

La prevenzione incendi nell'edilizia universitaria

Contesto normativo attuale e prospettive future



La problematica della prevenzione incendi negli edifici civili si presenta essenzialmente sotto due aspetti: da una parte si ha la caratterizzazione dell'attività svolta all'interno della struttura in esame, che conduce alla valutazione del rischio incendio; dall'altra il calcolo vero e proprio che conduce alla verifica che la struttura ed i suoi elementi siano effettivamente in grado di resistere alle azioni di progetto. Entrambi gli aspetti, per la loro importanza, sono da anni oggetto di ricerche in tutto il mondo al fine di ottenere misure di protezione adeguate.

E' ovvio che una protezione assoluta nei confronti di incendi che si sviluppano all'interno di una costruzione non è ottenibile, e, se anche lo fosse, avrebbe costi proibitivi. Tuttavia rimane ugualmente inaccettabile per la comunità avere, come conseguenza di una spesa limitata, la perdita di vite umane. Tra i due estremi esisteranno una serie di soluzioni di adeguato rapporto costo-benefici, che permetteranno di minimizzare la spesa, sia pur consentendo di raggiungere livelli di sicurezza e affidabilità accettabili per la società.

Le severe conseguenze degli incendi negli edifici hanno indotto necessariamente a disciplinarne la progettazione e l'utilizzo, attraverso leggi e normative prescrittive che con il tempo si sono rivelate eccessivamente restrittive nella loro applicazione.

Infatti, se da una parte tecnologia, ricerca e mezzi di calcolo attualmente disponibili consentirebbero notevoli sviluppi alla progettazione, dall'altra questa resta di fatto limitata da un sistema normativo spesso eccessivamente cautelativo e decisamente obsoleto.

Ormai da anni, in Europa e nel mondo, è stato preso atto di questa carenza, presente non soltanto in materia di prevenzione incendi, introducendo il concetto di *richiesta di prestazione* (performance-based approaches). Tale problematica ha inoltre indotto molti paesi a condurre numerose campagne sperimentali atte a convalidare modelli analitico-probabilistici più flessibili e più vicini al reale, da utilizzare nel campo della prevenzione incendi e della progettazione strutturale "a caldo", permettendo di ottenere la soluzione costi-benefici ottimale.

La prevenzione incendi nell'edilizia universitaria

Questa è perseguibile lasciando al progettista non solo la libertà di scegliere come effettuare il calcolo strutturale, ma anche quella di individuare le vie di fuga e le protezioni necessarie in relazione all'importanza dell'edificio. Tale libertà risulta possibile solo in un contesto normativo che indichi gli obiettivi da conseguire, in termini di richiesta di prestazione, e non solo dei limiti. Non è detto, infatti, che gli obblighi ed i limiti forniti siano effettivamente adeguati a tutte le situazioni che si possono prospettare.

La tendenza attuale dell'ingegneria strutturale è quella di prevedere non solo la durata di resistenza all'esposizione ma anche il livello di danneggiamento in caso di incendio reale, allo scopo di garantire un opportuno "livello di protezione" in funzione della destinazione di impiego della struttura stessa, in completa analogia a quanto viene fatto in campo sismico coinvolgendo il coefficiente di protezione I.

Per strutture soggette ad incendio si prevedono cinque differenti richieste di protezione, progressivamente più restrittive:

■ **Livello I:** nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze del crollo della struttura siano accettabili o dove il rischio incendi sia trascurabile;

■ **Livello II:** requisiti di resistenza al fuoco delle strutture per un periodo sufficiente a garantire l'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro e l'intervento delle squadre di soccorso;

■ **Livello III:** requisiti di resistenza al fuoco delle strutture tali da evitare, per tutta la durata dell'incendio, il collasso delle strutture stesse;

■ **Livello IV:** requisiti di resistenza al fuoco delle strutture per garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento delle strutture stesse;

■ **Livello V:** requisiti di resistenza al fuoco delle strutture per garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità delle strutture stesse.

Di questi livelli, il secondo corrisponde a quanto previsto dalla normativa attuale con la relativa classe di resistenza REI, i livelli superiori prevedono che la struttura non collassi e che subisca danni sempre meno importanti, contenendo anche i regimi deformativi.

