di norme di fondamentale importanza per la sicurezza dei cittadini sia affidata a strutture tecnico-scientifiche, pur qualificate, ma contrapposte, incapaci di affrontare unitariamente tali problematiche.

Noi ingegneri non abbiamo paura delle norme, anche complicate, anche difficili da interpretare od utilizzare: abbiamo la competenza e la ampia cultura tecnica per affrontarle e risolverle, ma anche la serietà e l'umiltà per studiarle con l'attenzione che la sicurezza e la tranquillità dei cittadini richiedono.

Ma vogliamo chiarezza. Chiediamo di conoscere una volta per tutte le norme da applicare.

Dateci, quindi, il tempo (non molto) per esaminarle, studiarle, approfondirle, senza avere il sospetto che esse saranno cambiate per imperscrutabili obiettivi.

Dateci le norme definitive, chiarendo questo equivoco sull'obbligo, da qui a qualche mese, od anno, di dover adottare invece le norme europee.

Evitiamo di sprecare risorse per ulteriori corsi a questo punto poco utili, che andranno solo ad incrementare il mercato delle docenze.

Siamo pronti a lavorare ed impegnarci a studiare; però vogliamo, anzi, dobbiamo collaborare con il mondo accademico partecipando alla fase di chiarimento sulla applicazione definitiva della normativa.

Chiediamo al Consiglio Nazionale di farsi immediatamente portavoce di queste esigenze, con forza e senza compromessi, anche nella Commissione prevista dall'art. 2 delle norme.

Ci rendiamo conto delle attuali difficoltà del nostro Consiglio Nazionale, conseguenti all'incertezza sul risultato elettorale dello scorso novembre; ma fidiamo nella serietà e disponibilità del Presidente Polese, al quale assicuriamo la collaborazione del nostro Ordine, che ha all'interno ed all'esterno del Consiglio competenze e professionalità capaci di dare un contributo significativo in proposito.

E sulla necessità di coinvolgimento delle rappresentanze delle categorie tecniche, al di là di ovvie considerazioni di opportunità, è la stessa norma a dare indicazioni importanti, queste sì assolutamente condivisibili e che rendono omaggio anche alla necessità di esistenza degli Ordini.

La prima affida ai progettisti, in concerto con il committente, la scelta dei livelli di sicurezza dell'opera, *"in funzione dell'uso e del tipo di struttura, della situazione di progetto, nonché in funzione del danno e del collasso, con riguardo a persone, beni e possibile turbativa sociale, come anche del costo delle opere necessario per la riduzione del rischio di danno o collasso"*. E' una novità importantissima, sicuramente più dei nuovi metodi di carico e calcolo delle strutture.

Il progettista, quindi, ha il compito importantissimo di dare equilibrio a diverse e contrastanti necessità: il costo dell'opera ed il danno accettato in caso di terremoto, escluse ovviamente le persone la cui incolumità fisica deve essere sempre salvaguardata.

E' un aspetto delle norme non adeguatamente pubblicizzato, soprattutto nei confronti dell'opinione pubblica, dei proprietari di case, affittuari, etc; non esiste più un unico livello di sicurezza e quindi di determinazione del danno, legato strettamente all'univoca prescrizione della norma.

Bisogna, invece, determinare quale livello di sicurezza e quindi di danno si ritiene accettabile in caso di terremoto; ad esempio la lesione od il crollo di tramezzature, scollamento di pavimentazioni ed altro. Questo, ovviamente, influisce sui costi; altrettanto ovviamente i committenti dovranno sapere che le loro proprietà potranno subire determinati danni.

La funzione dell'ingegnere progettista sarà quindi non solo quella di applicare correttamente la normativa, ma anche di consigliare al committente i criteri e le regole normative da applicare.

Questo è un compito dall'alta rilevanza etica.

Ne è ben conscio lo stesso legislatore - e questo è l'altro aspetto sicuramente da condividere della norma - il quale ha precisato nell'introduzione che *"le previsioni relative alla sicurezza ed al comportamento dell'opera costituiscono un supporto per gli operatori, nel complesso e articolato sistema delle opere pubbliche, che hanno bisogno di un codice comportamentale, trasparente ed oggettivo"*.

Nel preambolo, inoltre, si evidenzia che *"le previsioni relative alla sicurezza ed al comportamento dell'opera, almeno durante la sua vita utile, sono anche basate sul bagaglio culturale e l'onestà intellettuale dei Tecnici che gestiscono il processo dall'idea progettuale all'opera costruita e realizzata"*.

Ecco, il buon risultato della norma non può prescindere dalle valutazioni di ordine etico e comportamentale dei professionisti che, unita e conseguente alle conoscenze e capacità professionali, può garantire i livelli di sicurezza ed economicità che sono gli obiettivi principali da raggiungere.

E chi, se non gli Ordini professionali, sono i veri e consolidati "portatori" di questi fondamentali valori?

Ha ancora senso allora mettere in discussione, come tuttora ancora avviene, la necessità degli Ordini?

Se è vero, com'è scritto, che le nuove norme devono soddisfare

“l'esigenza di Qualità, di efficienza e di sicurezza dell'opera progettata”, va riconosciuto ai professionisti, inseriti all'interno delle organizzazioni che per legge e consolidata tradizione perseguono obiettivi di efficienza, formazione e correttezza - gli Ordini, appunto - il diritto di esporre le proprie valutazioni e proposte nelle sedi competenti.

D'altronde, la norma pone positivamente al centro della procedura della realizzazione di un'opera la progettazione, condizione necessaria, anche se da sola non sufficiente, per la corretta realizzazione.

Questo concetto va assolutamente ribadito e confermato in ogni occasione, perché spesso vi sono tentativi per marginalizzare le attività professionali tecniche, equiparandole in modo generico, dando un'errata interpretazione a norme di origine comunitaria, ai servizi o addirittura alle forniture, come ad esempio avvenuto per il recente disegno di legge per la realizzazione delle opere pubbliche in Campania, sul quale abbiamo presentato un documento con proposte di emendamenti, che, ci auguriamo, l'Assessore Regionale competente recuperi nell'iter di approvazione.

Un altro aspetto, peraltro, va segnalato come importante e positivo e cioè l'obbligo della compilazione della Relazione Generale in cui il progettista deve dare le indicazioni fondamentali poste a base della progettazione.

E' importante, a nostro avviso, che vi sia una fase di riflessione e di verifica, che definiremmo “artigianale” dei tecnici sulle varie e complesse modalità applicative, tanto più necessaria quanto più ci si affida a metodi informatici di calcolo.

Già in Campania, infatti, gli Ordini hanno proposto ed ottenuto, nell'ultima versione del Regolamen-

to sui controlli a campione in esecuzione della Legge regionale 9/1983, la redazione di una relazione contenente gli elementi a base ed a verifica della progettazione, elaborato sufficiente per il controllo dei progetti.

Resta, infine, un aspetto delicato che la norma non affronta con la dovuta attenzione.

Essa, in realtà, regola sostanzialmente le nuove costruzioni che, com'è noto, per tanti vincoli e problematiche urbanistiche-edilizie, sono un'esigua quantità in rapporto ai milioni di costruzioni esistenti, in grandissima parte eseguite prima di qualunque normativa sismica e spesso in condizioni carenti di manutenzione.

Non è previsto nessun obbligo di verifica dei fabbricati preesistenti alla norma, salvo casi particolari e limitati ad usi diversi.

Come è possibile consentire, alla luce della valutazione degli enormi costi di riparazione dei danni conseguenti ad un sisma, e dei morti e feriti provocati, il mantenimento nella situazione attuale di costruzioni inadatte e maltenute e quindi pericolose?

C'è bisogno di una legge chiara e coraggiosa che impegni i proprietari a procedere, pur con gradualità nelle modalità e nei tempi, al miglioramento statico e successivamente all'adeguamento delle costruzioni esistenti.

E' evidente che ciò deve andare di pari passo, per stimolare gli interventi e alleviare i costi, sia con sgravi fiscali sia con certificazioni di qualità dei fabbricati adeguati, per consentire una migliore e giustificata valutazione del valore di mercato.

Anche la Regione, su questa questione, può dare un impulso importante.

Rivolgiamo quindi due richieste precise all'Assessore Regionale ai Lavori Pubblici della Campania:

- Riproporre l'approvazione della legge sul registro dei fabbricati, finalizzata alla certificazione sulla sicurezza dei fabbricati esistenti sotto l'aspetto strutturale ed impiantistico, all'epoca bocciata dalla Consulta, recuperando le proposte degli Ordini tecnici;
- Riprendere l'iter del disegno di legge regionale di modifica della legge regionale 9/1983 sul rischio sismico, il cui testo era stato concordato con gli Ordini Professionali tecnici, e che prevedeva un ampio capitolo sulla necessità di interventi sui fabbricati esistenti, istituendo il certificato di sicurezza statica per ciascun edificio.

Infine, un'ultima annotazione: la nuova norma attribuisce fondamentale rilevanza alla figura del tecnico sia nella fase di progettazione che in quella di realizzazione, sia come direttore dei lavori che di collaudatore.

Queste ultime fasi, in particolare, con le modifiche normative che, di fatto, riducono i margini di sicurezza in fase progettuale in considerazione dei più raffinati strumenti di calcolo oggi a disposizione, sono determinanti per la buona riuscita dell'opera.

L'attività del tecnico in fase esecutiva non è più una semplice e pedissequa verifica della conformità al progetto, ma deve garantire elevati livelli di qualità dei materiali e dei controlli, che sottintende anche qui rilevanti valori etici.

E' la ulteriore sfida che noi ingegneri dobbiamo superare, con la serietà e l'impegno che ci ha sempre contraddistinto, a garanzia dell'intera collettività.

# Alcuni chiarimenti sulle fibre di carbonio-grafite

DI IGNAZIO CRIVELLI VISCONTI

*Ingegnere*

Gli otto punti di perplessità del prof. Michele Pagano, nel suo articolo di commento all'articolo "Rinforzo di una trave lesionata in c.a. mediante FRP secondo CNR-DT 200/2004" di F.M. Mazzolani e A. Formisano, che ho letto su sollecitazione di un amico, mi spingono a presentare all'amico collega e agli interessati una modesta serie di osservazioni, di pesi diversi, ma forse utili a chi, nel campo dell'ingegneria civile, si appresta all'uso di materiali compositi.

Prima di presentare le osservazioni, riferite all'articolo del prof. M. Pagano e a ciascuno degli otto punti di commento, mi sembra utile chiarire alcuni termini.

Non è preciso e sufficiente parlare di "fibre di carbonio": non tanto perché si tratta di fibre con reticolo esagonale della "grafite" e quindi occorre chiamarle "fibre di grafite" per distinguerle da quelle (vere "fibre di carbonio") in cui il carbonio è in struttura amorfa; ma soprattutto perché in realtà si tratta di un "materiale composito" secondo il significato attuale internazionale, cioè di un insieme fibre + matrice.

Parlare solo di "fibre di carbonio" dunque, come purtroppo usano (quasi) tutti gli applicatori di questi materiali in ingegneria civile, è sintomo di poca familiarità e comprensione del modo di lavorare complessivo del materiale composito, da considerare nel suo insieme integrando, molto spesso con sinergia positiva, le caratteristiche di entrambe le fasi, fibre e matrice.

Limitando ora le osservazioni all'articolo del prof. Pagano, credo di poter condividere quasi per intero la premessa, tranne che nell'affermazione che "le fibre di carbonio sono una recente innovazio-

ne...". L'utilizzo dei materiali compositi ha inizio nell'ambito industriale circa negli anni '30 del secolo passato subendo negli anni '60 l'impennata verso l'uso oggi ormai diffuso e non più "di nicchia" ma consolidato in settori quali l'aeronautica (civile e militare), il navale - marino, sportivo e meccanico.

Questo avviene per la disponibilità commerciale, di origine inglese inizialmente, delle fibre non più solo di vetro ma anche di grafite e polimeriche: nel mezzo del fiorire internazionale di lavori scientifici sui compositi ci fu anche un mio articolo (fine anni '60) su "Nature", a seguito di un brevetto su un composito con fibre di grafite. In seguito, ancora anni '70, il primo testo in italiano sulle Tecnologie e Progettazione con i compositi a mio nome, editore Tamburini.

Solo il settore delle costruzioni civili ha tardato vari decenni nell'approccio ai compositi, per cui alcuni possono ritenere che sia "...una recente applicazione...", senza considerare che esistono aerei che volano da più di trenta anni, tranquilli e controllati secondo procedure aeronautiche, usando componenti "strutturali" in composito.

Commentando le osservazioni degli otto punti, ritengo di dover aggiungere qualcosa solo ai punti 1) fragilità, 2) 3) aspetti termici, 4) 6) incollaggio e 8) informazioni.

- 1) Fragilità - Mentre è vero che le fibre di grafite hanno un comportamento fragile, ciò non è necessariamente vero per il composito; il modo di rottura può avvenire in maniere controllate secondo direzioni delle fibre, tipo di interfaccia fibra - matrice, tessitura o meno delle

fibre. In altri termini, il composito può esser "progettato" secondo le necessità meccaniche richieste e presentare comportamento "pseudoplastico", anche se irreversibile.

2) e 3) Aspetti termici - Solo per osservare che i dati riportati dal prof. Pagano non sembrano esatti: i coefficienti di dilatazione termica lineare del composito con fibre di grafite e del calcestruzzo sono molto simili; inoltre, per quanto detto al precedente punto 1) si può addirittura progettare un composito

con coefficiente prossimo a zero. Inoltre, benché non ci siano dubbi che tutti i polimeri (usati come matrice nel composito) si degradano a "caldo", oggi esistono polimeri che resistono in uso a temperature anche superiori a 200°C e che (cosa più importante) presentano bassa emissione di fumi e classificazione Euroclasse B.

4) e 6) Ancoraggio dei compositi - Condivido la perplessità dell'uso di solo incollaggio per unire il composito alla struttura. Oggi però sono disponibili diverse

modalità per il collegamento meccanico trasversale usando compositi anche nel caso di pareti.

8) Informazioni - Forse non c'era bisogno di allontanarsi troppo dall'Università Federico II, per avere lumi e informazioni progettuali relative alle applicazioni dei compositi. Ma vale sempre il vecchio "nemo profeta in patriam".

In conclusione, come Michele, anch'io spero che questa nota possa essere di utilità per qualcuno.

## ASSISE DELLA CITTA' DI NAPOLI E DEL MEZZOGIORNO D'ITALIA PALAZZO MARIGLIANO 2006

**Collegio dei difensori civili per i rifiuti**

**Sede: Palazzo Serra di Cassano e/o Istituto Italiano per gli studi filosofici  
Via Monte di Dio 14 - 80132 Napoli**

In vista dell'approvazione alla Camera dei Deputati della legge di conversione del decreto-legge, con cui per la gestione dei rifiuti in Campania il Governo ha nominato quale Commissario straordinario il Capo della protezione civile, Bertolaso, in luogo del dimissionario prefetto Catenacci, ha avuto luogo in Palazzo Marigliano una conferenza stampa sull'argomento.

L'incontro si è concluso con la presentazione delle seguenti osservazioni indirizzate in particolar modo alla delegazione parlamentare campana:

"L'emergenza nel settore dei rifiuti in atto in Campania, considerata la gravità del contesto socio-economico-ambientale derivante dall'emergenza medesima è suscettibile di compromettere gravemente i diritti fondamentali della popolazione della Campania, attualmente esposta al pericolo di epidemie e altri pregiudizi alla salute".

Con tale ammissione, assunta a motivazione del proprio decreto-legge dell'ottobre scorso "Misure straordinarie per fronteggiare l'emergenza nel settore dei rifiuti in Campania", il Governo ha riconosciuto ricorrere in tale emergenza gli estremi di un vero disastro ambientale. Ha dimenticato però il Governo che l'emergenza tuttora in atto andava ricondotta alla colpa di un suo organo, il Commissariato straordinario di Governo, appunto, e della società dell'Italia settentrionale da questo organo incaricata dello smaltimento e, solo dopo reiterati sequestri penali degli impianti, tardivamente estromessa con precedente decreto. Per cui non si giustifica assolutamente l'art. 5 del decreto-legge in questione, che pone a carico dei soli cittadini campani le spese "degli interventi da porre in essere" per far rientrare la situazione nella normalità. Giustificandosi anzi un'azione di risarcimento dei cittadini, degli enti rappresentativi e delle imprese per tutti i danni, materiali e morali, subiti a causa dell'operato del Commissariato e dalla società da esso malauguratamente incaricata (cfr. Cass. Sez. Un. Civ. 21/2/2002, n. 2515).

# Piani Urbanistici: le valutazioni ambientali

DI ALMERICO REALFONZO

Ingegnere

*La questione madre alla quale può ricondursi il problema della valutazione dei piani urbanistici e territoriali, si configura, nell'esperienza storica italiana, come questione delle relazioni tra urbanistica ed economia. Vanta una storia non recente dacché consegue, già nella prima metà degli anni '60, centralità nella ricerca economico-estimativa ed urbanistica, comprovata, in particolare, dal IX Congresso INU, del 1963 (De Carlo e Lombardini) e dal 1° Convegno del Centro Nazionale di Studi Urbanistici, del 1965 (Forte, Realfonzo, Scimemi).*

*A queste esperienze succedettero, sul tema derivato della valutazione economico-finanziaria dei piani urbanistici, gli approcci operativi e concettuali degli anni '70, seguiti da un fiorire di studi negli anni '80 e '90, che segnarono l'affermarsi diffuso della ricerca sulle tematiche valutative di piani e progetti, non più meramente economico-finanziarie, non senza merito di studiosi napoletani di discipline estimative ed economiche e della Scuola di Restauro dei Monumenti dell'Università di Napoli, diretta, all'epoca, da Roberto Di Stefano. Si innescò, di tal modo, un processo aperto alla cultura internazionale, ancora oggi fertile, al cui interno si collocarono due rilevanti eventi internazionali promossi dall'Istituto IRIS del Consiglio Nazionale delle Ricerche col coordinamento scientifico di chi scrive: il Colloquio Internazionale "Metodi di valutazione nella pianificazione urbana e territoriale. Teoria e casi di studio" (Capri, 1988) ed il successivo Convegno Internazionale "La valutazione nella pianificazione urbana e regionale" (Capri, 1989).*

*Oggi, il tema della valutazione dei piani sembra perseguire unità concettuale e procedurale nel para-*

*digma della Valutazione ambientale strategica. Che viene, nell'articolo che segue, esaminata in termini illustrativi e divulgativi, con riferimento al recente "Codice dell'ambiente".*

## 1. Premessa

E' parso utile soffermarsi sulle "Norme in materia ambientale" contenute nel DLgs 3 aprile 2006 n.152, per la parte relativa alla valutazione ambientale degli atti di pianificazione e programmazione in attuazione della direttiva europea 2001/42/CE del 27.6.2001, con finalità espositive e, quando del caso, di commento, lasciando ad altri interpreti ogni considerazione sull'insieme delle numerose, restanti materie trattate dal nuovo Codice dell'ambiente (VIA, difesa del suolo e lotta alla desertificazione, tutela delle acque dall'inquinamento e gestione delle risorse idriche, gestione dei rifiuti e bonifica dei siti contaminati, tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera, tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente) e, in generale, sui complessi profili giuridici del Codice.

In sostanza, si prenderanno in considerazione, per i profili tecnici d'interesse delle attività di pianificazione, norme generali e disposizioni contenute nella Parte II del Codice, "Procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione di impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC)", di cui agli articoli 4 (Contenuti e obiettivi) e 5 (Definizioni) del Titolo I (Norme generali), agli articoli 7, 8, 9 e 10 del Titolo II (Valutazione ambientale strategica, VAS), agli articoli 21 e 22 del Titolo III (Disposizioni specifiche per la VAS in sede regionale o provinciale).



Va qui ricordato che la L.R. Campania 22 dicembre 2004 n.16 ha introdotto, in questa regione, una norma che rende obbligatoria, per i piani urbanistici ed i piani territoriali di settore, la Valutazione ambientale strategica di cui alla citata direttiva europea 42/2001/CE con l'obiettivo di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e "di contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile" assicurando che venga effettuata "la valutazione ambientale di determinati piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente" (D'Angelo)<sup>1</sup>.

## 2. Lessico del Codice

Sembra opportuno richiamare preliminarmente alcuni elementi lessicali assunti nel Codice, come proposti dall'articolo 5, comma 1, del decreto legislativo, relativamente a quanto di interesse dei piani e programmi (qui in corsivo)<sup>2</sup>:

- a) *procedimento di valutazione ambientale strategica - VAS: l'elaborazione di un rapporto concernente l'impatto sull'ambiente conseguente all'attuazione di un determinato piano o programma da adottarsi o approvarsi, lo svolgimento di consultazioni, la valutazione del rapporto ambientale e dei risultati delle consultazioni nell'iter decisionale di approvazione di un piano o programma e la messa a disposizione delle informazioni sulla decisione;*
- c) *impatto ambientale: l'alterazione qualitativa e/o quantitativa dell'ambiente, inteso come sistema di relazioni fra i fattori antropici, fisici, chimici, naturalistici, climatici, paesaggistici, architettonici, culturali ed economici, in conseguenza dell'attuazione sul territorio di piani o programmi o della realizzazione di progetti (omissis);*
- d) *piani e programmi: tutti gli atti e provvedimenti di pianificazione e di programmazione comunque denominati previsti da disposizioni legislative, regolamentari o am-*

*ministrative adottati o approvati da autorità statali, regionali o locali, compresi quelli cofinanziati dalla Comunità europea, nonché le loro modifiche; salvi i casi in cui le norme di settore vigenti dispongano altrimenti, la valutazione ambientale strategica viene eseguita prima dell'approvazione, sui piani e programmi adottati oppure, ove non sia previsto un atto formale di adozione, sulle proposte di piani o programmi giunte al grado di elaborazione necessario e sufficiente per la loro presentazione per l'approvazione;*

- f) *modifica sostanziale di un piano, programma o progetto: la modifica di un piano, programma o progetto approvato che, a giudizio dell'Autorità competente, possa avere effetti significativi sull'ambiente;*
- h) *proponente o committente: l'ente o la Pubblica Autorità cui compete l'adozione di un piano o programma o, in genere, che ne richiede l'approvazione, nonché l'Ente o la Pubblica Autorità che prende l'iniziativa relativa ad un progetto pubblico e il soggetto che richiede l'autorizzazione relativa ad un soggetto privato;*
- i) *rapporto ambientale: lo studio tecnico-scientifico contenente l'individuazione, la descrizione e la valutazione degli effetti significativi che l'attuazione di un determinato piano o programma potrebbe avere sull'ambiente, nonché delle ragionevoli alternative che possano adottarsi in considerazione degli obiettivi e dell'ambito territoriale del piano o del programma;*
- m) *giudizio di compatibilità ambientale: l'atto con il quale l'organo competente conclude la procedura di valutazione ambientale strategica o di valutazione di impatto ambientale;*
- o) *Autorità competente: l'Amministrazione cui compete, in base alla normativa vigente, l'adozione di un provvedimento conclusivo del procedimento o di una sua fase;*
- p) *consultazione: l'insieme delle for-*

*me di partecipazione, anche diretta, delle altre amministrazioni e del pubblico interessato nella raccolta e valutazioni dei dati ed informazioni che costituiscono il quadro conoscitivo necessario per esprimere il giudizio di compatibilità ambientale di un determinato piano o programma o di un determinato progetto;*

- t) *procedura di verifica preventiva: il procedimento preliminare che precede la presentazione della proposta di piano o programma, oppure la presentazione del progetto, attivato allo scopo di definire se un determinato piano o programma debba essere sottoposto a valutazione ambientale strategica, oppure se un determinato progetto debba essere assoggettato alla procedura di valutazione di impatto ambientale<sup>3</sup>.*

La definizione di "impatto ambientale" conseguente l'attuazione di piani o programmi e la realizzazione di progetti (punto c), postula un'accezione del termine "ambiente" estesa ai caratteri economici, anzi socio-economici, del territorio, consolidata negli approcci valutativi. Si richiama, ad esempio, la semplice definizione proposta dalla cd Carta di Capri, "Proposte per un confronto internazionale sulla valutazione dei piani" emanata dal Consiglio Scientifico del Convegno internazionale CNR, *La valutazione nella pianificazione urbana e territoriale* (1989), dove per "ambiente" si intese il complesso sistema dinamico di relazioni esteso al contesto sociale ed economico sul territorio interessato dal piano<sup>4</sup>.

## 3. Contenuti e obiettivi della valutazione ambientale dei piani

L'articolo 4, dichiarato che la seconda parte del decreto attua la direttiva europea 2001/42/CE, specifica contenuti e obiettivi delle procedure di VAS, VIA ed IPPC.

Per quanto attiene la valutazione degli effetti ambientali di piani e programmi, il comma 1, lettera a, propone i seguenti, testuali obiettivi<sup>5</sup>:

- 1) *garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente;*
- 2) *contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali nelle fasi di elaborazione, di adozione e di approvazione di determinati piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile;*
- 3) *promuovere l'utilizzo della valutazione ambientale nella stesura dei piani e dei programmi statali, regionali e sovracomunali;*
- 4) *assicurare che venga comunque effettuata la valutazione ambientale dei piani e dei programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente.*

E' probabile che l'estensione degli obiettivi della valutazione oltre che agli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale a piani e programmi che possano essere previsti da disposizioni legislative, regolamentari o amministrative, origini le indeterminanze che sembrano presenti nella definizione dell'obiettivo di cui al numero 2, dove si fa riferimento a "determinati" piani e programmi, e degli obiettivi sub 3 e 4 che sembrerebbero adombrare una discrezionalità decisionale ravvisabile nella finalità promozionale della pratica valutativa dei piani "che possano avere effetti significativi sull'ambiente"; ma si tratta, nella realtà, di indeterminanze lessicali restando, come si vedrà, i profili dei piani da assoggettare a VAS definiti al successivo articolo 7 e la significatività dei loro effetti ambientali individuati dai criteri proposti dall'allegato II al decreto.

Le disposizioni di cui alla lettera b del medesimo comma 1, sono qui omesse perché concernenti la VIA di progetti pubblici e privati, salvo le norme di cui ai punti 5 e 7, che, rispettivamente, propongono i seguenti testuali obiettivi d'interesse dei piani e programmi e delle procedure di VIA e VAS:

- 5) *favorire la partecipazione del pubblico nell'elaborazione di piani e programmi in materia ambientale;*
- 7) *introdurre meccanismi di coordi-*

*namento tra la procedura di valutazione di impatto ambientale e quella di valutazione ambientale strategica.*

Il secondo e terzo comma dell'art. 4 riguardano la VAS ed il quarto comma, la VIA:

2. *La valutazione ambientale strategica, o semplicemente valutazione ambientale, riguarda i piani e programmi di intervento sul territorio ed è preordinata a garantire che gli effetti sull'ambiente derivanti dall'attuazione di detti piani e programmi siano presi in considerazione durante la loro elaborazione e prima dello loro approvazione.*
3. *La procedura per la valutazione ambientale strategica costituisce, per i piani e programmi sottoposti a tale valutazione, parte integrante del procedimento ordinario di adozione ed approvazione. I provvedimenti di approvazione adottati senza la previa valutazione ambientale strategica, ove prescritta, sono nulli.*
4. *La valutazione d'impatto ambientale riguarda i progetti di opere ed interventi che, per la loro natura o dimensione, possano avere un impatto importante sull'ambiente ed è preordinata a garantire che gli effetti derivanti dalla realizzazione ed esercizio di dette opere ed interventi sull'ecosistema siano presi in considerazione durante la loro progettazione e prima dell'approvazione o autorizzazione dei relativi progetti, o comunque prima della loro realizzazione.*

E' stato notato che l'articolo in esame distingue con particolare chiarezza i concetti di "piano e programma" e di "progetto di opere o intervento", quali differenti ambiti di applicazione delle due procedure<sup>6</sup>.

Va inoltre notato che, ai sensi dell'articolo 4, comma 2, i piani territoriali di coordinamento provinciale rientrerebbero nella tipologia degli strumenti da sottoporre a VAS, ove ad essi si ritenesse appropriata la definizione data di piani di intervento sul territorio; come meglio specifica-

to più avanti, nel commento all'articolo 7 del decreto legislativo.

#### 4. Disposizioni in materia di VAS

L'apparato normativo del Titolo III (Valutazione ambientale strategica VAS) persegue lo scopo di definire le disposizioni comuni in materia di VAS (Capo I, articoli 7-14) e le disposizioni specifiche per la VAS in sede statale (Capo II, articoli 15 - 20) ed in sede regionale o provinciale (Capo III, articoli 21 e 22).

