NOTIZIARIO 03-04/'23

Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia

www.ingegneri.vr.it



PERIODICO TRIMESTRALE: OTTOBRE - DICEMBRE 2023 - N° 155
POSTE ITALIANE SPA SPED. IN ABB. POSTALE 70% NE/VRPED. IN ABB. POSTALE 70% NE/VR

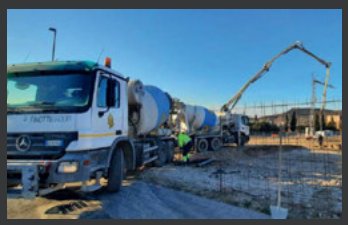
FINOTTIGROUP

la forza del gruppo

www.finottigroup.it

italmixer

t +39 045 6269063 - info@italmixer.it
www.italmixer.it




tecnoviadotti

t +39 045 7238000 - info@tecnoviadotti.it
www.tecnoviadotti.it



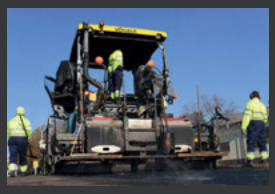
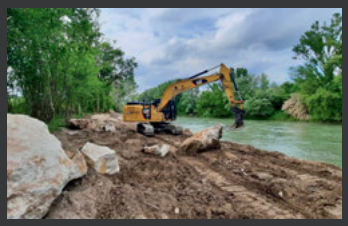

italcalor

t +39 045 7280371 - info@italcalor.it
www.italcalor.it



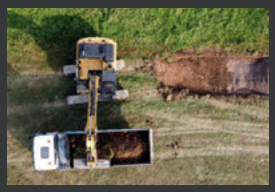

italbeton

t +39 045 7238000 - info@italbeton.it
www.italbeton.it

goitesecostruzioni

t +39 0376 688304 - info@goitesecostruzioni.it
www.goitesecostruzioni.it




movital

t +39 045 6269063 - info@movital.it
www.movital.it





italgreenpower

t +39 045 7238056 - info@italgreenpower.it
www.italgreenpower.it




C.A.M.P.I.
ANTINCENDI



DA TRE GENERAZIONI
GLI SPECIALISTI DELLA REALIZZAZIONE
DEGLI IMPIANTI ANTINCENDIO

- OLTRE **10.636** CLIENTI
- **38** TECNICI SPECIALIZZATI
- SPECIALISTI DAL **1966**



QUOTA ORA
LA REALIZZAZIONE DEL TUO PROGETTO

CHIAMACI

+39 045 954522

campiantincendi.it
Via Germania, 12b -37135 Verona
info@campiantincendi.it

Ottobre - Dicembre 2023
N° 155

Periodico trimestrale
Aut. Tribunale Verona
n. 565 del 7.3.1983

Direttore Responsabile
Giovanni Montresor

Redazione
37135 Verona
Via Santa Teresa, 12
Tel. 045 8035959
Fax 045 8031634
ordine@ingegneri.vr.it

Edizione e stampa a cura di
MEDIAPRINT
37057 - Via Brenta, 7
San Giovanni Lupatoto (VR)
Tel. 0459250920
gestione@mediaprint.org
www.mediaprint.srl

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VERONA E PROVINCIA

Comitato di Redazione

Andrea Falsirollo, Elena Guerreschi, Silvia Lavarini, Giovanni Montresor, Andrea Panciera, Roberto Emilio Penazzi, Anna Rossi, Silvio Rudella, Emanuele Vendramin, Mario Zocca, Adele Costantino.

Le opinioni dei singoli autori non impegnano la redazione. Gli articoli possono essere modificati per esigenze di spazio con il massimo rispetto del pensiero dell'autore. Le riproduzioni di articoli e illustrazioni è permessa solo previa autorizzazione della redazione. I dati personali degli abbonati in nostro possesso saranno trattati nel rispetto del D. Lgs. 196/03 recante il Codice in materia di protezione dei dati personali e con modalità idonee a garantirne la riservatezza e la sicurezza.

Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia

Presidente
Matteo Limoni

Vicepresidenti
Luigi Cipriani e Anna Rossi

Segretario
Lucio Faccincani

Tesoriere
Emanuele Vendramin

Consiglieri
Alice Bernabè, Vittorio Bertani, Alessandro Dai Pré, Sara Galasso, Marco Pantaleo Giaracuni, Silvia Lavarini, Stefano Lonardi, Valeria Angelita Reale Ruffino, Alberto Valli, Mattia Zago

Sommario

Notiziario Ordine degli Ingegneri di Verona e Provincia 3/4-2023



p.8



p.32



p.38



p.49

Editoriale 6
Ing. Giovanni Montresor

Il diossido di titanio, TiO2: una importante risorsa per ridurre l'inquinamento nelle nostre città...e molto altro 8
Prof.ssa UNIPD Roberta Bertani

Dal Bring Your Own Device (BYOD) al Corporate Owned Business Only (COBO): tra mode, rischi e opportunità 16
Dott.ssa Giulia Bontempini e Ing. Stefano-Francesco Zuliani

Dal Bring Your Own Device (BYOD) al Corporate Owned Business Only (COBO): tra mode, rischi e opportunità – le soluzioni 24
Dott.ssa Giulia Bontempini e Ing. Stefano-Francesco Zuliani

L'evoluzione dell'illuminazione degli spettacoli lirici nell'Arena di Verona 32
Ing. Jr Marcello Marconi

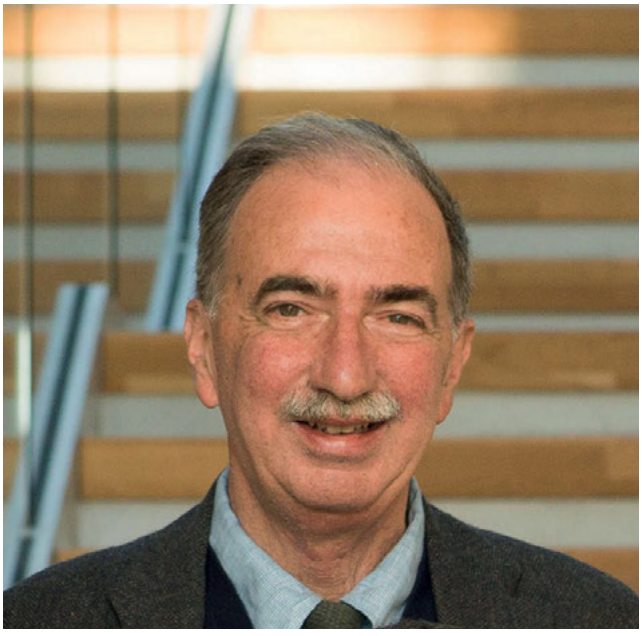
Calcestruzzo: controlli di accettazione tipo B 38
Ing. Gianluca Coati

Notre Dame brucia, il fuoco a Parigi 49
Ing. Alberto Maria Sartori

Analisi di sensitività tra prestazioni energetiche e parametri caratteristici dell'involucro edilizio 53
Ing. Dario Prando

Consiglio dell'Ordine 57

Editoriale



ing. Giovanni Montresor
Direttore del Notiziario dell'Ordine Ingegneri di Verona e Provincia



Dedico questo editoriale non alla presentazione dei contenuti degli articoli che seguono, quanto invece a fare il punto su alcune importanti questioni oggetto di interesse in questi mesi sia della politica che degli ambienti tecnici e professionali, questioni distinte su tre diversi livelli di competenza, nazionale, regionale e comunale.

Mi riferisco in particolare alla revisione del D.P.R. 380/2001, noto come Testo Unico per l'edilizia, alla revisione della L.R. 11/2004 – Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio - e all'avvio del processo di formazione del nuovo PAT – Piano di Assetto del Territorio del Comune di Verona.

Quanto alla riforma (o revisione) del D.P.R. 380/2001, sulla necessità della quale tutti gli attori del processo edilizio concordano dal momento che il testo attualmente vigente è ormai datato, pur oggetto in momenti diversi di numerosi interventi di modifica puntuali, se ne discute già dalla scorsa estate a seguito di dichiarazioni di origine politica che prospettavano una soluzione in tempi brevi.

In realtà la conclusione è tutt'altro che semplice, sia per la pluralità dei soggetti in gioco con interessi spesso diversi se non contrastanti, sia per le assai variegate situazioni territoriali del nostro paese; si pensi, a puro titolo di esempio, a quella che è una delle tematiche più calde e contrastate, cioè il superamento della "Doppia Conformità" nelle sanatorie, che non può e non deve, a nostro parere, configurarsi come un nuovo Condono Edilizio (come qualcuno pretenderebbe), ma che dovrebbe avere l'obiettivo di una rilevante semplificazione per le numerose casistiche di piccole difformità dal progetto assentito. Al riguardo appare necessario anche un parallelo intervento di modifica puntuale di alcuni articoli del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, tenuto conto che tanta parte del territorio italiano è soggetta alle varie tipologie di vincolo da tale testo derivanti.

Appare invece di più vicina conclusione il percorso di riforma della legge regionale 11/2004; non si tratta di una nuova legge di governo del territorio per la nostra Regione, che sarebbe stata peraltro auspicabile visti i tanti cambiamenti in tema di pianificazione urbanistica, ambiente e paesaggio (contesto economico e sociale, cambiamenti climatici, ecc) che hanno caratterizzato gli ultimi anni; appare tuttavia positivo aver riunito in un unico testo numerosi provvedimenti legislativi e normativi emanati dalla Regione Veneto dal 2004 ad oggi ed aver apportato alcune correzioni puntuali derivanti dall'esperienza pianificatoria di quasi un ventennio.

Il disegno di legge n. 244 di iniziativa della Giunta Regionale titolato "Veneto territorio sostenibile – Testo unico in materia di governo del territorio e tutela del paesaggio nella Regione del Veneto", licenziato il 10 gennaio scorso dopo una precedente fase di pubblicazione e presentazione di una bozza redatta dagli Uffici regionali, è ora all'attenzione di Enti vari, associazioni e Ordini professionali tecnici per osservazioni e contributi per poi passare all'esame della competente Commissione consiliare regionale.

Un breve cenno, infine, all'avvio dei lavori per la redazione del nuovo PAT del Comune di Verona che, a giudicare dagli obiettivi dichiarati, comporterà notevoli cambiamenti nella pianificazione urbanistica del territorio comunale, con un'accentuata attenzione alla sostenibilità ambientale e paesaggistica, alla riduzione del consumo di suolo, alla densificazione edilizia dove possibile e ad un rinnovato ed effettivo coinvolgimento della città (nella sua accezione più ampia), anche mediante innovative modalità di partecipazione.

Sarà inevitabilmente un percorso lungo e non facile nel quale mi auguro il nostro Ordine potrà e dovrà inserirsi con fattivi contributi.

Ing. Giovanni Montresor



Il diossido di titanio, TiO_2: una importante risorsa per ridurre l'inquinamento nelle nostre città...e molto altro

Prof.ssa UNIPD
Roberta Bertani

1. Introduzione

Il deterioramento della qualità dell'aria in contesto urbano ha conseguenze sempre maggiori sia sull'economia che sulla salute: per questo, notevole è l'impegno in ambito di ricerca per l'individuazione di strategie in grado di limitare, se non ridurre, l'inquinamento ambientale. Inoltre, per spingere in questa direzione, in ambito internazionale, in particolare in Europa, si sono definiti valori soglia di inquinanti[1] (che però vengono spesso superati) e che sono continuamente aggiornati secondo le indicazioni che giungono dall'organizzazione mondiale della sanità (WHO)[2]. Ad esempio, per quanto riguarda NO_2 il limite previsto attualmente è di 40 $\mu g/m^3$ nella media annuale ed è stato superato tra il 2001 e il 2018 in 25 aree urbane italiane (la concentrazione media più alta di 80 $\mu g/m^3$ è stata raggiunta a Torino) e in Veneto il superamento è stato rilevato, nello stesso periodo, in 1 stazione di rilevamento sulle 42 attive.

Una delle tecnologie più sostenibili per ridurre l'inquinamento atmosferico è l'uso di fotocatalizzatori sulle superfici

1 Air Quality (europa.eu)

2 EUR-Lex - 52022PC0542 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

degli edifici, data la loro grande estensione ed esposizione alla luce solare.
I catalizzatori sono sistemi chimici che accelerano le reazioni chimiche: un esempio sono le marmitte catalitiche in cui catalizzatori metallici a base di platino e rodio, depositati su supporti inorganici, realizzano processi di riduzione di CO e NOx a N_2 e CO_2 e processi di ossidazione di carburante incombusto e CO ad H_2O e CO_2 nel breve tempo in cui i fumi provenienti dal motore attraversano la marmitta stessa. I fotocatalizzatori, attivati dalla luce, sono in grado di degradare inquinanti atmosferici come gli NOx e composti organici volatili (VOCs).
Prodotti fotocatalitici commerciali sono stati studiati, realizzati e testati nell'ambito di due progetti finanziati dalla comunità europea, basati entrambi sul diossido di titanio, sotto varie forme, al fine di determinare il materiale più adatto da utilizzare come ricopertura degli edifici ad azione fotocatalitica.
Il progetto PICADA[3] (Photocatalytic Innovative Coverings Applications for Depollution Assessment) (2002-2005) è stato promosso nell'ambito del programma di ricerca "Competitive and Sustainable Growth" e ha coinvolto sia ricercatori, sia aziende (tra cui Italcementi). PICADA aveva come obiettivo lo sviluppo di nuovi materiali da costruzione con proprietà autopulenti (per eliminare i depositi scuri che ricoprono gli edifici) e in grado di degradare gli inquinanti in aria e acqua adsorbiti sulle superfici stesse. Attenzione è stata dedicate agli NOx e ai composti aromatici (benzene e derivati, i cosiddetti BTEX-benzene, toluene, etilbenzene e xileni). Obiettivi erano la comprensione del meccanismo dei processi chimici coinvolti, una valutazione delle durabilità del materiale e dei costi, per giungere ad uno sviluppo commerciale di nuovi prodotti.