In tale contesto una normativa di tipo prescrittivo può risultare inadeguata o dare luogo a profonde contraddizioni.

Esempio calzante di questa situazione è l'edilizia universitaria che, in materia di prevenzione incendi, risulta posta sullo stesso piano di asili, scuole

elementari, scuole medie inferiori e superiori. Tutte, infatti, pur rappresentando entità profondamente diverse, ricadono sotto la categoria generica di "edilizia scolastica", regolamentata dal D.M. 26 agosto 1992.

Personalizzare la progettazione alle necessità delle tipologie di edificio

Il progettista si vede costretto ad applicare delle disposizioni che non distinguono se l'edificio è costituito prevalentemente da uffici scarsamente affollati, da aule frequentate da un numero limitato di studenti che hanno familiarità con il luogo,

ovvero da locali di un asilo, per cui risulta inverosimile pensare che i bambini presenti abbiano la capacità di effettuare un esodo ordinato autonomamente, a prescindere dal numero di moduli a disposizione. Non è contemplata inoltre la possibilità di stabilire i percorsi di fuga sulla base di richieste prestazionali, ad esempio stabilendo dei tempi e delle velocità di evacuazione. Diversamente, invece, sarebbe possibile personalizzare la progettazione alle effettive necessità in relazione alla tipologia di edificio, alla destinazione dei locali e alle attività svolte, all'efficacia della compartimentazione, al numero e al grado di informazione degli occupanti.

Una struttura universitaria, inoltre, può comprendere al suo interno attività profondamente differenti, alcune delle quali possono essere caratterizzate da un rischio molto più elevato di altre. Risulta chiaro che considerarle tutte allo stesso modo può essere, in alcuni casi, inutilmente dispendioso, in altri, addirittura pericoloso.

L'anomalia dello stato dell'arte della nostra normativa si riscontra principalmente in fase di recupero ed adeguamento di edifici esistenti: quasi sempre ciò è reso possibile a patto di ricorrere ad una richiesta di deroga. Questo rappresenta un vizio di forma del quadro legislativo che dimostra, non tanto che la legge è sbagliata, ma che non è corretto, o, in ogni modo, che è anacronistico continuare a contemplare esclusivamente approcci e regole prescrittive.

Il quadro normativo di riferimento di spazi assimilabili alle realtà universitarie, può essere sinteticamente così riepilogato:

D.M. 26 agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica"

D.P.R. 30 giugno 1995 "Regolamento concernente norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse

La prevenzione incendi nell'edilizia universitaria

storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi"

D.M. 19 agosto 1996 *"Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di pubblico spettacolo"*

D.M. Int. e Lavoro 10 marzo 1998 *"Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro"*

D.M. 18 settembre 2002 *"Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio di strutture sanitarie, pubbliche o private"*

D.M. 31 marzo 1984 e successive integrazioni *"Norme di sicurezza per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di G.P.L. con capacità complessiva non superiore a 5 mc"*.

In questo contesto, come esempio particolarmente calzante, si può citare l'edificio del triennio della facoltà di ingegneria dell'università di Pisa, il cui studio è stato oggetto di una tesi di laurea. L'edificio, infatti, racchiude in sé cinque realtà distinte:

- uffici dei docenti o del personale amministrativo;
- biblioteche;
- aule e locali in cui viene svolta attività didattica;
- laboratori ed officine di vario tipo;
- spazi per l'informazione e le attività parascolastiche.

I primi sono caratterizzati da un affollamento piuttosto ridotto e sono frequentati da personale adeguatamente informato che ha familiarità con i luoghi e le vie di esodo. Il rischio incendio di questi ambienti è basso e comunque essendo classificabili come *"luoghi di lavoro"* sarebbe più indicato riferirsi al D.M. 10 marzo 1998.

Le biblioteche sono caratterizzate da un elevato carico incendio e da un discreto affollamento, pertanto necessitano di adeguate protezioni attive e passive.