Al Capo I del Titolo in rassegna, l'art. 7 definisce l'ambito di applicazione della VAS, l'art. 8 concerne l'integrazione della valutazione ambientale nei procedimenti di pianificazione, l'art. 9 concerne le disposizioni relative al rapporto ambientale, già in precedenza definito, l'art. 10 norma le procedure informative, consultive e pubblicitiche relative alla proposta di piano o programma ed al rapporto ambientale nonché la sintesi non tecnica (allegata al rapporto ambientale, come si vedrà), l'art. 11 norma il caso dei piani e programmi sottoposti a VAS che possano produrre effetti ambientali sull'ambiente di un altro Stato membro dell'Unione Europea, l'art. 12 concerne il giudizio di compatibilità ambientale e l'approvazione del piano o programma, l'art. 13 le disposizioni pubblicitiche circa la decisione di cui all'art. 12, l'art. 14 il controllo sugli effetti ambientali significativi derivanti dall'attuazione dei piani e programmi, o "monitoraggio" degli stessi.

Del richiamato apparato normativo, si riporteranno, di seguito, gli articoli 7, 8, 9 ed, in sintesi, i punti salienti degli articoli 10, 12 e 14 e le informazioni da inserire nel rapporto ambientale, quali si desumono dall'Allegato I alla Parte II del Codice.

#### Art. 7. Ambito d'applicazione

1. *Sono soggetti a valutazione ambientale strategica i piani e i programmi di cui al comma 2, nonché, qualora possono avere effetti significativi sull'ambiente e sul patrimonio culturale, quelli di cui ai commi 3 e 4. Sono altresì sottoposte a valutazione ambientale*

strategica le modifiche di cui al comma 5.

2. Fatta salva la disposizione di cui al comma 3, sono sottoposti a valutazione ambientale strategica:

a) i piani e i programmi che presentino entrambi i requisiti seguenti:

1) concernano i settori agricolo, forestale, della pesca, energetico, industriale, dei trasporti, della gestione dei rifiuti e delle acque, delle telecomunicazioni, turistico, della pianificazione territoriale o della destinazione dei suoli;

2) contengano la definizione del quadro di riferimento per l'approvazione, l'autorizzazione, l'area di

localizzazione o comunque la realizzazione di opere ed interventi i cui progetti sono sottoposti a valutazione di impatto ambientale in base alla normativa vigente;

b) i piani e i programmi concernenti i siti designati come zone di protezione speciale per la conservazione degli uccelli selvatici e quelli classificati come siti di importanza comunitaria per la protezione degli habitat naturali e della flora e della fauna selvatica.

3. Sono altresì sottoposti a valutazione ambientale strategica i piani e i programmi, diversi da quelli di cui al comma 2, contenenti la definizione del quadro di riferimento per l'approvazione, l'autorizzazione, l'area di localizzazione o comunque la realizzazione di opere ed interventi i cui progetti, pur non essendo sottoposti a valutazione di impatto ambientale in base alle presenti norme, possono tuttavia avere effetti significativi sull'ambiente e sul patrimonio culturale, a giudizio della sotto-commissione competente per la valutazione ambientale strategica.

4. I piani e i programmi di cui al comma 2 che determinano l'uso di piccole aree a livello locale e le modifiche dei piani e programmi di cui ai commi 2 e 3 che siano già stati approvati sono sottoposti a valutazione ambientale strategica solo se possono avere effetti significativi sull'ambiente.

5. Ai fini dell'applicazione dei com-

mi 3 e 4, l'autorità competente all'approvazione del piano o del programma deve preliminarmente verificare se lo specifico piano o programma oggetto di approvazione possa avere effetti significativi sull'ambiente secondo i criteri di cui all'Allegato II alla parte seconda del presente decreto. Analoga verifica deve essere eseguita quando si tratti di approvare una modifica di un piano o programma già approvato.

6. Nell'esame dei singoli casi e nella specificazione dei tipi di piani e di programmi di cui al comma 2 devono essere consultate le altre autorità che, per le loro specifiche competenze ambientali, possono essere interessate agli effetti sull'ambiente dovuti all'applicazione del piano o del programma oggetto d'esame. Per i piani ed i programmi la cui approvazione compete ad organi dello Stato deve comunque essere acquisito il parere della Commissione di cui all'articolo 6.

7. Le conclusioni adottate ai sensi dei commi 5 e 6, comprese le motivazioni del mancato esperimento della valutazione ambientale strategica, debbono essere messe a disposizione del pubblico.

8. Sono comunque esclusi dal campo di applicazione delle norme di cui alla parte seconda del presente decreto:

a) i piani e i programmi destinati esclusivamente a scopi di difesa nazionale caratterizzati da somma urgenza o coperti dal segreto di Stato;

b) i piani e i programmi finanziari o di bilancio;

c) i piani e i programmi relativi agli interventi di telefonia mobile soggetti alle disposizioni di cui all'articolo 87 del decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259.

#### **Art. 8. Integrazione della valutazione ambientale nei procedimenti di pianificazione**

1. La valutazione ambientale strategica deve essere effettuata durante la fase preparatoria del piano o del programma ed anteriormente

alla sua approvazione in sede legislativa o amministrativa.

2. Le procedure amministrative previste dal presente titolo sono integrate nelle procedure ordinarie in vigore per l'adozione ed approvazione dei piani e dei programmi.

3. Nel caso di piani e programmi gerarchicamente ordinati, le autorità competenti all'approvazione dei singoli piani o programmi tengono conto, al fine di evitare duplicazioni del giudizio, delle valutazioni già effettuate ai fini dell'approvazione del piano sovraordinato e di quelle da effettuarsi per l'approvazione dei piani sottordinati.

#### **Art. 9. Rapporto ambientale**

1. Per i piani e i programmi sottoposti a valutazione ambientale strategica deve essere redatto, prima ed ai fini dell'approvazione, un rapporto ambientale, che costituisce parte integrante della documentazione del piano o del programma proposto o adottato e da approvarsi.

2. Nel rapporto ambientale debbono essere individuati, descritti e valutati gli effetti significativi che l'attuazione del piano o del programma proposto potrebbe avere sull'ambiente e sul patrimonio culturale, nonché le ragionevoli alternative che possono adottarsi in considerazione degli obiettivi e dell'ambito territoriale del piano o del programma stesso. L'Allegato I alla parte seconda del presente decreto riporta le informazioni da fornire a tale scopo nei limiti in cui possono essere ragionevolmente richieste, tenuto conto del livello delle conoscenze e dei metodi di valutazione correnti, dei contenuti e del livello di dettaglio del piano o del programma e, nei casi di processi di pianificazione a più livelli, tenuto conto che taluni aspetti sono più adeguatamente valutati in altre successive fasi di detto iter.

3. Per redigere il rapporto ambientale possono essere utilizzate le informazioni di cui all'Allegato I alla parte seconda del presente de-

*creto, concernenti gli effetti ambientali del piano e del programma oggetto di valutazione, che siano comunque disponibili e anche qualora siano state ottenute nell'ambito di altri livelli decisionali o altrimenti acquisite in attuazione di altre disposizioni normative.*

4. *Il proponente ha la facoltà di attivare una fase preliminare allo scopo di definire, in contraddittorio con l'autorità competente, le informazioni che devono essere fornite nel rapporto ambientale.*
5. *Le altre autorità che, per le loro specifiche competenze ambientali, possono essere interessate agli effetti sull'ambiente dovuti all'applicazione del piano o del programma oggetto d'esame devono essere consultate al momento della decisione sulla portata delle informazioni da includere nel rapporto ambientale e sul loro livello di dettaglio.*
6. *Al rapporto ambientale deve essere allegata una sintesi non tecnica dei contenuti del piano o programma proposto e degli altri dati ed informazioni contenuti nel rapporto stesso.*

Tornando all'afferenza dei piani territoriali di coordinamento provinciale alle tipologie di strumenti da sottoporre a VAS (afferenza qui ipotizzata nel commento all'articolo 4 del decreto legislativo), è stato notato che i piani e programmi soggetti a VAS sono quelli che concernono la pianificazione territoriale in ciascun suo aspetto (trasportistico, agricolo, forestale, destinazione dei suoli, ecc...) e definiscono il quadro di riferimento per realizzare opere ed interventi soggetti a VIA (Margiotta). In particolare, rileviamo qui che per i Ptcp previsti dalla L.R. Campania 16/2004 sembrerebbe confermato il predetto obbligo di VAS, quanto meno perché questi strumenti sono connotati da entrambi i requisiti di cui all'articolo 7 comma 2 lettera a del Dlgs, concernendo il settore della pianificazione territoriale ed il quadro di riferimento delle infrastrutture trasportistiche<sup>7</sup>.

E' altresì da notare che assumendo il Ptcp valore e portata di piano paesaggistico ai sensi del D.Lgs 22 gennaio 2004 n. 42, art. 143 (ed, in Campania, ai sensi dell'art. 18 L.R. 16/2004<sup>8</sup>) per questa sola valenza andrebbe assoggettato a VAS<sup>9</sup>. Tale interpretazione, se confermata, sembrerebbe porsi in contrasto con la disposizione di cui all'articolo 47 della L.R. Campania 16/2004, che assoggetta a valutazione ambientale i piani territoriali di settore - strumenti programmatici e gestionali che, ai sensi degli articoli 7 e 14 della suddetta L.R., assolvono la funzione di disciplinare specifici interessi relativamente ad un territorio che può avere dimensione spaziale statale, regionale o comunale (D'Angelo) - ed i piani urbanistici; escludendo, a quanto sembrerebbe, i piani territoriali di coordinamento provinciale.

L'estensione della VAS ai piani si riconnette geneticamente, peraltro, all'istanza storica di interazione tra pianificazione territoriale e pianificazione economica proposta nella letteratura urbanistica, estimativa ed economica italiana fin dagli anni '60, da cui la condivisa esigenza di valutazione dei piani urbanistici e territoriali. In tale forma sancita, fin dal lontano 1989, dalla richiamata "Carta di Capri", dove l'esigenza di valutazione venne non limitata alle relazioni tra il piano ed il paesaggio fisico-naturalistico e storico-urbanistico, ma estesa alle attività antropiche e socio-economiche interessanti il contesto (il territorio, in senso lato)<sup>10</sup>.

Per quanto concerne specificamente gli effetti del piano sul paesaggio, che resta una componente della più generale questione valutativa dei piani, l'ordinamento regionale più recente registra (dopo il caso della L.R. Toscana 16 gennaio 1995 n. 5 - che introdusse la valutazione "intesa come strumento di verifica della sostenibilità delle azioni di trasformazione del territorio nei confronti delle risorse essenziali dello stesso"<sup>11</sup>) le disposizioni di cui alla L.R. Lombardia 11 marzo 2005 n. 12, che stabiliscono (art. 4. c. 2) che anteriormente all'adozione, sono

sottoposti alla valutazione il piano territoriale regionale ed i piani territoriali di coordinamento provinciali (nonché il documento di piano di cui all'art.8). La prassi delle applicazioni di VAS all'area vasta, registra vari casi, tra i quali l'applicazione-campione, curata dal Ministero dell'Ambiente, al Piano territoriale di coordinamento della provincia di Chieti; va anche ricordata la sperimentazione prevista dal progetto Enplan, capofila la Regione Lombardia, per la messa a punto di linee guida per la VAS di piani e programmi in contesto regionale<sup>12</sup>.

Circa i passi salienti degli artt. 10, 12 e 14 del D.Lgs in commento, in estrema sintesi può rilevarsi quanto segue:

- le disposizioni dell'art. 10 (Consultazioni), stabiliscono che prima dell'approvazione del piano o programma adottato, la proposta ed il rapporto ambientale redatto vadano messi a disposizione delle altre autorità esercitanti funzioni amministrative correlate agli effetti sull'ambiente dovuti all'applicazione del piano o del programma e del pubblico. La sintesi non tecnica, con indicazione delle sedi ove possa essere visionata la documentazione integrale, deve essere depositata in congruo numero di copie presso gli uffici delle province e delle regioni, dandone notizia a mezzo stampa secondo modalità stabilite con regolamento da emanarsi con decreto del Ministro dell'ambiente entro 90 gg dalla entrata in vigore della parte seconda del decreto. Entro 45 gg dalla pubblicazione della notizia di avvenuto deposito ed eventuale pubblicazione in internet, chiunque ne abbia interesse può prendere visione della proposta di piano o programma e del relativo rapporto ambientale. Entro lo stesso termine chiunque può presentare proprie osservazioni, anche fornendo nuovi o ulteriori elementi conoscitivi e valutativi;
- le disposizioni dell'art. 12 (Giudizio di compatibilità ambientale ed

approvazione del piano o programma proposto) stabiliscono che prima dell'approvazione del piano o del programma sottoposto a VAS devono essere esaminati e valutati il rapporto ambientale ed i pareri espressi ai sensi dell'articolo 10 ed, eventualmente, dell'articolo 11. Sulla base, quindi, dei suddetti esame e valutazioni, l'autorità preposta alla valutazione ambientale, entro 60 gg dalla scadenza dell'ultimo termine utile per la presentazione dei pareri di cui agli artt. 10 ed 11, emette il giudizio di compatibilità ambientale "contenente un parere ambientale articolato e motivato che costituisce presupposto per la prosecuzione del procedimento di approvazione del piano o del programma".

Il giudizio di compatibilità ambientale può essere condizionato all'adozione di specifiche modifiche ed integrazioni della proposta, alle quali il proponente dovrà provvedere.

L'inutile decorso del citato termine di 60 gg implica l'esercizio del potere sostitutivo da parte del Consiglio dei Ministri, che provvede entro 60 gg, previa diffida all'organo competente ad adempiere entro il termine di 20 gg anche su istanza delle parti interessate. In difetto, per i piani e i programmi sottoposti a VAS in sede statale, si intende emesso giudizio negativo sulla compatibilità ambientale; per i piani e i programmi sottoposti a VAS in sede non statale, si applicano le disposizioni di cui al periodo precedente fino all'entrata in vigore di apposite norme regionali e delle province autonome, da adottarsi nel rispetto della disciplina comunitaria vigente in materia.

L'approvazione del piano o del programma tiene conto del parere di cui al comma 2;

- quanto al previsto controllo di piani e programmi, l'art. 14 (Monitoraggio) stabilisce che le autorità preposte alla loro approvazione esercitino, avvalendosi del sistema delle Agenzie ambientali, il controllo sugli effetti ambientali significativi derivanti dall'attuazione degli atti approvati, al fine, tra

l'altro, di individuare tempestivamente gli effetti negativi impreveduti e di adottare le opportune misure correttive. Delle stesse dovrà darsi notizia al pubblico a mezzo stampa secondo le modalità stabilite dal regolamento di cui all'articolo 10.

Gli articoli 15-19, concernono disposizioni specifiche per la VAS in sede statale, ossia relative a piani e programmi la cui approvazione compete ad organi dello Stato. In particolare:

- l'art. 15, concerne piani e programmi sottoposti a VAS in sede statale;
- l'art. 16, concerne il procedimento di approvazione del piano o programma adottato;
- l'art. 17, concerne l'istruttoria e l'adozione del giudizio di compatibilità ambientale;
- l'art. 18, concerne gli effetti del giudizio di compatibilità ambientale;
- l'art. 19, concerne la procedura di verifica preventiva a compiersi sulla base dei criteri di cui all'Allegato II alla Parte II del decreto;
- l'art. 20, concerne la fase preliminare del rapporto ambientale (che il proponente ha, ai sensi dell'articolo 9, comma 4, facoltà di attivare *allo scopo di definire, in contraddittorio con l'Autorità competente, le informazioni che devono essere fornite nel rapporto ambientale*).

Gli articoli 21 e 22 concernono disposizioni specifiche per la VAS in sede regionale o provinciale, ossia relative a piani e programmi la cui approvazione compete alla Regione o agli Enti locali. In particolare:

- l'art. 21, concerne piani e programmi sottoposti a VAS in sede regionale o provinciale;
- l'art. 22, concerne le procedure per detti piani o programmi.

Relativamente agli allegati alla Parte II del decreto legislativo, in sintesi:

- l'Allegato 1, di cui all'art.9, comma 2, del decreto, indica *le informazioni da inserire nel rapporto ambientale*; che sono:

- a) contenuti, obiettivi principali del piano o programma e rapporti con altri piani e programmi;
  - b) lo stato attuale dell'ambiente e la sua probabile evoluzione senza l'attuazione del piano o programma;
  - c) caratteristiche ambientali di aree significativamente interessanti;
  - d) ogni problema ambientale esistente pertinente il piano o programma ed aree di rilevanza ambientale;
  - e) gli obiettivi di protezione ambientale a livello internazionale comunitario e degli Stati membri pertinenti il piano o il programma e come se ne è tenuto conto;
  - f) i possibili effetti significativi sull'ambiente, individuali, cumulativi, a breve, medio e lungo termine [derivanti dall'attuazione del piano o programma]: biodiversità, popolazione, salute umana, flora, fauna, suolo, acqua, aria, fattori climatici, beni materiali, patrimonio culturale, architettonico e archeologico, paesaggio; interrelazioni tra i suddetti elementi;
  - g) le misure per impedire, ridurre e compensare gli effetti negativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione del piano o programma;
  - h) sintesi delle ragioni di scelta delle alternative individuate e delle difficoltà incontrate nella raccolta di informazioni;
  - i) misure di monitoraggio periodico previste;
  - l) sintesi non tecnica delle informazioni di cui sopra;
- l'Allegato II, di cui all'articolo 19, comma 2, del decreto, indica *i criteri per verificare se lo specifico piano o programma oggetto di approvazione possa avere effetti significativi sull'ambiente*:
- 1) Caratteristiche del piano o programma:
    - in quale misura stabilisca un quadro di riferimento per progetti ed altre attività;
    - in quale misura influenzi altri piani o programmi;
    - la sua pertinenza per l'integrazione delle considerazioni ambientali;
    - i problemi ambientali pertinenti;
    - la sua rilevanza per l'attuazione

della normativa comunitaria nel settore dell'ambiente.

- 2) Caratteristiche degli effetti e delle aree che possano essere interessate [dal piano o programma], tenendo conto, in particolare, dei seguenti elementi:
- probabilità, durata, frequenza e reversibilità degli effetti;
  - loro caratteri cumulativi;
  - loro natura transfrontaliera;
  - rischi per la salute umana e l'ambiente;
  - dimensione spaziale e demografica degli effetti;
  - valore e vulnerabilità dell'area che potrebbe essere interessata a causa:
    - di speciali caratteristiche naturali e culturali
      - del superamento dei livelli di qualità ambientale
      - dell'utilizzo intensivo del suolo;
  - effetti su aree o passaggi riconosciuti come protetti.

Dalla sintetica elencazione degli allegati I e II alla parte II del decreto, traspare la complessità interpretativa di talune tra le prescrizioni date.

In particolare, si osserva che l'allegato I non comprende, tra i dati da inserire nel rapporto ambientale, alcuna informazione esplicitamente ri-

conducibile a questioni e metodi di analisi economico-finanziaria, che, pertanto, sembrerebbero esclusi dalla procedura di VAS, in contraddizione con la definizione - di cui all'art. 5, comma 1, lettera c - dello impatto ambientale *in conseguenza dell'attuazione sul territorio di piani e programmi*. Se tale interpretazione fosse confermata, si instaurerebbe una diversità cruciale della VAS rispetto alla VIA, la quale, viceversa, concerne l'impatto dei progetti sulla multidimensionalità dell'ambiente, comprendente anche fattori economici, per cui lo studio di impatto ambientale deve contenere *una valutazione del rapporto costi-benefici del progetto dal punto di vista ambientale, economico e sociale*, come stabilito dall'articolo 27, comma 5, lettera e, del Titolo III, Valutazione di impatto ambientale - VIA (si cita la disposizione, senza con questo pronunciarsi sulla validità e la stessa possibilità di estendere in via generale l'approccio costi-benefici alla VAS).

#### 5. Disposizioni specifiche per la VAS in sede statale ed in sede regionale o provinciale

Gli articoli 15-20 contengono le disposizioni specifiche per la valutazione ambientale strategica dei

piani e programmi la cui approvazione compete ad organi dello Stato, gli articoli 21 e 22 le disposizioni relative ai piani e programmi la cui approvazione compete alle Regioni o agli Enti locali.

In particolare l'art. 22 (Procedure di VAS in sede regionale o provinciale) dispone che le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano, *ferme restando le disposizioni di cui agli articoli 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, disciplinano con proprie leggi e regolamenti le procedure per la valutazione ambientale strategica dei piani e programmi di cui all'articolo 21*.

Dispone, altresì, che *fino all'entrata in vigore delle discipline regionali e provinciali di cui al comma 1, trovano applicazione le disposizioni di cui alla parte seconda del presente decreto*.

Sulla VAS si richiama la deliberazione 12 marzo 2004 n. 421 con la quale la Giunta Regionale Campania ha approvato il disciplinare delle procedure di VAS, che stabilisce che il Comitato tecnico per l'ambiente deve concludere le procedure valutative entro 90 gg dal deposito dello studio di VAS, con un parere motivato cui i proponenti sono tenuti ad attenersi.

#### NOTE

- 1 Guido D'Angelo (a cura di), Il governo del territorio nella Regione Campania. Simone; 2005.
- 2 Ovviamente, è necessario rinviare il lettore, per le versioni testuali delle disposizioni, al D.Lgs. 152/2006 in esame.
- 3 Sono state tralasciate, perché interessanti progetti di impianti, opere ed interventi, le definizioni di cui alle lettere b (procedimento di valutazione di impatto ambientale - VIA), e (progetto di un'opera o intervento), g (modifica sostanziale di un'opera o intervento), l (studio di impatto ambientale), n (autorizzazione), u (fase preliminare); sono anche omesse, per brevità, le definizioni di cui alle lettere q (pubblico), r (pubblico interessato), s (soggetti interessati).
- 4 In: Almerico Realfonzo, La valutazione nella pianificazione urbana e regionale, Atti del Convegno Internazionale Capri 1989, a cura di Angela Barbanente; vol.1° e 2°. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Residenza e le Infrastrutture Sociali, Bari, 1992. Ivi la "Carta di Capri" in appendice al 1° volume. Il Convegno fu preceduto da un Seminario svoltosi a Bari nel 1987 e da un Colloquio internazionale svoltosi a Capri nel 1988 (Metodi di valutazione nella pianificazione urbana e territoriale: teoria e casi di studio. Atti del Colloquio internazionale, a cura di Angela Barbanente. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Residenza e le Infrastrutture Sociali, Bari, 1989).
- 5 In corsivo, i testuali enunciati delle disposizioni.
- 6 Stefano Margiotta, La riforma della legislazione ambientale. Il Sole 24 Ore; 2006.
- 7 Infrastrutture elencate al n.7 dell'Elenco A, Allegato III alla Parte II del decreto legislativo, che comprende i "Progetti sottoposti a VIA" ai sensi dell'articolo 23 DLgs.
- 8 In merito alle normative regionali in materia di pianificazione territoriale e paesaggistica, cfr la sentenza costituzionale 182/2006.
- 9 Aggiungiamo anche che, come ricorda D'Angelo (cit., p.165), nella sperimentazione della VAS il Ministero dell'ambiente assunse, tra le applicazioni-campione, anche un Piano territoriale di coordinamento.
- 10 La valutazione nella pianificazione urbana e regionale, Atti del Convegno Internazionale Capri 1989; cit.
- 11 Regione Toscana, Il sistema valutazioni nella Legge Regionale 16 gennaio 1995 n.5, 1996; p.7. Sul caso toscano cfr anche: V. Bentivegna. G. Mondini, D. Franchini, Manuale di valutazione per gli interventi di trasformazione territoriale relativi alla L.R. Toscana 5/96; Edizioni Regione Toscana, 1999.
- 12 Tra le esperienze professionali, citiamo, in particolare, il caso del Ptcp di Asti: G. Mondini, M. Bottero, M. Valle, Valutazione Ambientale Strategica del Piano Territoriale Provinciale della Provincia di Asti: 2001. Sulla valutazione di compatibilità ambientale dei piani di area vsta, cfr anche: G. Mondini, M. Bottero, Problemi di valutazione nella relazione di compatibilità ambientale: il caso dei piani territoriali di coordinamento; Geo Rurale, n.2, Edagricole, Bologna 2002. Per la vasta produzione letteraria, che è impossibile adeguatamente ricordare in questa sede, si citano, tra le memorie presentate al Convegno CNR di Capri, del 1989, i contributi di A. Realfonzo (Relazione introduttiva), C. Beguinot, A. Barbanente e G. Mondini, L. Fusco Girard, N. Lichfield, J. McMaster e I. Alexander, C.A. Nash, M. Polelli, P. Rostirolla, P. Nijkamp, L.H Albers, M. Giaoutzi e P. Nijkamp, L. Kaess e D. Shefer, C.S. Bertuglia e G. Rabino, D. Borri, G. Gugliormella, R. Roscelli e F. Zorzi, P. Lombardi e G. Mondini, S. Mattia e S. Miccoli, A. Scarelli e L. Venzi; per il Colloquio dell'88, i contributi di N. Lichfield, L. Albers e P. Nijkamp, G. Gugliormella, G. Grittani, G. Maciocco, G. Imbesi S. Caldaretti e F. Panunzio, C.S. Bertuglia G.A Rabino e R. Tadei, L. Fusco Girard con M. Guarino e A. Realfonzo, E. Esposito e P. Rostirolla con A. Realfonzo, R. Roscelli, D. Campisi e A. La Bella, G. Amendola con A. Barbanente, D. Borri ed altri.

# New economy: il trasferimento tecnologico

DI STEFANO DE FALCO

*Ingegnere*

Uno dei cambiamenti che l'economia della conoscenza ha portato alla concorrenza internazionale riguarda il ruolo che i beni intangibili, piuttosto che fisici, giocano nel determinare i vantaggi competitivi di singole aree geografiche o imprese.

In questa ottica, la crescente domanda di tecnologie a cui si è assistito negli ultimi anni ha permesso la definizione di una varietà di soluzioni alternative per lo scambio di tecnologie e di conoscenze tecnologiche, ed ha portato alla nascita dei cosiddetti "mercati per la tecnologia". Se si analizza la recente evoluzione, si può certamente dire che lo scambio di tecnologie è diventato indubbiamente un elemento rilevante della "nuova economia".

Tale evoluzione sta determinando la necessità di "codificare" regole, procedure e strumenti rigorosi per attuare i processi di trasferimento tecnologico, in accordo ad una evidenza strategica dal punto di vista concorrenziale, secondo cui la modalità del trasferimento acquista pari importanza rispetto ai contenuti.

Le università ed i centri di ricerca sono gli attori principali del trasferimento tecnologico, mentre le imprese lo sono per le attività di sviluppo ed innovazione, definita come *la creazione o il miglioramento di un processo, prodotto o servizio che abbia un valore di mercato*.

Esistono diversi motivi per cui si considera auspicabile l'intervento delle Pubbliche Amministrazioni nella concessione di risorse agli attori privati per attività di Ricerca e Sviluppo (R&S) ed Innovazione (R&S&I). In primo luogo sussistono differenze tra la redditività privata e pubblica, spesso colmabili attraverso operazioni di "venture capi-

tal"; in secondo luogo, vanno considerati i costi ed i rischi connessi ai processi di innovazione.

L'obiettivo da raggiungere è quello di impedire che costi e rischi diventino un ostacolo per una distribuzione ottimale di risorse destinate a queste attività. D'altra parte lo sviluppo di imprese private è funzionale all'incremento dell'occupazione ed al miglioramento della bilancia commerciale del Paese. Pertanto è perfettamente logico che, con opportune regole di garanzia e tutela degli interessi pubblici, le Università contribuiscano per quanto loro possibile a tale attività.

Nel contesto attuale non si può negare la presenza di notevoli differenze, spesso barriere, tra università ed imprese, il cui superamento può essere inquadrato sotto due punti di vista. A livello "macro" esso può essere reso possibile da una opportuna trasformazione culturale basata sulla consapevolezza che la crescita del sistema globale università + imprese non può che ottenersi, nel medio e lungo periodo, se non attraverso la R&S. A livello "micro", occorre considerare quali vantaggi operativi esso apporta.

Sicuramente il trasferimento tecnologico consente l'implementazione di opportune piattaforme atte a creare la necessaria convergenza del mondo della ricerca e di quello delle imprese, che assicura l'espletamento delle diverse fasi che lo compongono.