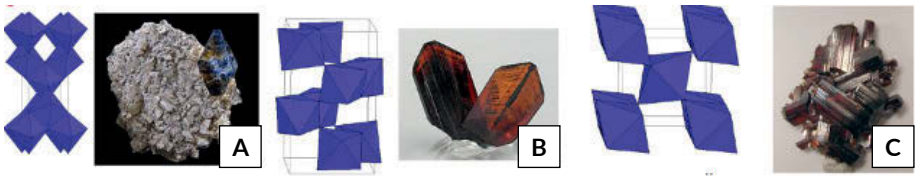


Figura 1: Le diverse forme cristalline di TiO_2 a temperatura ambiente: ***A****, Anatasio, a struttura cristallina tetragonale;* ***B****, Brookite, a struttura cristallina ortorombica;* ***C****, Rutilo, a struttura cristallina tetragonale*

È seguito il Progetto LIGHT2CAT[4] (Visible LIGHT Active PhotoCATalytic Concretes for Air pollution Treatment, 2012-2015) che mirava a sviluppare nuovi fotocatalizzatori in grado di agire in presenza di luce visibile, da testare in tutta Europa sia per interni che per esterni, con elevata selettività nella formazione di nitrati riducendo la formazione di NO_2. Allo scopo sono stati preparati e caratterizzati nuovi sistemi di ricoperture sia verticali che orizzontali, senza riduzione delle proprietà meccaniche e di durabilità rispetto ai materiali tradizionali. Sono stati condotti esperimenti in 3 luoghi: un sito in Copenaghen, uno in Valencia e uno lungo l'autostrada che collega Copenaghen con Holbaek. Nello specifico, il progetto si proponeva di sviluppare un fotocatalizzatore a base di ossido di titanio in grado di agire in presenza di luce visibile (non UV), di sviluppare un materiale cementizio contenente il fotocatalizzatore definendone il metodo corretto di applicazione/utilizzo sia per esterno di edifici, che per interni, che per pavimentazione urbana e di dimostrarne l'efficienza nella riduzione di NOx, SOx and VOCs valutando la durabilità dell'effetto. Il progetto si proponeva anche di effettuare uno studio LCA (Life Cycle Assessment) e una valutazione dei costi (LCC, Life Cycle Cost) tenendo in considerazione l'impatto sulle spese sanitarie determinate dall'inquinamento per le conseguenze sulla salute. Inoltre, nel progetto si mirava allo sviluppo di una normativa ISO per definire l'attività fotocatalitica di una materiale nell'abbattimento di NOx, SOx e VOCs, senza però trascurare l'eventuale impatto sulla salute derivante dall'uso di nanoparticelle, soprattutto indoor.
Nell'ambito dei progetti sono stati sviluppati fotocatalizzatori a base di TiO_2 modificati sia con metalli che con non metalli in grado di agire in presenza di luce visibile e con alta selettività nei confronti della formazione di nitrati, ne è stata studiata la industrializzazione e sono state preparate miscele cementizie diverse secondo l'uso (tipicamente con 4% di fotocatalizzatore). È stata dimostrata l'efficienza del 15% in più rispetto a fotocatalizzatori a base di TiO_2 non modificati: abbattimento per il 56.5% di NOx (da 84 a 36,5 ppb) a Valencia e per il 18.9 % (da 26.2 a 21.3 ppb) a Copenaghen; lungo l'autostrada Copenaghen-Holbaek è stata determinata una riduzione del 10% di NOx (NO ridotto del 12.64% e NO_2 del 7.37%).
L'azione fotocatalitica è stata confermata anche in presenza di luce LED o lampade a fluorescenza, molto usate per interni con elevata selettività verso la diretta riduzione di NO_2 e l'indiretta riduzione di O_3 per fotolisi di NO_2.

2. TiO_2 e fotocatalisi

Il diossido di titanio si ricava dalla ilmenite, un minerale costituito da ossido di ferro e titanio, $FeTiO_3$ (si trova soprattutto negli Urali, ma anche nelle Alpi e sulla Luna), da cui si estrae per trattamento con acido solforico e successivi processi di purificazione oppure da un processo al cloro. TiO_2 cristallizza in tre forme di diversa struttura cristallina e proprietà chimico-fisiche (Figura 1).

3 THE EUROPEAN PROJECT PICADA: STUDY OF TITANIUM DIOXIDE AS PHOTOCATALYST FOR A NEW CLASS OF BUILDING MATERIALS | Consiglio Nazionale delle Ricerche (cnr.it)

4 Visible LIGHT Active PhotoCATalytic Concretes for Air pollution Treatment | LIGHT2CAT | Project | News & Multimedia | FP7 | CORDIS | European Commission (europa.eu)

L'anatasio è la forma cristallina più utilizzata nella preparazione di cementi fotocatalitici essendo in grado di attivarsi per irraggiamento da parte della luce solare.

Il meccanismo con cui agisce il fotocatalizzatore si può infatti descrivere nel modo seguente [1].

Tutti i materiali solidi sono descritti dal punto di vista elettronico come sistemi caratterizzati da un livello energetico inferiore (o meglio, una serie di livelli energetici molto vicini tra loro che costituiscono una *banda*) *di valenza* e una *banda di conduzione* ad energia superiore. Le proprietà elettroniche dei materiali dipendono dalla entità della separazione (energy gap) tra queste due bande. Se esse sono sovrapposte, come nei metalli, il materiale è elettricamente conduttivo; se sono separate come nel diamante di circa 6 eV, il materiale è elettricamente isolante; se l'energy gap ha un valore intermedio si hanno i semiconduttori. TiO_2 è un semiconduttore in cui la banda di valenza e la banda di conduzione sono separate di circa 3 eV. Pertanto, per portare un elettrone che inizialmente si trova nella banda di valenza a quella di conduzione occorre una energia pari a 3 eV, che può essere ottenuta attraverso l'irraggiamento da parte di una radiazione elettromagnetica che abbia una frequenza data, secondo la legge di Planck $E = h\times \nu$, da

$\nu = 3.0\ eV/4.136\times10^{15}\ eV\times s = 7.25\times10^{15}$ Hz e con $\lambda = 410$ nm

che corrisponde ad una radiazione elettromagnetica nell'intervallo dell'ultravioletto (UV), vale a dire con lunghezza d'onda inferiore a 400 nm e frequenza maggiore di 0.75×10^{14} Hz.

A seguito, quindi, di irraggiamento di TiO_2 da parte di radiazione elettromagnetica nell'intervallo dell'UV avvengono una serie di processi, come illustrato in Figura 2:

i) Transizione di elettroni dalla banda di valenza (VB) alla banda di conduzione (CB) con la presenza quindi di elettroni in più nella banda di conduzione e di elettroni in meno (lacune, cariche positivamente) nella banda di valenza, situazioni che vengono definite come coppie elettrone, e⁻lacuna, h^+
$TiO_2 + h\nu \rightarrow TiO_2(h^+_{VB}) + TiO_2(e^-_{CB})$
ii) In presenza di O_2 gli elettroni formano radicali superossido $O_2^{-\bullet}$, specie estremamente reattive che poi in presenza di acqua formano altre specie radicaliche reattive, $HO_2^\bullet$ e $OH^\bullet$
iii) In presenza di acqua le lacune formano radicali ossidrili, $OH^\bullet$
iv) In presenza di composti organici e inorganici, le specie reattive formate danno origine a processi di ossido-riduzione degradativi
v) I processi si concludono con la ricombinazione di elettroni e lacune, con rilascio di calore.

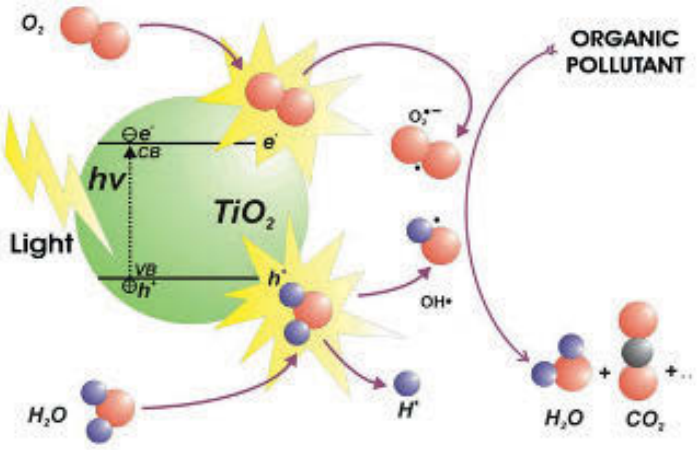


Figura 2: Il meccanismo della fotocatalisi, da A.O.Ibradon e P.Fitspatrick, Heterogeneous photocatalysis: recent advances and applications, Catalysts 3(2012)189.

In Figura 3 si può osservare, come esempio, la progressiva decolorazione di un campione di acqua contenente Rodamina B, una molecola con una intensa colorazione rosa, e TiO_2 (sotto forma di nanoparticelle) che decolora in circa 30 minuti se sottoposto a un irraggiamento con lampada UV.

Si è dimostrato che modificando TiO_2 con altri elementi (come azoto, zolfo, carbonio, o metalli) si ha una riduzione dell'energy gap, quindi, l'attivazione può avvenire anche con radiazione elettromagnetica a energie più basse, come quella dell'intervallo del visibile, aumentando quindi l'efficienza di un fotocatalizzatore esposto all'esterno. Drogando TiO_2 con N si ha la diminuzione dell'energy gap poiché si forma una banda aggiuntiva a circa 0.7 eV sopra VB e l'assorbimento si sposta nell'intervallo del visibile a circa 450 nm.

L'efficienza del fotocatalizzatore dipende oltre che dalla intensità e dalla energia della radiazione ricevuta dal fotocatalizzatore anche dall'accessibi-

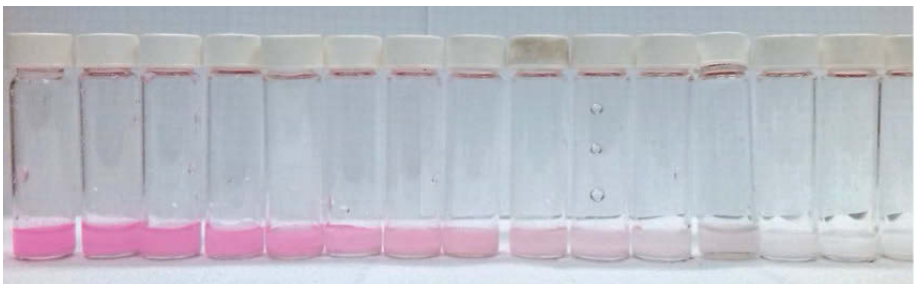


Figura 3: 200 mL di una soluzione acquosa 0.1 M di rodamina B contenenti 100 mg di TiO^2 (P25 Evonik-Degussa) esposti a radiazione elettromagnetica UV di lunghezza d'onda 310 nm decolorano in circa 30 minuti.

lità della superficie del fotocatalizzatore ad H_2O e O_2. Per quanto riguarda il primo aspetto bisogna quindi tenere in considerazione la latitudine alla quale si opera. Infatti, la radiazione elettromagnetica di lunghezze d'onda tra 380 e 390 nm rappresenta tra 3 e 5% della radiazione solare; per questo la fotocatalisi è applicabile soprattutto a latitudini sotto 35°N. Ad esempio, a Copenaghen (55.68°N) i dati mostrano che si ha ossidazione di NOx solo quando l'intensità della radiazione UV supera 600 kJ/m^2 al giorno, che rappresenta circa il 2% della radiazione solare totale a mezzogiorno. L'Italia è compresa tra 47°N del Trentino Alto Adige e 35°N di Lampedusa: potendo quindi sfruttare molto più efficacemente l'irraggiamento solare per una azione fotocatalitica.