Le aule e i locali destinati alla didattica hanno carichi incendio piuttosto bassi, ma affollamenti elevati. A tale proposito occorre sottolineare che il D.M. 26 agosto 1992 prevede un affollamento massimo pari a 26 persone per aula; tale soglia, considerando l'effettiva situazione di un corso universitario, è eccessivamente limitativa. Per questi, più che un numero massimo, sarebbe più corretto fissare una disposizione dei posti a sedere, come viene fatto per i locali di pubblico spettacolo di cui al D.M. 19 agosto 1996, prendendo in dovuta considerazione eventuali spazi e misure di sicurezza rivolte a persone con limitata capacità motoria.

Infine vi sono i laboratori e tutti quei locali in cui viene svolta attività di ricerca. Questi possono essere di diverse tipologie, dal laboratorio di prova per i materiali da costruzione, a un laboratorio di chimica



farmaceutica, in cui vengono trattate sostanze più o meno tossiche o pericolose. Per quest'ultimo si presterà particolare attenzione all'allontanamento dei fumi e gas tossici che potrebbero svilupparsi in caso di incendio e alla loro potenziale reattività, e dunque verranno previste opportune misure di sicurezza.

E' evidente che una norma prescrittiva, in questi edifici ad uso misto, diventa di fatto inapplicabile e poco significativa: anche volendo, cautelativamente, applicare le disposizioni relative all'attività più severa, o eventualmente a quella prevalente, si commette un enorme errore concettuale ottenendo una progettazione antincendio avente scarsa aderenza alla realtà.

Appare dunque chiaro come non sia possibile trattare allo stesso modo tutte queste realtà, né pensare di operare una diversificazione considerandole singolarmente ambiente per ambiente.

Al contrario il problema è affrontabile riunendo in compartimenti i locali adibiti allo stesso uso e con lo stesso livello di rischio, separandoli tramite porte e strutture aventi adeguata resistenza al fuoco. Ciascun compartimento può essere considerato un'entità distinta dalle altre, valutando, volta per volta, le vie di fuga necessarie e le protezioni da adottare, secondo i criteri e le disposizioni conformi al caso.

Risulta altrettanto chiaro che in tale ottica divengono estremamente importanti tutte quelle norme di

La prevenzione incendi nell'edilizia universitaria

esercizio che spesso, per molteplici motivi, non vengono rispettate. Diventa necessario dotarsi di un'adeguata pianificazione delle emergenze, manutenzione di tutti i dispositivi di sicurezza, informazione e formazione di tutto il personale (tecnici, docenti e non, studenti, dottorandi) con particolare riguardo agli addetti antincendio.

I vantaggi di un simile approccio sono notevoli. La compartimentazione consentirebbe, infatti, di frazionare l'esodo degli occupanti in zone distinte dell'edificio, snellendo i tempi di evacuazione anche nel caso di strutture molto affollate come quella in esame.

Parallelamente permetterebbe di arginare più facilmente il fronte dell'incendio, evitando che si diffonda mettendo a rischio l'incolumità dei presenti, delle squadre di soccorso e la stabilità dell'edificio stesso.

Differenziare gli ambienti, consentirebbe un notevole risparmio sia in termini di tempi progettuali, che in termini di risorse economiche, soprattutto se a questo viene associata una progettazione basata su una *domanda di prestazione*; queste risorse piuttosto potrebbero essere indirizzate verso quelle attività ad alto rischio che effettivamente richiedono accorgimenti costruttivi o protezioni particolari.

Infine permetterebbe di adeguare tutti gli edifici storici, soggetti a vincoli di tutela, senza dover necessariamente declassare la struttura, conducendo ad una valorizzazione e riqualificazione del patrimonio edilizio degli atenei.

Alla luce di problematiche siffatte, presenti anche in altre realtà edilizie dell'ateneo pisano, è stato costituito un gruppo di lavoro presso il servizio prevenzione e protezione dell'università degli studi di Pisa, che sta attualmente studiando una proposta di deroga in senso generale all'attuale decreto del 26 agosto 1996.

In materia di calcolo strutturale la situazione è analoga

Ultimamente viene affrontato spesso il tema della progettazione probabilistica, sulla base di livelli di protezione, riconoscendo una certa 'pericolosità' e limitatezza di una normativa cogente che, di fatto,

E' ormai nota l'esigenza che ha portato i diversi paesi europei a riunirsi fondando il comitato europeo di normazione (CEN), con lo scopo di elaborare un codice che unificasse la concezione progettuale europea.