Tali fasi sono seriali e così schematizzabili: Audit Tecnologico; Individuazione dei Fabbisogni Tecnologici; Ricerca delle Tecnologie Disponibili; Studio di Trasferibilità; Progettazione; Realizzazione del Prototipo; Sperimentazione; Validazione; Messa a punto; Erogazione di Nuove tecnologie; Ingegnerizzazione ed Industrializzazione.

Il valore aggiunto necessario alla creazione di piattaforme di convergenza può essere fornito da strutture di aggregazione della ricerca (quali ad esempio i Poli Universitari, i Centri di Competenza, etc) che rendono possibile una "offerta integrata" di know-how scientifico, di risorse umane e strumentali, in grado di soddisfare la domanda proveniente dal mondo industriale quasi sempre basata su tematiche multi-settoriali piuttosto che su singole specificità.

Sicuramente esistono fattori contingenti che influenzano il processo innovativo, tra cui principalmente i contesti di riferimento, siano essi normativi, politico-economici, finanziari e sociali.

Il mondo delle imprese, sta diventando sempre più sensibile alle politiche di collaborazione con le università e gli enti di ricerca, intravedendo in tali attività una serie di ritorni economici indiretti, prima scartati dai "business plan" in quanto non facilmente quantizzabili. Infatti tra i vantaggi che il trasferimento tecnologico apporta ritroviamo, la disponibilità di soluzioni innovative, la realizzazione di prototipi innovativi e di campagne sperimentali, il miglioramento dei rapporti con i fornitori di tecnologia e competenze scientifiche, l'ampliamento delle competenze interne e la riqualificazione dell'immagine aziendale.

Le imprese e le università stanno adottando nuove politiche di valorizzazione del patrimonio brevettuale, ed in generale di trasferimento tecnologico, che rappresentano una

innovazione rispetto alle strategie tradizionali. Più precisamente, le grandi imprese hanno storicamente considerato le tecnologie sviluppate al loro interno come un importante fattore competitivo, il cui valore poteva essere ottenuto solo possedendo le competenze complementari a valle necessarie per la produzione e la commercializzazione.

Tuttavia, negli anni recenti, molte imprese hanno iniziato ad ottenere un ritorno dalla loro attività innovativa non solo usando le competenze tecnologiche interne per soddisfare i bisogni produttivi, ma anche entrando nel nuovo business dello scambio di tecnologie.

A scopo esemplificativo si può pensare al caso della Cina, che promosse il cambiamento da un modello di società, considerato inefficace (quale fu il collettivismo maoista) ad uno più competitivo nell'odierno sistema globale. Negli anni Ottanta e nei primi Novanta si realizzò un importante cambiamento culturale: essere un imprenditore, figura un tempo considerata "politicamente scorretta", diventò un obiettivo desiderabile e politicamente accettato. Il rafforzamento dell'industria cinese ebbe una notevole impennata grazie, oltre all'impiego di risorse e capitali esteri, anche all'utilizzo di tecnologie e di risorse scientifiche straniere.

Risulta interessante enfatizzare che, per ragioni differenti, un processo analogo di riconversione della mentalità di approccio verso l'apertura all'"esterno" interessa sempre di più alle università e ad altri Enti Pubblici di Ricerca (EPR). Infatti, le

università sono state storicamente considerate la principale fonte "pubblica" di conoscenza scientifica e tecnologica, ma storicamente si sono poco dedicate allo sviluppo "industriale" delle proprie ricerche. Solo di recente, per effetto delle modifiche del sentire comune, ci si è resi conto della necessità di rendere la comunità nazionale più partecipe dei possibili benefici delle ricerche e ci si è aperti più attivamente allo sfruttamento dei risultati delle ricerche, venendo di fatto ad operare nel "mercato delle tecnologie".

Di conseguenza, è in costante crescita il numero di casi di enti di ricerca (EdR) che si presentano come "venditori" di tecnologie e si sta rapidamente espandendo la varietà dei modelli e delle soluzioni adottate dagli EdR per la diffusione e la commercializzazione delle loro tecnologie.

E' lecito pertanto attendersi che il trasferimento tecnologico, nelle sue svariate forme in cui può essere attuato (quali joint-ventures, partnership, contratti di R&S, spin off), sicuramente nello scenario attuale e prossimo futuro rappresenti un fattore di business per le imprese ed un fattore di finanziamento e supporto per le università e per i centri di ricerca.

#### *Ringraziamenti*

*Si ringraziano il Presidente del Polo delle Scienze e delle Tecnologie dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Prof. Massimo D'Apuzzo, ed il Prof. Nello Polese, per i proficui scambi di idee avuti sull'argomento.*



# Una base teorico-sperimentale per gli scaricatori a vortice

DI GIULIO CIARAVINO

*Professore di Idraulica  
Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale "G. Ippolito"  
Università degli Studi di Napoli Federico II*

## Lo scaricatore a vortice

Nei processi di moto di correnti a superficie libera hanno un rimarchevole interesse tecnico i fenomeni che accompagnano i salti di quota di fondo specialmente quando questi si sviluppano su notevoli altezze, le portate in gioco nel canale non sono modeste e, pertanto, le azioni dinamiche conseguenti risultano rilevanti.

Nel caso in cui il salto di quota non è suddivisibile (o si scelga di non suddividerlo) in più salti la soluzione economicamente più conveniente, ed apparentemente più semplice, appare quella di immettere la corrente in un pozzo verticale. La libera caduta della corrente, in tal caso, può innescare fenomeni di instabilità del moto e di fluttuazione della pressione che si verificano in concomitanza di irregolarità del trascinarsi d'aria all'interno del pozzo. Il verificarsi di temporanee occlusioni, con pulsazioni nell'efflusso, possono peraltro indurre inopportune vibrazioni sulla struttura dell'opera.

Un particolare tipo di imbocco, che impedisce il verificarsi di detti inconvenienti, è quello detto "a vortice" ideato, per correnti sub-critiche, da Drioli alcuni decenni addietro (1947).

La geometria del tipo Drioli, di seguito rappresentata schematicamente (Fig. 1), è caratterizzata da una voluta costituita da quattro archi di cerchio con precise relazioni geometriche relative ai raggi ed ai centri di curvatura che si trovano sul perimetro (generalmente sui quattro vertici) di un quadrato avente il baricentro coincidente con l'asse del pozzo verticale.

La conformazione della camera di imbocco dello scaricatore conferisce alla corrente un moto elicoidale che, già nelle prime sezioni del pozzo verticale, la costringe ad aderire alla parete: in prossimità dell'asse si rende, così, disponibile uno spazio, detto "anima del vortice", che consente all'aria di fluire liberamente, impedendo il formarsi di irregolarità nell'efflusso.

C'è da notare che tale rimarchevole proprietà nella modalità di funzionamento viene mantenuta anche quando il flusso dell'acqua contiene e/o trascina con sé materiali, anche solidi (di diversa natura), rendendo adatto il dispositivo ad essere inserito in reti fognarie o, in generale, di drenaggio e scarico di acque meteoriche.

L'interesse suscitato dal dispositivo Drioli, per la sua relativa semplicità costruttiva, ha spinto numerosi Autori degli anni successivi al 1947 ad investigare teoricamente e/o sperimentalmente sugli aspetti idrodinamici legati all'efflusso con vortice con risultati e conclusioni, in alcuni casi, non del tutto concordanti (Binnie e Davidson, 1948; Binnie e Hookings, 1948; Viparelli, 1950; Ackers e Crump, 1960; Knapp, 1960; Jeanpierre e Lachal, 1966; Adami, 1967; Pica, 1969, 1970; Hager, 1985; Ciaravino et Al., 1986, 1987; Jain, 1987). E' anche da ricordare che la notevole valenza applicativa del problema della caduta verticale ha portato ancora altri gruppi di Sperimentatori a studiare dispositivi di imbocco in pozzi di geometria diversa da quella proposta da Drioli, nonché ad interessarsi di possibili geometrie alternative della canna verticale (come ad esempio Jain, 1984, 1987; Kennedy e Al., 1988; Toda e Inoue, 1995, 1999).

Va notato che lo scaricatore a vortice, nel suo complesso, è una struttura che, oltre a conseguire una notevole stabilità del fenomeno d'efflusso, determina una cospicua perdita di energia lungo lo sviluppo del pozzo ed in corrispondenza del piede di questo: tale proprietà rende lo scaricatore a vortice, in un certo senso, ancora più apprezzato dal punto di vista tecnico. Il progetto e/o la verifica di uno scaricatore a vortice, in buona sostanza, interessa tre parti collegate e distinte tra loro:

- la camera di imbocco ed il canale di alimentazione;
- il pozzo verticale;
- il gomito di raccordo al piede ed il canale di scarico.

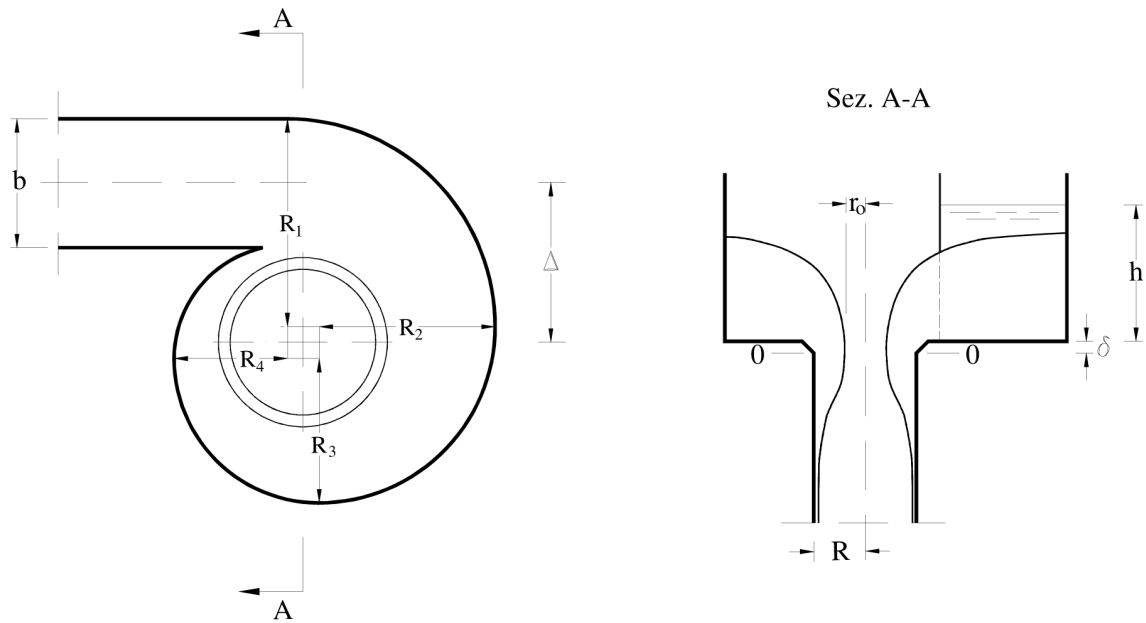


Fig. 1 - Schema di imbocco a vortice del tipo Drioli

In effetti dal punto di vista energetico i modelli matematici adottati per il dimensionamento di uno scaricatore a vortice prevedono che i fenomeni di moto all'interno della camera di imbocco siano accompagnati da perdite di energia trascurabili, mentre lungo il pozzo venga dissipata una significativa quantità di energia funzione della scabrezza della parete, della portata, del diametro del pozzo e dell'altezza di caduta. Inoltre l'energia dissipata lungo il pozzo e l'energia dissipata in corrispondenza del gomito di raccordo al piede sono in proporzioni variabili: per le alte cadute la parte dissipata lungo il pozzo risulta, in genere, preponderante mentre per le basse cadute accade il contrario (Jeanpierre e Lachal, 1966).

Il dimensionamento dello scaricatore a vortice è comunque legato alla determinazione di parametri sperimentali e/o teorici la cui valutazione, non sempre agevole, rende necessario stimarne l'influenza sul modello di calcolo adoperato al fine di assicurare un adeguato grado di attendibilità dei risultati che con esso si conseguono.

Prendendo in esame un particolare modello matematico messo a punto a Napoli per il funzionamento della camera di imbocco a vortice ideata da Drioli, si daranno alcuni suggerimenti di dimensionamento scaturiti da valutazioni teoriche e dati sperimentali.

### Il dimensionamento dell'imbocco a vortice e del canale di alimentazione

La Scuola idraulica napoletana è stata fin dall'inizio particolarmente attiva nello studio dell'efflusso con vortice: in effetti per circa un ventennio il dimensionamento di uno scaricatore a vortice, ai fini della definizione della legge di efflusso, si è basato sullo studio effettuato da Viparelli (1950); in seguito Pica (1970), riprendendo gli studi di Viparelli, propose una pregevole modalità di dimensionamento basata praticamente su un sistema di quattro equazioni che successivamente Hager (1985), con una dettagliata analisi, ha ridotto sostanzialmente a due equazioni adimensionalizzate. Nello stesso periodo Ciaravino e Al. (1986, 1987) hanno proposto un modello che si basa su una serie di equazioni comuni a modelli elaborati da altri Autori (Binnie e Davidson, 1948; Binnie e Hookings, 1948; Viparelli, 1950; Ackers e Crump, 1960; Knapp, 1960; Adami, 1967; Pica, 1970; Hager, 1985) e si differenzia da tutti gli altri perché ammette l'esistenza di valori negativi della pressione nella sez. 0-0 di imbocco del pozzo verticale (Fig. 1).

Le relazioni comuni ad altri Autori sono: l'equazione di Bernoulli; l'espressione della portata Q; la distribuzione a vortice di Rankine della componente tangenziale della velocità  $V_t(r) = A/r$  (r è la distanza dall'asse del pozzo ed A la costante caratteristica del vortice); l'equazione del momento della quantità di moto, che fornisce l'espressione della costante  $A = Q\Delta/bh$  (h è il tirante idrico in prossimità della sezione terminale del canale di alimentazione, di larghezza b, e  $\Delta$  la distanza tra asse del canale medesimo ed asse del pozzo). L'ipotesi di valori negativi della pressione nella sezione di imbocco del pozzo, scaturita da una attenta lettura dei dati sperimentali di Viparelli (1950) e confermata da una serie di esperienze successive (Ciaravino et al. 1987), trae giustificazione dalla presenza della curvatura delle traiettorie nei piani verticali, con raggio medio  $r_{vm}$ . A questa curvatura, infatti, sono associate pressioni che, nulle in corrispondenza dell'anima del vortice, diminuiscono man mano ci si allontana dall'asse del pozzo, contrastando l'effetto opposto della forza centrifuga associata alla velocità tangenziale  $V_t$ .

Il valore di  $r_{vm}$  può essere calcolato, nel modello proposto, al quale si rimanda, dalla relazione:

$$r^* = \frac{r_{vm}}{R - r_0} = \frac{2}{(1 - E)^3} \left( \sqrt{1 - E} - E \ln \frac{1 + \sqrt{1 - E}}{\sqrt{E}} \right)^2 \quad (1)$$

nella quale: R è il raggio del pozzo;  $r_0$  è il raggio dell'anima del vortice nel piano della sez. 0-0 ed  $E = (r_0/R)^2$ .

Dai valori calcolati per diversi pozzi dei quali sono disponibili in letteratura dati sperimentali (Viparelli, 1950; Drioli, 1969), nonché da rilievi diretti (Ciaravino e Al. 1986, Ciaravino e Pulci Doria, 1992), gli Autori hanno posto in evidenza che il valore adimensionale  $r^*$  del raggio di curvatura nei piani verticali è correlabile linearmente con il parametro  $h^* = \sqrt{h(R - r_0)}/R$ , anche esso adimensionale, tramite la relazione:

$$r^* = m h^* + n. \quad (2)$$

La valutazione di m ed n è stata eseguita più recentemente anche da Ciaravino e Sabatino (1998) interpolando linearmente (Fig. 2), col metodo dei minimi quadrati, i punti ottenuti a partire dai dati sperimentali (h, Q) relativi a dieci modelli in scala ridotta di pozzi a vortice con più condizioni di funzionamento, tutti con geometria che possiamo definire strettamente alla Drioli, e precisamente:

- i Dispositivi da 1 a 5 sono tra quelli utilizzati da Viparelli;
- quelli da 6 a 9 sono modelli in scala ridotta di impianti realizzati in Italia (Disp. 6-7-8) e in Francia (Disp. 9), dei quali i risultati delle indagini sperimentali sono riportate da Drioli (1969);
- il Dispositivo 10 è l'installazione di laboratorio utilizzata a Napoli (Ciaravino e Al., 1986, 1987, 1992) per la verifica del modello teorico proposto.

A conclusione della elaborazione dei dati esaminati vengono proposti i seguenti valori medi (tratti dai valori dei singoli dispositivi) per camere di imbocco di geometria strettamente del tipo Drioli:

$$m = 0.336 ; \quad n = 0.910.$$

Il modello teorico, costruito sulla base delle considerazioni richiamate brevemente, ha consentito a Ciaravino e Pulci Doria (1992) di proporre una metodologia di dimensionamento degli imbocchi a vortice che poggia essenzialmente su due equazioni:

$$\sqrt{1 - E} - E \ln \frac{1 + \sqrt{1 - E}}{\sqrt{E}} = \sqrt{\left( m \sqrt{1 - \sqrt{E}} \sqrt{\frac{h}{R}} + n \right) \frac{(1 - E)^3}{2}} ; \quad (3)$$

$$\left[ \frac{f^2}{E} \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{b}{h} \frac{h}{R} \right)^2 - 1 \right] \frac{Q^2}{2gh^5} = \varepsilon \left( \frac{b}{h} \right)^2 \quad (4)$$

nelle quali:

$$f = \Delta / (R + b/2) \tag{5}$$

ed

$$\varepsilon = (\delta + h) / h \tag{6}$$

dove, oltre i simboli già citati,  $\delta$  è la lunghezza del raccordo d'imbocco del pozzo (Fig. 1).

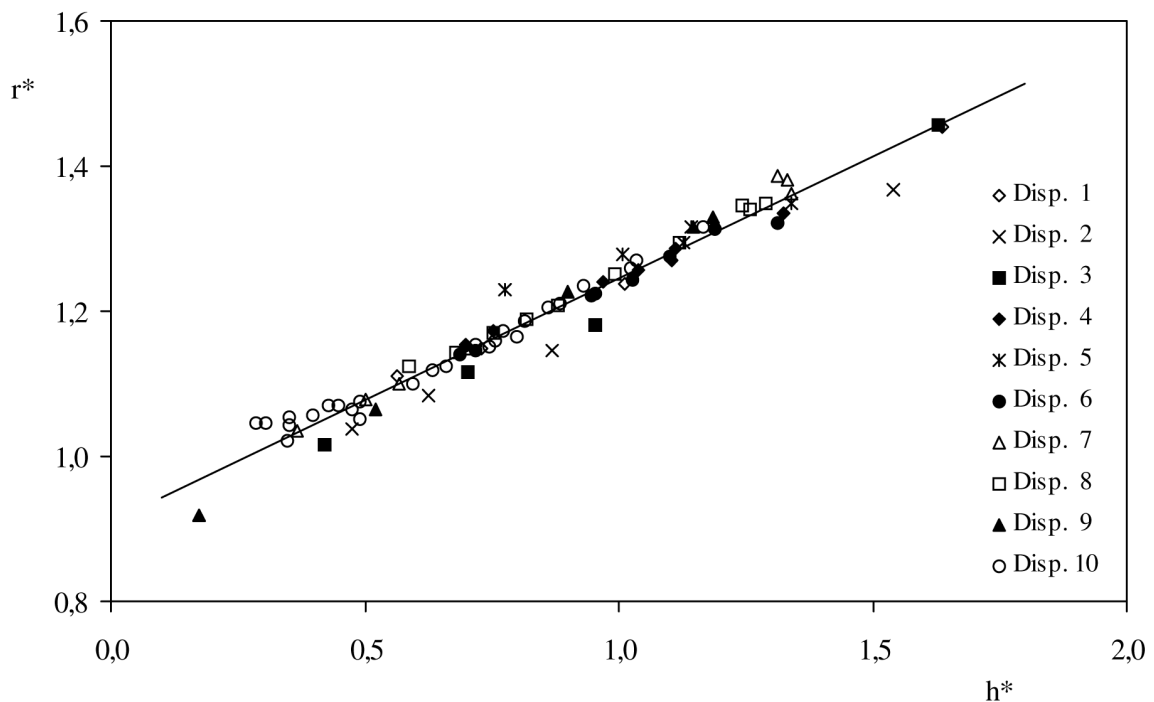


Fig. 2 - Valori  $r^*(h^*)$  dei diversi Dispositivi.

In tali equazioni è necessario assegnare i valori, oltre che dei coefficienti  $m$  ed  $n$  già definiti, dei parametri  $f$  (che tiene conto anche della dimensione del setto di separazione tra il canale di alimentazione ed il pozzo verticale) ed  $\varepsilon$  (che definisce la dimensione  $\delta$  del raccordo che, generalmente, evita i fenomeni di distacco della vena fluida all'imbocco del pozzo). Sulla base dei numerosi pozzi a vortice funzionanti presi in esame, si è rilevato che i parametri  $f$  ed  $\varepsilon$  assumono valori compresi in intervalli alquanto limitati.

A conclusione della elaborazione dei dati esaminati si propongono i seguenti valori:

$$f = 1.22 ; \quad \varepsilon = 1.06.$$

Relativamente al parametro  $E$  (in sostanza equivalente a  $r_0/R$ , rapporto tra il raggio all'imbocco  $r_0$  dell'anima del vortice ed il raggio  $R$  del pozzo), Ciaravino e Pulci Doria (1992) osservano che un valore prossimo a 0.25 - corrispondente ad un rapporto  $r_0/R$  pari a circa 0.5 - può essere considerato, così come suggerito da Viparelli (1950), una buona soluzione di compromesso tra le due opposte esigenze di evitare la chiusura dell'anima del vortice e di sovradimensionare il pozzo.

Il modello proposto, oltre che fornire la scala di deflusso, è utilizzabile anche ai fini progettuali. A tale scopo è innanzitutto opportuno e comodo riportare in forma grafica (Fig. 3) l'equazione adimensionale (3).

L'insieme delle due relazioni (la (3) rappresentata graficamente in Fig. 3 e la (4)) consentono il proporzionamento di un pozzo a vortice che può essere effettuato seguendo due distinte modalità.

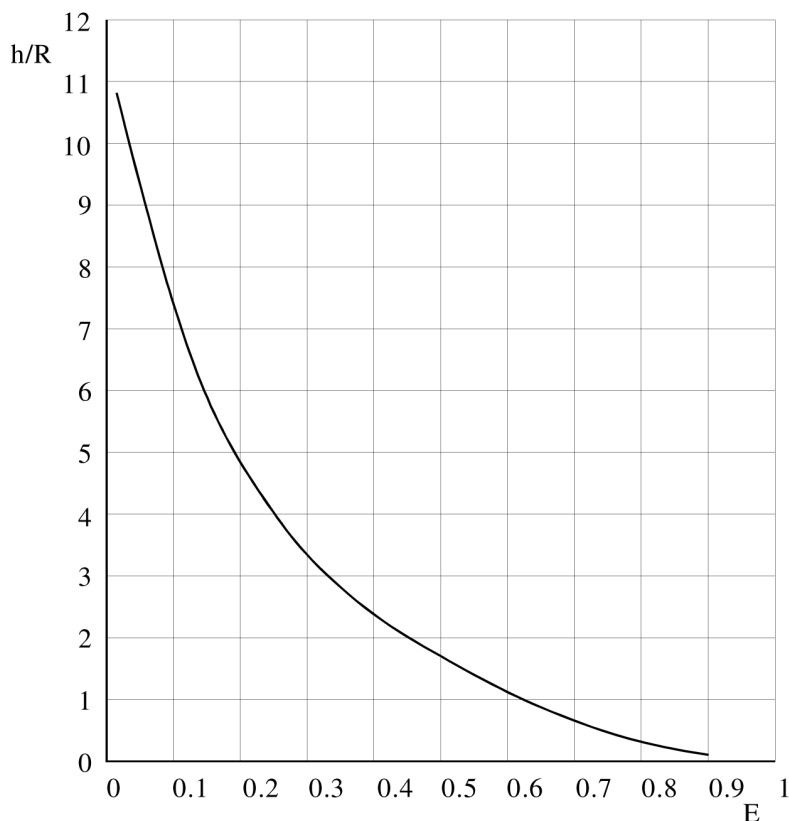


Fig. 3 – Funzione grafica E(h/R)

### 1ª Modalità

Per avere un buon funzionamento del pozzo, come si è già avuto modo di ricordare, è opportuno che il rapporto  $r_o/R$  non sia troppo piccolo (altrimenti il pozzo rischia l'occlusione) nè troppo grande (altrimenti il pozzo risulta sovradimensionato). In pratica si ribadisce che un rapporto  $r_o/R$  pari a circa 0.5 (cui corrisponde un valore E prossimo a 0.25) può essere assunto come buon compromesso tra le due opposte esigenze.

Tramite la relazione grafica di Fig. 3 si ottiene il corrispondente valore del rapporto h/R.

A questo punto il progettista può scegliere il rapporto di forma b/h del canale di arrivo che riterrà più opportuno per ricavare, tramite la (4), il rapporto adimensionale  $Q^2/2gh^5$ .

Ricavato tale rapporto, in base al valore effettivo di portata effluente, è possibile infine ottenere l'altezza della corrente h e quindi, procedendo a ritroso sulla base dei rapporti b/h e h/R, rispettivamente b e R con il che il pozzo risulta completamente dimensionato.

Va da sé che tale modalità di proporzionamento comporta, in uno con il dimensionamento del pozzo, anche il progetto dell'ultimo tratto del canale di alimentazione, il quale dovrà essere tale da convogliare la portata Q con i valori di b e h fissati dalle dimensioni del pozzo.

### 2ª Modalità

Se il canale di alimentazione è già esistente con dimensioni b e h fissate (ovviamente è data anche la portata Q convogliata), allora occorre procedere attraverso le equazioni nel senso inverso. Precisamente, dalla conoscenza di  $Q^2/2gh^5$  e b/h, l'insieme dell'equazione trasposta in Fig. 3 e della (4) costituisce un sistema di due equazioni nelle due incognite E e h/R, che così possono essere ricavate. Peraltro, il sistema non consente una soluzione chiusa, ma occorre procedere per tentativi fino ad ottenere i valori di E ed h/R che rispettino le dimensioni h e b assegnati.

Ovviamente, come detto in precedenza, occorre verificare che il valore di E ottenuto non sia troppo piccolo onde evitare l'affogarsi del pozzo, nè troppo grande onde evitare un eccessivo sovradimensionamento. In tali casi occorrerà per tentativi variare anche il valore di f e verificare quale soluzione risulta in definitiva nel complesso più conveniente. Nonostante la semplicità della richiamata metodologia di calcolo, la maggiore o minore precisione della soluzione di progetto è, sostanzialmente, legata alla affidabilità della stima dei parametri f ed ε e dei coefficienti numerici m ed n. C'è da osservare in effetti che, ferma restando la validità del modello proposto, si ottengono apprezzabili variazioni sulle stime di m ed n (peraltro, come ricordato, effettuate con dati sperimentali acquisiti e/o determinati direttamente) a partire da differenze apparentemente poco significative nella geometria progettuale del pozzo.

Si nota infatti che i valori di m, n, f ed ε su riportati, ottenuti da Ciaravino e Sabatino (1998) basandosi su camere di imbocco di geometria strettamente del tipo Drioli, differiscono da quelli riportati da Ciaravino et Al. (1987) e Ciaravino e Pulci Doria (1992) ottenuti basandosi su un maggior numero di imbocchi a vortice (modelli e prototipi funzionanti), ma non tutti di geometria strettamente del tipo Drioli: nel secondo caso citato le elaborazioni portano a stime pari a:

$$m=0.322, n=0.915, f=1.20 \text{ ed } \varepsilon=1.05.$$

La variazione è modesta per n, f ed ε e relativamente maggiore per m.

Tali considerazioni portano comunque a concludere che, in fase di progetto di un pozzo alla Drioli, conviene adoperare i valori m=0.336, n=0.910, f=1.22 ed ε =1.06. Se invece si esegue un progetto di un pozzo non strettamente di tipologia Drioli, allora potrebbe essere più opportuno adoperare i valori medi più generali proposti da Ciaravino e Pulci Doria(1987, 1992) m=0.322, n=0.915, f=1.20 ed ε=1.05.