3. I cementi fotocatalitici

Le miscele cementizie sono sistemi chimicamente complessi, che possono essere modificati dall'aggiunta di TiO_2 [2-6]. Nel cemento fresco si ha un pH alto (pH circa 13, la miscela ha un comportamento basico), l'acqua presente ha un'elevata forza ionica per la grande quantità di ioni in essa contenuti, in grado quindi di modificare drammaticamente la chimica della superficie delle particelle di TiO_2 che si possono aggregare e la dispersione di quest'ultimo negli altri componenti lo possono rendere meno accessibile ad ossigeno e acqua. Inoltre, nel tempo, il pH diminuisce per assorbimento di CO_2 e formazione di carbonati, modificando i possibili meccanismi delle reazioni di degradazione, ad esempio di NOx, poiché al variare del pH cambiano i potenziali redox delle specie coinvolte. Nonostante ciò, si è dimostrato [7] che le molecole di NOx sono sufficientemente piccole (100-200 pm) da penetrare nella matrice cementizia potendo quindi essere convertiti in nitriti e nitrati secondo le reazioni

$2NO_2 + 2\ OH^- \rightarrow NO_2^- + NO_3^- + H_2O$ e

$NO_2 + NO + 2\ OH^- \rightarrow 2\ NO_2^- + H_2O$

Un aspetto importante è la selettività verso la conversione di NOx a nitrati, non fermando la reazione a NO_2, la specie più tossica, in modo che avvengano le seguenti reazioni

$NO + O_2^- \rightarrow NO_3^-$

$NO + OH^\bullet \rightarrow HNO_2$

$HNO_2 + OH^\bullet \rightarrow NO_2 + H_2O$

$NO_2 + OH^\bullet \rightarrow NO_3^- + H^+$

I fotocatalizzatori vengono quindi valutati sulla base del *DeNOx* index (che deve assumere un valore positivo) definito come la differenza tra la concentrazione di NO e il triplo della concentrazione di NO_2 presenti alla fine del processo.

4. Altre applicazioni: l'azione autopulente

Grazie all'irraggiamento da parte di radiazione UV la superficie del film di biossido di titanio, già di per sé idrofilica, diventa superidrofilica. L'acqua depositata sulla superficie trattata tende a formare un film sottile anziché una goccia e i depositi scuri che sporcano la superficie, aderendo meno, sono dilavati via più facilmente da essa. Le gocce d'acqua si spandono facilmente, la superficie si asciuga molto velocemente e, ad esempio un vetro, non si appanna mai (l'appannamento è un fenomeno caratteristico di superfici con angolo di contatto maggiore di 20°).

L'efficienza fotocatalitica del film è influenzata dallo spessore, dalla rugosità superficiale, dalla porosità, dalla cristallinità, dalla quantità di impurità e dalla concentrazione di ioni ossidrilici in superficie. Si riporta come esempio quanto descritti per alcuni campioni di materiale cementizio prima dall'azione fotocatalitica e dopo lavaggio con acqua a simulare la pioggia [3,6]. Tra l'altro, il trattamento con acqua ha dimostrato di rigenerare l'efficacia di TiO_2, permettendo di verificare la prosecuzione dell'attività autopulente.

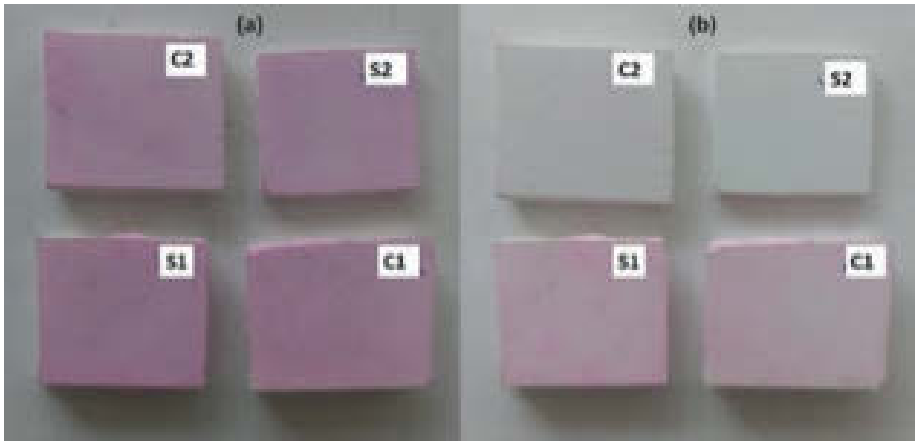


Figura 4: Campioni di mattonelle di cemento contaminate con rodamina B: (a) prima dell'azione fotocatalitica e (b) dopo irraggiamento UV per 2 ore e successivo lavaggio con acqua.

Numerosi sono gli edifici, in cui essendo stato usato un cemento fotocatalitico, che nel tempo hanno mantenuto il loro colore bianco. Alcuni esempi sono riportati nelle immagini che seguono (Figura 5).

5. Le applicazioni indoor

Non meno importanti sono applicazioni di rivestimenti indoor. L'aria è infatti non meno inquinata all'interno delle nostre case in cui sono presenti composti organici derivanti da operazioni di pulizia e dalla cottura dei cibi, ma anche inquinanti microbiologici, e varie sostanze allergogene. Intensa è la ricerca per sviluppare prodotti in grado di esercitare con efficacia l'azione fotocatalitica disinquinante, igienizzante e antiodore, anche in presenza dei normali sistemi di illuminazione per interni. Questo, ad esempio, sarebbe di grande importanza in tutte le strutture mediche ed ospedaliere.

Un cemento bianco Portland contenen-



Chiesa "Dives" in Misericordia, Roma



Citè de la Musique, Parigi



Stazione di polizia centrale di Bordeaux



Edificio di Air France in Aeroporto Roissy-Charles De Gaulle, Parigi



Studio Boeri, Milano



Torre de Especialidades del Hospital General Mexico City

Figura 5: Alcuni edifici rivestiti con materiali fotocatalitici

te il 5% in peso di TiO_2 si è dimostrato, ad esempio, in grado di assorbire e degradare fotocataliticamente la formaldeide, come modello per altri VOCs [8].

6. La purificazione dell'acqua

Negli ultimi anni, a seguito dei progressi nel campo della fotocatalisi eterogenea, sono stati anche progettati reattori fotocatalitici per l'industria del trattamento delle acque [9,10]. La scelta di un reattore adatto può accelerare la velocità di trattamento delle acque reflue e risparmiare efficacemente energia. Il reattore fotocatalitico utilizza la luce come energia di reazione, quindi, è necessario considerare l'efficienza di utilizzo della sorgente luminosa e l'efficienza di trasferimento della luce nel reattore. I reattori fotocatalitici possono essere suddivisi in reattori a letto fluido e reattori a letto fisso secondo la forma esistente di catalizzatore. I reattori a letto fluido (Figura 6) utilizzano i catalizzatori caricati direttamente sul supporto granulare sospeso nella soluzione da trattare. Hanno una grande superficie, piccole restrizioni di trasferimento di massa e una velocità di reazione rapida, ma il catalizzatore è difficile da recuperare. Nei reattori a letto fisso è invece facile separare il catalizzatore dal liquido e il catalizzatore può essere riciclato, quindi, hanno grandi prospettive di sviluppo industriale. Attualmente, la scelta del supporto del catalizzatore e la tecnologia di fissaggio sono i principali ostacoli all'amplificazione industriale dei catalizzatori a letto fisso.

7. L'azione antimicrobica

La fotocatalisi è stata di recente confermata come un efficiente ed ecocompatibile tecnologia per applicazioni nella disinfezione [11]. Ne è stata dimostrata l'azione nei confronti sia di batteri Gram positivi che Gram negativi come Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Streptococcus pneumonia etc. nonché nei confronti di funghi come Aspergillus niger, Fusarium graminearum e alghe (Tetraselmis suecica, Amphidinium carterae etc.). Tale efficacia si esplica attraverso la formazione di specie ossigenate reattive a carattere ossidante che danneggiano le membrane cellulari. In particolare, è stato dimostrato che nanoparticelle di silice rivestite di ossido di titanio esercitano azione battericida quando esposte a luce UV [12].

8. Il problema delle nanoparticelle

Di recente è quindi sorto il problema del possibile danno che la diffusione di nanoparticelle di TiO_2 potrebbe arrecare alla salute umana e all'ambiente a seguito della produzione di ROS, che possono determinare uno stress ossi-

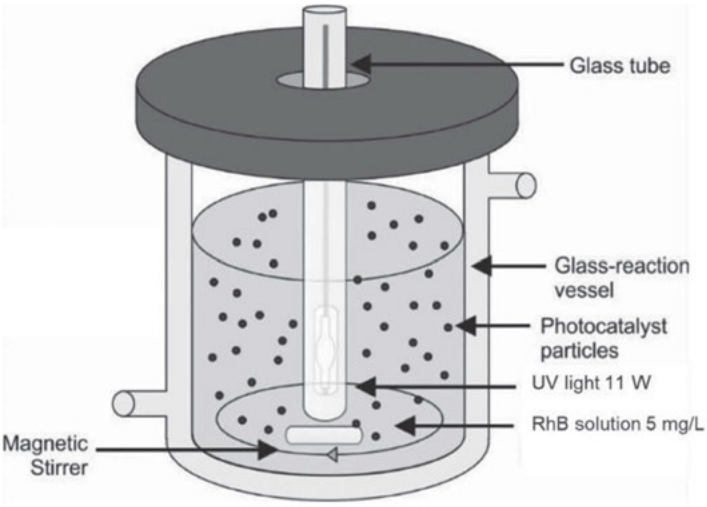


Figura 6: Schema di un reattore a letto fluido per il trattamento delle acque (da A.Huda, I.P.Mahendra, R.Ichwani, C.T.Handoko, High efficieent visible-light activated photo catalytic semiconductor In Direct Blue 71 degradation, J.of Chemistry 12(2019)308-318)



Figura 7: Le applicazioni dei materiali fotocatalitici in campo ambientale

dativo, infiammazione, genotossicità, modificazioni metaboliche e potenziale insorgenza di forme tumorali [13].

TiO_2 è considerato non tossico, LD50 > 2000 mg/kg, ma l'uso diffuso, ad esempio nei filtri solari, ha indotto una revisione dei limiti relativamente all'impatto ambientale e alla salute (soprattutto nella forma nanometrica). Ci si è ad esempio chiesti se TiO_2 sotto forma di nanoparticelle in prodotti per uso topico possa penetrare la cute ed entrare nel circolo sanguigno.

Il Comitato Scientifico per la Sicurezza dei Consumatori ha pertanto stabilito che, se usato come filtro solare, anatasio nanodimensionale deve essere presente in quantità inferiore al 5%, ricordando però anche che la dispersione nell'ambiente può modificare l'ambiente marino.

Come additivo alimentare l'«*innocuità sul potenziale cancerogeno non è ancora stata stabilita*». Tuttavia, la dose giornaliera accettabile è attualmente *senza limiti per JECFA* (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) e *non quantificabile* (in mancanza di NOAEL = *No Observed Adverse Effect Level*) per SCF (Scientific Committee of Food).

L'International Agency for Research on Cancer ha classificato TiO_2 come cancerogeno di classe 2b (cioé possibile cancerogeno) per l'uomo, se inalato e dall'8 febbraio 2020 TiO_2 è classificato in Europa come cancerogeno classe 2, cioè sospetto cancerogeno per inalazione. La norma europea impone al biossido di titanio, in polvere contenente più di 1 % di particelle con diametro aerodinamico pari o inferiore a 10 µm, la frase di rischio H351 (rischio per inalazione). Impone inoltre l'obbligo di apporre l'etichetta sull'imballaggio delle miscele liquide contenenti più di 1 % di particelle di biossido di titanio di diametro aerodinamico pari o inferiore a 10 µm con l›indicazione: *EUH211: "Attenzione! In caso di vaporizzazione possono formarsi goccioline respirabili pericolose. Non respirare i vapori o le nebbie."*

L'etichetta dell'imballaggio delle miscele solide contenenti più di 1 % di particelle di biossido di titanio di diametro aerodinamico pari o inferiore a 10 µm deve recare la seguente indicazione: *EUH212: "Attenzione! In caso di utilizzo possono formarsi polveri respirabili pericolose. Non respirare le polveri."*[5]

Prodotti commerciali e conclusioni

A partire dai brevetti della Mitsubishi Materials Corporation e Italcementi, sono stati sviluppati e posti sul mercato vari prodotti fotocatalitici con proprietà differenti secondo la quantità di TiO_2 e la tipologia (anatase o miscela rutilo/anatase).