Ultimamente viene affrontato spesso il tema della

deresponsabilizza il progettista. In un ambito europeo (e mondiale) dove la mentalità è quella di andare verso soluzioni più aperte, consentendo la possibilità di scegliere molteplici metodologie, rafforzate da anni di campagne sperimentali, la normativa tecnica italiana sembra recepire il cambiamento solo in parte.

Questa problematica non riguarda solo la progettazione, così detta, "a freddo", ma anche tutto ciò che riguarda il calcolo delle strutture sottoposte a incendio.

Un operatore che si trova a dover affrontare la progettazione di una struttura nelle condizioni di incendio, dovrà analizzare diversi aspetti coinvolti:

- l'incendio come azione sulla struttura;
- il comportamento del materiale di cui questa è costituita;
- il comportamento della struttura nel suo complesso;
- il livello di capacità di prestazione richiesto.

Quando in una costruzione si sviluppa un incendio, da un punto di vista della sicurezza, la prima preoccupazione è relativa all'incolumità delle persone che si trovano nei locali interessati dal fuoco ed in quelli limitrofi, nonché dell'incolumità dei soccorritori. Questi ultimi, pur essendo protetti da fiamme e fumi, devono contare sulla capacità di resistenza delle strutture per poter intervenire nei locali investiti dall'incendio: pertanto interessa che, sotto un incendio sufficientemente gravoso, le strutture abbiano una resistenza espressa in termini di durata, tale da consentire l'intervento dei vigili del fuoco con adeguata sicurezza.

Con questo scopo sono state stabilite delle curve temperatura-tempo convenzionali (curve ISO), rappresentative delle condizioni più gravose di incendio, in rapporto alle quali stabilire la capacità di un elemento a fornire l'adeguata risposta in termini di resistenza (R), tenuta (E) ed isolamento (I).

Queste curve rappresentano azioni sempre crescenti e di durata illimitata: pertanto la classe di resistenza di una struttura (R30, R60, ...R240) rappresenta l'intervallo di tempo che intercorre dallo sviluppo dell'incendio al collasso della struttura.

Tuttavia gli incendi reali presentano tutti una fase crescente iniziale, una fase di pieno sviluppo, durante la quale viene consumato tutto il combustibile, ed una fase decrescente di spegnimento. A parte alcuni casi particolarmente catastrofici, ad esempio incendi in impianti industriali, nei quali l'incendio può durare alcune ore, solitamente, per la limitatezza del materiale combustibile e l'intervento tempestivo di spegnimento non si giunge necessariamente al collasso, ma piuttosto

La prevenzione incendi nell'edilizia universitaria

ad un danneggiamento. Nella attuale tendenza progettuale, risulta importante proprio la valutazione di questo danneggiamento. Pertanto, per assicurare alla struttura livelli di prestazione elevati, non è più possibile assumere a riferimento le curve nominali ISO, in quanto queste, essendo sempre crescenti e di durata illimitata, portano comunque alla crisi.

Diventa essenziale fare riferimento ad una curva che rappresenti in maniera più realistica l'effettivo comportamento di un incendio, tenendo conto della fase di spegnimento. A tale scopo sono state condotte numerose ricerche al fine di ottenere modelli più vicini alle realtà, in grado di tenere conto di alcuni, se non di tutti, dei principali parametri che intervengono nel fenomeno.

Le curve parametriche, già previste nella versione di aprile 1997 della ENV1991, sono tra i più semplici di questi modelli e considerano, oltre al carico di incendio, anche il *fattore di ventilazione*, parametro legato alle dimensioni e all'ubicazione delle aperture.

Accanto a queste recentemente se ne sono aggiunte altre (date dai modelli a zona e dai modelli di campo), che consentono di tenere conto anche delle misure di protezione, attiva e passiva, adottate e costituiscono un approccio di tipo probabilistico al problema, con la convinzione che anche la struttura può beneficiare di quanto è stato predisposto per garantire in modo ottimale la sicurezza delle persone.