La conoscenza del raggio del pozzo R, della larghezza b del canale di alimentazione e, quindi, della distanza Δ tra l'asse del canale di alimentazione e l'asse del pozzo, permette di determinare una semplice modalità di tracciamento della sagoma della voluta della camera di imbocco del tipo Drioli, tramite l'individuazione dei quattro necessari raggi di curvatura (Fig.1):

$$R_1 = \Delta + b/2 - d/2 \tag{7.1}$$

$$R_2 = \Delta + b/2 - 3d/2 \tag{7.2}$$

$$R_3 = \Delta + b/2 - 5d/2 \tag{7.3}$$

$$R_4 = \Delta + b/2 - 7d/2 \tag{7.4}$$

dove d è il lato del quadrato, con baricentro coincidente con l'asse del pozzo, i cui vertici costituiscono i centri dei raggi R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> e R<sub>4</sub>. Basandosi su camere di imbocco a vortice di modelli e prototipi funzionanti (Viparelli, 1950; Drioli, 1969; Ciaravino et Al., 1987; Ciaravino e Sabatino, 1998) si è potuto constatare che il valore del rapporto d/b varia in un campo abbastanza ristretto, sostanzialmente tra 0.27 e 0.33.

Si è notato, inoltre, che la gran parte di tali valori (83.33%) varia in un campo ancora più ristretto: in tale campo un valore medio pari a 0.29 può essere accettato per la valutazione di d.

Tale stima, basandosi come detto su camere di imbocco a vortice di modelli e prototipi funzionanti, tiene conto (così come avvenuto per la valutazione del parametro f della (5)) della dimensione del setto di separazione tra il canale di alimentazione ed il pozzo verticale.

Sulle modalità di individuazione della sagoma della camera di imbocco va ricordato un lavoro di Adami (1967) che, studiando il moto a spirale che si svolge nello scaricatore a vortice, propone che la camera abbia andamento planimetrico tale da seguire la forma assunta dalle linee di corrente del moto. Adami giunge per questa via alla relazione di seguito riportata per la determinazione dell'andamento planimetrico della parete esterna della camera di imbocco:

$$\frac{\theta}{2\pi} = -\frac{HA}{Q} \ln \frac{R_r}{R} + \frac{A^3}{4gQ} \left( \frac{1}{R^2} - \frac{1}{R_r} \right) \tag{8}$$

dove  $\theta$  è la coordinata polare con polo coincidente con l'asse del pozzo,  $H$  è l'energia specifica rispetto al fondo,  $A$  è la costante di irrotazionalità della relazione  $V_t(r) = A/r$ ,  $Q$  è la portata,  $R_r$  è la generica distanza dall'asse del pozzo,  $R$  è ancora il raggio del pozzo,  $g$  è l'accelerazione di gravità e dove si può porre, per  $R_r = R+b$ ,  $\theta = 2\pi$ .

### Problemi relativi al pozzo verticale, al gomito di raccordo al piede ed al canale di scarico

Come si è avuto modo di constatare in precedenza, il dimensionamento della camera di imbocco dello scaricatore a vortice e del suo canale di alimentazione sono intimamente legati. Sono altrettanto legati tra loro la geometria della parte dell'opera posta a valle della camera di imbocco ed i fenomeni che determinano il funzionamento del pozzo verticale, del gomito di raccordo al piede ed del canale di scarico che segue.

In effetti si è già ricordato (Jeanpierre e Lachal, 1966) che:

- i fenomeni di moto all'interno della camera di imbocco sono accompagnati da perdite di energia trascurabili, mentre lungo il pozzo viene dissipata una significativa quantità di energia funzione della scabrezza della parete, della portata, del diametro del pozzo e dell'altezza di caduta;
- l'energia dissipata lungo il pozzo e l'energia dissipata in corrispondenza del gomito di raccordo al piede sono in proporzioni variabili: per le alte cadute la parte dissipata lungo il pozzo risulta, in genere, preponderante mentre per le basse cadute accade il contrario.

Il carico totale all'ingresso del canale di scarico può essere individuato, in buona sostanza, valutando il carico totale che si stabilisce subito a monte del pozzo (nel canale di alimentazione) e sottraendo le perdite di energia lungo ed alla base dello stesso pozzo.

Nel canale di scarico (se classificato come cilindrico indefinito ai fini del tracciamento di un profilo di corrente in moto permanente) si potranno raggiungere, di norma, condizioni di moto uniforme o (con canale a forte pendenza) in maniera asintotica ovvero (con canale a debole pendenza) attraverso un fenomeno vorticoso cospicuamente areato che si verificherà in un tronco a distanza dipendente dal valore assunto dal carico totale (e dalla quantità di moto) alla base del pozzo. In effetti, in questo ultimo e frequente caso, modeste dissipazioni di energia possono determinare nel canale alla base del pozzo condizioni di corrente veloce ritardata che comportano il passaggio in corrente lenta a mezzo di un risalto idraulico. In genere, per le maggiori portate che si prevede di scaricare (e quindi in corrispondenza dei maggiori gradi di riempimento del canale) la formazione di fenomeni vorticosi risulta spesso pericolosa poiché può provocare un anomalo funzionamento del canale a valle.

La verifica del funzionamento idraulico del canale di scarico è, quindi, legata alla determinazione di una stima, il più possibile vicina alla realtà, del carico totale alla base del pozzo. Lungo il pozzo verticale la corrente (dotata di notevole velocità e di modesto spessore), per effetto del movimento di rotazione acquistato nella camera di imbocco, rimane aderente alle pareti e, come già ricordato, dissipa energia in quantità significativa. Al diminuire della quota la componente rotazionale della velocità della corrente varia molto poco, mentre la componente verticale tende sostanzialmente ad un valore limite deducibile dalla relazione proposta da Jeanpierre e Lachal (1966):

$$\frac{\lambda}{4e} \frac{V_\infty^2}{2g} = 1 \quad (9)$$

dove  $\lambda$ ,  $g$  ed  $e$  sono rispettivamente l'indice di resistenza (formule Prandtl - v.Karman; Colebrook), l'accelerazione di gravità e lo spessore (assimilabile al raggio idraulico) della vena fluida nel pozzo verticale. Quando tale valore limite viene raggiunto l'energia cinetica rimane costante alle quote più basse e la variazione di energia potenziale va a compensare la perdita di energia del moto. Sulla base delle ipotesi su brevemente ricordate, Jeanpierre e Lachal (1966) hanno ricavato le seguenti equazioni per la stima dell'energia cinetica  $V^2/2g$  relativa ad una qualsiasi quota del pozzo di diametro  $D$  (avendo preso il riferimento per  $z$  coincidente con il piano dei carichi della camera di imbocco):

$$z = \left( \frac{\lambda \pi D \sqrt{2g}}{4Q} \right)^{-2/3} \int_0^\Phi \frac{d\Phi}{1 - \Phi^{3/2}} \quad (10)$$

dove, come al solito,  $Q$ ,  $g$ ,  $\pi$  e  $\lambda$  sono rispettivamente la portata, l'accelerazione di gravità, la nota costante numerica e l'indice di resistenza; inoltre nella stessa (10)  $\Phi$  è determinata dalla relazione:

$$\Phi = \left( \frac{\lambda \pi D \sqrt{2g}}{4Q} \right)^{2/3} \frac{V^2}{2g} \tag{11}$$

La risoluzione della relazione (11) passa per la determinazione di  $\Phi$  attraverso il valore  $I$  :

$$I = \int_0^\Phi \frac{d\Phi}{1 - \Phi^{3/2}} \tag{12}$$

Il valore  $I$  in effetti è legato all'integrazione grafica (Fig. 4) della funzione:

$$\frac{dI}{d\Phi} = f(\Phi) \tag{13}$$

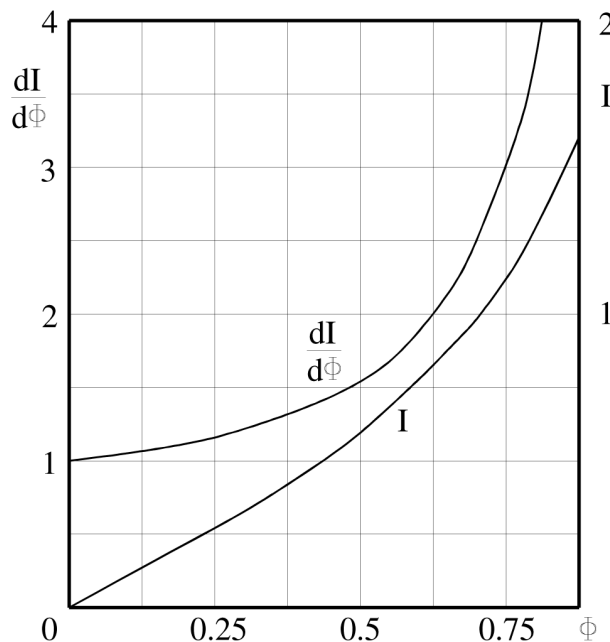


Fig. 4 – Funzioni grafiche da Jeanpierre e Lachal (1966).

In pratica, dopo aver progettato la camera di imbocco, valutato l'indice di resistenza  $\lambda$  in base alla scabrezza della parete del pozzo, è possibile, per ogni valore  $r$ , definire  $I$  dalla (10) e, attraverso il grafico di Fig. 4, determinare  $\Phi$  da introdurre nella (11) per la stima di  $V^2/2g$ .

Per quanto riguarda la perdita di energia in corrispondenza del raccordo al piede del pozzo essa è direttamente legata alla geometria che, in dipendenza del ruolo e della tipologia dello scaricatore in progetto, viene assegnata a tale raccordo.

Per le opere di maggior impegno ed importanza, in effetti, a volte viene adottata una geometria del raccordo che crei un cuscino d'acqua in corrispondenza del quale l'energia residua, non dissipata lungo il pozzo verticale, possa dissiparsi per effetto turbolento. Una tale geometria, ad esempio (Fig. 5), costituita da un gomito formato da un tronco convergente seguito da un tronco divergente in contropendenza (di collegamento al canale di scarico), è riportata ancora nel lavoro di Jeanpierre e Lachal (1966):



- il tronco convergente determina una corrente in pressione dove avviene la perdita di carico per turbolenza;
- il tronco divergente e contropendente favorisce l'eliminazione della gran parte dell'aria trascinata dalla corrente e permette il formarsi di una corrente a superficie libera nel canale di scarico, con valori energetici idonei ad un funzionamento ottimale.

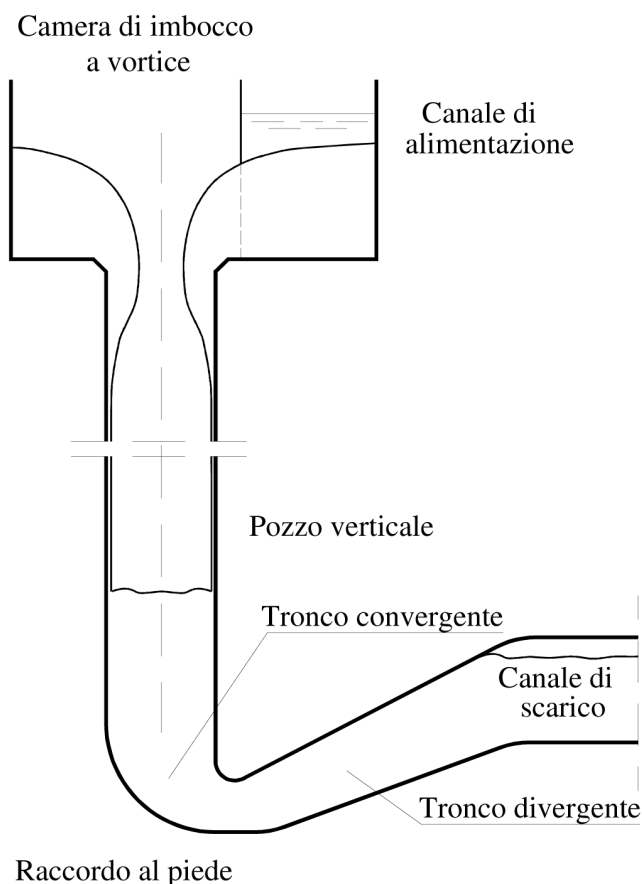


Fig. 5 – Geometria di raccordo al piede da Jeanpierre e Lachal (1966).

Diverse sono, comunque, le tipologie di raccordo che si sono di volta in volta studiate ed adottate nella pratica tecnica: dalla curva circolare semplice alla curva circolare doppia e, ancora, alla curva con restringimento asimmetrico ed invito elicoidale (Drioli, 1969). La ricerca in tale campo, in realtà, non ha raggiunto conclusioni definitive e regole che si possano adattare ad ogni singolo possibile prototipo e, pertanto, è sovente prassi comune studiare il funzionamento idraulico di tali opere su appositi modelli fisici. E' comunque da notare come tali modelli, se pur relativi a prototipi del tutto particolari, possano anche fornire indicazioni di interesse più generale.

Ad esempio, alcuni modelli in scala ridotta (rispettanti le norme di similitudine meccanica di Froude) eseguiti nel Dipartimento di Idraulica di Napoli, studiati nel caso di installazioni che possiamo definire relativamente minori, quali quelle inserite nei collettori fognari, hanno fornito risultati che si può ritenere rivestano carattere di una certa generalità.

Va in effetti notato che nei raccordi al piede di pozzi verticali inseriti in reti di drenaggio che possono trasportare correnti cariche di materiali solidi, a meno che non si adottino particolari accorgimenti, normalmente non si prevedono tronchi convergenti (cioè comportanti le rimarchevoli strozzature necessarie alla formazione di correnti in pressione dove si possano sviluppare i descritti fenomeni di perdita di carico per turbolenza): in tali opere, frequentemente, si privilegia una soluzione di raccordo al piede del pozzo a curvatura circolare semplice.

In tali condizioni geometriche ed idrodinamiche le prove sperimentali hanno mostrato che la corrente proveniente dal pozzo verticale, se non opportunamente accompagnata, urta violentemente sul fondo impennandosi e, dopo aver

percorso una traiettoria pressoché parabolica, va generalmente ad investire la parte superiore della sezione costituente il canale di scarico: si possono, così, determinare andamenti anomali nei fenomeni di trasporto, sia riguardanti la corrente liquida che i flussi dell'aria.

Le prove sperimentali mirate alla ricerca della miglior (e più semplice) sagoma da assegnare al raccordo al piede del pozzo, onde ottenere un accompagnamento graduale della corrente nel canale a valle, hanno condotto alla individuazione di una curvatura nel piano verticale, tra il fondo del canale di scarico e la relativa generatrice del pozzo verticale, corrispondente ad un raggio  $R_c$  di dimensione pari a quattro volte il raggio  $R$  del pozzo. La sagoma del raccordo così modificata ha determinato una sostanziale eliminazione dei disturbi sopra descritti, consentendo alla corrente proveniente dal pozzo di imboccare il canale praticamente concentrata sul fondo. In tal caso, pertanto, la maggiore regolarità riscontrabile nella corrente con l'adozione di tale più funzionale curvatura, nonché la possibilità di stimare la perdita di energia che si verifica lungo il pozzo attraverso la metodologia descritta (Jeanpierre e Lachal, 1966), consente di valutare con migliore approssimazione il valore del carico totale al fondo del pozzo. Su tale base si possono cioè formulare ipotesi più attendibili sul funzionamento idraulico del tronco iniziale del canale di scarico ai fini di una definizione preliminare del profilo di corrente. Va comunque ribadito che nei casi più importanti e/o complessi è opportuno verificare il funzionamento idraulico del gomito di raccordo al piede del pozzo attraverso modelli fisici in scala ridotta.

### Note conclusive

Ai fini del dimensionamento di un'opera di tipo idraulico, lo scopo ultimo di un modello di calcolo consiste nella possibilità di prevedere con sufficiente accuratezza i parametri che regolano i fenomeni che in essa si determinano: in effetti il grado di affidabilità del modello è misurato dall'aderenza tra risultati teorici e dati reali.

Nel caso di uno scaricatore a vortice i parametri principali riguardano, da un lato, la verifica della scala di efflusso  $Q(h)$  dell'impianto, dall'altro, la determinazione della dimensione  $r_0$  dell'anima del vortice.

Il modello teorico-sperimentale, in precedenza richiamato brevemente, ha consentito a Ciaravino e Pulci Doria (1992) di proporre una metodologia di dimensionamento degli imbocchi a vortice che poggia essenzialmente su due equazioni (la (3) e la (4) prima esaminate) e quattro parametri numerici ( $m$ ,  $n$ ,  $f$  ed  $\varepsilon$ ) determinati con elaborazioni a carattere sperimentale tratte sia da modelli in scala ridotta che da prototipi in esercizio (Ciaravino et al, 1987; Ciaravino e Sabatino, 1998).

Dai risultati delle elaborazioni, eseguite per la verifica di tale modello sulla base dei dieci Dispositivi in precedenza citati, si rileva che:

- i parametri  $f$  ed  $\varepsilon$  assumono valori compresi in intervalli alquanto limitati;
- gli scostamenti tra i valori calcolati ed i valori sperimentali del tirante idrico sono mediamente modesti (con scarto quadratico medio complessivo pari a 2,42) quando si faccia riferimento ai coefficienti  $m$  ed  $n$  dei singoli Dispositivi, mentre assumono valori relativamente più elevati (con scarto quadratico medio complessivo pari a 7,30) quando si faccia riferimento ai valori medi di detti coefficienti.

I risultati delle elaborazioni su richiamati, da un canto, costituiscono una (non comune) conferma sperimentale della validità del modello, dall'altro, mostrano che, per avere maggiore aderenza tra previsione teorica e dato reale, è opportuno fare riferimento ai valori di  $m$  ed  $n$  propri della geometria prescelta. Ai fini della progettazione, nella pratica impossibilità, allo stato attuale, di conoscere le relazioni tra  $m$  ed  $n$  e i parametri di forma (riguardanti la conformazione reale assegnata dal progettista alla camera di imbocco), è giocoforza adottare valori medi dei coefficienti, per cui, dando essi luogo a scarti più rilevanti, è bene considerare valori dei tiranti idrici maggiori di quelli teorici, anche fino a circa il 10%, ai fini della valutazione della congruità del franco di sicurezza del canale di alimentazione.

Si è osservato, inoltre, che il funzionamento "effettivo" dei pozzi, con gli  $m$  ed  $n$  specifici, risulta nei riguardi di  $r_0$  più favorevole di quanto risulterebbe dal progetto con  $m$  ed  $n$  medi. Infatti, tranne che in un caso, che presumibilmente può essere considerato anomalo, alle maggiori portate (cioè nelle condizioni più critiche anche per la chiusura dell'anima del vortice) il valore di  $r_0$  calcolato con gli  $m$  ed  $n$  medi risulta minore di quello calcolato con gli  $m$  ed  $n$  specifici (sette Dispositivi su dieci), o quanto meno molto prossimo ad esso (due Dispositivi su dieci); pertanto, la progettazione eseguita con gli  $m$  ed  $n$  medi risulta cautelativa.

Sempre ai fini della affidabilità della progettazione, oltre all'attendibilità della determinazione della scala di efflusso, assume particolare rilevanza la stima del raggio  $r_m$  della sezione minima dell'anima del vortice, sezione, questa, generalmente distinta (e posta a quota maggiore) da quella di raggio  $r_o$  (posta all'imboccatura del pozzo).

L'aerazione del vortice avviene, quindi, attraverso una sezione più piccola di quella definita dal calcolo, sicché, nei riguardi della eventuale chiusura del vortice, si consegue un minor grado di sicurezza.

Pertanto, per tener conto del minore grado di riempimento prevedibile con il modello nella sezione di imbocco, al fine di mantenere inalterato il grado di sicurezza del pozzo, è opportuno assumere in fase di progetto valori di  $r_o/R$  maggiori rispetto a quelli attesi.

Nel tentativo di fornire una regola, si sono messi a confronto i valori di  $r_o$ , calcolati con il modello di Ciaravino e Pulci Doria, con i valori sperimentali di  $r_m$  rilevati sull'impianto di laboratorio in precedenza chiamato Dispositivo 10. Questo confronto, pur confermando che  $r_o$  è generalmente maggiore di  $r_m$ , non ha consentito di individuare una correlazione tra essi per l'esiguità dei dati a disposizione; indica, però, un aumento dello scarto relativo di  $r_o$  rispetto a  $r_m$  crescente con la portata, fino a raggiungere valori massimi pari a circa il 18%. I dati sperimentali del pozzo, portando ad assumere per lo scarto tra  $r_o$  e  $r_m$  un valore prossimo al 20%, rendono, perciò, giustificabile la norma pratica di Viparelli di porre, ai fini progettuali,  $r_o/R = 0.5$  (corrispondente al valore  $E=0.25$  proposto da Ciaravino e Pulci Doria) in quanto, con tale posizione, sarà al più  $r_m/R = 0.4$ , e, quindi, ancora in sicurezza di funzionamento.

## Bibliografia

- Ackers P., Crump E.S. (1960) "The vortex drop" Institution of Civil Engineers, vol.16.
- Adami A. (1967) "Analisi del moto in uno scaricatore a vortice" L'Energia Elettrica, luglio.
- Binnie A.M., Davidson J.F. (1948) "The flow under gravity of a whirling liquid" Proc. Roy. Soc., Series A, vol. 199.
- Binnie A.M., Hookings G.A. (1948) "Laboratory experiments on whirlpools" Proc. Roy. Soc., Series A, vol.194.
- Ciaravino G., Mancini P., Pulci Doria G. (1986) "Contributo teorico-sperimentale allo studio del pozzo a vortice" XX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. Padova.
- Ciaravino G., Galasso V., Mancini P., Pulci Doria G. (1987) "A mathematic model for vortex shaft. Theory and experimental control" Congres IAHR-AIRH, Lausanne.
- Ciaravino G., Pulci Doria G.(1992) "Contributo alle modalità di proporzionamento degli scaricatori a vortice" 23° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Firenze.
- Ciaravino G., Sabatino C. (1998) "Affidabilità di un modello per un efficiente proporzionamento di pozzo a vortice" XXVI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Catania.
- Drioli C. (1947) "Su un particolare tipo di imbocco per pozzi di scarico (Scaricatore idraulico a vortice)" L'Energia Elettrica, ottobre.
- Drioli C. (1969) "Esperienze su installazioni con pozzi di scarico a vortice" L'Energia Elettrica, giugno.
- Hager W.H. (1985) "Head-Discharge Relation for Vortex Shaft" J.Hydr. Eng. ASCE 111 (6), 1015-1020.
- Jain S.C. (1984) "Tangential Vortex-inlet" J.Hydr. Eng. ASCE 110 (12), 1693-1699.
- Jain S.C. (1987) "Free-surface Swirling Flows in Vertical Dropshaft" J.Hydr. Eng. ASCE 113 (10), 1277-1289.
- Jeanpierre D., Lachal A. (1966) "Dissipation d'énergie dans un puits a vortex" La Houille Blanche, n.7, 823-831.
- Kennedy J.F., Jain S.C. and Quinones R.R. (1988) "Helicoidal-Ramp Dropshaft" J.Hydr. Eng. ASCE 114 (3), 315-325.
- Knapp F.H. (1960) "Aufluss, Überfall und Durchfluss in Wassabau" Verlag G. Braun. Karlsruhe.
- Pica M. (1969) "Discussion of scale effects in swirling flows by J.McCorquodale" J.Hydr. Div. ASCE, 95 (1).
- Pica M. (1970) "Scaricatori a vortice" L'Energia Elettrica, aprile.
- Toda K. and Inoue K. (1995) "Hydraulic Property of Vortex Flows Dropshaft" HIDRA 2000, Vol.2, 108-113, Thomas Telford, London.
- Toda K. and Inoue K. (1999) "Hydraulic Design of Intake Structures of Deeply Located Underground Tunnel Systems" Wat.Sci.Teck.,Vol.39, n.9, 137-144, Elsevier Science Ltd, Great Britain.
- Viparelli M. (1950) "Su un particolare tipo di imbocco e sull'efflusso con vortice" L'Energia Elettrica, ottobre.

# Compatibilità elettromagnetica negli impianti TLC

DI ANTONIO CIMINO

*Ingegnere  
Commissione Telecomunicazioni  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli*

## Introduzione

In tema di sicurezza ed affidabilità degli impianti e sistemi elettrici, elettronici o elettromeccanici, su cui si basano ormai quasi tutte le nostre attività quotidiane, sia in ambito civile che industriale, occorre considerare l'azione dei campi elettromagnetici, che possono mettere in comunicazione sistemi anche fisicamente ed elettricamente isolati. Tali fenomeni sono causa di malfunzionamenti e nei casi peggiori di guasti hardware fatali.

E' pertanto molto importante, nella prima fase di progettazione di un qualunque sistema elettrico/elettronico, una precisa analisi del campo elettromagnetico totale nella zona di interesse. I vantaggi di una corretta progettazione iniziale sono riassumibili in tre punti:

- Certezza del corretto funzionamento dell'apparato o sistema elettronico;
- Minimizzazione dei costi richiesti da successive fasi di progetto necessarie per il soddisfacimento delle normative;
- Rispetto dei tempi e costi previsti dalla pianificazione dello sviluppo di un prodotto.

Soprattutto negli impianti di telecomunicazioni, caratterizzati da alte velocità di elaborazione dei segnali, da una spinta integrazione dei componenti interni, e da alte frequenze di trasmissione, la causa principale di guasto è costituita dall'insorgenza di picchi di tensione di breve durata, le cosiddette sovratensioni transitorie.

L'adozione di adeguate protezioni contro le sovratensioni, è fondamentale per evitare ingenti perdite economiche derivanti dal danneggiamento del sistema elettronico e naturalmente dalla paralisi di tutte le attività da esso supportate.

Dal punto di vista scientifico, l'analisi degli effetti derivanti da situazioni di campi elettromagnetici complesse, ricade nella branca dell'elettromagnetismo applicato nota come compatibilità elettromagnetica (EMC - Electromagnetic Compatibility), essa è alla base dell'ingegnerizzazione di qualunque sistema elettrico o elettronico che, nella propria zona di funzionamento (caratterizzata in generale da svariate influenze elettromagnetiche) deve funzionare senza subire disturbi e senza provocarne.

I singoli impianti o apparati che utilizziamo nell'ambiente di lavoro, devono essere progettati e implementati a norma, nella pratica per garantire il corretto funzionamento di un apparato e la cooperazione di tutti i sistemi in gioco, occorre un know-how adeguato per un'analisi che tenga conto di tutte le possibili interazioni tra i sistemi nell'area di funzionamento specifica e la conseguente progettazione di un sistema di protezione adeguato.

## Le sovratensioni

Le cause di disturbo ad un impianto o sistema elettronico, possono essere, in prima analisi, trattate sulla base della frequenza elettrica di lavoro ed al contenuto energetico (a seconda ad esempio che si tratti di impianti o apparati di alimentazione elettrica, di misura e controllo o di elaborazione dati). L'insorgenza di sovratensioni transitorie ad alto contenuto energetico può essere dovuta ad azioni di apertura o commutazione all'interno dei circuiti elettrici (SEMP - Switching Electromagnetic Pulse), da scariche elettrostatiche (ESD- Electrostatic Discharge) o anche dai fulmini (LEMP - Lightning Electromagnetic Pulse). In ambito militare si studiano poi gli effetti di impulsi elettromagnetici dovuti ad esplosione nucleare (NEMP - Nuclear Electromagnetic Pulse). Gli effetti causati dai SEMP dipendono per lo più dalla

rigidità dielettrica dei componenti dell'apparato o impianto coinvolto, ovvero dalla quantità di energia che può essere commutata e oltre la quale si verifica un guasto.

Per completezza di informazione occorre dire che altre cause perturbanti possono poi essere dovute a fenomeni di retroazione della rete o a frequenze periodiche di disturbo.

Tipicamente la disinserzione di un utente o carico induttivo in un circuito (ad es. l'attivazione di un relè) comporta la dissipazione dell'energia accumulata nell'induttanza attraverso la capacità equivalente del circuito stesso e ciò origina un picco di tensione sulla base delle relazioni:

$$(1) \quad UI = \frac{1}{2} L I^2$$

ove  $UI$  è l'energia accumulata nell'induttanza ed espressa in Joule [J],  $L$  è l'induttanza espressa in Henry [H] ed  $I$  la corrente espressa in Ampere [A].

$$(2) \quad U_c = \frac{1}{2} C V^2$$

ove  $U_c$  è l'energia accumulata nella capacità ed espressa in Joule [J],  $C$  è la capacità espressa in Farad [F] e  $V$  è la tensione espressa in Volt [V].

ed essendo costante l'energia in un sistema chiuso si ha:

$$(3) \quad UI = U_c$$

da cui l'origine della sovratensione di disturbo:

$$(4) \quad V = I \sqrt{L/C}$$

la cui frequenza minima, espressa in Hertz [Hz], è:

$$(5) \quad f = [1/(2 \pi \sqrt{L/C})].$$

Un esempio di scarica elettrostatica è dato da un operatore umano, il quale può immagazzinare all'interno del proprio corpo una data quantità di energia elettrica e tendendo a compensare tale carica con altri potenziali nel suo intorno, può manifestarsi una scarica elettrostatica tra l'operatore ed un sistema elettronico per contatto diretto.