Numerosi sono infatti i campi e gli apparati tecnologici in cui i processi fotocatalitici possono essere applicati in campo ambientale, come schematizzato in Figura 7, dalle pareti degli edifici alla pavimentazione stradale [14]. Un esempio di grande interesse è quello

5 Reecha.europa.eu/documents/10162/17240/guide_cnl_titanium_dioxide_en.pdf/

Tabella 1: Aziende attive nel settore dei nanomateriali per il settore delle costruzioni

Azienda	Profilo dell'azienda	Nanomateriali/Prodotti
Duravit	Materiali ceramici per sanitari; arredi da bagno	Nanotitania (n-TiO_2); Argento (Ag)
Agro Buchtal	Leader mondiale nella produzione di ceramiche	n-TiO_2; n-Fe_2O_3; Quarzite
Roca	Sanitari e piastrelle	n-TiO_2
Villeroy Boch	Prodotti ceramici di alta-qualità	Astoria, Aspen, Avalon
Nanoshel	n-TiO_2; CNT, n-SiO_2 e n-Al_2O_3 nella preparazione di nano-cemento	n-TiO_2; n-SiO_2 e n-Al_2O_3
Lafarge	Nanotecnologie nella preparazione di cementi	Cemento bianco Lafarge; Cemento Lafarge a basso contenuto in carbonio; Hydromedia; Thermedia.
Italcementi	Produzione di cementi	TX Active; Biodynamic light
Pilkington	Vetri autopulenti	n-TiO_2
PPG industries	Vetri autopulenti	n-TiO_2
Asahi Glass	Manifattura di vetri e materiali per elettronica	Vetri stratificati; Vetri temprati; Vetri resistenti al fuoco
ENEQ	Rivestimenti funzionali per vetri	Nanolaminati a base di Al_2O_3 e TiO_2; ZnS; fosfòri
Industrial Nanotech Inc.	Vernici e coatings isolanti	n-TiO_2 e altri coatings antibatterici
Relius Roof	Coperture per pareti, vernici, coatings e dispersioni	Acryl NanoTech
Bioni CS GMBH	Pitture e vernici	Pitture ad azione antibatterica e fungicida
Nanoguard	Tecnologie a plasma freddo per il trattamento di superfici	n-TiO_2, ZnO, Al_2O_3
MAXIT Airfresh	Malte per soffitti e pareti con n-TiO_2 ad azione fotocatalitica	n-TiO_2
Jotun	Vernici per protezione in ambiente marino	Hardtop, Jotamastic, Marathon, Penguard, Pilot

Tabella 1: Alcuni materiali per applicazioni fotocatalitiche e le aziende che li hanno sviluppati e commercializzati (da [18])

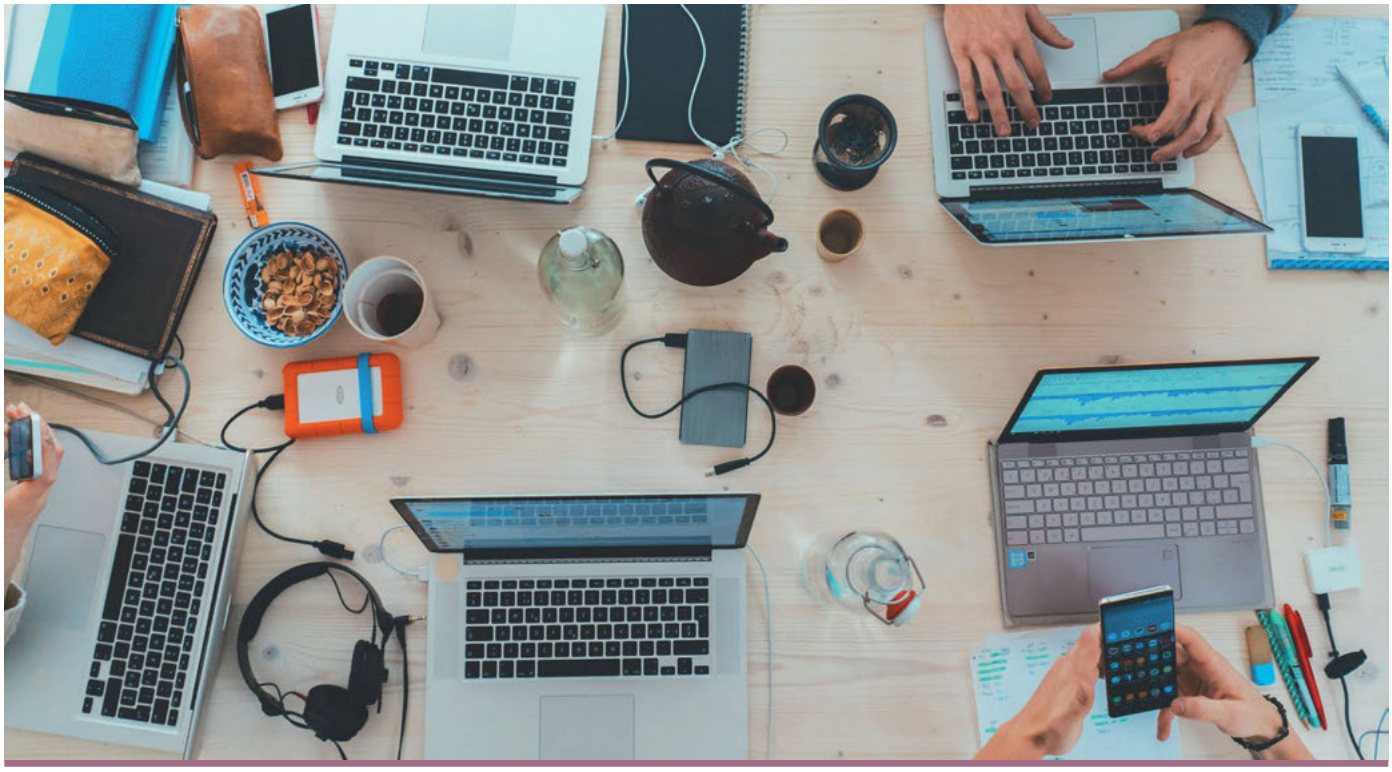
del rivestimento interno dei tunnels, in cui l'annerimento rappresenta un grave problema sia per la illuminazione che per la qualità dell'aria [15] (Figura 8).
Molto intensa è stata ed è la ricerca applicata nel settore dei materiali fotocatalitici per il settore delle costruzioni e in generale per le applicazioni ambientali [16], come dimostrato dell'elevatissimo numero di pubblicazioni scientifiche e di brevetti. Al 2013 erano già circa 150 i brevetti che riguardavano l'argomento dei cementi fotocatalitici, nei vari aspetti applicativi, ma cercando oggi nei siti che raccolgono tutti i brevetti – come Espacenet – se ne contano oltre 4000.

Di questi, tra i primi ci sono quelli di Italcementi [17] che ha sviluppato e commercializza ad esempio il prodotto TX Active, con proprietà fotocatalitiche, da applicare su substrati diversi (pareti verticali come rifinitura esterna o pavimentazioni) con proprietà autopulenti e in grado di degradare NOx e altri inquinanti come VOC o SOx, CO, H_2S e smog urbano)[6].
Numerosi sono i materiali fotocatalitici sviluppati dalle aziende in varie parti del mondo, in particolare per il settore delle costruzioni: alcuni esempi sono riportati nella tabella 1 tratta dal riferimento bibliografico 18.
Si può pertanto concludere che i materiali fotocatalitici ad oggi sono una realtà, più che una promessa. Numerosi sono gli esempi di applicazione, anche già da un certo tempo sperimentati quindi se ne possono conoscere i problemi (durabilità, aggregazione delle nanoparticelle, disattivazione, ecc).
In ambito economico, una analisi costi/benefici deve tener conto dello specifico contesto di applicazione e l'effetto dell'azione di disinquinamento cui tali materiali possono portare. Si è potuto ad esempio osservare che sono più efficienti se alta è la concentrazione di NOx, quando l'umidità relativa è superiore al 69%, in presenza di bassa velocità del vento (che aumenta il tempo di residenza degli inquinanti) e quando è ampia la superficie rispetto al volume di aria e infine in presenza di adatto irraggiamento solare (radiazione elettromagnetica di lunghezza d'onda tra 300 e 400 nm).
La ricerca è orientata oggi nella individuazione di materiali che possano utilizzare un più esteso campo della radiazione elettromagnetica, ad esempio drogando TiO_2 con elementi non metallici (TiO_2/N ad esempio, è di colore giallo, quindi assorbe radiazione elettromagnetica nel visibile; con grafene o nanotubi di carbonio [4]) o con metalli di transizione oppure modificandone la struttura e la morfologia. Quindi molto è ancora da fare considerando anche le ricadute che questi studi possono avere in ambiti diversi, dall'energia, alla salute, al futuro del nostro pianeta.

6 TX Active® - Il principio attivo fotocatalitico mangiasmog | Italcementi

Riferimenti Bibliografici

1 - X.Yang, D.Wang, *Photocatalysis: from fundamental principles to materials and applications*, ACS Appl.Energy Mater. 1(2018)6657-6693.
2 - D.E.Macphee, A.Folli, *Photocatalytic concretes-The interphase between photocatalysis and cement chemistry*, **Cement and Concrete Research** 85(2016)48-54.
3 - A.Folli, C.Pade, T.B.Hansen, T.De Marco, D.E.Macphee, *TiO_2 photocatalysis in cementitious systems: insights into self-cleaning and depollution chemistry*, **Cement and Concrete Research** 42(2012)539-548.
4 - V.Etacheri, C.Di Valentin, J.Schneider, D.Bahnemann, S.C.Pillai, *Visible-light activation of TiO_2 photocatalysts:advances in theory and experiments*, **J.Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews** 25(2015)1-29.
5 - J.K.Ratan, A.Saini, *Enhancement of photocatalytic activity of self-cleaning cement*, **Materials Letters** 244(2019)178-181.
6 - M.Luna, J.J.Delgado, I.Romero, R.Montini, M.L.Almoraima Gil, J.Martinez-Lopez, P.Fornasiero, M.J.Mosquera, *Photocatalyic TiO_2 nanosheets-SiO_2 coatings in concrete and limestone: an enhancement of de-polluting and self-cleaning properties by nanoparticle design*, **Construction and Building Materials** 338(2022)127349
7 - A.M.Kaja, H.J.H.Brouwers, Q.L.Yu, *NOx degradation by photocatalytic mortars: the underlying role of the CH and C-S-H carbonation*, **Cement and Concrete Research** 125(2019)105805.
8 - A.H.Aissa, E.Puzenat, A.Plassais, J.M.Herrmann, C.Haehnel, C.Guillard, *Characterization and photocatalytic performance in air of cementitious materials containing TiO_2. Case study of formaldehyde removal.* **Appled Catalysis B: Environment** 107(2011)1-8.
9 - S.K.Loeb et al. *The technology horizon for photocatalytic water treatment: sunrise or sunset?* **Environmental Science and Technology** 53(2019)2937-2947.
10 - L.Liu, W.Jiang, L.Chen, P.Xu, H.Wang, *Treatment of produced water with photocatalysis: recent advances, affecting factors and future research prospects*, **Catalysts** 10(2020)924-942.
11 - P.Sikora, K.Cendrowski, A.Markowska-Szczupak, E.Horszczaruk, E.Mijowska, *The effects of silica/titania nanocomposites in the mechanical and bactericidal properties of cement mortar*, **Construction and Building materials** 150(2017)738-746.
12 - P.Ganguly, C.Byrne, A.Breen, S.C.Pillai, *Antimicrobial activity of photocatalysts: fundamentals, mechanisms, kinetics and recent advances*, **Applied Catalysis B Environmental** 225(2018)51-75.
13 - F.Grande, P.Tucci, *Titanium Dioxide Nanoparticles: a Risk for Human Health?* **Mini Rev Med Chem** 16(2016)762-769.
14 - J.Mahy, C.A.Paez, J.Hollevoet, L.Courard, E.Boonen, S.D.Lambert, *Durable photocatalytic thin coating for road applications*, **Construction and Building Materials** 215(2019)422-434.
15 - E.Boonen et al. *Construction of a photocatalytic de-polluting field site in the Leopold II tunnel in Brussels*, **J. Environmental Management** 155(2015)136-144.
16 - C.Byrne, G.Subramanian, S.C.Pillai, *Recent advances in photocatalysis for environmental applications*, **J. Environmental Chemical Engineering** 6(2018)3531-3555.
17 - (a) Photocatalytic composites containing titanium and limestone; Patent number: 8598068, Filed: July 31, 2009; Date of Patent: December 3, 2013; Assignee: Italcementi S.p.A. (b) Cement compositions with a high photocatalytic power and an improved rheology; Patent number: 8754149, Filed: July 24, 2008; Date of Patent: June 17, 2014; Assignee: Italcementi S.p.A. (c) Coatings based on hydraulic binders with an optimal rheology and high photocatalytic activity, Patent number: 8377579, Filed: July 24, 2008; Date of Patent: February 19, 2013; Assignee: Italcementi S.p.A.
18 - L.P.Singh, R.K.Dhaka; D.Ali, I.Tyagi, U. Sharma, S.N.Banavath, *Remediation of noxious polluttants using nano-titania-based photocatalytic construction materials: a review*, **Environmetal Science and Pollution Research** 28(2021)34087-34107.



Dal Bring Your Own Device (BYOD) al Corporate Owned Business Only (COBO): tra mode, rischi e opportunità

dott.ssa Giulia Bontempini
e Ing. Stefano-Francesco Zuliani

Introduzione

L'espressione "Bring Your Own Device" (BYOD) è stata utilizzata per la prima volta sul finire degli anni 2000 per descrivere l'utilizzo come strumento aziendale di cellulari e PC portatili di proprietà dei dipendenti al posto di quelli forniti dal datore di lavoro. L'espressione deriva dal *party invitation* "Bring Your Own Bottle" (BYOB), utilizzata negli anni'70 in derivazione da "Bring Your Own Liquor" (BYOL), nata negli Stati uniti nel 1915, in pieno proibizionismo[1], per indicare i ristoranti nei quali non era possibile vendere alcolici ma era lecitamente permesso il consumo di quelli personali. Menzionata per la prima volta in un paper universitario del 2005[2], la pratica del BYOD è cresciuta fortemente di popolarità dal 2009, in seguito alla sua adozione da parte di Intel[3], ed esplosa come moda

1 Liquor, Sugar and Booze - a Bring-Your-Own History of BYOB https://esnpc.blogspot.com/2018/12/liquor-sugar-and-booze-bring-your-own.html

2 BYOD: Bring Your Own Device, by Rafael Ballagas, Michael Rohs, Jennifer G. Sheridan , and Jan Borchers http://www.vs.inf.ethz.ch/publ/papers/rohs-byod-2004.pdf

3 Mobile: Learn from Intel's CISO on Securing Employee-Owned Devices https://www.govinfosecurity.com/webinars/mobi-

fra le start-up dell'IT nel 2011, quando venne adottata da aziende del calibro di Citrix Systems e Unisys. All'epoca vene accolta favorevolmente dagli esperti di organizzazione aziendale e giudicata come un processo inevitabile e generatore di ottimizzazione di costi e processi aziendali. La tesi sottostante è che la permeabilità tra l'ambiente lavorativo e quello personale se ben gestita può generare vantaggi per aziende, dipendenti e collaboratori. Nel corso del tempo sono state declinate diverse leggerissime sfumature del BYOD, andando a definire ad esempio Bring Your Own Technology (BYOT), Bring Your Own Software (BYOS), Wear Your Own Device (WYOD). Per tutte, il concetto di base è l'utilizzo per finalità lavorative di PC portatili, cellulari, apparati wearable, connettività internet, tecnologie di vario tipo, strumenti software o servizi cloud acquistati o in licenza al dipendente.