Conseguentemente i costi aggiuntivi necessari per assicurare la stabilità dell'opera nelle condizioni di incendio saranno fortemente ridotti e le risorse utilizzate in maniera più efficace. L'uso di queste curve è recepito dalla versione finale degli eurocodici,

e permetterebbe l'uso di soluzioni progettuali talvolta scartate pur essendo più funzionali ed esteticamente più gradevoli. Spesso infatti si prescrive che gli elementi abbiano una certa classe di resistenza all'esposizione alla curva di incendio standard, ciò significa che devono essere progettati per resistere a determinate temperature del tutto inverosimili, data la geometria del compartimento, le protezioni adottate o l'effettivo carico di incendio.

Stabilita la "azione incendio", occorrono uno o più criteri in base ai quali decidere se il grado di sicurezza richiesto risulta effettivamente soddisfatto.

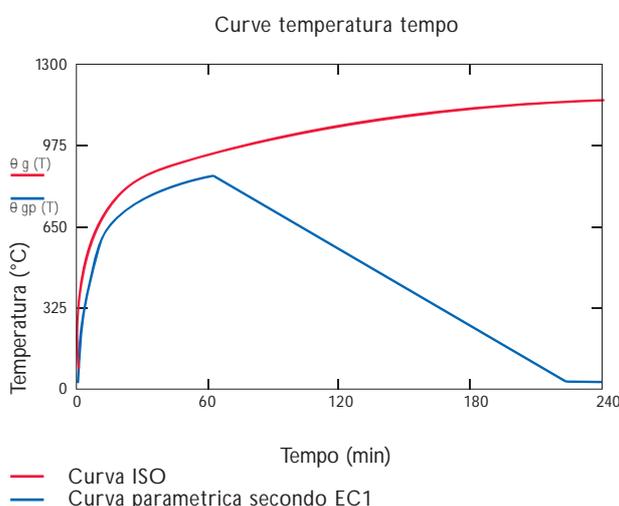
Attualmente la normativa italiana prevede che la verifica venga affidata esclusivamente all'analisi dei singoli elementi strutturali considerati isolati, ammettendo implicitamente che la sicurezza di un intero sistema sia garantita dalla sicurezza dei singoli componenti. Questo assunto rischia di essere eccessivamente cautelativo, in quanto, in linea di massima, la crisi della struttura avviene più tardi rispetto all'esaurimento della resistenza da parte delle singole sezioni. Esiste comunque, in alcuni rari casi, la possibilità che si manifesti la crisi a causa o dell'incremento di sollecitazioni dovuto alle coazioni termiche o al venir meno delle coazioni imposte, senza che i materiali abbiano avuto il tempo di degradarsi significativamente.

Tali aspetti sono messi in luce dall'attuale normativa europea, che consente, oltre all'analisi per elementi, anche analisi per sottostrutture e dell'intera struttura, nella quale si prende in considerazione il comportamento globale del sistema strutturale.

E' chiaro che una progettazione che assicuri un livello di protezione superiore al livello III, dovrà necessariamente passare dall'analisi dell'intero complesso strutturale. Infatti al momento in cui si rende necessario il controllo del regime deformativo "entro limiti accettabili", se non addirittura trascurabili, la valutazione della resistenza di un singolo elemento non fornisce più informazioni adeguate.

In vista dell'imminente conversione in legge degli eurocodici, come unica norma comune agli stati membri, tutti questi aspetti della progettazione strutturale meriterebbero ulteriori approfondite considerazioni.

Obiettivo generale delle norme europee, riguardanti la progettazione di edifici nella situazione di incendio, è la "limitazione del rischio nei confronti dell'individuo e della società, delle proprietà confinanti e dell'ambiente" rispettando i requisiti essenziali forniti dalla construction product directive 89/106/CEE: "L'opera dovrà essere progettata e costruita in



La prevenzione incendi nell'edilizia universitaria

modo che, in caso di incendio:

- la capacità portante venga mantenuta per un determinato tempo di esposizione;
- la formazione e la diffusione di fumi e fiamme all'interno dell'edificio sia limitata;
- la diffusione dell'incendio alle costruzioni vicine sia limitata;
- tutti i presenti possano abbandonare l'edificio o comunque mettersi in salvo;
- venga assicurata la sicurezza della squadra di soccorso".