Quanto ai fulmini, la fisica insegna che tali fenomeni sono dovuti ai movimenti di masse d'aria calda che si muovono al di sotto di strati più freddi tendendo a salire e ad attraversarli secondo un effetto "camino". Particelle con carica positiva si depositano sullo strato superiore delle nubi, quelle a carica negativa sullo strato inferiore (la terra è a carica positiva).

Quando l'intensità del campo tra le due cariche diviene grande, si forma una prima scarica che si sposta verso altri punti e quando si avvicina a zone con potenziale di segno opposto si genera una seconda scarica cosiddetta di ritorno. L'incontro tra la prima scarica e quella di ritorno, origina un canale in cui si propaga la scarica principale del fulmine vera e propria. La tensione accoppiata in conduttori affiancati di un sistema antifulmine dipende dal fronte di salita della corrente atmosferica, dalla distanza tra gli impianti di protezione ed i circuiti e dalla superficie racchiusa dal circuito. Quanto più vicino è il circuito di dispersione del sistema di protezione antifulmine e quanto più lunghi sono i lati del circuito, maggiore è la sovratensione che si manifesta negli impianti coinvolti.

Gli impianti ed i sistemi elettronici a norma CEI 81, sono progettati e prodotti, in maniera da risultare protetti dai fulmini ma è comunque richiesto l'uso di scaricatori di sovratensioni (SPD - Surge Protection Device) contro il manifestarsi di qualunque tensione transitoria anche se a bassa energia.

In particolare nei sistemi antifulmine si ha una protezione esterna costituita da aste di captazione, dispositivi di arresto, scaricatori e impianto di messa a terra ed una protezione interna con un sistema di equipotenzializzazione che comprende l'inclusione di altre installazioni metalliche con cavi e spinterometri ed il collegamento con conduttori di impianti elettrici contro le sovratensioni di origine atmosferica. La norma IEC 61312-1 specifica i parametri dei fulmini per le prime scariche atmosferiche, per le successive e per le correnti di lunga durata.

### Progettazione di un sistema di protezione contro le sovratensioni

Alla base della progettazione di un impianto di protezione sta, pertanto, l'analisi di tutte le possibili influenze elettromagnetiche al fine di controllare e neutralizzare le tensioni di disturbo.

L'analisi è basata sullo studio dei meccanismi di **accoppiamento** delle sovratensioni che, se la lunghezza d'onda della sovratensione è molto più grande rispetto alle dimensioni del sistema elettrico/elettronico in gioco, possono essere di natura galvanica, induttiva o capacitiva, se invece la lunghezza d'onda è minore o uguale alle dimensioni del sistema, si avranno interferenze d'onda o di radiazione. Le sovratensioni accoppiate in un circuito si misurano secondo la loro componente diretta e la componente in quadratura. La prima è una tensione che si manifesta tra un conduttore attivo ed un potenziale di terra mentre la seconda è la differenza di tensione tra due conduttori attivi, che seppure nella pratica raggiunge valori più bassi della prima, agisce tuttavia direttamente sugli ingressi dei componenti elettronici più delicati. Le misure di sicurezza che si adottano comportano l'uso di scaricatori, filtri di rete, compensatori, schermi, messe a terra. E' necessario innanzitutto che gli elementi su cui si manifestano le sovratensioni vengano cortocircuitati velocemente con un **compensatore di potenziale** che deve tener conto, per essere efficace, delle caratteristiche elettriche del componente da proteggere, ovvero della capacità di dispersione propria, del comportamento in eccitazione e diseccitazione e dalla limitazione di tensione. Nel computo finale va considerato che il processo di neutralizzazione delle sovratensioni ha come controindicazione la produzione di correnti disperse che vanno tenute in conto.

Il concetto di base è che la protezione dalle sovratensioni è garantita o da un isolamento completo o da una **equipotenzializzazione**. Un isolamento completo significa che due elementi conduttivi con potenziali diversi non si influenzino, ciò si ottiene o distanziandoli opportunamente oppure tramite l'uso di materiali isolanti. In presenza di circuiti stampati non possiamo intervenire sulle distanze in gioco e d'altronde anche i materiali isolanti, che hanno una limitata rigidità dielettrica, non possono sempre garantire l'affidabilità dei sistemi elettronici. Per tali motivi l'ingegnerizzazione di un sistema di protezione si basa nella pratica sul collegamento di componenti elettrici conduttivi con cavi equipotenziali, ovvero gli elementi elettrici attivi sono portati ad un comune potenziale tramite l'uso di scaricatori di tensione. Ciò che si realizza sono delle isole di protezione ciascuna ad uno stesso potenziale.

L'equipotenzializzazione può essere realizzata in forma lineare, a stella o magliata.

Il caso lineare si ha quando gli elementi elettrici conduttivi sono poco distanti tra loro, in questo caso in presenza di correnti transitorie, la differenza di potenziale tra due punti è determinata in base all'induttanza del conduttore in corrente, che dovrà essere mantenuta a valori più bassi possibile. La reattanza induttiva di un conduttore in corrente, espressa in Ohm [ $\Omega$ ], è data dalla relazione:

$$(6) \quad X_L = \omega L$$

ove  $\omega = 2 \pi f$  è la pulsazione,  $L$  è l'induttanza ed  $f$  è la frequenza.

Tale reattanza induttiva dipende però, oltre che dalla frequenza di lavoro, anche dalla superficie della sezione trasversale ed è direttamente proporzionale alla lunghezza del conduttore.

Un cavo di compensazione del potenziale non dovrà quindi essere molto lungo perché se ad esempio due impianti elettronici fossero collegati all'inizio e alla fine del cavo ad elevata induttanza, e si generasse una corrente transitoria, ai due capi del cavo e quindi sui due impianti in questione si avrebbe una differenza di potenziale molto grande. Nella configurazione a stella i cavi di compensazione del potenziale convergono in unico punto centrale.

In tal modo la lunghezza del conduttore tra due punti si riduce alla lunghezza dei cavi di collegamento tra i due punti ed il centro stella. Si ottiene una riduzione della differenza di tensione tra i due punti con dispersione delle correnti transitorie per induzione:

$$(7) \quad V = - L \, di/dt$$

Nella configurazione a maglia si fa in modo da collegare in parallelo ad un'impedenza piccola, il maggior numero possibile di elementi del sistema di equipotenzializzazione.

Ciò perché in un collegamento in parallelo, le induttanze si comportano come resistenze ohmiche e se le reattanze induttive sono in parallelo, la reattanza induttiva totale è inferiore alla più piccola delle reattanze collegate:

$$(8) \quad (1/XI = 1/XI1 + 1/XI2 + \dots + 1/XIn \quad \text{e per } n \rightarrow \infty \quad XI \rightarrow 0)$$

Con la ripartizione della corrente in ogni nodo, all'interno delle varie maglie si avranno solo piccole correnti parziali. L'equipotenzializzazione può essere ottenuta in ogni caso introducendo dei conduttori attivi e le connessioni elettriche dirette tra i conduttori ed il compensatore di potenziale danno luogo ad un cortocircuito. Compito degli scaricatori di tensione è anche quello di garantire che il cortocircuito duri solo per l'intervallo in cui sono presenti delle differenze di potenziale pericolose per l'impianto da proteggere. Gli scaricatori hanno tempi di risposta nell'ordine di micro secondi ( $\mu\text{s}$ ) o pico secondi (ps) e dopo qualche decina di  $\mu\text{s}$  si riaprono, riaprendo il circuito. Gli impianti elettronici da proteggere contro le sovratensioni, sono collegati a massa tramite il punto di messa a terra dello scaricatore, attraverso il quale avviene anche la dispersione delle correnti transitorie dal sistema di equipotenzializzazione nell'impianto di messa a terra. Le sovratensioni esistenti e la progettazione di adeguati scaricatori, nonché la tensione residua che è funzione del tempo di risposta dello scaricatore, sono tutte grandezze che vengono calcolate sulla base della forma d'onda della corrente originata dalla sovratensione. La variazione della corrente è determinata a partire dal tempo di salita e dall'ampiezza e tale forma d'onda di corrente impulsiva reale è legata alla sovratensione dalla relazione (7) già citata.

La potenza di uno scaricatore di sovratensione deve tenere conto della corrente massima in gioco ma occorre anche considerare la durata dell'intervallo di tempo in cui la corrente passa nello scaricatore. Il rapporto tra la corrente e tale intervallo di tempo è l'area sottesa ed è pari alla carica che occorre gestire, espressa in Coulomb [C] :

$$(9) \quad Q = \int I dt$$

Tale carica rappresenta l'energia specifica di un impulso di corrente. La potenza di scaricatori diversi va comparata eseguendo un raffronto tra le aree tempo/corrente. L'impedenza interna equivalente dello scaricatore dovrà essere tanto minore quanto più grande è il quantitativo di energia che dovrà gestire. L'andamento delle tensioni impulsive dovute a manovre di commutazione è definito nella norma IEC 60060-1.

In linea generale per realizzare un sistema di protezione completo occorre individuare la zona da proteggere che può comprendere un intero edificio o una sua parte o un singolo locale, fino ad arrivare al singolo apparato elettronico. I circuiti elettrici in entrata o uscita dalla zona di protezione prescelta, dovranno passare attraverso uno scaricatore di sovratensione e si dovrà poi garantire l'equipotenzializzazione di tutti i conduttori per creare un'isola di potenziale. La scelta degli scaricatori da impiegare varia a seconda delle applicazioni e deve evitare che s'instauri un accoppiamento dall'esterno o si generino mutue interferenze tra i diversi circuiti elettrici (ad. es. linee di alimentazione di corrente o linee dati) oltre una soglia limite.

Tipicamente i conduttori attivi della alimentazione elettrica vanno collegati al sistema di equipotenzializzazione tramite dei variatori, mentre le interfacce di dispositivi di trasmissione dati sono protette tramite l'azione di diodi soppressori. Le linee di alimentazione elettrica e quelle informatiche devono essere posate separatamente le une dalle altre e con apposite schermature. Gli scaricatori vanno posizionati sempre nel punto in cui una linea o un cavo oltrepassa il confine tra zone con diverso grado di protezione ed è sempre conveniente, dal punto di vista economico, raggruppare il maggior numero di dispositivi o impianti con le stesse esigenze di protezione all'interno della stessa zona.

### Protezione di un impianto di telecomunicazione dalle sovratensioni

La protezione dalle sovratensioni riguarda in primis gli impianti di alimentazione elettrica, tema che meriterebbe una trattazione a parte ed esula dagli scopi di questo articolo, solo per completezza di informazioni vale la pena ricordare che in tali impianti siamo in presenza di accoppiamenti ricchi di energia per cui è indispensabile l'uso di scaricatori di correnti atmosferiche e di sovratensioni installati con fusibili, montati in modo da risultare disaccoppiati tra loro e scelti in base alla corrente di cortocircuito che potrebbe manifestarsi su ogni scaricatore. Nel caso di impianti a bassa tensione la resistenza alla componente trasversale della tensione impulsiva è inferiore a quella relativa alla componente diretta, all'uopo la protezione di un apparato può essere realizzata per esempio con una presa con protezione. Negli impianti di telecomunicazione la trasmissione dei segnali avviene ad alta frequenza per cui i

dispositivi di protezione non devono introdurre impedenze tali da deteriorare o interrompere il segnale. La trasmissione dei **segnali video** può essere effettuata con cavi coassiali su cui possono essere montati delle protezioni con collegamento a ponte dei diodi soppressori che proteggono la componente laterale della tensione e con capacità molto bassa tra schermatura ed anima. La schermatura è a sua volta collegata a terra ed inclusa nel potenziale della zona di protezione. Per la scelta dello scaricatore si deve tener conto che il livello di tensione residua dipende dalla resistenza alla tensione dell'ingresso dell'antenna e della adattabilità ai cavi dell'antenna onde evitare effetti di riflessione. Per la ricezione delle onde ultracorte cioè per frequenze fino a circa 100 MHz e la ricezione televisiva di onde decimetriche (frequenza fino a circa 850 MHz) occorre che lo scaricatore abbia una presa per antenna conforme alla normativa per la ricezione radio-televisiva e analogo discorso vale per gli impianti satellitari.

Per la **rete informatica** occorre valutare se installare uno scaricatore di correnti atmosferiche all'ingresso delle linee dell'edificio (le linee informatiche vengono considerate alla stessa stregua dei sistemi di alimentazione in ingresso all'edificio), oltre agli scaricatori di corrente atmosferica sono usati degli scaricatori di sovratensione per le interfacce. Nel caso di presenza di un sistema antifulmine, di alimentazione con linee elettriche esterne, o di esposizione in zone a rischio, è necessario utilizzare scaricatori di corrente atmosferiche. Per gli scaricatori di correnti elettriche la norma IEC 61312-1 individua 4 classi di protezione.

Per impianti di **elaborazione dati** tra due impianti comunicanti si devono utilizzare almeno due scaricatori senza alterare il segnale. Uno scaricatore va installato in prossimità del punto di ingresso delle linee all'interno delle varie zone di protezione individuate. L'inserimento di uno scaricatore comporta un'attenuazione nel circuito in funzione della frequenza di lavoro. Per ogni scaricatore vi sono impedenze longitudinali dovute agli elementi di disaccoppiamento e delle impedenze trasversali a causa della capacità degli elementi di dispersione collegati tra i conduttori attivi ed il potenziale di terra, ciò dà luogo ad un filtro passa basso la cui attenuazione deve essere nota, sulla base del rapporto logaritmico tra la tensione sul ricevitore di segnale senza scaricatore e la tensione del segnale con l'inserimento dello scaricatore.

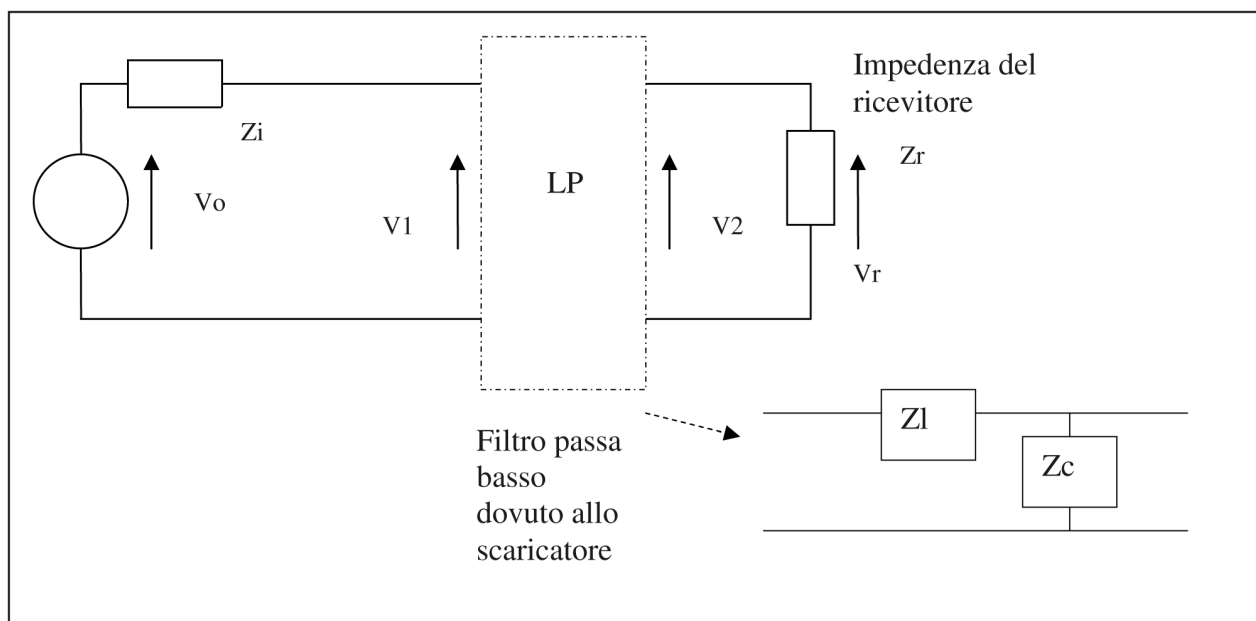


Fig. 1 - Attenuazione dovuta all'effetto dello scaricatore di sovratensione

In Fig. 1 è mostrata una generica linea di trasmissione dati, in cui l'attenuazione dovuta all'inserimento dello scaricatore è data dal rapporto:

$$(10) \quad 20 \lg [V1(f) / V2 (f)] \quad [\text{dB}]$$

Il circuito di protezione risultante dall'impiego dello scaricatore o dalla combinazione di più scaricatori, è modellizzato come un filtro passa basso LC, con

$$(11) \quad Zl = j\omega L = j \omega L \quad [\Omega]$$



$$(12) Z_c = -jX_c = -j / \omega C [\Omega]$$

ove  $\omega = 2 \pi f$

A seconda della particolare applicazione e apparato da proteggere si dovrà avere un'adeguata risposta in frequenza del filtro. Per applicazioni di trasmissione dati ad alte velocità, tipicamente l'attenuazione dovuta allo scaricatore dovrà mantenersi nell'ordine di grandezza di 0,1 o 0,2 dB. Negli scaricatori usati con interfacce di trasmissione dati a frequenze elevate (ad es. Ethernet), l'attenuazione deve comparire solo a frequenze elevate. In una rete di computer collegati ad anello l'attenuazione di inserzione può essere contenuta collegando gli scaricatori sulla linea dati in ingresso ed in uscita alla zona di protezione. In generale i moderni impianti di trasmissione dati, sono realizzati come cablaggi strutturati in base alle norme IEC 11801 ed EN 50173. In tali normative si distingue tra cablaggio primario, secondario (in fibra ottica) e terziario (con cavo in rame). Il collegamento base può misurare al massimo 90m e all'apparato di terminazione può essere collegato un cavo patch al massimo di 5m. La scelta dello scaricatore dovrà essere idonea rispetto alla categoria di rete ed è necessaria un'adeguata protezione dell'alimentazione elettrica dell'apparato di terminazione di modo da portare tutte le parti conduttive allo stesso potenziale.

Nella Fig. 2 è illustrato uno schema di protezione da sovratensioni per una rete LAN (Local Area Network) su rete terziaria in rame.

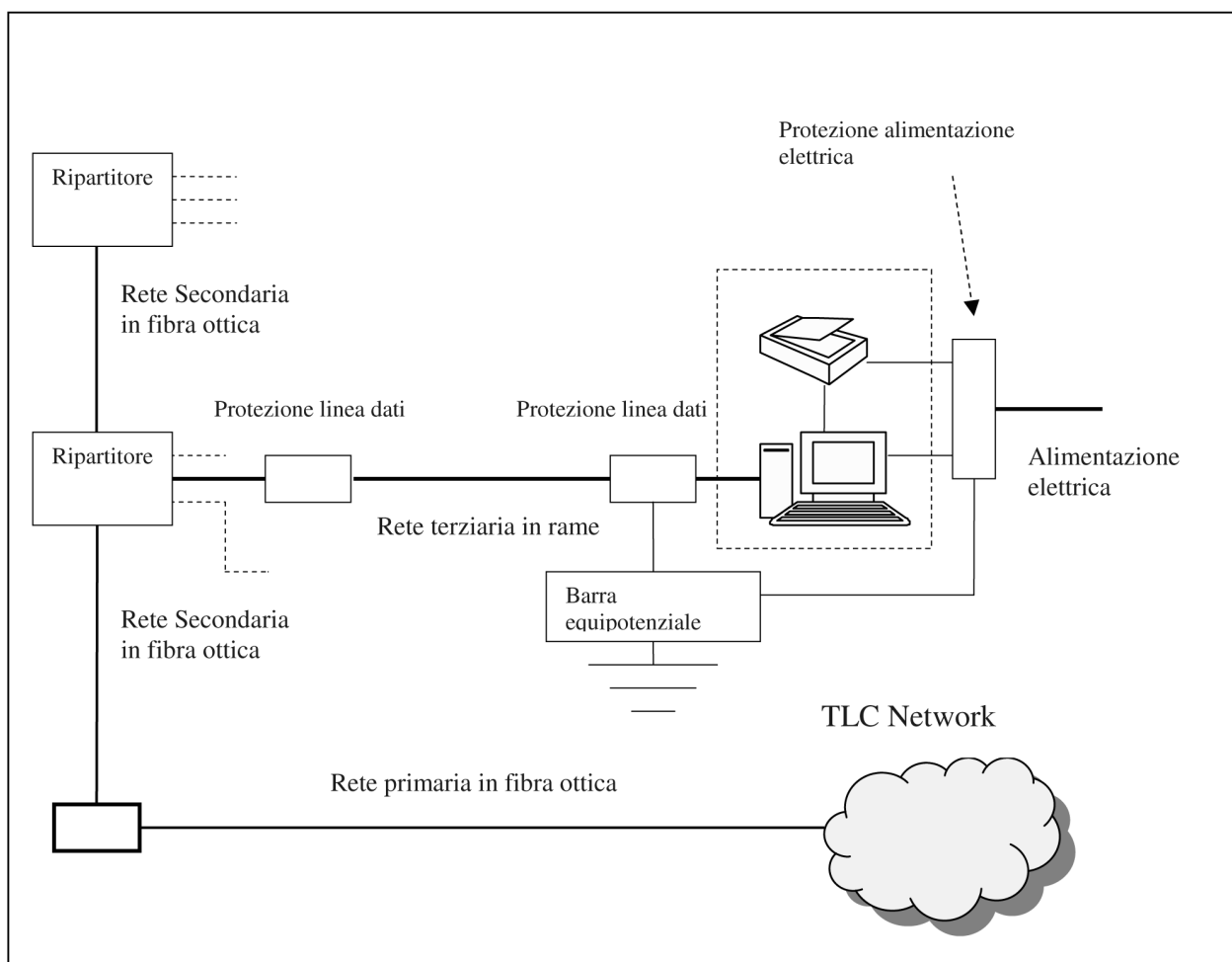


Fig. 2 - Schema di protezione relativo ad una rete LAN

Nell'ambito delle applicazioni informatiche/telefoniche gli scaricatori di sovratensione sono adattati alle caratteristiche elettriche e fisiche delle interfacce di trasmissione dei dati. Si possono così utilizzare scaricatori a

guida d'onda, adattatori, in formato presa dati o morsettiere a parete. Le principali interfacce dati usate in ambito telecomunicazioni, che soffrono di una bassa o media resistenza alle sovratensioni sono:

- ADSL su doppino in rame, con massima distanza di trasmissione di 3-4 km in base alla norma ITU G.703 e massimo livello di segnale di 99V e velocità di trasmissione di 8Mb/s;
- Ethernet (10 Base T) con connessione RJ45 su cavo in rame a 2 coppie, con distanze fino a 100m, velocità di trasmissione fino a 10Mb/s e potenza di segnale di 5V in base alla norma IEEE 802.3;
- ISDN su doppino in rame con distanze in gioco al massimo di 4km in base alla norma ITU-T 1.430 e velocità di 120kb/s, per la quale si avrà una connessione TAE o a morsetti;
- V.11 su doppino in rame, con distanze di 1km fino a 100kb/s o 10m per velocità fino a 10Mb/s per la quale si ha una connessione D-SUB a 15 poli;
- X-DSL su coppia in rame con distanze fino a 600m per segnale di 3V e velocità di 8Mb/s secondo norma ITU G.703;
- V.24 su cavo in rame con connessione con D-SUB a 25 poli per distanze fino a 20m segnale di 15V e velocità di 20kb/s secondo norma ITU-T.

I circuiti di protezione devono essere adattati all'interfaccia secondo la frequenza di lavoro della specifica applicazione, della tensione di segnale e dei connettori. Per impiegare protezioni prima del punto in cui la proprietà della rete passa dal gestore all'utente (ad es. prima di una borchia ISDN) occorre che lo scaricatore soddisfi le condizioni espresse dalla norma IEC 61643- 21.

## Normativa

Di seguito viene riportata una panoramica sul quadro normativo nazionale ed internazionale, la letteratura in materia è vastissima e ricopre tutte le possibili applicazioni civili ed industriali, ed esula dagli scopi del presente articolo.

In ambito internazionale l'ente di normazione principale è l' IEC (International Electrotechnical Commission) formato da diversi comitati tecnici (ad es. CISPR), in ambito europeo abbiamo il CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique).

In base ad un accordo bilaterale, le norme prodotte dall'IEC sono adottate anche dal CENELEC che può introdurre eventuali modifiche che sono pubblicate come Norme Europee con la sigla EN seguita da un numero di identificazione. Il CENELEC può sviluppare norme in proprio, il comitato tecnico CT110 si occupa di norme generiche e norme di prodotto. In Italia l'ente normativo è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) che recepisce le norme CENELEC con la sigla CEI-NN. Per gli apparati di radiocomunicazione le norme europee sono prodotte dall'ETSI (European Telecommunication Standards Institute) con la sigla ETSI seguita dal numero di identificazione.

Le norme di base IEC descrivono le caratteristiche dei disturbi elettromagnetici, i livelli medi di disturbo nei vari ambienti, le procedure di prove per l'emissione e l'immunità, i limiti di emissione e dei livelli di prova per l'immunità, una guida per la mitigazione degli effetti.

Per la conformità alla Direttiva sulla EMC, le norme IEC devono essere richiamate dalle Norme Generiche o dalle Norme di Prodotto o famiglia di prodotti.

Le norme di prodotto prendono in esame i requisiti EMC di specifici prodotti mentre le norme generiche specificano le prove e i valori di riferimento per l'emissione e l'immunità relativamente ai sistemi per i quali non esistono standard precisi di prodotto o categoria di prodotto. Tali norme generiche fanno riferimento ad ambienti elettromagnetici diversi quali:

- residenziale, commerciale o industriale leggero;
- industriale pesante;
- centri di telecomunicazione.

Per gli apparecchi della tecnologia dell'informazione (telefoni analogici e digitali, modem, terminali di linea ISDN, apparati per la trasmissione, ricezione, elaborazione dati) le norme di riferimento sono per le emissioni la EN 610032-3-2, EN 610032-3-3, EN 55022, per l'immunità la EN 55024.

In Italia viene applicata la legge sulla Compatibilità Elettromagnetica Direttiva **89/336/CEE**, che obbliga gestori e produttori di far sì che gli impianti non provochino disturbi forti sull'ambiente circostante e che non siano oltre modo sensibili alle interferenze dell'ambiente esterno. Le prove cui sono sottoposti apparecchi ed impianti sono definite nella norma IEC 61000-4, che certifica l'immunità ai disturbi dovuti a segnali transitori, scariche elettrostatiche, effetti di campi ad alta frequenza. Per la libera circolazione delle merci nell'ambito della Comunità Europea è obbligo di legge che i prodotti siano conformi a tutte le direttive comunitarie applicabili, in vigore al momento della loro prima immissione sul mercato. Il riconoscimento della conformità consiste nella **marcatore CE** da apporre sul prodotto stesso, un unico logo che riassume tutti i requisiti applicabili al prodotto stesso (come ad es. direttiva bassa tensione ed EMC). La definizione delle direttive, e di conseguenza delle normative tecniche che richiedono le relative prove da eseguire, dipende dal tipo di prodotto che si intende certificare, ma la direttiva EMC appare come trasversale sui prodotti, ed in effetti è sempre presente per tutte le macchine elettriche/elettroniche. Ad esempio un elettrodomestico dovrà soddisfare la direttiva EMC e quella sulla Sicurezza elettrica (Bassa Tensione); un calcolatore dovrà soddisfare la Direttiva EMC, quella sulla Sicurezza elettrica e se collegato a linee telefoniche, la Direttiva ITE (Information Technology Equipments); un'apparecchiatura industriale dovrà soddisfare le Direttive EMC, le direttive Sicurezza Elettrica e le direttive Macchine. La direttiva EMC fornisce i requisiti che le apparecchiature ed i sistemi devono soddisfare mediante l'applicazione puntuale di norme armonizzate di base e/o di prodotto o l'ausilio di un ente notificato. La normativa tecnica da utilizzarsi per la dimostrazione della conformità ai requisiti della direttiva viene elaborata dall'ente normatore europeo CENELEC sulla base di documenti internazionali. In particolare le norme per la compatibilità elettromagnetica si classificano in norme di prodotto, norme di base e norme generiche ambientali. Le norme di base definiscono metodi, configurazioni e strumenti di prova. Le norme generiche stabiliscono i requisiti essenziali dei prodotti destinati ad un determinato ambiente e ne definiscono le prove relative secondo le norme di base. Al momento in ambito europeo sono coperti solo l'ambiente industriale e domestico, ma già esiste una specifica tecnica per l'ambiente di stazioni e sottostazioni ad alta tensione in ambito internazionale (IEC). Le norme di prodotto, infine, individuano i requisiti specifici per un determinato tipo, famiglia o categoria di prodotti. In alternativa all'esecuzione di tutte le prove indicate dalle norme si può ricorrere all'allestimento di una documentazione tecnica (fascicolo tecnico di costruzione) nella quale si giustifica tecnicamente il soddisfacimento dei requisiti della direttiva, anche corredandolo con prove specifiche ad hoc; tale documentazione deve poi essere valutata ed approvata da un organismo notificato, secondo regole comuni in tutto l'ambito UE.