Solo vantaggi?

Una volta bilanciati gli aspetti economici per via contrattuale, i vantaggi dell'adozione di una politica di BYOD sono numerosi per tutte le parti coinvolte. Il primo e più evidente è che i costi diretti per l'acquisto delle apparecchiature e delle licenze software sono a carico del personale, che comunque spesso già dispone di uno o più dispositivi personali che utilizza per gestire gli aspetti della propria vita privata. Il Datore di lavoro viene inoltre sgravato di tutti quei costi interni indiretti connessi alla gestione del c.d. "parco macchine", quali la gestione amministrativa, l'assistenza tecnica interna, la manutenzione e l'aggiornamento dei dispositivi. Non si pone inoltre la necessità di sostenere costi di formazione, in quanto i dipendenti utilizzano dispositivi a loro familiari che ben si adattano ai loro gusti ed esigenze. Si pensi, soprattutto in ambito IT ove questa pratica è nata, alle eterne diatribe tra Windows vs. Linux o Android vs. iOS. La sperimentazione, il confronto, la sana competitività interna e, perché no, lo *sfottò tra nerd* nei confronti di chi è ancorato per pigrizia a tecnologie oramai obsolete, possono portare all'innovazione tecnologica e a un miglioramento della competitività aziendale.

Sotto il profilo organizzativo, l'utilizzo di strumenti personali comporta l'abbattersi della barriera tra la sfera personale e quella professionale. Se il dipendente è *de facto* autorizzato a consultare la propria posta elettronica o la documentazione personale anche sul luogo di lavoro, diviene, di contro, più agevolmente raggiungibile nel tempo libero, quando, in caso di reperibilità, dovrà gestire solo i propri dispositivi personali. Inoltre, nell'ipotesi in cui cambi il posto di lavoro, il dipendente non avrà i problemi conseguenti alla portabilità del numero di telefono aziendale.

In prima analisi, dunque, l'adozione di una politica di BYOD comporta solo vantaggi, con piena soddisfazione per ambo le parti.

Tuttavia, ci sono anche alcune sfide per le aziende che adottano il BYOD.

"*È importante ricordare che il titolare del trattamento deve mantenere il controllo dei dati personali di cui è responsabile, indipendentemente dalla proprietà di il dispositivo utilizzato per effettuare il trattamento*"[4]. Egli rimane infatti sempre obbligato agli obblighi dettati dalla normativa cogente, anche se i lavoratori utilizzano per lavoro dispositivi di proprietà personale. Dovrà pertanto adottare tutte le misure adeguate[5], con la complicazione di doverne imporre l'adozione su dispositivi al di fuori del suo controllo tecnico, in quanto non di sua proprietà.

Per affrontare queste sfide le aziende devono implementare idonee politiche e procedure adeguate alla gestione del BYOD, tenendo conto dei possibili rischi e dei vari profili di responsabilità, anche penale.

Misure di (in)sicurezza

La sicurezza delle informazioni è il primo profilo di rischio da valutare, in quanto non vi è garanzia alcuna sul grado di protezione dei dispositivi al di fuori del controllo aziendale, indipendentemente dal numero di pagine di cui si compone il "*Regolamento sul corretto uso dei sistemi informativi aziendali*". Per questo motivo prima di adottare una politica di BYOD bisogna valutare il livello delle competenze tecniche del personale che userà dispositivi personali. Per un reparto IT è infatti estremamente difficoltoso verificare che i portatili e gli smartphone personali dei lavoratori siano dotati e mantengano nel tempo un livello di sicurezza adeguato: questi apparati potrebbero non essere conformi alle norme e ai regolamenti aziendali in materia di sicurezza delle informazioni. A ciò si aggiunga la difficoltà nel gestire e supportare l'interoperabilità fra una varietà di dispositivi, sistemi operativi e strumenti differenti. In caso di necessità di supporto, l'IT aziendale non sempre possiede sufficienti competenze per risolvere problematiche variegate su una molteplicità di dispositivi tecnologicamente differenti. La sperimentazione e la competizione interna producono vantaggi solo laddove gli utenti interni hanno un livello elevato di competenze informatiche. Altrimenti si riduce solo una moda onerosa.

Lasciare al libero arbitrio dei dipendenti l'adozione delle misure di sicurezza da adottare a protezione dei dati aziendali contenuti o accessibili dai dispositivi BYOD potrebbe portare ad un livello di protezione molto basso. A livello

le-learn-from-intels-ciso-on-securing-employee-owned-devices-w-264

4 ICO - Bring your own device (BYOD) https://ico.org.uk/media/for-organisations/documents/1563/ico_bring_your_own_device_byod_guidance.pdf

5 GDPR art. 24.1 Tenuto conto della natura, dell'ambito di applicazione, del contesto e delle finalità del trattamento, nonché dei rischi aventi probabilità e gravità diverse per i diritti e le libertà delle persone fisiche, il titolare del trattamento mette in atto misure tecniche e organizzative adeguate per garantire, ed essere in grado di dimostrare, che il trattamento è effettuato conformemente al presente regolamento. Dette misure sono riesaminate e aggiornate qualora necessario.

normativo, sebbene l'Allegato B[6] del Codice della Privacy, che prevedeva alcune norme basilari di sicurezza, sia stato abolito (in quanto in contrasto col principio di accountability sancito dal GDPR) rimane un'utile baseline in tema sicurezza, ma purtroppo spesso vengono ignorati anche i semplici princìpi in esso contenuti, come dimostrato dall'Autorità di protezione dei dati danese, che ha comminato una multa di € 6.700,00 ad un Comune per non aver impedito ai suoi dipendenti di disabilitare manualmente i codici di accesso sui telefoni cellulari personali che contenevano dati dei cittadini[7]. Oltre alla necessità di dotare ogni PC personale utilizzato sul luogo di lavoro di un valido antivirus, anche la scelta di quale programma adottare potrebbe essere opinabile. Col c.d. "Decreto Ucraina"[8] è stato di fatto reso illegale in molte realtà il noto antivirus russo Kaspersky[9], precedentemente considerato uno dei migliori a livello tecnico.

Gli utenti tecnologicamente più avanzati (non dimentichiamo che la pratica del BYOD è nata in ambito IT per favorire l'innovazione tecnologica interna) potrebbero valutare di effettuare il *jail-break* (o *rooting*)[10] del proprio smartphone, in modo da prenderne possesso con credenziali di "root" ed installarvici software personalizzato non presente negli store ufficiali. Apple sconsiglia[11] questa pratica in quanto comporta l'impossibilità di installare automaticamente aggiornamenti di sicurezza e rimuove dal dispositivo molte misure di sicurezza, tant'è che anche se un iPhone raramente può essere infettato da un virus, quando succede in genere è perché si tratta di un dispositivo sottoposto a jailbreaking[12].

Sim Swap

L'utilizzo di smartphone, e quindi di SIM personali, espone maggiormente gli utenti a subire casi di SIM Swap, ovvero il cambio fraudolento dell'intestazione della linea, con l'utilizzo di documenti falsi, in alcuni casi anche conseguente alla distrazione dei commessi degli affollati negozi di telefonia. Queste truffe sono finalizzate ad aggirare l'autenticazione a due fattori con SMS adottata dalle banche in sostituzione della più costosa chiavetta con One Time Password (OTP). In taluni casi è stata data ragione alle vittime[13] [14] [15] e per combattere queste truffe recentemente AGCOM ha emanato nuove regole per il cambio di intestazione delle linee telefoniche[16]. In ogni caso appoggiare l'autenticazione a due fattori di un conto corrente aziendale su di un numero di telefono personale comporta un fattore di rischio aggiuntivo in quanto, di norma, i controlli nel caso di cambio di intestatario di utenze *business* sono più scrupolosi rispetto a quelle *consumer*.

Dove sono i dati?

Un dipendente che ha in uso un dispositivo BYOD e con accesso alla rete aziendale potrà essere tentato di copiare sul proprio dispositivo tutti i dati ai quali ha accesso, magari anche solo per comodità lavorativa, di cui a quel punto l'Azienda perderà il controllo.

Qualora un dispositivo personale, non crittografato, contenente dati aziendali dovesse essere smarrito o rubato, si incorrerebbe nel rischio di *data breach*, con conseguente obbligo di notifica al Garante[17] e, in taluni casi, di avviso a tutti gli interessati coinvolti. La Data Protection Authority (DPA) danese ha emesso nel 2022 una sanzione di 100.000 DKK per la mancata crittografia di un'unità flash USB smarrita contenente dati personali (e per non averne denunciato la perdita)[18]. Un episodio similare si è verificato in Giappone, quando la gestione non autorizzata su dispositivi privati dei dati personali e fiscali di tutti i residenti di Osaka ne ha comportato la perdita[19]. Nel 2020 il DPA polacco ha comminato alla Warsaw University of Life Sciences (SGGW) una sanzione di PLN 50.000 (circa €

6 D. lgs. 196/2003 – Allegato B. Disciplinare tecnico in materia di misure minime di sicurezza (abolito dal d.lgs 101/2018)

7 Datatilsynet (Denmark) - Lolland Kommune https://gdprhub.eu/index.php?title=-Datatilsynet_(Denmark)_-_Lolland_Kommune&mtc=today

8 D.L. n. 21/2022, recante "Misure urgenti per contrastare gli effetti economici e umanitari della crisi Ucraina".

9 https://www.kaspersky.it/

10 Cfr ICO - Bring your own device (BYOD) punto 26) https://ico.org.uk/media/for-organisations/documents/1563/ico_bring_your_own_device_byod_guidance.pdf

11 Unauthorized modification of iOS can cause security vulnerabilities, instability, shortened battery life, and other issues https://support.apple.com/en-us/HT201954

12 How to remove virus from an iPhone? https://www.kaspersky.com/resource-center/threats/can-iphones-get-viruses

13 Truffa con sms fraudolento: la banca deve rimborsare https://www.studiocataldi.it/articoli/45022-truffa-con-sms-fraudolento-la-banca-deve-rimborsare.asp

14 ABF di Bari n. 753/2022

15 https://www.dirittobancario.it/wp-content/uploads/2022/10/Collegio-ABF-di-Roma-01-settembre-2022-n.-12005.pdf

16 AGCOM Delibera n. 86/21/CIR Modifiche e integrazioni della procedura di portabilità del numero mobile, di cui alla delibera n. 147/11/CIR, e connesse misure finalizzate ad aumentare la sicurezza nei casi di sostituzione della SIM (SIM swap) https://www.agcom.it/documentazione/documento?p_p_auth=fLw7zRht&p_p_id=101_INSTANCE_FnOw5lVOIXoE&p_p_lifecycle=0&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_INSTANCE_FnOw5lVOIXoE_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_INSTANCE_FnOw5lVOIXoE_assetEntryId=23785406&_101_INSTANCE_FnOw5lVOIXoE_type=document

17 GPDP Violazioni di dati personali (data breach) in base alle previsioni del Regolamento (UE) 2016/679 https://www.garanteprivacy.it/regolamentoue/databreach

18 Datatilsynet (Denmark) - Civilstyrelsen indstilles til bøde https://gdprhub.eu/index.php?title=Datatilsynet_(Denmark)_-_Civilstyrelsen_indstilles_til_b%C3%B8de&mtc=today

19 Man loses USB flash drive with data on entire city's residents after night out https://edition.cnn.com/2022/06/24/asia/japan-amagasaki-usb-data-intl-hnk/index.html

11.000,00) per il furto di un PC portatile non crittografato di proprietà di un dipendente, contenente dati personali degli studenti[20].

Il salvataggio distribuito dei dati aziendali su una pluralità di dispositivi, siano essi aziendali o personali, espone il Titolare al rischio che essi siano trattati per finalità ultronee rispetto a quelle dichiarate in informativa o rispetto alle quali si è raccolto il consenso. Ci si espone infatti al rischio che i dati siano trattati per un tempo superiore rispetto a quello nominalmente previsto e si rende più difficoltoso il rispetto dei diritti degli interessati in caso di istanze di accesso, rettifica, cancellazione o opposizione.

In caso di interruzione del rapporto di lavoro, cessa l'autorizzazione ad accedere a tali dati, ma se in caso di utilizzo di strumenti aziendali è semplice per l'IT aziendale revocare le credenziali di accesso mantenendo al contempo l'accessibilità ai dati, il problema ovviamente si complica nel caso di BYOD, esponendo così il Titolare ad ulteriori rischi sia di riservatezza che di disponibilità dei dati.