In linea con la "filosofia" diffusa nel resto del mondo, i membri del CEN hanno ritenuto opportuno sottolineare che un procedimento completamente analitico per la progettazione nelle condizioni di incendio dovrebbe tenere conto del comportamento del sistema strutturale ad elevate temperature, della potenziale esposizione al calore e degli effetti benefici dei sistemi di protezione attiva e passiva, insieme con le incertezze associate a questi tre elementi e all'importanza della struttura.

A oggi è possibile tenere conto di molti, se non di tutti, questi fattori utilizzando metodi di calcolo avanzati; tuttavia al progettista si presentano due strade progettuali: una secondo regole prescrittive (prescriptive rules), l'altra secondo l'ottica prestazionale dei livelli di protezione (performance based code). Mentre nel primo caso le azioni termiche sono di tipo convenzionale, secondo le curve ISO, nel secondo caso vengono ricavate, secondo i criteri appena espressi, sulla base di principi fisici. L'eurocodice prevede comunque la possibilità di effettuare un'analisi estesa all'intera struttura o a sottostrutture (a differenza delle norme nazionali), anche seguendo la via prescrittiva, fornendo al progettista molteplici alternative progettuali.

Confrontando ad esempio l'eurocodice 2 "*design of concrete structures - Part 1-2: general rules - structural fire design*", con la corrispondente norma tecnica UNI9502 "*procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armati, normale e precompresso*" vigente attualmente in Italia, si notano sostanziali differenze proprio nell'approccio progettuale.

Quest'ultima, infatti, consente solamente un calcolo per elementi, restringendo la progettazione alla verifica della sezione più sollecitata: di tutte le vie progettuali che potenzialmente potrebbero prospettarsi, operando in Italia è possibile seguirne soltanto una. E' da sottolineare che alcune modellazioni avanzate sono tutt'ora in fase di studio; per queste l'eurocodice

non fornisce il metodo operativo, come invece fa nel caso dei metodi analitici semplificati, ma delinea i principi guida. Il progettista viene lasciato libero di scegliere la soluzione da adottare, purché essa sia in linea con i principi esposti e supportata da test sperimentali. Diversamente, la normativa italiana esclude ogni altra possibile alternativa.

In conclusione emerge la necessità urgente di integrare il contesto normativo italiano in riferimento a problematiche specifiche, come quella dell'edilizia universitaria, consentendo così l'adeguamento e la valorizzazione degli atenei italiani.

E' possibile tendere ad una soluzione di compromesso tramite la proposta di deroga in senso generale, attualmente in fase di studio presso l'università di Pisa, basata sul concetto di compartimentazione.

In questo modo:

- viene garantita la necessaria sicurezza anche nel caso di edifici complessi ad uso misto, considerando l'attività svolta all'interno del singolo compartimento e quindi sulla base dell'effettivo rischio;
- è possibile gestire l'esodo degli occupanti tenendo conto non solo del loro numero, ma anche della familiarità che questi hanno con gli ambienti e le relative vie di uscita;
- è possibile adeguare e riqualificare il patrimonio edilizio degli atenei, con particolare riguardo agli edifici soggetti a vincoli di tutela.

La soluzione auspicabile sarebbe quella di giungere ad un intero contesto normativo di tipo prestazionale, che fornirebbe risultati più attinenti alla realtà ed in linea con le attuali disposizioni europee.

Le norme prescrittive, infatti, fissano a priori le lunghezze massime delle vie di fuga, le dimensioni ed il numero delle uscite secondo l'attività prevalente dell'edificio in esame. Una normativa prestazionale, invece, consentirebbe di valutare la reale capacità di deflusso attraverso modelli di calcolo probabilistici, tenendo conto della densità di affollamento, della velocità di evacuazione, gli impianti di rilevazione e spegnimento presenti, la distribuzione delle vie di fuga nell'edificio e l'eventuale formazione e diffusione di fumi tossici.

In generale, una progettazione antincendio basata su un simile approccio permette di conseguire livelli di protezione adeguati, riducendo i costi aggiuntivi dovuti a prescrizioni non pertinenti al caso e consentendo di utilizzare le risorse in maniera più efficace, incanalandole laddove siano effettivamente necessarie.