La funzione di Organismo di Accreditamento è svolta in Italia dal **SINAL**, Sistema Nazionale di Accreditamento dei Laboratori. Lo schema dell'accREDITamento è stato messo a punto dall'Unione Europea al fine di permettere la libera circolazione di merci e prodotti sul territorio comunitario, senza necessità di controlli ripetitivi da parte delle autorità dei vari Paesi. SINAL è l'ente indipendente e rappresentativo di tutte le parti interessate, che garantisce gli utenti, attraverso verifiche tecniche periodiche, sulla competenza ed imparzialità di un laboratorio nella effettuazione delle prove accreditate. Esso, operando secondo la norma UNI CEI EN 45003, verifica e sorveglia nel tempo la conformità dei laboratori rispetto alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 e alle prescrizioni SINAL.

La nuova Direttiva **EMC 2004/108/CEE** rispetto a quella attuale 89/336/CEE, si differenzia per una migliore definizione del campo di applicazione, con particolare riferimento agli impianti fissi, ai macchinari di grosse dimensioni e ai componenti da incorporare negli impianti. Vi è un alleggerimento della procedura di verifica della conformità degli apparati e sistemi ai requisiti essenziali e della conseguente marcatura CE, in particolare vi è la non obbligatorietà dell'applicazione delle norme armonizzate, non obbligatorietà del ricorso alla figura dell'organismo competente nel caso di applicazione di norme non armonizzate, mentre si evidenzia l'obbligatorietà del Fascicolo Tecnico che riporterà tutte le fasi e le valutazioni intraprese per la certificazione del prodotto. Nella vecchia 89/336/CEE era indicato il Competent Body per la valutazione dei TCF (Technical Construction File) Art. 10.2; invece nella 2004/108/CEE è richiamato il Notified Body, che però non dovrà essere interpellato obbligatoriamente dai costruttori. La sua funzione sarà quella di valutare se la documentazione tecnica è conforme ai requisiti richiesti dalla Direttiva, emettere una dichiarazione di conformità al fabbricante o al suo mandatario nella Comunità, che si limiterà agli aspetti dei requisiti essenziali sottoposti alla valutazione dell'Organismo Notificato. La Direttiva 2004/108/CEE ha

precisato meglio il campo di applicazione, includendo alcuni chiarimenti prima contenuti solo nella Guida di applicazione della 89/336/CEE, che non aveva però valore legale. La nuova Direttiva ribadisce che gli impianti fissi (ovvero la combinazione particolare di apparecchi o dispositivi di vario tipo che sono assemblati, installati e destinati ad essere utilizzati in un luogo prestabilito) rientrano nel suo campo di applicazione e che conseguentemente tali impianti devono essere progettati e realizzati secondo le regole dell'ingegneria industriale in modo da rispettare i requisiti essenziali. Le analisi e i processi adottati per ottenere la conformità alla Direttiva dovranno essere adeguatamente descritte in una documentazione, che deve essere tenuta a disposizione delle autorità competenti per eventuali verifiche ispettive. Date le loro caratteristiche specifiche, la Direttiva ribadisce che gli impianti fissi non sono soggetti all'obbligo della dichiarazione di conformità e della conseguente marcatura CE, ma comunque dovranno rispettare quelli che sono i limiti di emissione di radiodisturbi tali da non disturbare le aree circostanti all'installazione. Nei casi di non conformità rilevate o reclami riguardanti disturbi prodotti dall'impianto le autorità preposte possono chiedere evidenza delle verifiche fatte per dichiarare la conformità; inoltre identificano la persona o le persone responsabili della messa in conformità dell'impianto e possono imporre le misure necessarie per rendere gli impianti conformi. La Direttiva invita gli organismi di normazione tecnica a sviluppare per gli impianti fissi norme armonizzate che permettano una loro valutazione oggettiva ai fini della verifica della conformità ai requisiti essenziali. Un altro aspetto chiarito nella nuova Direttiva è sugli apparecchi che possono essere immessi sul mercato e integrati negli impianti, in quanto sono soggetti a tutte le disposizioni relative agli apparecchi previste dalla presente direttiva, ma non hanno tuttavia carattere obbligatorio se destinati ad essere integrati in un impianto fisso determinato e non altrimenti disponibili in commercio. In tali casi, la documentazione d'accompagnamento, identifica l'impianto fisso e le relative caratteristiche di compatibilità elettromagnetica, e indica le precauzioni da prendere per l'integrazione dell'apparecchio nell'impianto fisso al fine di non pregiudicare la conformità dell'impianto specificato. Gli Stati membri dovranno pubblicare disposizioni legislative per conformarsi alla nuova direttiva entro il 20 gennaio 2007 con applicazione a decorrere dal 20 luglio 2007. Sarà comunque possibile immettere sul mercato apparecchiature conformi all'attuale direttiva EMC: 89/336/CEE fino al 20 luglio 2009.

## RECENSIONE

E' di recente uscito nei tipi della Cicchetti di Isernia l'ennesima opera dell'ormai affermato scrittore Filippo MANNA, già professore ordinario nell'Università di Napoli e attualmente Presidente di Sezione dell'Accademia Pontaniana. Il Manna non cessa mai di stupirci per l'originalità degli argomenti prescelti e trattati con stile inconfondibile e dovizia iconografica e questa volta, in un complesso di oltre 600 pagine con più di mille illustrazioni quasi tutte a colori, ci parla di quel quotidiano linguaggio simbolico che all'uomo, e soltanto ad esso, è stato concesso come chiave d'apertura del mondo spirituale, quella che gli consente di afferrare non certo col gesto della mano ma con la ragione ciò che altrimenti non sarebbe rappresentabile: suscitare emozioni, esprimersi aulicamente con immagini spesso ammantate da un sottile velo d'ironia e soprattutto istituire confronti, ad esempio giudicando positivamente o negativamente un suo simile senza che questi se ne glori o rispettivamente si offenda. Il Manna dice che può servire un semplice simbolo tanto a magnificare l'opera di Santa Teresa di Calcutta, quanto a recriminare la furia omicida di belve umane come Hitler, Stalin e Pol Pot. Ciò accade, dice il Manna, perché siamo immersi in un mondo di simboli che non sono solo matematici, chimici, artistici, letterari, commerciali, analogici e così via ma fanno parte del nostro quotidiano. Noi, il più delle volte senza avvedercene, ne usiamo ad ogni piè sospinto non soltanto nel linguaggio ma anche nei gesti, in ogni manifestazione della poliedrica società in cui viviamo e perfino nei sogni: per esprimere quel che diversamente non potremmo significare, per rivelare celando e per celare rivelando. L'autore, in effetti, compie una operazione che può definirsi irriscontrabile in altri testi similari giacché si preoccupa di passare in rassegna tutte le singolarità che conferiscono al simbolo l'eccezionale proprietà di sintetizzare in una espressione sensibile tutte le influenze dell'inconscio e della coscienza, il che egli fa con immagini atte a garantire un diletto visivo anche a chi non dovesse trovare il tempo o ritenere degne d'essere scorse le oltre 600 pagine del libro il quale si chiude con una dotta dissertazione sul significato simbolico delle curve geometriche assumibili a chiavi magiche universali: le spirali e le eliche presenti nel DNA d'ogni essere vivente come nelle sterminate galassie ove forse pulsa qualche forma di vita non molto diversa dalla nostra.

F. MANNA – *Una peculiarità dell'umana specie: il linguaggio per simboli* – Volume di 629 pagine e oltre mille illustrazioni finito di stampare il 30-9-2006 dalla Cicchetti Industrie Grafiche d'Isernia.  
 Gli interessati possono rivolgersi all'editore, o direttamente all'autore, al telefono n° 0818423298.

# Interazione di onde con spiagge e strutture rigide

DI LUCA COZZOLINO, CARMINE COVELLI, PASQUALE DI PACE

*Ingegneri*

*Dottori di Ricerca presso*

*il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale*

*Università degli Studi di Napoli "Federico II"*

## 1. INTRODUZIONE

Il problema della simulazione dei complessi fenomeni di interazione di onde con spiagge e strutture di difesa costiere può, in linea di principio, essere affrontato risolvendo le equazioni di Navier-Stokes o, a un maggiore grado di astrazione, le equazioni di Reynolds, nelle quali si fa uso di un appropriato modello di chiusura per l'accoppiamento tra viscosità turbolenta e le altre caratteristiche del moto.

Naturalmente, data la complessità geometrica, e l'estensione spaziale e temporale dei casi applicativi che possono interessare la comunità tecnica, il costo computazionale di tali approcci può essere proibitivo.

Le Shallow-water Equations rappresentano, in un numero di casi di interesse pratico, una valida alternativa all'uso di tali modelli.

In particolare, un campo nel quale la soluzione approssimata delle Shallow-water Equations ha ricevuto notevole attenzione è quello relativo alla valutazione dell'estensione di aree allagate per effetto di onde lunghe, nonché per effetto di onde di marea o di tsunami.

Le soluzioni analitiche disponibili fanno riferimento a pochi casi caratterizzati da topografie particolarmente semplici, e prefissate condizioni iniziali, mentre per i casi più generali bisogna fare affidamento a modelli numerici (Brocchini et al., 2001; Wei et al., 2006), i quali sono comunemente validati per mezzo delle citate soluzioni analitiche.

Numerose formulazioni empiriche ed abachi sono, inoltre, disponibili per la valutazione dei volumi di acqua che passano, durante una mareggiata, al di sopra di una struttura di difesa emergente (fenomeno di *overtopping*).

Tali formulazioni empiriche fanno, generalmente, riferimento a condizioni idealizzate, e non portano in conto tutte le possibili geometrie del frangiflutti, o dell'opera di difesa, nonché l'influenza della batimetria di fondo e della direzione di attacco delle onde.

Date le limitazioni di cui soffrono le formulazioni empiriche, molti ricercatori hanno affrontato il problema della determinazione dei volumi di *overtopping* mediante la soluzione numerica delle Shallow-water Equations (Hu et al., 2000; Shiach et al., 2004).

Tuttavia, nei modelli correntemente disponibili per l'approssimazione numerica della soluzione delle Shallow-water Equations, con particolare riferimento al campo di applicazione dell'Ingegneria Costiera, sono usualmente presenti uno o più dei seguenti problemi: eccessiva dissipazione numerica (ordini di precisione della soluzione non superiori al secondo); insufficiente trattamento dei termini sorgente dovuti alla topografia di fondo, che può condurre a instabilizzare il modello numerico quando la soluzione delle equazioni approssimi quella di acqua in quiete; difficoltà di adattamento a griglie non rettangolari e non strutturate; insufficiente trattamento delle condizioni al contorno, che devono essere trasmissive, permettendo la libera uscita dal dominio computazionale dei disturbi generati all'interno del dominio, e consentendo, al contempo, l'entrata dell'informazione esterna.

Continuando il lavoro precedentemente intrapreso da uno degli scriventi (Cozzolino & Pianese, 2006), in questa memoria viene presentato un modello numerico ai Volumi Spettrali, chiamato SVSW (*Spectral Volume Shallow Water*), preciso al terzo ordine nello spazio e nel tempo, per la soluzione approssimata delle Shallow-water Equations, in grado di portare in conto condizioni al contorno variabili nel tempo, anche non-riflettenti.

Il modello, per il quale particolare attenzione è stata dedicata al trattamento dei termini sorgente dovuti alla pendenza del fondo, al fine di preservare gli stati di quiete, fa uso di un solutore approssimato del problema di Riemann per la valutazione dei flussi all'interfaccia tra le celle.

L'uso di un limitatore del tipo TVBM per la limitazione delle variabili ricostruite all'interfaccia consente di attingere l'ordine di precisione nominale ovunque nel dominio computazionale, punti di massimo compresi.

Il modello numerico presentato è stato verificato, specie nelle parti relative al trattamento dei termini sorgente e delle condizioni al contorno, con lo scopo di saggiarne l'applicabilità a casi di interesse pratico nel campo dell'Ingegneria Costiera, facendo riferimento ad alcuni test, scelti tra quelli comunemente disponibili in letteratura tecnica, sia relativi a casi schematici per i quali sono disponibili soluzioni analitiche delle Shallow-water Equations, sia relativi ad esperimenti su modello fisico.

## 2. IL METODO NUMERICO ADOTTATO

Le Shallow-water Equations uni-dimensionali costituiscono un sistema non lineare iperbolico di equazioni differenziali alle derivate parziali che può essere scritto, in forma vettoriale, come

$$\frac{\partial \vec{U}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{F}(\vec{U})}{\partial x} = \vec{S}(x, \vec{U}) \quad (1)$$

I simboli nell'equazione (1) hanno il seguente significato:

$$\vec{U} = (h \quad hU)^T \quad (2)$$

è il vettore delle variabili conservate  $h$  (l'altezza della corrente) e  $hU$  (la quantità di moto per unità di lunghezza e per unità di larghezza, a meno della densità del fluido, ossia la portata volumetrica specifica), essendo  $U$  la velocità della corrente, mediata lungo la verticale;

$$\vec{F} = \left( hU \quad hU^2 + g \frac{h^2}{2} \right)^T \quad (3)$$

è il vettore di flussi, mentre il vettore dei termini sorgente è definito dall'equazione

$$\vec{S} = \left[ 0 \quad gh \left( -\frac{dz_b}{dx} - S_f \right) \right]^T \quad (4)$$

dove  $z_b$  è la quota del fondo, e  $S_f$  è la forza resistente per unità di peso esercitata dai contorni solidi sulla massa fluida. L'espressione delle forze resistenti per unità di peso può essere una qualsiasi tra quelle comunemente utilizzate in campo tecnico, quali la formula di Chezy, la formula di Gauckler-Strickler, eccetera.

Per l'approssimazione della soluzione del sistema di equazioni (1), una volta definito un insieme opportuno di condizioni iniziali e al contorno, si è fatto uso del metodo dei Volumi (Finiti) Spettrali (Wang, 2002).

In tale metodo, il dominio computazionale viene suddiviso in NS celle non sovrapposte chiamate Volumi Spettrali (Figura 1).

Al fine di attingere il k-esimo ordine di accuratezza nello spazio, ognuno dei Volumi Spettrali viene ulteriormente suddiviso in k Volumi Finiti: in particolare, le interfacce tra i volumi finiti interni ad ognuno dei volumi spettrali sono state collocate nei punti di Gauss-Lobatto-Chebyshev, al fine di migliorare la precisione delle interpolazioni effettuate in ognuno dei volumi spettrali.

Nel caso presente viene attinto il terzo ordine di precisione nello spazio facendo uso di k= 3 volumi finiti per ognuno dei volumi spettrali.

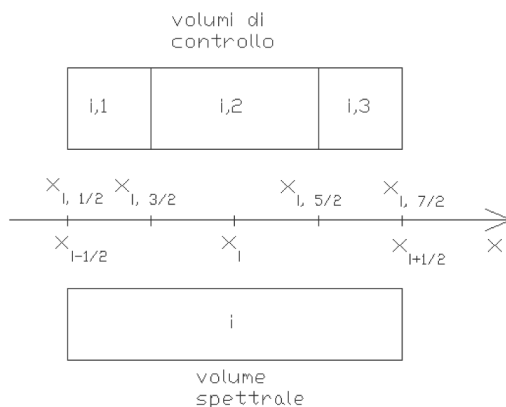


Figura 1. Volume spettrale i-esimo, con la suddivisione in  $k=3$  volumi di controllo

Nello spirito del Metodo dei Volumi Finiti, di cui il Metodo dei Volumi Spettrali costituisce un caso particolare, l'Equazione (1) può essere integrata in ognuno dei volumi finiti, ottenendo

$$\frac{d\vec{U}_{i,j}}{dt} = \vec{L}_{i,j}(\vec{U}); \quad i = 1,2,\dots,N; \quad j = 1,2,\dots,k \quad (5)$$

essendo

$$\vec{L}_{i,j}(\vec{U}) = -\frac{1}{\Delta x_{i,j}} \left[ \vec{F}_{i,j+\frac{1}{2}}^* - \vec{F}_{i,j-\frac{1}{2}}^* \right] + \frac{1}{\Delta x_{i,j}} \int_{x_{i,j-\frac{1}{2}}}^{x_{i,j+\frac{1}{2}}} \vec{S} dx \quad (6)$$

ove  $\vec{F}_{i,j+\frac{1}{2}}^*$  rappresenta il flusso numerico tra i volumi finiti  $(i,j)$  e  $(i,j+1)$ . L'integrale

$$\vec{U}_{i,j} = \frac{1}{\Delta x_{i,j}} \int_{x_{i,j-\frac{1}{2}}}^{x_{i,j+\frac{1}{2}}} \vec{U} dx \quad (7)$$

è il vettore dei valori, mediati nel volume finito  $(i,j)$ , delle variabili conservate. Al fine di valutare i termini sorgente, l'informazione topografica viene espressa nei termini dei valori  $z_{bj}$ , mediati nelle celle, della quota di fondo  $z_b$ :

$$z_{b,i,j} = \frac{1}{\Delta x_{i,j}} \int_{x_{i,j-\frac{1}{2}}}^{x_{i,j+\frac{1}{2}}} z_b dx \quad (8)$$

Se le quantità che compaiono a secondo membro dell'equazione (6) sono valutate in funzione dei valori, mediati nelle celle, delle variabili conservate, allora l'equazione (5) rappresenta un sistema di equazioni differenziali ordinarie che possono essere opportunamente integrate nel tempo.

Al fine di permettere la valutazione del secondo membro dell'Equazione (6), e quindi risolvere il sistema di equazioni differenziali ordinarie di Equazione (5), bisogna preliminarmente ricostruire con un opportuno polinomio le variabili conservate  $h$ ,  $hU$  e  $\zeta = z_b + h$  (quota della superficie di pelo libero) in ognuno dei volumi spettrali, a partire dai valori mediati nei volumi finiti. Una volta effettuata la ricostruzione, le variabili conservate vengono limitate per mezzo del

limitatore *TVBM-FV* descritto da Wang (2002). Eseguita la limitazione, i valori dell'altezza di corrente  $h$  sono ulteriormente modificati all'interfaccia tra le celle, seguendo l'algoritmo di Audusse et al. (2004).

Noti i valori delle variabili conservate all'interfaccia tra le celle, i flussi numerici che compaiono nella Equazione (6) sono valutati per mezzo del solutore approssimato del problema di Riemann detto HLL, il quale permette di portare in conto le eventuali discontinuità del campo di moto, che possono insorgere anche a partire da condizioni iniziali continue, per via della non linearità delle Shallow-water Equations.

Per i termini sorgente dovuti alla pendenza del fondo, si è fatto uso dell'estensione al solutore approssimato HLL (Cozzolino & Pianese, 2006) del metodo di upwinding originalmente proposto da Alouges et al. (1999): l'approccio così adottato è in grado di assicurare la congruenza della soluzione numerica quando la soluzione fisicamente attesa sia quella di acqua prossima alla quiete.

Per i termini sorgente dovuti alle resistenze al moto, si è invece adottato una comune formula di quadratura accurata al quarto ordine. Il trattamento del confine mobile tra aree asciutte e aree bagnate è stato eseguito introducendo un valore di soglia  $\varepsilon_h$  della corrente, al di sotto del quale un volume finito deve essere considerato asciutto: in tali volumi di controllo non può essere valutata l'equazione di bilancio delle quantità di moto.

Al fine di assicurare che le condizioni al contorno siano non-riflettenti, ove richiesto, è stato adattato all'algoritmo descritto, preciso al terzo ordine nel tempo e nello spazio, l'approccio dovuto a Sanders (2002). Infine, per fare evolvere nel tempo le variabili conservate, e quindi procedere alla soluzione del sistema di equazioni differenziali ordinarie (5), viene fatto uso dello schema TVD Runge-Kutta, preciso al terzo ordine.

Per maggiori chiarimenti relativi al modello numerico solo succintamente descritto, si può fare utile riferimento a Cozzolino & Pianese (2006).

### 3. ESPERIMENTI NUMERICI

#### Risalita di un'onda lungo una spiaggia rigida

Il primo test in esame consiste nella simulazione del run-up di un'onda di tsunami lungo una spiaggia piana, avente pendenza pari al 10%, priva di attrito. La condizione iniziale per la superficie di pelo libero, rappresentata in Figura 2, corrisponde al tipico profilo a *N*, somma di due curve gaussiane, che essa assume a seguito di una frana sottomarina. Il campo di moto preso a riferimento ha lunghezza pari a 40.5 km, comprendente anche parte della spiaggia, inizialmente asciutta, con lo scopo di portare in conto la risalita dell'onda.

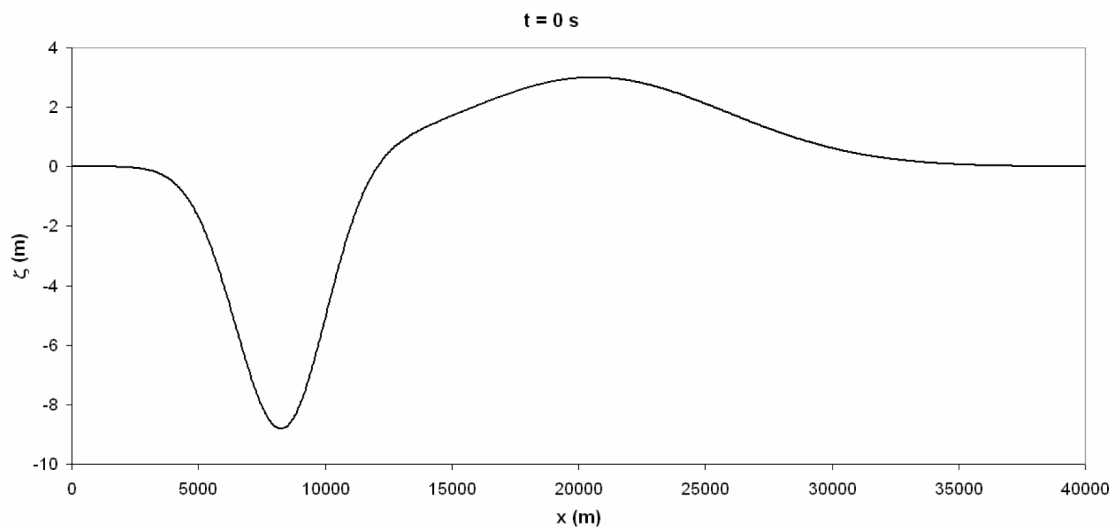


Figura 2. Risalita di un'onda di tsunami: quota di pelo libero iniziale

Le Shallow-water Equations, se la velocità iniziale è nulla, ammettono per questo problema una soluzione analitica proposta da Carrier et al. (2003), a norma della quale la prima onda a raggiungere la costa è quella di depressione, se-



guita dall'onda positiva, che provoca la risalita della linea di costa. Sulla soluzione analitica di *Carrier et al. (2003)* sono basati i test di confronto proposti, per i quali viene presa a riferimento la quota della superficie di pelo libero agli istanti  $t= 160$  s e  $t= 220$  s.

In Figura 3 è rappresentato, con riferimento alla superficie di pelo libero, il confronto tra soluzione analitica e soluzione numerica all'istante  $t= 160$  s: la condizione è di poco precedente alla posizione di massimo ritiro della linea di costa. L'esame della figura mostra come la soluzione numerica proposta sia molto prossima a quella analitica.

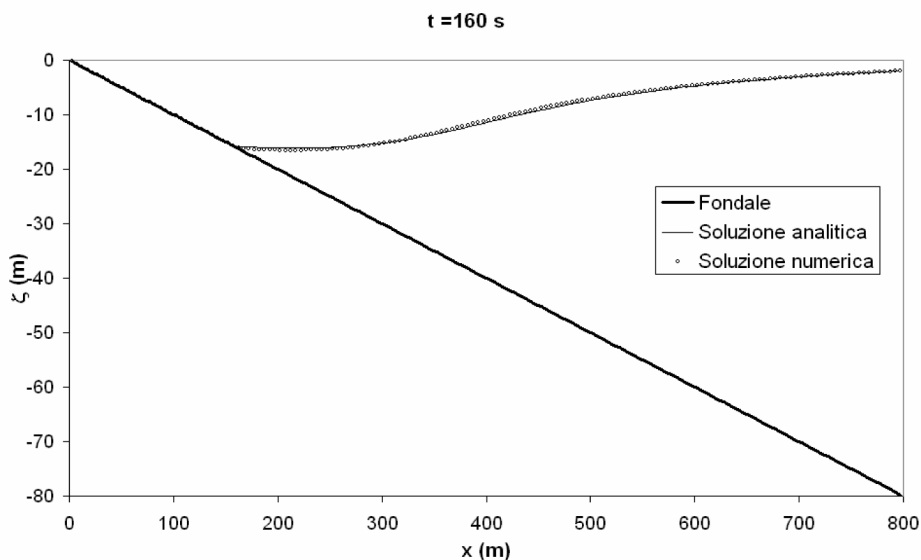


Figura 3. Risalita di un'onda di tsunami: quota di pelo libero all'istante  $t=160$  s

In Figura 4 è rappresentato, con riferimento alla superficie di pelo libero, il confronto tra soluzione analitica e soluzione numerica all'istante  $t= 220$  s: la condizione è prossima a quella in cui la linea di costa ha raggiunto la quota massima. L'errore relativo alla posizione della superficie di pelo libero, e in particolare relativo alla posizione della linea di costa, è estremamente contenuto.

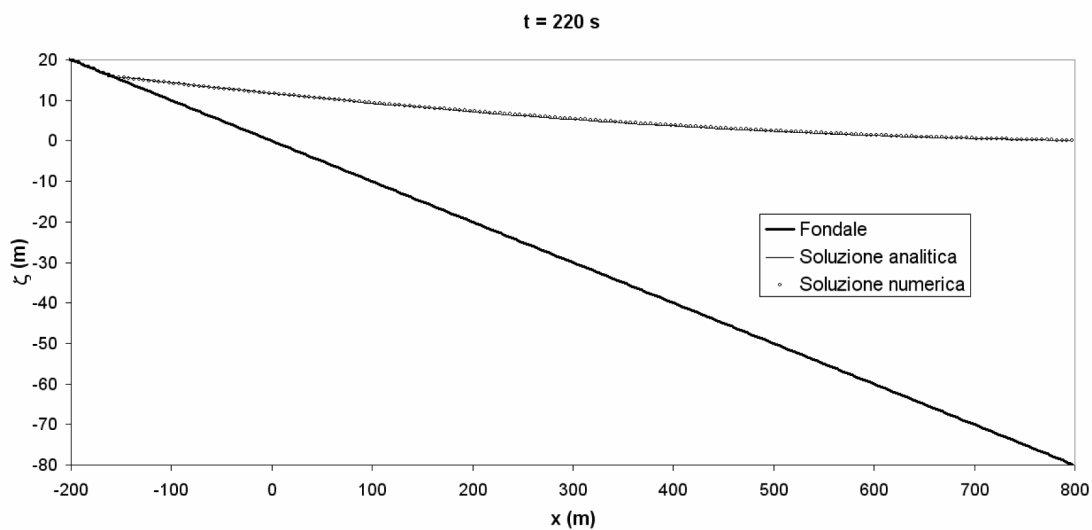


Figura 4. Risalita di un'onda di tsunami: quota di pelo libero all'istante  $t=220$  s

Overtopping di onde regolari al di sopra di opere di difesa costiera emergenti

Al fine di verificare la capacità del modello numerico di trattare fenomeni di overtopping al di sopra di opere emergenti di difesa, vengono qui presi a riferimento alcuni degli esperimenti, eseguiti da Saville (1955), e relativi all'overtopping di onde regolari, la cui direzione di propagazione è ortogonale all'asse delle opere di difesa, di sezione trapezia, caratterizzate da paramenti lisci.