In caso di mancata cancellazione, si potrebbe configurare il reato di appropriazione indebita di dato informatico, ex art. 646 C.P.[21] [22] in quanto i file sono cose mobili, mentre in caso di accesso dopo la data di cessazione del servizio a strumenti aziendali, come i profili di posta elettronica o cloud, si configurerebbe il reato di accesso abusivo ad un sistema informatico o telematico ex 615ter C.P.

Infine, l'utilizzo di pratiche BYOD non permette di garantire, in fase di smaltimento del dispositivo, il rispetto delle linee guida dettate dal Garante[23], esponendo il Titolare ad ulteriori sanzioni.

Ulteriori fonti di rischio possono essere individuate nell'utilizzo dei dispositivi BYOD anche da parte di altri componenti della famiglia (es: un figlio per redigere una ricerca per scuola), con i conseguenti immaginabili pericoli di perdita o diffusione accidentale dei dati. Scenari simili possono realizzarsi facilmente nel caso di dipendenti che lavorano in smart working.

Lasciare al dipendente la scelta di quale browser utilizzare e come configurarlo potrebbe esporre l'azienda ad ulteriori pericoli. Recentemente è stato svelato[24] che i correttori ortografici di Microsoft Edge[25] e Google Chrome[26] effettuano le correzioni lato server, mandando per analisi alla casa madre i testi digitati. Vengono però inviate ai server di Google e Microsoft anche le password in chiaro digitate sui siti web, in tutti quei casi nei quali si preme il pulsante per svelarne il contenuto altrimenti asterisco.

E c'è chi recentemente ha sollevato dei dubbi anche sui tracciamenti operati da Windows 11[27].

La molteplicità di servizi gratuiti online (social, messaggistica, OCR di PDF, cloud gratuiti, intelligenze artificiali di ultima generazione, etc.) può sicuramente agevolare il lavoro dei dipendenti, ma potrebbe condurre a sanzioni per il datore di lavoro, specie se i servizi cloud comportano un trasferimento all'estero dei dati. È il caso della Banca il cui impiegato, in totale buona fede, per aiutare i clienti nell'evasione delle pratiche, chiedeva loro di inviare sul suo numero personale WhatsApp le fotografie dei documenti richiesti, comprese le carte d'identità, anche di minorenni[28]. L'Autorità Garante rumena, sanzionando l'Istituto di credito, ha rilevato l'assenza di adeguate misure tecniche e organizzative al fine di garantire un livello di sicurezza corrispondente al rischio di trattamento.

Più in generale, quando si installa l'App WhatsApp, questa sincronizza i dati della rubrica con i server Meta, situati negli Stati Uniti. Se ciò non rappresenta un problema quando lo strumento di messaggistica è utilizzato per scopi personali[29], la questione si complica quando invece l'App viene adoperata per restare in contatto con i propri clienti (per esempio, alcune farmacie lo utilizzano per la prenotazione dei farmaci o la loro consegna a domicilio) o imposta dal datore di lavoro come strumento di comunicazione con i dipendenti. In tal caso, per non incorrere in una violazione del GDPR è suggerito utilizzare WhatsApp Business, con qualifica di meta quale Responsabile del trattamento[30].

Talvolta le caselle di posta non si appoggiano a domini aziendali registrati ma sono create utilizzando servizi gratuiti, spesso Gmail in abbinata con l'intero

---

20 UODO - ZSOŚS.421.25.2019 https://gdprhub.eu/index.php?title=UODO_-_ZSO%C5%9AS.421.25.2019

21 Cassazione sentenza n. 11959 del 10/04/2020

22 La configurabilità del reato di appropriazione indebita di un dato informatico https://www.iusinitinere.it/la-configurabilita-del-reato-di-appropriazione-indebita-di-un-dato-informatico-29742

23 GPDP Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (Raae) e misure di sicurezza dei dati personali - 13 ottobre 2008 [1571514] https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/1571514

24 Chrome & Edge Enhanced Spellcheck Features Expose PII, Even Your Passwords https://www.otto-js.com/news/article/chrome-and-edge-enhanced-spellcheck-features-expose-pii-even-your-passwords

25 Editor Microsoft: il correttore ortografico e grammaticale https://microsoftedge.microsoft.com/addons/detail/editor-microsoft-il-corr/hokifickgkhplphjiodbggjmoafhignh

26 Per chi volesse disattivare la funzione in Chrome: chrome://settings/?search=controllo%20ortografico

27 The PC Security Channel - Has Windows become Spyware? https://www.youtube.com/watch?v=IT4vDfA_4NI&t=2s

28 Sancțiune pentru încălcarea RGPD https://www.dataprotection.ro/?page=Sanctiune_pentru_incalcarea_RGPD_BCR&lang=ro

29 GDPR art. 2.2. Il presente regolamento non si applica ai trattamenti di dati personali: (..) c) effettuati da una persona fisica per l'esercizio di attività a carattere esclusivamente personale o domestico;

30 Informazioni sui contatti e sull'applicazione WhatsApp Business https://faq.whatsapp.com/826989998567082/?locale=it_IT

ecosistema Google: Google Calendar, Google Drive, Google docs, etc. Questi servizi non sono gratuiti ma pagati con i dati personali forniti mediante il loro utilizzo, tant'è che la posta contenuta nelle caselle Gmail viene lette sia da algoritmi di profilazione che da persone fisiche[31]. Tra l'altro questi account sono quasi sempre creati come personali e pertanto rendono inapplicabile la nomina di Google quale Responsabile esterno del Trattamento ex art. 28 GDPR[32].
Rimanendo nell'ecosistema Google, l'Agenzia svedese per la protezione della privacy (IMY) ha comminato una sanzione di 300.000 corone svedesi contro la locale Agenzia delle Dogane in quanto due dipendenti delle operazioni criminali doganali avevano attivato il servizio cloud di Google Foto sui loro dispositivi aziendali, appoggiandolo però al loro account privato, sincronizzando così tutte le fotografie che scattavano per lavoro[33]. Google, una volta in possesso di quei dati, effettua trattamenti non chiari, quale il riconoscimento facciale dei soggetti ignari fotografati[34]. Similarmente, il nuovo regolamento dell'Unione Europea che intende combattere gli abusi sessuali su minori online[35] imporrà alle piattaforme Internet, comprese le app di messaggistica crittografate *end-to-end* come Signal e WhatsApp, di effettuare una scansione lato client di tutti i messaggi alla ricerca di contenuti pedopornografici[36] [37] , utilizzando tecniche di intelligenza artificiale. Al di fuori di specifici ambiti, difficilmente nella sfera lavorativa vengono trattate immagini di tale tipo (e, in tal caso, l'elenco delle misure di sicurezza da adottare sarebbe estremamente corposo). Per scopo personale potrebbe però lecitamente capitare di trattare immagini fraintendibili come tali, ad esempio nel caso di fotografie scattate da preoccupati genitori ai genitali dei figli e scambiate col proprio medico pediatra per un consulto d'emergenza a distanza. In ipotesi come quest'ultima gli algoritmi potrebbero far scattare un falso positivo. È il caso realmente accaduto e che ha riguardato alcuni sfortunati genitori a cui Google ha subito cancellato senza possibilità di appello i relativi profili, con perdita irrimediabile di tutto il contenuto presente e con denuncia all'Autorità Giudiziaria competente per pedopornografia[38] [39] [40]. In questi scenari tutt'altro che ipotetici, l'azienda che avesse acconsentito a far salvare documenti aziendali su un profilo Google Drive personale del dipendente si troverebbe senza preavviso a perdere tutti i dati.
È infine discusso se e quanto gli assistenti vocali memorizzino o meno su cloud le richieste o le conversazioni udite; per tale motivo ad esempio IBM ha vietato l'utilizzo di Siri nella sua rete aziendale[41] (oltre che anche DropBox e iCloud[42]).
Posto che ovviamente gli strumenti e i dispositivi personali sono scelti dagli utenti, bisognerà interrogarsi sul supporto da loro utilizzato per salvare le credenziali di accesso ai vari servizi aziendali. Una soluzione molto diffusa è quella di salvare le credenziali di accesso ai siti web all'interno del proprio profilo personale di Google, accessibile da Google Chrome, con i conseguenti problemi di riservatezza derivanti dalla normativa americana. Una soluzione più adeguata è utilizzare sistemi di password management, ma demandare la scelta al lavoratore può causare rischi, come hanno dimostrato le recenti violazioni di Norton Password Manager[43] e LastPass[44]. Al momento una buona soluzione, a pagamento, sembra essere 1Password[45], ma anche in questo caso non vi sarebbe garanzia sull'utilizzo del Multi Factor Authentication (MFA)[46] o

31 Tech's 'Dirty Secret': The App Developers Sifting Through Your Gmail https://www.wsj.com/articles/techs-dirty-secret-the-app-developers-sifting-through-your-gmail-1530544442

32 Nota: molti professionisti usano Gmail, e non si rendono conto del rischio che corrono in caso di segnalazione al Garante da parte di un cliente.

33 Sanktionsavgift mot Tullverket för bristande rutiner https://www.imy.se/nyheter/sanktionsavgift-mot-tullverket-for-bristande-rutiner/

34 La Funzione Di Google Foto Porta A Un Pagamento Di $ 100 Milioni Per Violazione Della Legge Sulla Privacy https://aniqlo.com/it/la-funzione-di-google-foto-porta-a-un-pagamento-di-100-milioni-per-violazione-della-legge-sulla-privacy/

35 Document 52022PC0209 Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL laying down rules to prevent and combat child sexual abuse https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022PC0209

36 The Commission's gross violation of privacy — endangering encryption https://www.politico.eu/article/eu-commission-violation-privacy-endangering-encryption/

37 Traduzione qui https://www.federprivacy.org/informazione/punto-di-vista/la-commissione-europea-vuole-mantenerci-piu-al-sicuro-violando-la-nostra-privacy-e-indebolendo-proprio-cio-che-ci-protegge

38 Chi difende gli adulti? Cassandra Crossing/ Gli automatismi e il tecnocontrollo che portiamo anche in tasca sono pericolosi? In che modo? E cosa vuol dire in pratica "essere un falso positivo"? https://www.zeusnews.it/n.php?c=29460

39 Genitori indagati dopo aver mandato foto dei figli ai medici https://www.zeusnews.it/n.php?c=29463

40 A Dad Took Photos of His Naked Toddler for the Doctor. Google Flagged Him as a Criminal. https://www.nytimes.com/2022/08/21/technology/google-surveillance-toddler-photo.html

41 IBM Outlaws Siri, Worried She Has Loose Lips https://www.wired.com/2012/05/ibm-bans-siri/

42 IBM blocks Dropbox and iCloud as well as Siri https://www.slashgear.com/ibm-blocks-dropbox-and-icloud-as-well-as-siri-23229571/

43 NortonLifeLock warns that hackers breached Password Manager accounts https://www.bleepingcomputer.com/news/security/nortonlifelock-warns-that-hackers-breached-password-manager-accounts/

44 Notice of Recent Security Incident https://blog.lastpass.com/2022/12/notice-of-recent-security-incident/

45 https://1password.com/

46 Turn on two-factor authentication

della nuova funzionalità Passkeys[47].
Nei casi in cui il dipendente dovesse installare su dispositivi personali utilizzati per scopi lavorativi software non licenziato, l'Azienda, seppur ne trarrebbe un profitto derivante dal risparmio dall'acquisto delle relative licenze[48] [49], si esporrebbe al rischio di incorrere nei i c.d. "Reati 231"[50]. Per questo motivo è necessario che anche sui dispositivi personali vi sia da parte dell'Azienda una verifica delle licenze software, con eventuale accollo dell'acquisto di quelle necessarie[51]. Discorsi analoghi possono essere fatti anche per l'utilizzo di contenuti multimediali.
Infine, se l'utente utilizza dispositivi personali potrebbero insorgere controversie in materia di diritti di proprietà intellettuale sulle opere sviluppate dal dipendente.

"La S in IoT rappresenta la Sicurezza"[52]

La miriade di apparati personali collegati alla rete WiFi aziendale potrebbe creare ulteriori problematiche in punto di sicurezza. Questi apparati potrebbero infatti essere violati o facilmente violabili[53] [54], esponendo l'azienda a rischi di subire attacchi dall'interno. Le cronache sono ricche di esempi di attacchi veicolati alle reti aziendali attraverso oggetti della galassia dell'Internet of Things (IoT), quali macchinette del caffè[55], termometri degli acquari[56] o webcam[57] [58]. Vi sono inoltre curiose e inquietanti violazioni subite a causa di una miriade di dispositivi interconnessi, quali aspirapolveri robotici dotati di fotocamera[59] [60], bambole per bambini che hanno microfoni e altoparlanti[61] [62] [63] [64] e sex toys femminili dotati di WiFi, webcam e funzionalità streaming[65]. Questi ultimi sono sicuramente esempi da prendere col beneficio di inventario e difficilmente applicabili alla realtà quotidiana del BYOD, ma sono particolarmente esemplificativi dei rischi informatici derivanti dall'interconnessione alla rete aziendale di apparati non approvati dall'ufficio IT. Oggi il numero di malware destinati ad apparati IoT è in continua crescita[66]: ci sono persino dei motori di ricerca specializzati per aiutare a trovare gli IP pubblici degli IoT violabili[67]. Questi apparati spesso sono utilizzati per creare

for your 1Password account https://support.1password.com/two-factor-authentication/

47 The passwordless experience you deserve https://www.future.1password.com/passkeys/

48 Delitti in materia di violazione del diritto d'autore (Art. 25-novies, D.Lgs. n. 231/2001) [articolo aggiunto dalla L. n. 99/2009]

49 Art. 171-bis l. 633/41.Chiunque, al fine di trarne profitto, su supporti non contrassegnati SIAE riproduce, trasferisce su altro supporto, distribuisce, comunica, presenta o dimostra in pubblico il contenuto di una banca di dati in violazione delle disposizioni di cui agli articoli 64-quinquies e 64-sexies, ovvero esegue l'estrazione o il reimpiego della banca di dati in violazione delle disposizioni di cui agli articoli 102-bis e 102-ter, ovvero distribuisce, vende o concede in locazione una banca di dati, è soggetto alla pena della reclusione da sei mesi a tre anni e della multa da euro 2.582 a euro 15.493. La pena non è inferiore nel minimo a due anni di reclusione e la multa a euro 15.493 se il fatto è di rilevante gravità»

50 D.lgs. 231/2001 Disciplina della responsabilità amministrativa delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche prive di personalità giuridica, a norma dell'articolo 11 della legge 29 settembre 2000, n. 300

51 ISO/IEC 27002 6.2.2 Teleworking i) software licensing agreements that are such that organizations may become liable for licensing for client software on workstations owned privately by employees or external party users;

52 Stefano Quintarelli, imprenditore e informatico italiano, deputato della Repubblica dal 2013 al 2018. L'attento lettore avrà notato che nella sigla "IoT" manca la lettera "S".

53 IoT: How I hacked my home https://securelist.com/iot-how-i-hacked-my-home/66207/

54 How to Use Smart Devices and Stay Safe from Hackers https://securelist.com/surviving-in-an-iot-enabled-world/72595/

55 How the coffee-machine took down a factories control room https://www.reddit.com/r/talesfromtechsupport/comments/6ovy0h/how_the_coffeemachine_took_down_a_factories/

56 Hackers exploit casino's smart thermometer to steal database info https://mashable.com/article/casino-smart-thermometer-hacked

57 Persirai: New IoT Botnet Targets IP Cameras https://www.trendmicro.com/en_us/research/17/e/persirai-new-internet-things-iot-botnet-targets-ip-cameras.html

58 Woman Films the Terrifying Moment a Hacker Takes Over Her Webcam https://interestingengineering.com/innovation/woman-films-the-terrifying-moment-a-hacker-takes-over-her-webcam

59 A Roomba recorded a woman on the toilet. How did screenshots end up on Facebook? https://www.technologyreview.com/2022/12/19/1065306/roomba-i-robot-robot-vacuums-artificial-intelligence-training-data-privacy/

60 Perché ci si può preoccupare se Amazon compra le scope robot Roomba https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/privacy/perche-ci-si-puo-preoccupare-se-amazon-compra-le-scope-robot-roomba/

61 A Cute Toy Just Brought a Hacker Into Your Home https://www.nytimes.com/2017/12/21/technology/connected-toys-hacking.html

62 Bundesnetzagentur removes children's doll "Cayla" from the market https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2017/17022017_cayla.html?nn=404422

63 Connected toys violate European consumer law https://www.forbrukerradet.no/siste-nytt/connected-toys-violate-consumer-laws

64 CloudPets stuffed toys leak details of half a million users https://www.theguardian.com/technology/2017/feb/28/cloudpets-data-breach-leaks-details-of-500000-children-and-adults

65 Breaking the Internet of Vibrating Things : What We Learned Reverse Engineering Bluetooth- and Internet-Enabled Adult Toys https://defcon.org/html/defcon-24/dc-24-speakers.html#follower

66 191. Conferenza: Tre teoremi di Psicologia Sociale per la Sicurezza degli IoT https://www.youtube.com/watch?v=kgjMZ32B8Yk

67 https://help.shodan.io/the-basics/search-query-fundamentals

una botnet distribuita[68], vale a dire una rete composta da dispositivi infettati da malware, detti appunto bot, costruita con lo scopo di effettuare attacchi informatici massicci.

Un ulteriore rischio deriva dagli ulteriori apparati personali connessi ai dispositivi ad uso privato ma utilizzati anche per motivi di lavoro.

Il caso più comune è quello della rete WiFi, ad esempio di hotel e aeroporti, notoriamente non sicure e che espongono gli utenti a subire attacchi *man-in-the-middle*, nei quali gli attaccanti creano reti WiFi gratuite appositamente per attrarre il traffico di ignari viaggiatori, *sniffare* i dati in transito, estrarre le credenziali di accesso ai servizi e attuare azioni criminali mirate di vario tipo. Ciò detto, anche la rete di casa non è esente da rischi. Durante lo smart working è pratica comune interfacciare dispositivi alla rete casalinga, intrinsecamente non sicura e ricca, come visto, di dispositivi potenzialmente vulnerabili. L'utilizzo di uno Smartwatch o l'impostazione di visualizzare l'anteprima dei messaggi sul display del cellulare potrebbe comportare la lettura da parte di terzi dei messaggi scambiati sul telefono. In taluni casi, addirittura senza la violazione formale della privacy del proprietario in quanto l'elemento caratterizzante di una immagine è il suo oggetto. "*Non vi è quindi alcuna differenza tra la foto di una schermata e quella che ritrae persone intente in effusioni*"[69] [70].

Secondo una ricerca di McKinsey[71], entro il 2030 le auto connesse ad internet saranno il 95% del totale. L'attuale tendenza è demandare alcune funzionalità agli smartphone, ad esempio non dotando il veicolo di un navigatore e spingendo l'utente a collegare il proprio dispositivo. In tali casi, il veicolo sincronizzerà dal sistema i dati della rubrica, la cronologia delle chiamate e la messaggistica, compresa quella lavorativa. Sono dati per molti appetibili, per questo motivo l'European Data Protection Board (EDPB) ha emanato nel 2020 apposite linee guida sui veicoli connessi[72]. Tutele e attenzione vanno anche prestati anche ai dati prodotti da questa nuova generazione di veicoli: da qui la richiesta di una legislazione europea che regoli l'accesso ai dati prodotti dai veicoli sottoposta da dieci Associazioni Europee in rappresentanza dei principali operatori del comparto automotive, sottoposta all'attenzione del Presidente della Commissione Europea, Ursula von der Leyen, e al Collegio dei Commissari[73].

In taluni casi potrebbe creare rischi anche il semplice utilizzo nei luoghi di lavoro di tecnologa personale non interconnessa alla rete aziendale. Ad esempio l'utilizzo di smartwach e app personali di fitness da parte di militari statunitensi in missione all'estero, utilizzati per tracciare i loro percorsi di allenamento, ha svelato al mondo la posizione di alcune basi militari segrete. Correvano intorno al perimetro della base, in un luogo dove secondo le mappe non avrebbe dovuto esserci nulla, e condividevano sui social i tracciati e le loro performance[74] [75] [76].

Conclusioni

Gli attuali 50enni ricordano ancora il telefono a disco della SIP della loro gioventù[77] e le tecnologie della galassia IoT non hanno ancora fatto abbastanza danni darwiniani per poter avere un posto nel nostro percorso evolutivo. Da qui la difficoltà, anche per i tecnici del settore, di ben comprendere dove finisce il mondo reale e dove inizia internet e di avere una piena consapevolezza dei rischi conseguenti. Per una azienda è pertanto troppo rischioso demandare la salvaguardia dei propri dati al buon senso dei dipendenti senza aver prima svolto adeguate riflessioni in merito alla gestione dei rischi derivanti dall'introduzione di una politica di BYOD.

In questo articolo sono stati analizzati i vantaggi e i rischi connessi al BYOD. Nella seconda parte di questo articolo andremo ad analizzare le linee guida in materia per una sua ottimale adozione.

---

68 Mirai, la botnet che controlla migliaia di dispositivi IoT https://neeners.neen.it/mirai-la-botnet-che-controlla-migliaia-di-dispositivi-iot/

69 Lecite le foto dello smartwatch: addebito per il marito fedifrago https://www.studiocataldi.it/articoli/45150-lecite-le-foto-dello-smartwatch-addebito-per-il-marito-fedifrago.asp

70 Tribunale di Benevento, prima sezione civile, sentenza 2214/2022

71 Unlocking the full life-cycle value from connected-car data https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/unlocking-the-full-life-cycle-value-from-connected-car-data

72 EDPB Linee guida 01/2020 sul trattamento dei dati personali nel contesto dei veicoli connessi e delle applicazioni legate alla mobilità https://edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-012020-processing-personal-data-context_it

73 ACI Il mondo auto scrive a von der Leyen e ai commissari europei https://www.aci.it/archivio-notizie/notizia.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=2633&cHash=bc81bf96d8721210e9827fc8f0c1ecd7

74 Strava released their global heatmap https://twitter.com/Nrg8000/status/957318498102865920

75 U.S. soldiers are revealing sensitive and dangerous information by jogging https://www.washingtonpost.com/world/a-map-showing-the-users-of-fitness-devices-lets-the-world-see-where-us-soldiers-are-and-what-they-are-doing/2018/01/28/86915662-0441-11e8-aa61-f3391373867e_story.html

76 Il Foglio Così la "grande svista" delle app di jogging mette in pericolo le basi militari https://www.ilfoglio.it/esteri/2018/01/29/news/cosi-la-grande-svista-delle-app-di-jogging-mette-in-pericolo-le-basi-militari-175682/

77 Il classico Siemens S62 "bigrigio" rimase in attività fino al 1985, quando venne sostituito dal modello Pulsar della Italtel



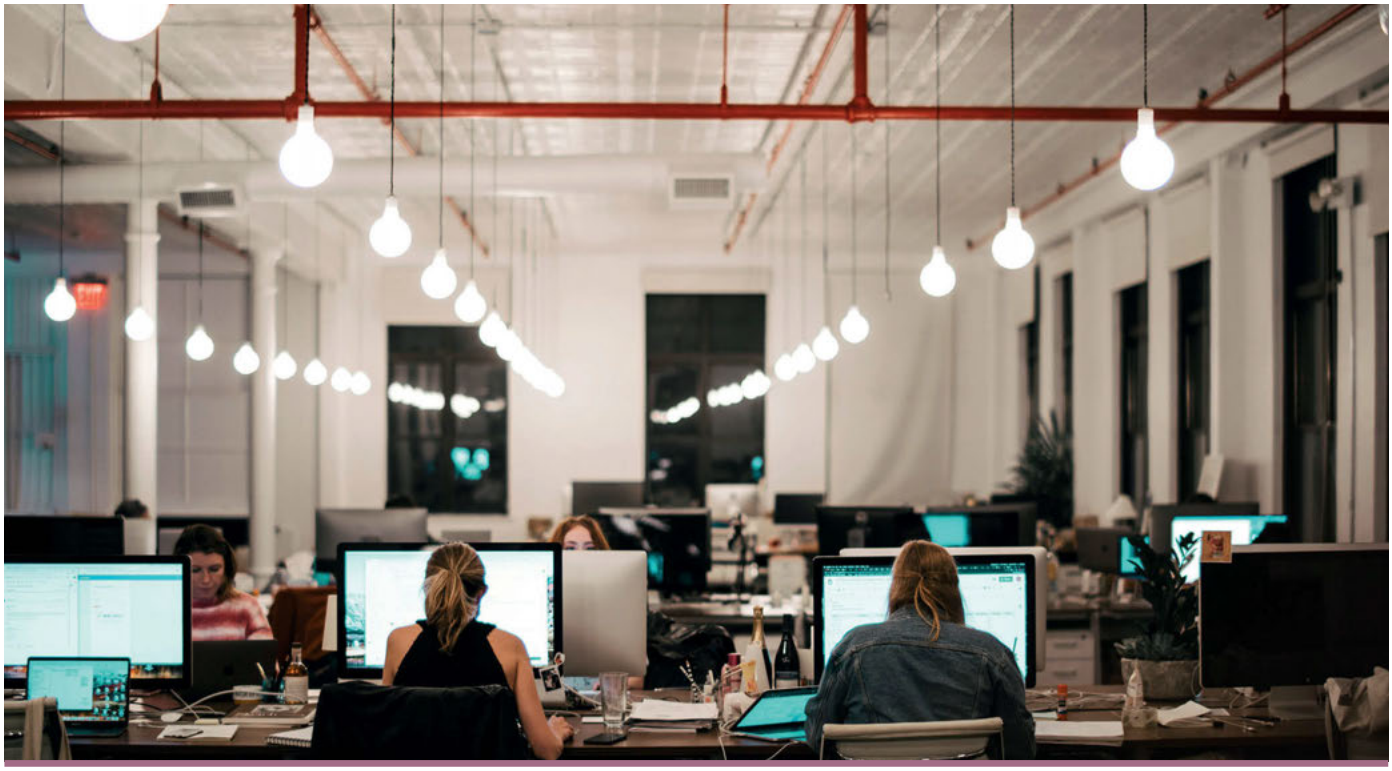






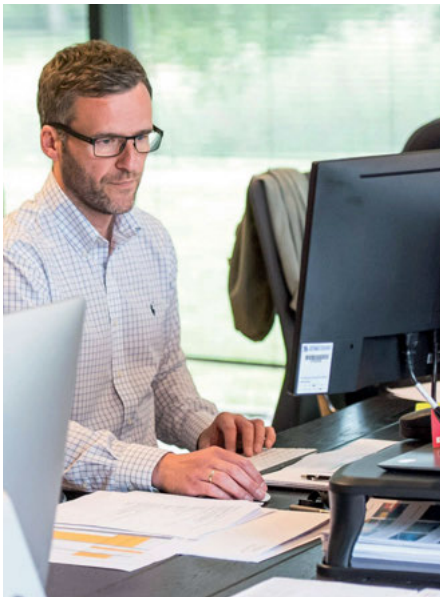
www.**beozzocostruzioni**.com

BEOZZO COSTRUZIONI .COM



Dal Bring Your Own Device (BYOD) al Corporate Owned Business Only (COBO): tra mode, rischi e opportunità – le soluzioni

dott.ssa Giulia Bontempini
e Ing. Stefano-Francesco Zuliani



Le linee guida di riferimento

Il "quadruplo bypass" è lo scenario peggiore del BYOD: un dispositivo di livello consumer che utilizza dati aziendali e accede direttamente a servizi cloud personali per la loro condivisione, archiviazione e modifica. Questo approccio, purtroppo molto comune, aggira completamente ogni possibilità di controllo da parte dell'IT aziendale sui dati e sulla loro sicurezza con rischio di violazione delle normative cogenti[1] [2].