In Figura 5 è rappresentata schematicamente la sezione di tali opere, nella quale i simboli utilizzati hanno il seguente significato:  $D_s$ = profondità al piede del paramento lato mare dell'opera;  $D_t$ = profondità del fondale a una conveniente distanza dall'opera, in corrispondenza della quale viene disposta la condizione al contorno lato mare;  $B$ = larghezza del coronamento;  $R_c$ = altezza dell'opera al disopra del livello medio mare (*freeboard*).

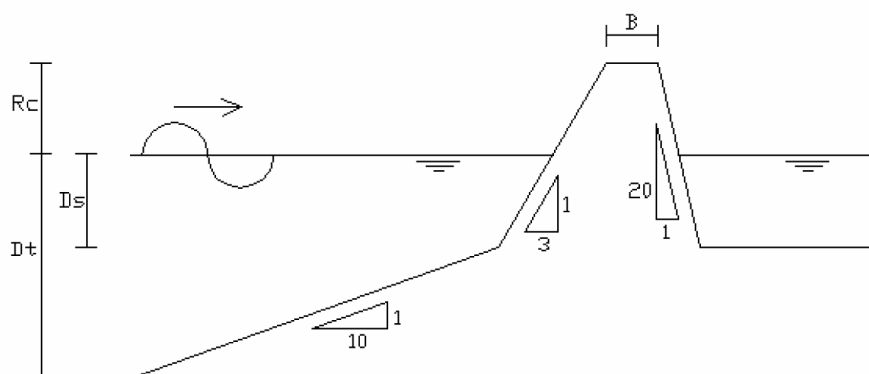


Figura 5. Schema dell'opera opera di difesa a paramenti lisci presa a riferimento

In Tabella 1 sono riassunti i caratteri geometrici delle opere di difesa considerate in ognuno degli esperimenti.

Esperimento	$D_t$ (m)	$D_s$ (m)	$R_c$ (m)	$B$ (m)
1	3	0.75	0.5	0.834
2	3	0.75	1	0.834
3	3	1.5	0.5	0.834
4	3	1.5	1	0.834
5	4	2	0.67	1.112
6	4	0.75	0.5	0.834
7	4.5	0.75	1	0.834
8	4	0.75	1.5	0.834
9	4	1.5	0.5	0.834
10	4	1.5	1	0.834
11	4	1.5	1.5	0.834
12	6	1	0.67	1.112
13	6	2	0.67	1.112
14	6	2	1.33	1.112
15	6	2	2	1.112
16	6	2	2.67	1.112

Tabella 1. Sommario delle caratteristiche geometriche delle scogliere utilizzate per gli esperimenti numerici

In Tabella 2 sono riassunte alcune caratteristiche idrauliche degli esperimenti. In particolare, i simboli utilizzati hanno il seguente significato:  $H_o$ = altezza dell'onda incidente a largo;  $H_t$ = altezza dell'onda incidente in corrispondenza dell'estremo sinistro del dominio fisico considerato;  $T$ = periodo dell'onda incidente.

Esperimento	$H_o$ (m)	$H_r$ (m)	T (s)
1	1	0.95	4.73
2	1	0.95	4.73
3	1	0.95	4.73
4	1	0.95	4.73
5	1	0.99	6.55
6	1	1.08	7.98
7	1	1.06	7.98
8	1	1.08	7.98
9	1	1.08	7.98
10	1	1.08	7.98
11	1	1.08	7.98
12	1	1.2	12.8
13	1	1.2	12.8
14	1	1.2	12.8
15	1	1.2	12.8
16	1	1.2	12.8

Tabella 2. Sommario delle caratteristiche delle onde regolari utilizzate per gli esperimenti

Al fine di valutare gli sforzi resistenti al fondo si è fatto uso, per omogeneità con gli autori che già hanno affrontato questo medesimo test (per esempio *Hu et al.*, 2000), di una formula del tipo

$$\tau_b = \frac{f}{2} \rho U^2 \quad (9)$$

ove  $\tau_b$  rappresenta lo sforzo resistente al fondo,  $\rho$  la densità dell'acqua, e  $f$  un coefficiente di resistenza. Nel caso della presente applicazione, gli esperimenti numerici qui presentati sono stati eseguiti utilizzando il valore  $f=0.002$ .

In Figura 6 sono rappresentati, a titolo esemplificativo, i risultati ottenuti all'istante  $t= 40$  s con il modello numerico SVSW ( $f=0.002$ ), in corrispondenza dell'Esperimento 4.

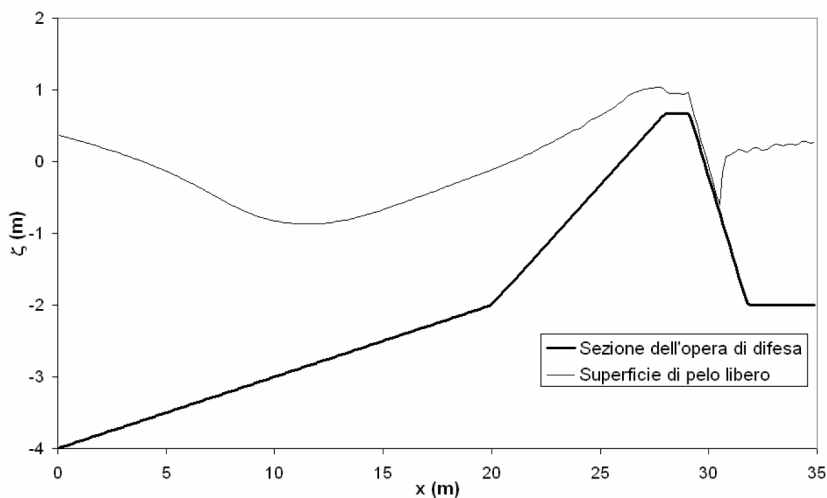


Figura 6. Esperimento 4, soluzione numerica all'istante  $t= 40$  s, ottenuta con SVSW ( $f=0.002$ )

In Tabella 3 sono confrontati i risultati del modello numerico SVSW (quarta colonna) con i risultati sperimentali di *Saville* (1955) e del modello numerico *AMAZON* di *Hu et al.* (2000). In particolare, i risultati sono espressi in termini di portata adimensionalizzata

$$q = \frac{Q}{H_o \sqrt{gH_o}} \quad (10)$$

mediata nel tempo tra la quarta e la quinta onda sormontante la struttura.

Esperimento	Saville (10 <sup>-3</sup> )	AMAZON (10 <sup>-3</sup> )	SVSW f= 0.002 (10 <sup>-3</sup> )
1	66	39	38
2	41	15	13
3	64	81	59
4	36	24	26
5	90	86	85
6	60	64	69
7	17	27	28
8	4	11	10
9	94	101	107
10	40	53	57
11	8	24	22
12	91	90	104
13	130	108	119
14	77	41	44
15	25	7.5	8.2
16	11	0	0

Tabella 3. Confronto tra i risultati degli esperimenti di laboratorio e numerici

Al fine di facilitare l'esame dei risultati, il medesimo confronto viene rappresentato nella Figura 7. Si osserva, in particolare, come i valori di portata forniti dal modello numerico siano alquanto soddisfacenti, almeno in termini di ordine di grandezza, presentando un errore assoluto medio pari a 0.53, e inferiore al valore 0.55, relativo ai risultati numerici di Hu et al. (2000).

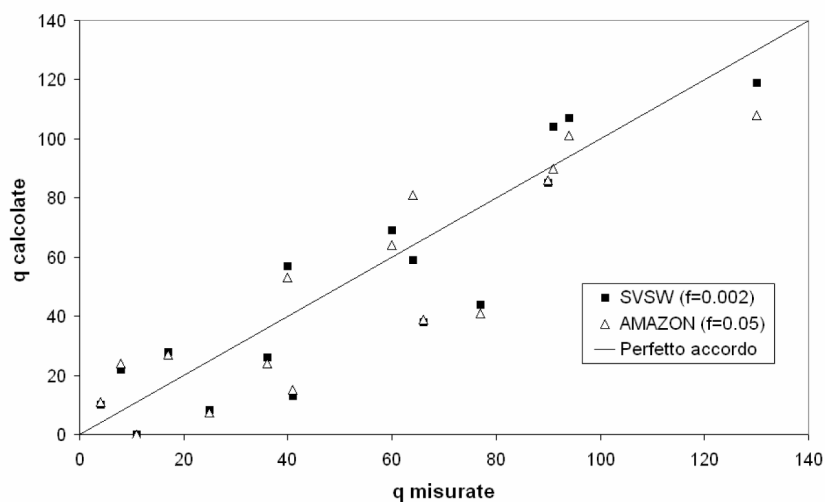


Figura 7. Risultati ottenuti facendo uso del friction factor di valore f= 0.002

## CONCLUSIONI

In questa memoria è stato brevemente presentato un modello numerico ai Volumi (Finiti) Spettrali, chiamato SVSW, avente lo scopo di approssimare la soluzione delle Shallow-water Equations con termini sorgente dovuti alla pendenza del fondo e alle resistenze al moto, e per il quale viene adottato un approccio di upwinding dei termini sorgente geometrici: il modello numerico rappresenta un miglioramento a quello precedentemente descritto da uno degli scriventi (Cozzolino & Pianese, 2006), in quanto permette di portare in conto, con ordine di accuratezza pari al terzo, anche condizioni al contorno variabili nel tempo, non-riflettenti. Per il modello numerico citato sono stati presentati i risultati relativi ad alcuni test numerici, scelti tra quelli comunemente disponibili in letteratura.

Scopo di tali test è quello di verificare la capacità di simulare complessi fenomeni di interazione di onde con spiagge rigide (*run-up* e risalita di onde di *tsunami*) e fenomeni di interazione di onde con strutture emergenti (fenomeni di *overtopping*).

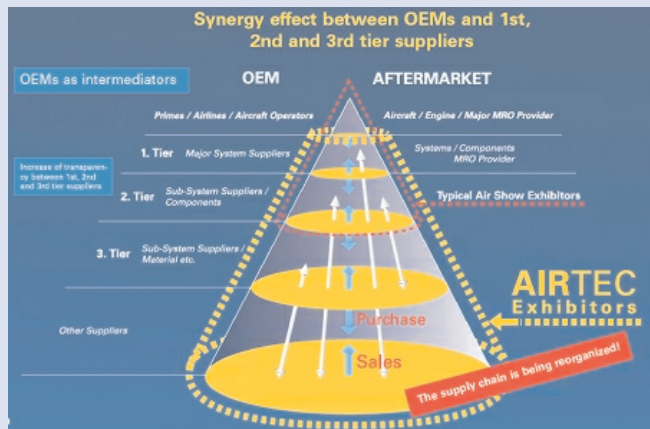
E' opinione degli scriventi che modelli numerici come quello descritto costituiscano un utile ausilio sia alla redazione di piani regolatori e di protezione civile (delimitazione delle aree inondabili a seguito della propagazione di onde lunghe), sia alla progettazione di opere di difesa emergenti.

In particolare, l'uso giudizioso di un modello numerico permette l'economico esame di numerose opzioni progettuali, delle quali solo per le più promettenti si rende necessaria l'effettiva verifica su modello fisico.

## BIBLIOGRAFIA

- F. Alouges, J.-M. Ghidaglia, J. Tajchman, "On the interaction of upwinding and forcing for nonlinear hyperbolic systems of conservation laws", preprint 9907 Centre de Mathématiques et de Leurs Applications, (1999), pp. 7.
- E. Audusse, F. Bouchut, M.-O. Bristeau, R. Klein, B. Perthame, "A fast and stable well-balanced scheme with hydrostatic reconstruction for Shallow-water flows", SIAM J. Sci. Comp. (2004), 25(6), pp. 2050-2065.
- M. Brocchini, R. Bernetti, A. Mancinelli, G. Albertini, "An efficient solver for nearshore flows based on the WAF method", Coast. Engrg. (2001), 43(1), pp. 105-129.
- G.F. Carrier, T.T. Wu, H. Yeh, "Tsunami run-up and drawn-down on a plane beach", J. Fluid Mech. (2003), 475, pp. 79-99.
- L. Cozzolino, D. Pianese, "High-order finite volume modelling of one-dimensional flows", in R.M.L. Ferreira, E.C.T.L. Alves, J.G.A.B. Leal & A.H. Cardoso eds., Proc. Of RiverFlow2006 - International Conference on Fluvial Hydraulics, Lisbon, 6-8 September 2006, , Balkema, Taylor & Francis Group, London, UK, vol. 1, 493-502 (2006).
- K. Hu, C.G. Mingham, D.M. Causon, "Numerical simulation of wave overtopping of coastal structures using the non-linear shallow water equations", Coast. Eng. (2000), 41(4), pp. 433-465.
- B.F. Sanders, "Non-reflecting boundary flux function for finite volume shallow-water models", Adv. Wat. Res. (2002), 25(2), pp. 195-202.
- T. Saville, Jr. "Laboratory data on wave runup and overtopping on shore structures", Tec. Memo. No. 64, U.S: Army, Beach Erosion Board, Dayton, Ohio (1955).
- J.B. Shiach, C.G. Mingham, D.M. Ingram, T. Bruce, "The applicability of the shallow-water equations for modelling violent wave overtopping", Coast. Eng. (2004), 51(1), pp. 1-15.
- Z.J. Wang, "Spectral (finite) volume method for conservation laws on unstructured grids", J. Comp. Phys. (2002), 178(1), pp. 210-251.
- Y. Wei, X.-Z. Mao, K.F. Cheung, "Well-balanced finite-volume model for long-wave runup", ASCE J. Watrwy., Port, Coast., and Engng. (2006), 132(2), pp. 114-124.

## L'AEROSPAZIO CAMPANO PROTAGONISTA A FRANCOFORTE



Si è tenuta dal 17 al 20 ottobre la prima edizione di AIRTEC, la fiera internazionale della sub-fornitura aerospaziale di Francoforte sul Meno.

Ad AIRTEC (<http://www.airtec.aero/english/the-airtec/index.html>) hanno partecipato circa 550 espositori provenienti da 25 Nazioni (Spagna, India, Malaysia, Inghilterra, Belgio, Lussemburgo, Francia, Olanda, USA, Portogallo, Rep. Ceca, Svezia, Svizzera, Germania, Giappone, Liechtenstein, Russia, Italia, Austria, ecc.), con un flusso di circa 15.000 visitatori provenienti da tutto il mondo. I settori rappresentati sono stati prevalentemente l'engineering, la produzione, i componenti e sistemi, i servizi di supporto, la safety & security, con una forte rappresentanza di aziende specializzate nella subfornitura di parti meccaniche per l'aeronautica e di macchinari per la produzione.

Scopo della manifestazione era quello di porre al centro delle attenzioni dei grandi players (prime companies e centri di ricerca), non appartenenti esclusivamente al settore aerospaziale, le aziende subfornitrici di 2° e 3° livello, rappresentate in larga parte da PMI.

In tale contesto la Provincia e la Camera di Commercio di Napoli, con l'assistenza tecnica del Consorzio Technapoli, hanno organizzato la partecipazione di 15 imprese del settore aerospaziale della Provincia di Napoli (Euro.Soft, Consorzio SAM, Technosystem Developments, Marotta A.T., Abete, Axitude/Vulcanair, Laer, FoxBit, CIRA, MTA, Fides). Oltre queste, va rilevata la presenza di altre aziende/enti campani (SRS, Camep, OMPM, Mecfond, OMI, La Gatta, DEMA, Università Federico II Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale, Centro di competenza TEST, ecc.) che hanno completato la più numerosa rappresentanza di una singola area regionale all'interno della manifestazione. Complessivamente l'aerospazio nazionale italiano era rappresentato da quasi il 20% delle aziende partecipanti.

Soddisfacente è stato il numero dei contatti delle aziende campane, sia da parte di prime companies interessate ad ampliare la propria rete di suppliers, sia da parte di PMI estere e di loro clusters disposti ad intrattenere rapporti di partnership su progetti di ricerca e sviluppo, anche in vista dei prossimi bandi del settimo programma quadro della UE.

In tale ottica, forte potrà essere il ruolo dell'Ordine degli Ingegneri di Napoli, rappresentato a Francoforte dal coordinatore della commissione aerospazio. L'Ordine degli Ingegneri partecipa al "Comitato Promotore Progetto Galileo" della Regione Campania, costituito nel marzo 2004 con la Camera di Commercio di Napoli, la Regione Campania (Assessorati alle Attività Produttive, alla Ricerca ed Innovazione ed ai Trasporti), il Comune di Napoli e la Provincia di Napoli.

Il Comitato è impegnato da tre anni in una attività di coordinamento e sensibilizzazione del tessuto imprenditoriale regionale in relazione alla presentazione di proposte "a guida campana" sulle applicazioni del nuovo sistema di navigazione satellitare europeo.

Durante gli incontri con associazioni di imprese aerospaziali tedesche, olandesi, belghe, spagnole, portoghesi, ceche, francesi, inglesi e con alcune camere di commercio italiane all'estero, sono state presentate le potenzialità delle PMI e dei centri d'eccellenza campani (tra cui le università ed il CIRA) negli ambiti dell'ICT, dell'aeronautica, dei trasporti, ecc., che rientrano tra le tematiche previste dal settimo programma quadro. In particolare sono state gettate le basi per la partecipazione congiunta a progetti europei riguardanti l'aerospazio e le applicazioni di Galileo.

L'iniziativa della Camera di Commercio e l'attiva partecipazione delle aziende, dimostra la vivacità e le potenzialità di un settore, quale quello aerospaziale, che ha bisogno forse soltanto di "uscire dal guscio" e di trovare, quindi, quegli sbocchi internazionali che ne farebbero davvero "un polo d'eccellenza" per la regione Campania.

di Renato Aurigemma  
Ingegnere, coordinatore Commissione Aerospazio  
Ordine Ingegneri Napoli

# Tecniche di computer vision in campo aerospaziale

DI RENATO AURIGIEMMA E NICOLA CIMMINIELLO

*Ingegneri*

UAV è l'acronimo di **Unmanned Air Vehicle**, cioè veicolo aereo senza pilota. Si riferisce a quei mezzi aerei che volano senza l'ausilio di un pilota a bordo. Questo tipo di mezzi possono essere completamente automatici (cioè seguire un profilo di volo pre-programmato) oppure possono essere teleguidati a distanza da una stazione fissa o mobile. L'utilizzo di questo tipo di velivoli è stato considerato lungamente solo come sistemi di addestramento per gli equipaggi di aerei, operatori di batterie antiaeree e operatori radar. In seguito, con l'evolversi della tecnologia, hanno fatto la loro comparsa i cosiddetti UAV Tattici, ovvero aerei senza pilota che portano a bordo strumenti di Elint (Electronic Intelligence) e/o macchine fotografiche o telecamere per il controllo del territorio. Questo tipo di veicoli è stato la spinta che in questo ultimo periodo ha smosso la ricerca nei campi dell'intelligenza e della visione artificiale.

Esiste un grande fermento nell'ambito della computer vision intorno agli algoritmi di visione di basso livello. L'obiettivo di questo tipo di algoritmi è quello di determinare punti corrispondenti (o match) tra due o più immagini di una stessa scena, le quali possono essere legate tra loro da diverse trasformazioni geometriche.

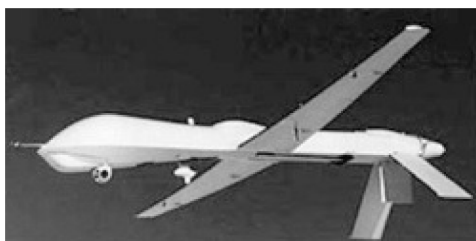


Figura 1 – RQ-1 Predator

Essi sono alla base di moltissime applicazioni di visione artificiale, tra le quali il riconoscimento di oggetti (per esempio di una pista di atterraggio in fase di landing), la ricostruzione panoramica, la classificazione di texture, la rettificazione di immagini stereo, ecc. Tramite gli algoritmi di estrazione e matching di keypoint, e più in generale gli algoritmi di prima visione (o low level vision), non si fa altro che cercare di ricostruire la struttura geometrica della realtà a partire dall'analisi di una o più immagini.

Tipicamente queste applicazioni cercano di determinare le zone più significative di un'immagine, cioè quelle zone che hanno un elevato contenuto informativo, scartando, in questo modo, i dati corrotti dal rumore o poveri di informazione. Come keypoint, quindi, vengono scelte particolari primitive (o feature) di un'immagine, quali gli angoli, le triadi o gli incroci, in quanto sono zone che presentano un elevato contenuto frequenziale. Ad ogni punto selezionato viene, poi, associato un descrittore che dia una rappresentazione compatta del contenuto informativo dell'intorno di ogni keypoint.

L'individuazione delle corrispondenze avviene confrontando i descrittori estratti dalle due immagini; il descrittore, quindi, deve essere invariante al maggior numero di trasformazioni possibili (rotazione, contrazione/dilatazione, cambiamenti di illuminazione, etc.) in modo che due keypoint corrispondenti abbiano descrittori simili (idealmente uguali).

In questo articolo si descriverà un nuovo algoritmo di estrazione e matching di keypoint, che si basa sull'utilizzo delle *armoniche circolari* e se confronteranno le prestazioni con lo stato dell'arte in un'applicazione di riconoscimento della pista d'atterraggio.

1. *Armoniche Circolari*

Un'immagine può essere sviluppata secondo una successione ortonormale costituita da invarianti per operatori di rotazione. Se infatti si considera un'immagine  $f$  appartenente allo spazio di funzioni sommabili in  $R^2$ , essa può essere rappresentata in coordinate polari come

$$f_p(r, \theta) = f(\xi_1 + r \cos \theta, \xi_2 + r \sin \theta)$$

dove  $\xi = (\xi_1, \xi_2)$  è il centro del sistema di coordinate polari  $(r, \theta)$ . Si definisce funzione armonica circolare (CHF) di ordine  $n$  una funzione polarmente separabile della forma

$$\Psi(r, \theta) = h(r)e^{jn\theta}$$

Le armoniche circolari godono di due proprietà particolari:

1. Hanno una diversa risposta alle primitive dell'immagine in funzione dell'indice  $n$  di modulazione angolare dell'armonica.

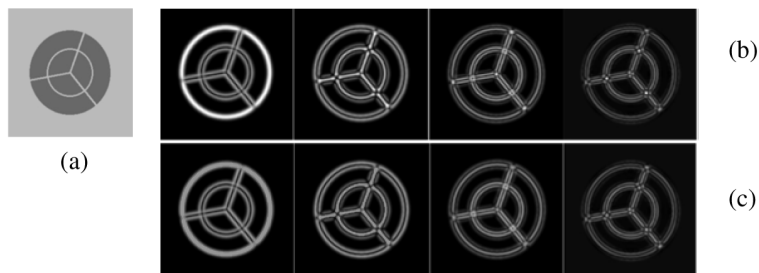


Figura 2

In Figura 2.a è mostrato un pattern di riferimento, mentre in Figura 2.b è riportato (andando da sinistra a destra) il modulo dell'uscita di filtri armonici circolari di ordine 1, 2, 3 e 4.

In Figura 2.c sono poi evidenziati i picchi del modulo dell'uscita dei filtri: si noti come al variare dell'ordine del filtro l'energia del segnale venga concentrata in punti diversi. Le armoniche di ordine uno sono sintonizzate sull'armonica fondamentale dei bordi (cioè in quelle zone dell'immagine dove si ha un'alternanza nel valore di luminosità), le armoniche di ordine due sulle linee (due alternanze), le armoniche del terzo ordine, invece, sugli gli incroci di tre linee, le triadi, mentre le armoniche del quarto ordine sono sintonizzate sull'armonica fondamentale degli incroci.

2. Dallo studio della trasformata di Hankel di queste funzioni si ricava una seconda interessante proprietà: ogni CHF di ordine  $n$  può essere facilmente ruotata di un angolo  $\varphi$  semplicemente moltiplicando per un fattore complesso  $e^{jn\varphi}$ . Questa proprietà è nota in letteratura come *self-steerability*

$$\Psi(r, \theta + \varphi) = \Psi(r, \theta)e^{-jn\varphi} \quad *$$



La proprietà di self-steerability implica che solo la fase dell'uscita di un filtro armonico è modificata dalla rotazione dell'immagine, come si evince dall'esempio di Figura 3, dove uno stesso pattern di riferimento è stato ruotato di 30° e 60° (prima colonna di Figura 3): nella colonna centrale è riportato il modulo dei coefficienti dell'uscita di un filtro armonico circolare di ordine uno, mentre nella colonna di destra la fase. Il valore del modulo dell'uscita della decomposizione resta costante nei tre esempi di Figura 3, mentre l'informazione sulla rotazione del pattern si trasferisce completamente alla fase.

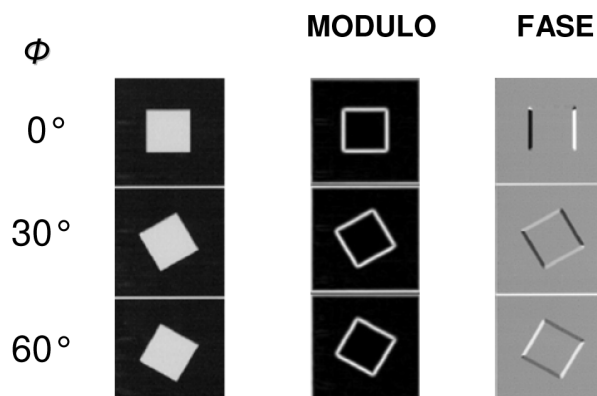


Figura 3

Nella formulazione precedente il profilo radiale dipende dall'immagine. Una rappresentazione più generale può essere ottenuta espandendo il profilo radiale  $h_n(r)$  in un set di funzioni ortogonali: una possibile base per questa espansione sono i polinomi di Laguerre generalizzati. Le funzioni armoniche circolari di Laguerre-Gauss  $L_k^n(r, \theta)$  sono definite come:

$$L_k^n(r, \theta; \sigma) = (-1)^k 2^{(ln+1)/2} \pi^{ln/2} \left[ \frac{k!}{(ln+k)!} \right]^{1/2} r^{ln} L_k^{ln}(2\pi r^2) e^{-\pi r^2} e^{jn\theta}$$

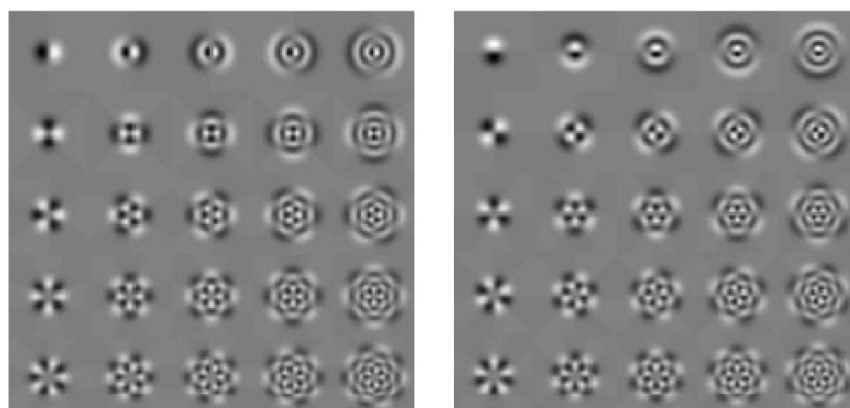


Figura 4

dove  $L_k^n(r, \theta)$  sono i polinomi di Laguerre generalizzati di indice  $n$  e ordine  $k$ . In Figura 4 è raffigurata la parte reale e quella immaginaria di queste funzioni: si noti come la parte immaginaria può essere ottenuta ruotando quella reale di 90°.

2. Wavelet di armoniche circolari

L'analisi multirisoluzione dei segnali è una teoria matematica che permette di rappresentare uno stesso segnale a livelli di accuratezza differenti, caratterizzati da una risoluzione crescente: essa nasce dall'esigenza di superare il limite intrinseco della trasformata di Fourier di non poter ottenere una localizzazione congiunta sia nel tempo che in frequenza.

L'analisi multirisoluzione di un segnale monodimensionale si ottiene esprimendo quest'ultimo come combinazione lineare di una famiglia di forme d'onda elementari: tale base è costituita da una famiglia di funzioni ricavate da una sola funzione  $g(t)$  per cambiamenti di scala e traslazioni detta mother wavelet

$$g_{b,a}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} g\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

La rivelazione di pattern indipendentemente dalla loro scala, dal loro orientamento e dalla loro posizione si può ottenere estendendo la teoria delle wavelet al campo complesso.

Se si considera come dominio di un'immagine il piano complesso  $\mathbb{C}$  costituito dai punti  $z = x_1 + jx_2$  in luogo del piano reale  $\mathbb{R}^2$  costituito dalle coppie  $x = (x_1, x_2)$ , variazioni di scala e rotazioni possono essere tenute in conto tramite una sola operazione, detta cambiamento di scala complesso

$$\alpha = ae^{j\theta}$$

che corrisponde a una dilatazione/contrazione per un fattore pari al modulo  $a$  e ad una rotazione  $\theta$  intorno l'origine.

L'analisi wavelet complessa di un segnale 2D a energia finita, definito su  $\mathbb{R}^2$  può essere ottenuta effettuando il prodotto scalare tra il segnale e una funzione a valori complessi  $\chi(z)$  alla quale è stato applicato l'operatore di cambiamento di scala complesso e l'operatore di traslazione

$$W_{\chi} f(b, \alpha) = \langle x_{b,\alpha}, f(z) \rangle$$

Dove  $\langle \cdot \rangle$  indica il prodotto scalare tra funzioni e

$$x_{b,\alpha} = \frac{1}{|\alpha|} \chi\left(\frac{z-b}{\alpha}\right)$$

Nel nostro caso la scelta della mother function  $\chi(z)$  ricade sulle funzioni armoniche circolari, ottenendo una wavelet complessa, polarmente separabile, detta *circular harmonic wavelet*.

Una funzione armonica circolare definisce una CHW se il suo profilo radiale soddisfa la condizione di ammissibilità

$$0 < C_{\psi^n} = 2\pi \int_0^{+\infty} \frac{|\tilde{h}_n(\rho)|^2}{\rho} d\rho < \infty$$

dove  $\tilde{h}_n(\rho)$  è la trasformata di Hankel del profilo radiale.

La trasformata wavelet circolare associata a una CHW di ordine  $n$  di un'immagine  $f$

$$\mathcal{W}_{\psi^{(n)}} f(\mathbf{b}, \alpha) = e^{-jn\angle\alpha} \mathcal{W}_{\psi^{(n)}} f(\mathbf{b}, |\alpha|)$$

L'informazione sulla rotazione dell'immagine è, quindi, trasferita solo alla fase della trasformata. Quando una CHW soddisfa la seguente condizione di stabilità per le CHW Diadiche

$$0 < \sum_{-\infty}^{+\infty} |\tilde{h}_n(2^{-k}\rho)|^2 < \infty$$

l'immagine  $f$  può essere ricostruita a partire dai soli coefficienti della sua CWT valutati per valori di scala discreti

$$|\alpha| = a_m = 2^{-m}, \text{ con } m \in Z.$$

Ogni membro della famiglia di funzioni  $L_k^n(r, \theta)$  di ordine  $n$  e profilo radiale  $k$  definisce, quindi, una wavelet armonica circolare diadica: la collezione di queste funzioni costituisce un dizionario ipercompleto di forme d'onda.

$$D = \{ [L_k^{(n)}(r, \theta)]_{\mathbf{b}, 0, 2^{-m}}, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \}$$

Questo dizionario può essere utilizzato per costruire la piramide armonica circolare orientabile (CHP), vedi Figura 5, utilizzabile per una rappresentazione locale multirisoluzione di un'immagine: la ridondanza di  $D$  consente di rappresentare l'intorno di un dato punto di un'immagine con un desiderato grado d'approssimazione e allo stesso tempo di descriverlo in un dominio spazio-scala multiplo la cui singola componente è originata da una CHW della base di Laguerre-Gauss.

La natura ipercompleta del dizionario deriva dal fatto che le CHF di ogni ordine possono essere rappresentate in termine di una sola CHW di ordine arbitrario, e quindi la decomposizione non è unica.

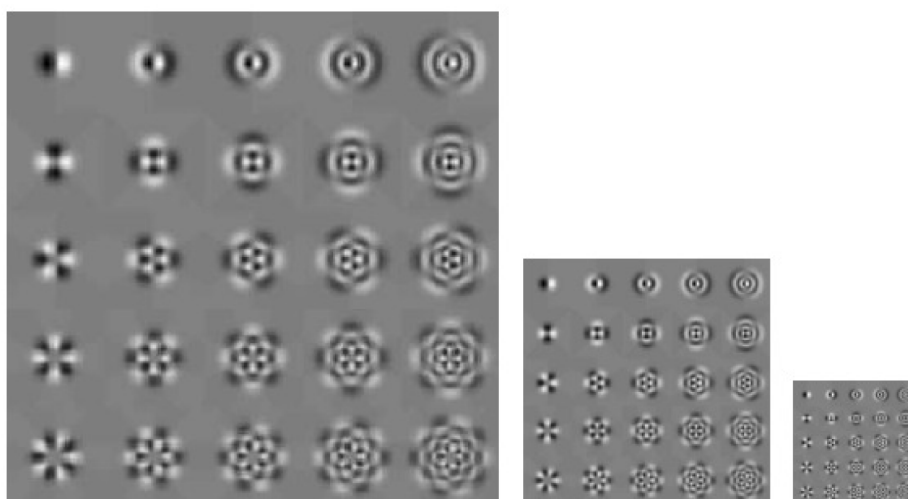


Figura 5

**3. Algoritmo per la selezione e il matching delle features**

In questo paragrafo verrà descritto un algoritmo di visione di basso livello proposto da L. Sorgi, N. Cimminiello e A. Neri durante la British Machine Vision Conference del 2006 in Edimburgo in un lavoro dal titolo "Keypoints Selection in the Gauss Laguerre Transformed Domain".

L'algoritmo è composto da due parti fondamentali, il blocco di selezione delle features e il blocco di calcolo dei descrittori, che vengono costruiti a partire da un intorno del punto selezionato. In entrambi i blocchi vengono sfruttate le proprietà delle armoniche circolari descritte nei capitoli precedenti.

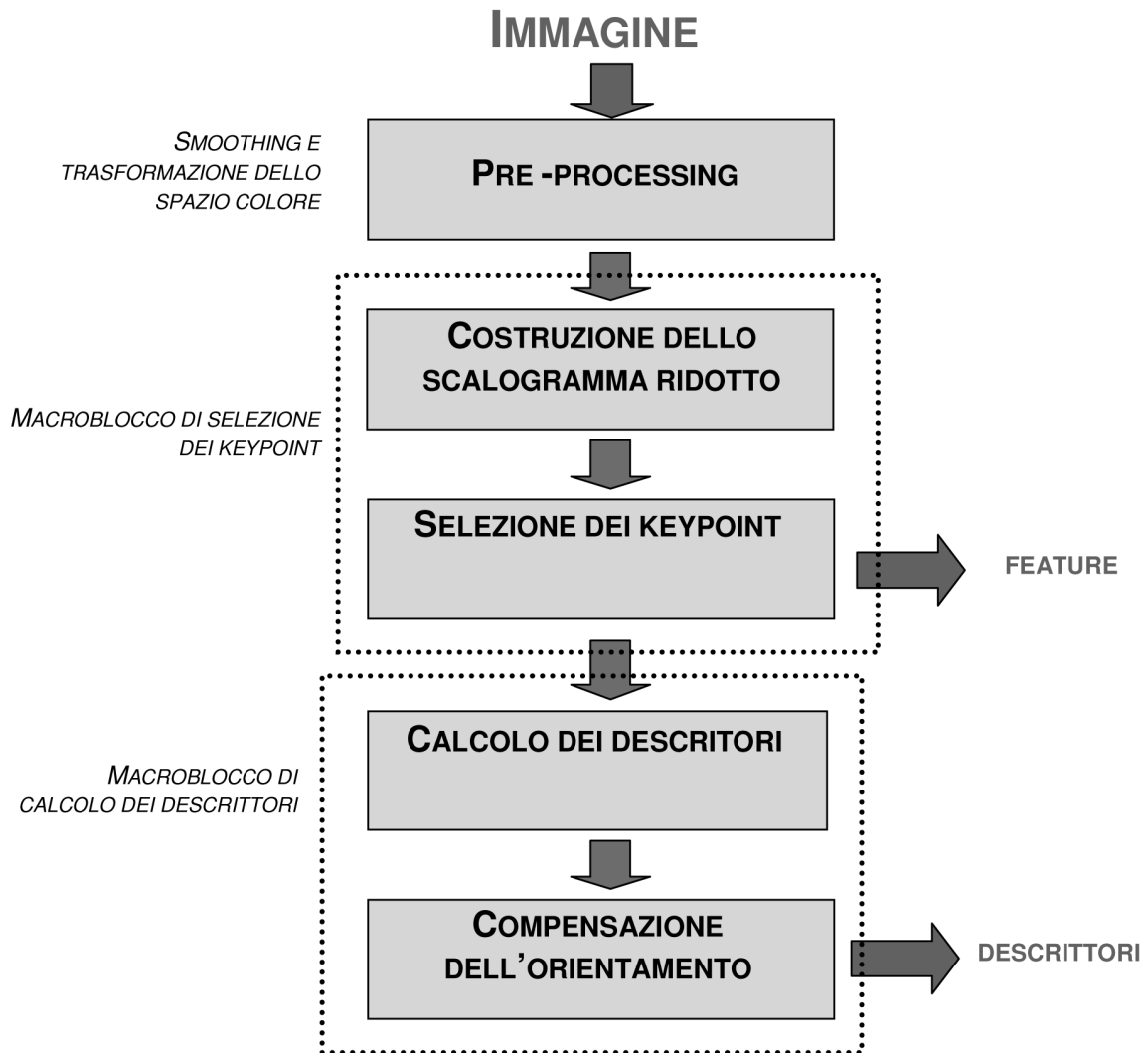


Figura 6

L'individuazione delle features avviene mediante un'analisi multirisoluzione dell'immagine nel dominio trasformato di Laguerre-Gauss; ciò viene effettuato mediante la costruzione del così detto *scalogramma ridotto*, che non è altro che una collezione di filtri dell'immagine operato con filtri armonici a scala crescente. Le features vengono individuate ispezionando lo scalogramma mediante una finestra di ampiezza 9x9x3 alla ricerca dei massimi locali, così facendo, grazie

alle proprietà delle armoniche circolari, si vanno ad individuare punti che sono invarianti sia alla rotazione del piano immagine che ai cambiamenti di scala. Ogni feature estratta sarà, così, caratterizzata da tre parametri, la sua posizione all'interno dell'immagine e la scala caratteristica.

Il secondo passo è quello di associare ad ogni keypoint estratto un descrittore, ovvero un vettore i cui valori identifichino univocamente il punto a cui è associato. L'idea è quella di costruire il descrittore in modo che sia la decomposizione di un'intorno della feature scelta rispetto a un dizionario ipercompleto di funzioni di base  $D$ , operata a una scala pari alla scala caratteristica della feature. Le dimensioni dell'intorno considerato, inoltre, variano in funzione della risoluzione dell'immagine. Calcolare il descrittore a partire da un intorno le cui dimensioni dipendono dalla scala caratteristica del punto ci assicura che il descrittore sia invariante a cambiamenti di scala. È necessario, a questo punto, renderlo invariante alla rotazione.

Il descrittore non è altro che un vettore complesso di 125 elementi le cui componenti sono i coefficienti della trasformata di Laguerre-Gauss dell'intorno della feature selezionata. Per rendere il descrittore invariante alla rotazione ogni suo elemento viene moltiplicato per un fattore di fase pari a  $\exp(-jn\angle V_0^1)$ , dove  $V_0^1$  è la decomposizione dell'intorno in armoniche circolari di ordine  $n=1$  e  $k=0$ .

Questo ci assicura che il descrittore sia invariante a rotazioni. Per verificarlo si supponga di costruire il descrittore per una stessa struttura ruotata di un angolo  $\phi$ : tenendo conto della proprietà di self-steerability delle funzioni armoniche, il nuovo descrittore può essere scritto come

$$V_r = \left\{ |V_k^n(\sigma)| e^{j(\theta_k^n - n\phi)} : 1 < n < 5, 0 < k < 4, \bar{\sigma} - \frac{2\bar{\sigma}}{m} < \sigma < \bar{\sigma} + \frac{2\bar{\sigma}}{m} \right\}$$

Applicando la procedura di compensazione ai due vettori  $V$  e  $V_r$  si otterranno i due vettori compensati in fase  $\tilde{V}$  e  $\tilde{V}_r$  per i quali risulta:

$$|\tilde{V}_k^n| = |\tilde{V}_{rk}^n|$$

$$\begin{aligned} \angle \tilde{V}_{rk}^n &= \angle V_{rk}^n - n \cdot \angle V_{r0}^1 = \\ &= (\theta_k^n - n \cdot \phi) - n \cdot (\theta_0^1 - \phi) = \\ &= \theta_k^n - n \cdot \theta_0^1 \\ &= \angle \tilde{V}_k^n \end{aligned}$$

Le componenti di  $\tilde{V}$  e  $\tilde{V}_r$  sono, quindi, uguali in modulo e fase.

Per dare una conferma sperimentale al metodo di compensazione proposto è stato effettuato il seguente esperimento: a un pattern di riferimento sono state applicate delle trasformazioni affini random. I pattern, così deformati, sono stati ruotati di un angolo pari alla fase della loro proiezione rispetto all'armonica  $L_0^1$ .



Figura 7

Si noti come tutte le patch siano ruotate nella stessa orientazione di riferimento: questo procedimento è del tutto equivalente a moltiplicare la decomposizione in armoniche circolari della patch per  $\exp(-jn\angle V_0^1)$ .

Si evince, inoltre, che la tecnica di compensazione risulta robusta rispetto alle distorsioni dell'immagine.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento all'articolo originale degli autori: "Keypoints Selection in the Gauss Laguerre Transformed Domain", In Proc. Of the British Machine Vision Conference, Edimburgh, UK. 2006.

La valutazione delle performance dell'algoritmo è effettuata in un contesto di riconoscimento di una scena o di un oggetto osservati in condizioni diverse.

Due features, estratte da immagini diverse, vengono messe in corrispondenza se verificano la condizione

$$\frac{|D_A - D_B|}{|D_A - D_C|} < th_2$$

dove  $|.|$  indica la distanza euclidea tra vettori,  $D_B$  è il primo e  $D_C$  è il secondo vicino di  $D_A$  e  $th_2$  è una soglia di decisione.

Un esempio di match è mostrato in Figura 8(a), dove l'algoritmo è stato applicato per determinare le corrispondenze tra due immagini di una stessa scena legate da una similitudine. L'esperimento è stato ripetuto sulla stessa coppia d'immagini applicando l'algoritmo SIFT, che è considerato lo stato dell'arte per quanto riguarda questo tipo di applicazioni.



(a) METODO PROPOSTO

(b) SIFT

Figura 8

Come criterio di valutazione è stato usato un indice che da una misura quantitativa delle corrispondenze corrette e delle corrispondenze false identificate in fase di match. Il match score è definito come il rapporto tra il numero di match corretti e il minimo tra il numero di features estratte dalle due immagini.

$$match\_score = \frac{\#match\_corretti}{\#features\_estrate}$$

Il risultato viene presentato in funzione del numero di match falsi normalizzato rispetto al numero di features estratte. Al variare del valore della soglia di decisione si andrà a costruire una curva. Prima di presentare i risultati ottenuti si effettua una breve discussione sull'interpretazione dell'andamento delle possibili curve che si possono ottenere. Un descrittore perfetto avrà un valore costante e unitario del match score.

Nella pratica, invece, il valore del match score cresce al crescere del valore di soglia, in quanto il rumore e le distorsioni delle immagini causate dalle varie trasformazioni geometriche fanno crescere la distanza tra due descrittori simili. Una curva orizzontale indica, invece, che quel valore del match score può essere ottenuto con qualunque valore di precisione desiderato, ma non può crescere in quanto è limitato dalla specificità della scena, cioè l'algoritmo ha selezionato strutture molto simili l'una all'altra e il descrittore non riesce a discriminarle.

Un altro possibile motivo per cui il valore del match score resti costante al variare della soglia è che le regioni corrispondenti sono talmente distorte dalla trasformazione che lega le due immagini che i descrittori associati sono differenti. Una curva che cresce lentamente, invece, indica che la trasformazione distorce molto l'immagine, facendo sì che l'algoritmo abbia difficoltà ad individuare delle corrispondenze.

Inoltre il fatto che le curve corrispondenti ai due algoritmi siano lontane e abbiano diversa pendenza indica che la robustezza degli algoritmi rispetto a quel tipo di trasformazione è diversa.

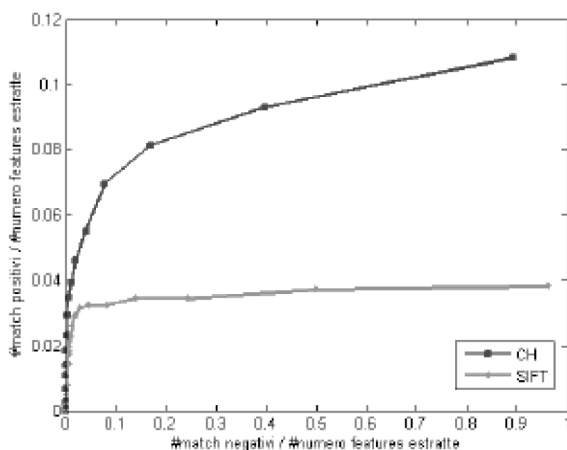


Figura 9

In Figura 9 è mostrato un grafico che confronta l'andamento del match\_score calcolato applicando i due algoritmi alla coppia di immagini di Figura 8. Come si può notare l'uso delle armoniche circolari permette di ottenere risultati nettamente superiori rispetto a SIFT nel caso di trasformazioni affini.

#### 4. Applicazioni

L'algoritmo descritto in questo articolo può essere sfruttato in applicazioni di riconoscimento di oggetti. In figura è mostrato un esempio della sua applicazione per il riconoscimento di un oggetto all'interno di una scena complessa.

L'algoritmo proposto è stato studiato all'interno di un progetto di ricerca per la sua applicazione in campo aerospaziale a bordo di UAV. L'idea è quella di poter permettere la fase di landing a questi velivoli guidati solamente dal sistema di riconoscimento visivo: per fare ciò il sistema deve confrontare l'immagine che gli viene dalla telecamera lato pilota con

un'immagine di riferimento della pista d'atterraggio, per esempio una ripresa satellitare di quest'ultima. Dal match dei descrittori il velivolo può ricavare la sua posizione nello spazio e correggerla in fase d'atterraggio.

Questa applicazione è ancora in fase di studio, ma sembra che il sistema sia così robusto da essere efficace ancor prima che la pista sia visibile, in quanto può iniziare a correggere la rotta andando ad analizzare la morfologia della zona limitrofa alla pista e confrontarla con le immagini satellitari.



FIGURA 10



FIGURA 11



# Leggi e circolari

## MINISTERO DEI TRASPORTI DECRETO 7 agosto 2006

Recepimento della direttiva 2005/66/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 ottobre 2005, relativa all'impiego di sistemi di protezione frontale sui veicoli a motore e recante modifica della direttiva 70/156/CEE del Consiglio e della decisione C(2006)776 della Commissione europea del 20 marzo 2006 relativa alle prescrizioni tecniche dettagliate per l'esecuzione delle prove di cui alla direttiva 2005/66/CE.

*Gazzetta Ufficiale n. 279 del 30 novembre 2006*

## DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2006, n. 284

Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

*Gazzetta Ufficiale n. 274 del 24 novembre 2006*

## LEGGE 10 novembre 2006, n. 278

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 15 settembre 2006, n. 258, recante disposizioni urgenti di adeguamento alla sentenza della Corte di giustizia delle Comunità europee in data 14 settembre 2006 nella causa C-228/05, in materia di detraibilità dell'IVA.

*Gazzetta Ufficiale n. 265 del 14 novembre 2006*

## TESTO COORDINATO DEL DECRETO-LEGGE 15 settembre 2006, n. 258

Testo del decreto-legge 15 settembre 2006, n. 258 (in Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 215 del 15 settembre 2006), coordinato con la legge di conversione 10 novembre 2006, n. 278, (in questa stessa Gazzetta Ufficiale alla pag. 4), recante: "Disposizioni urgenti di adeguamento alla sentenza della Corte di giustizia delle Comunità europee in data 14 settembre 2006 nella causa C-228/05, in materia di detraibilità dell'IVA".

*Gazzetta Ufficiale n. 265 del 14 novembre 2006*

## AUTORITA' PER LA VIGILANZA SUI CONTRATTI PUBBLICI DI LAVORI, SERVIZI E FORNITURE DETERMINAZIONE 25 ottobre 2006

Ulteriori indicazioni in materia di attività promozionali all'esercizio dell'attività di attestazione. (Determinazione n. 5/06).

*Gazzetta Ufficiale n. 263 del 11 novembre 2006*

## MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITA' CULTURALI DECRETO 27 settembre 2006

Criteri e modalità per la verifica dell'interesse culturale dei

beni mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, che presentano interesse artistico, storico, archeologico ed etnoantropologico.

*Gazzetta Ufficiale n. 262 del 10 novembre 2006*

## MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE CIRCOLARE 3 novembre 2006, n. 1733

Articolo 36-bis del decreto-legge 4 luglio 2006, n. 223, convertito, con modificazioni, dalla legge 4 agosto 2006, n. 448, recante: "Misure urgenti per il contrasto del lavoro nero e per la promozione della sicurezza nei luoghi di lavoro".

*Gazzetta Ufficiale n. 261 del 9 novembre 2006*

## PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Atto di indirizzo recante: "Indirizzi operativi per fronteggiare eventuali situazioni di emergenza connessi a fenomeni idrogeologici e idraulici".

*Gazzetta Ufficiale n. 259 del 7 novembre 2006*

## COMITATO INTERMINISTERIALE PER LA PROGRAMMAZIONE ECONOMICA DELIBERAZIONE 6 aprile 2006

Primo programma delle infrastrutture strategiche (legge n. 443/2001) - Programma "Grandi stazioni". (Deliberazione n. 129/2006).

*Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 253  
del 30 ottobre 2006*

## AUTORITA' PER LA VIGILANZA SUI CONTRATTI PUBBLICI DI LAVORI, SERVIZI E FORNITURE

Regolamento sul procedimento per la soluzione delle controversie, ai sensi dell'articolo 6, comma 7, lettera n), del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163.

*Gazzetta Ufficiale n. 248 del 24 ottobre 2006*

## AGENZIA DELLE ENTRATE PROVVEDIMENTO 2 ottobre 2006

Comunicazioni all'anagrafe tributaria relative ai contratti di somministrazione di energia elettrica, di servizi idrici e del gas.

*Gazzetta Ufficiale n. 247 del 23 ottobre 2006*

## AGENZIA DELLE ENTRATE PROVVEDIMENTO 2 ottobre 2006

Modalità e termini di comunicazione dei dati all'anagrafe tributaria da parte degli uffici comunali, in relazione alle denunce di inizio attività presentate allo sportello unico comunale per l'edilizia, permessi di costruire e ogni altro atto di assenso comunque denominato in materia di attività edilizia rilasciato, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, e successive modificazioni, relativamente ai soggetti dichiaranti, agli esecutori e ai progettisti dell'opera.

*Gazzetta Ufficiale n. 245 del 20 ottobre 2006*

## ISTITUTO SUPERIORE PER LA PREVENZIONE

**E LA SICUREZZA DEL LAVORO  
DECRETO 5 ottobre 2006**

Regolamento di organizzazione dell'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro a livello di strutture e personale (articolo 13, comma 1, lettera n) del decreto del Presidente della Repubblica 4 dicembre 2002, n. 303).

*Gazzetta Ufficiale n. 242 del 17 ottobre 2006*

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE  
DECRETO 11 ottobre 2006**

Rilevazione dei prezzi medi per l'anno 2004 e delle variazioni percentuali annuali per l'anno 2005, e dei prezzi medi e delle variazioni percentuali ai fini della determinazione delle compensazioni, relativi ai materiali da costruzione più significativi, ai sensi degli articoli 133, commi 4, 5, e 6, e

253, comma 24, del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, e successive modifiche ed integrazioni.

*Gazzetta Ufficiale n. 240 del 14 ottobre 2006*

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
DECRETO 27 marzo 2006**

Recepimento delle direttive 2005/49/CE, 2005/83/CE e 2006/28/CE, che modificano, per adeguarle al progresso tecnico, la direttiva 72/245/CEE, relativa alla soppressione delle perturbazioni radioelettriche (compatibilità elettromagnetica) dei veicoli e la direttiva 70/156/CEE, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri, relative all'omologazione dei veicoli a motore e dei loro rimorchi.

*Gazzetta Ufficiale n. 232 del 5 ottobre*

**RICORDO DI NICOLA PISACANE**

Conobbi Nicola Pisacane agli inizi degli anni cinquanta, giocando a pallone nel cortile della Chiesa di S. Pietro a Scafati, ed insieme ipotizzammo di aspirare a conseguire la laurea in ingegneria, quando tutti ci manifestavano le difficoltà di questo percorso, difficoltà nelle quali erano caduti almeno una decina di nostri amici più anziani. Lo volemmo e ci riuscimmo, perdendoci poi di vista per ritrovarci solo parecchio più tardi a Pomigliano d'Arco, nell'ITIS Barsanti, io giovane Preside, lui amato docente di elettrotecnica e misure elettriche.

Lo incoraggiai ad intraprendere la carriera di Preside, e vado oggi orgoglioso di questa mia azione, che ha dato all'Istruzione tecnica e professionale italiana uno dei suoi migliori interpreti, sia come Preside (a Vairano Scalo prima e, più a lungo, successivamente a Nola), sia come attore prioritario nella lunga battaglia di difesa ed incremento dell'Istruzione professionale in Italia, vicino al direttore generale Giuseppe Martinez, quando negli anni ottanta tutti ne decretavano la mortificazione ed il trasferimento alle Regioni.

Egli non disdegnò di abbandonare una fortunata carriera di libero professionista (basti ricordare i lavori alla sede municipale di Pomigliano d'Arco), ma la scuola gli piaceva e l'idea di poter motivare i giovani nell'indirizzo di studi tecnici e professionali lo entusiasmava. Fu per molti anni ottimo Preside, ma non dimenticò mai la sua matrice di ingegnere, attorniansi sempre di collaboratori ingegneri docenti, organizzando la sua scuola, e segnatamente l'IPSIA Leone di Nola, come un'autentica piccola industria, capace di produrre manufatti finiti sia in campo meccanico che impiantistico e nella produzione di software informatico. I rapporti della sua scuola con le grandi aziende dell'area nolana-pomiglianese, dall'Alfa Romeo all'Alenia, anche per la formazione e riconversione in servizi dei tecnici già impiegati, rimangono come riferimento inequivocabile di quanto bene possa fare al territorio ed all'organizzazione industriale una scuola tecnica o professionale che funzioni.

Il "progetto 92" di rilancio dell'Istruzione professionale alla vigilia della nascita dell'Unione Europea vide l'ing. Pisacane costantemente in prima fila, girovago in Italia ed in Europa, a costruire curricoli e programmi, a guidare intere generazioni di giovani verso una formazione professionale finita ed efficiente. In questa azione, raccolse attorno a se molti colleghi napoletani dedicati alla formazione dei giovani, e con essi si interessò per valorizzare questo aspetto dell'attività degli ingegneri nella nostra provincia, sostenendoli nelle battaglie per affermare l'importanza di questo ruolo senza mai abbandonare la libera professione, da lui interpretata come palestra per consolidare cultura ed esperienza da trasferire proficuamente in classe.

Oggi Nicola Pisacane non c'è più.

Un male ribelle ad ogni cura lo ha costretto prima ad abbandonare la scuola attiva, poi ad allontanarsi dall'amata famiglia per trasferirsi nei giardini dell'Eden.

Ci ha lasciati in un momento in cui ancora una volta l'Istruzione Tecnica e Professionale sembra minacciata di degradazione, e con soddisfazione ebbe a commentare certe espressioni del presidente del Consiglio dei Ministri sull'importanza di questi rami dell'istruzione da salvare rispetto a quanto poteva trasparire (ma, forse, non sarebbe mai avvenuto) dalla ormai superata riforma Moratti.

Certamente Lui sarà, dal paradiso dei giusti, attento ad osservare quello che tutti noi attendiamo con ansia sul futuro dell'Istruzione secondaria di secondo grado, nel quale, secondo Nicola Pisacane e secondo noi tutti, gli ingegneri docenti debbono ricoprire un ruolo sempre più forte e determinante per la formazione di una efficiente generazione di giovani tecnici, a servizio della società.

*Pietro Ernesto De Felice*