1 Ad esempio: GDPR, art 4 Statuto dei Lavoratori, d.lgs 231/01, Legge sul Diritto d'Autore, etc.

2 Ad esempio negli Stati Uniti: Sarba-

Pur non essendoci norme o regolamenti specifici sulla corretta implementazione di una politica BYOD, nel corso degli anni varie istituzioni hanno emesso utili linee guida.

i) L'European Union Agency for Cybersecurity (ENISA) ha emanato nel 2012 le linee guida "*Consumerization of IT: Top Risks and Opportunities*"[3] [4]. Sebbene il documento non presenti soluzioni, rimane un utile strumento per l'individuazione di rischi e opportunità.
ii) Il Clusit - Associazione Italiana per la Sicurezza Informatica, nel marzo 2012 ha pubblicato la guida "Mobile e Privacy"[5].
iii) Nel marzo 2013 l'Information Commissioner's Office (ICO), la DPA del Regno Unito, ha pubblicato la "*Bring Your Own Device (BYOD) Guidance*" [6]. Tale guida è stata pubblicata in seguito alle polemiche legate ad un data breach subito nel 2012 dal Royal Veterinary College (RVC) come conseguenza del furto di una scheda di memoria di una fotocamera personale di un dipendente, utilizzata per motivi di lavoro e contenente immagini di documenti personali di candidati[7]. L'ICO considera ancora oggi questo evento come un importante *caso di scuola*, tanto da citarlo anche nelle sue linee guide sulla crittografia[8], anch'esse parzialmente applicabili.
iv) L'European Data Protection Supervisor (EDPS) del 2015 ha pubblicato le "*Mobile devices guidelines*" [9], le quali nonostante si rivolgano alle istituzioni UE, costituiscono un importante punto di riferimento per qualunque organizzazione interessata all'uso del BYOD al proprio interno.
v) Il National Institute of Standards and Technology (NIST) nel 2016 ha revisionato due linee guida preesistenti, ovvero "*Guide to Enterprise Telework, Remote Access, and Bring Your Own Device (BYOD) Security"* e "*User's Guide to Telework and Bring Your Own Device (BYOD) Security"*, rivolte rispettivamente alle aziende[10] e ai lavoratori remoti[11].
vi) Il tema del BYOD è stato affrontato nel 2017 dal WP29, che con l'Opinion 2/2017[12] ha aggiornato le precedenti linee guida sul trattamento dei dati personali dei lavoratori[13] [14].
vii) Alcune best practice sono state esemplificate nel 2019 in un articolo pubblicato sul sito web del Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL)[15].
viii) La norma volontaria ISO/IEC 27001:2022 presenta vari punti di controllo applicabili[16] [17] [18] [19] [20].
ix) Il Communications-Electronic Security Group (CESG), l'autorità nazionale UK per la sicurezza informatica, nel 2022 ha aggiornato le proprie linee guida "*Device Security Guidance*" che vertevano su come scegliere, configurare e utilizzare i dispositivi in modo sicuro[21]. Si tratta del documento più recente e maggiormente dettagliato, di cui un capitolo è dedicato al BYOD. Precedentemente il CESG aveva pubblicato altre due linee

nes-Oxley Act (SOX) sulla protezione delle informazioni finanziarie; Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) sulla protezione dei dati sanitari.

3 ENISA Consumerization of IT: Top Risks and Opportunities https://www.enisa.europa.eu/publications/consumerization-of-it-top-risks-and-opportunities

4 Ruch, Thierry Jean and Gregory, Robert Wayne, "CONSUMERIZATION OF IT – WHERE IS THE THEORY?" (2014). PACIS - 2014 Proceedings. 139. http://aisel.aisnet.org/pacis2014/139 https://core.ac.uk/download/pdf/301362759.pdf

5 Mobile e Privacy https://privacycloudmobile.clusit.it/index.php

6 ICO - Bring your own device (BYOD) https://ico.org.uk/media/for-organisations/documents/1563/ico_bring_your_own_device_byod_guidance.pdf

7 RVC 'disappointed' after breaching data protection law https://www.vettimes.co.uk/news/rvc-disappointed-after-breaching-data-protection-law/

8 Encryption scenarios https://ico.org.uk/for-organisations/guide-to-data-protection/guide-to-the-general-data-protection-regulation-gdpr/encryption/encryption-scenarios/

9 Guidelines on the protection of personal data in mobile devices used by European institutions (Mobile devices guidelines) https://edps.europa.eu/data-protection/our-work/publications/guidelines/mobile-devices_en

10 SP 800-46 Rev. 2 - Guide to Enterprise Telework, Remote Access, and Bring Your Own Device (BYOD) Security https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-46/rev-2/final

11 SP 800-114 Rev. 1 - User's Guide to Telework and Bring Your Own Device (BYOD) Security https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-114/rev-1/final

12 Opinion 2/2017 on data processing at work - wp249 - 5.4.2 BRING YOUR OWN DEVICE (BYOD) - https://ec.europa.eu/newsroom/article29/items/610169

13 ARTICLE 29 - DATA PROTECTION WORKING PARTY - WP 48 - Opinion 8/2001 on the processing of personal data in the employment context https://www.garanteprivacy.it/web/guest/home/docweb/-/docweb-display/docweb/1365969

14 WP 55 - Documento di lavoro riguardante la vigilanza sulle comunicazioni elettroniche sul posto di lavoro - 29 maggio 2002 [1609517] https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/1609517

15 BYOD: quelles sont les bonnes pratiques ? https://www.cnil.fr/fr/byod-quelles-sont-les-bonnes-pratiques

16 ISO/IEC 27002 6.2.1 Mobile device policy

17 ISO/IEC 27002 6.2.2 Teleworking

18 ISO/IEC 27002 8.1.3 Acceptable use of assets

19 ISO/IEC 27002 13.2.1 Information transfer policies and procedures

20 ISO/IEC 27002 13.2.3 Electronic messaging

21 Device Security Guidance https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance

guida, ora ritirate[22] [23].

Da questi documenti, anche se in taluni casi datati, si possono ricavare dei suggerimenti di carattere generale. Vediamone alcuni.

Le misure organizzative

Gli IT manager aziendali sono spesso portati a considerare le misure tecniche come le più importanti. In realtà, come evidenziano sia il GDPR che le normative ISO/IEC, queste devono essere frutto di apposite riflessioni, policy aziendali e accettazione dei rischi residui da parte della governance aziendale. Le misure più importanti sono pertanto sempre quelle organizzative, che, come sancito dal Codice dell'Amministrazione Digitale[24], nel caso dell'adozione del BYOD nella Pubblica Amministrazione sono addirittura obbligatorie.

È necessario, prima di autorizzare l'uso del BYOD, coinvolgere "*tempestivamente e adeguatamente*"[25] il DPO[26] e redigere un apposito Data Protection Impact Assessment (DPIA)[27] [28], talvolta in letteratura specificato come BYOD Impact Assessment (BIA)[29], andando ad individuare le misure di sicurezza adeguate a minimizzare il rischio specifico senza al contempo invadere la privacy dei dipendenti con ingiustificati trattamenti dei loro dati personali.

Il primo aspetto da analizzare è se il BYOD rappresenti una soluzione provvisoria (come ad esempio nel caso dell'improvviso *lock down* dei tempi del COVID) o di lungo termine[30]. Le soluzioni emergenziali vengono implementate per motivi di necessità, in deroga ad importanti principi di sicurezza e possono diventare rapidamente implementazioni a lungo termine non adatte allo scopo e difficili da rimuovere, soprattutto se utilizzate da un ampio volume di personale. All'opposto, le pratiche a lungo termine richiederanno approfondite analisi iniziali ed una revisione regolare. "N*on c'è nulla di più definitivo del provvisorio e nulla di più provvisorio del definitivo*"[31].

La misura organizzativa più importante è il censimento degli apparati BYOD (SIM e account personali compresi) con la loro preventiva autorizzazione alla connessione ai sistemi aziendali, la verifica periodica delle misure di sicurezza in essi implementate[32] [33] [34] e delle licenze del software installato[35]. Applicando il principio di *accoutability*, oltre ai vantaggi è opportuno effettuare una adeguata valutazione dei rischi connessi all'applicazione del BYOD sulla base delle diverse tipologie di dipendenti coinvolti[36], delle differenti tipologie di dispositivi utilizzati, delle reali casistiche d'utilizzo e dei dati personali accessibili da tali dispositivi[37] [38]. Dovranno poi essere aggiornate le opportune policy aziendali di utilizzo, il cui mancato rispetto comporta sanzione disciplinare per il lavoratore. Saranno pertanto adeguati il "*Regolamento sul corretto uso dei sistemi informativi aziendali*", le procedure interne sullo smaltimento dei dispositivi aziendali, di of-

22 End User Devices Security and Configuration Guidance https://www.gov.uk/government/collections/end-user-devices-security-guidance

23 Bring Your Own Device Guidance https://www.gov.uk/government/collections/bring-your-own-device-guidance

24 Codice dell'amministrazione digitale. (CAD) d.lgs 7 marzo 2005, n. 82 - Art. 12.3-bis. I soggetti di cui all'articolo 2, comma 2, favoriscono l'uso da parte dei lavoratori di dispositivi elettronici personali o, se di proprietà dei predetti soggetti, personalizzabili, al fine di ottimizzare la prestazione lavorativa, nel rispetto delle condizioni di sicurezza nell'utilizzo. In caso di uso di dispositivi elettronici personali, i soggetti di cui all'articolo 2, comma 2, nel rispetto della disciplina in materia di trattamento dei dati personali, adottano ogni misura atta a garantire la sicurezza e la protezione delle informazioni e dei dati, tenendo conto delle migliori pratiche e degli standard nazionali, europei e internazionali per la protezione delle proprie reti, nonché ((a condizione che sia data al lavoratore adeguata informazione)) sull'uso sicuro dei dispositivi, anche attraverso la diffusione di apposite linee guida, e disciplinando, tra l'altro l'uso di webcam e microfoni ((, previa informazione alle organizzazioni sindacali)).

25 GDPR 38.1 - Il titolare del trattamento e il responsabile del trattamento si assicurano che il responsabile della protezione dei dati sia tempestivamente e adeguatamente coinvolto in tutte le questioni riguardanti la protezione dei dati personali.

26 EDPS Mobile devices guidelines – III. Recommendations – 18 – R1 devices in the EU institutions.

27 EDPS Mobile devices guidelines – III. Recommendations – 18 – R2-R5, R7.

28 GPDP Valutazione d'impatto della protezione dei dati (DPIA) https://www.garanteprivacy.it/valutazione-d-impatto-della-protezione-dei-dati-dpia-

29 BYOD, necessario gestire e pianificare l'uso dei dispositivi per mettersi in salvo https://www.federprivacy.org/strumenti/accesso-ristretto/byod-necessario-gestire-e-pianificare-l-uso-dei-dispositivi-per-mettersi-in-salvo

30 NCSC - Is BYOD intended to be an interim or long-term solution? https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-1-determine-your-objectives

31 Giuseppe Prezzolini

32 EDPS Mobile devices guidelines - IV.1.1.Life-cycle management of the mobile device

33 BYOD: quelles sont les bonnes pratiques ? https://www.cnil.fr/fr/byod-quelles-sont-les-bonnes-pratiques

34 Vedi anche linee guida ICO

35 ISO/IEC 27002 6.2.2 Teleworking i) software licensing agreements that are such that organizations may become liable for licensing for client software on workstations owned privately by employees or external party users;

36 EDPS Mobile devices guidelines - VI. Risks for personal data processed by mobile devices

37 Vedi anche linee guida ICO

38 NCSC What tasks will employees be permitted or encouraged to do from their own devices? What will they not be permitted to do? https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-2-develop-the-policy

f-boarding[39] [40] [41] e di Data Breach[42] [43] [44]. Nel caso in cui vi siano copie locali di dati personali su dispositivi BYOD è necessario aggiornare le procedure di risposta alle istanze degli interessati (es: rettifica, blocco o cancellazione) in modo da comprendere anche questa casistica[45]. Questi regolamenti dovranno essere modificati nel corso del tempo a seconda degli effettivi casi d'uso e delle relative criticità emerse[46], come dimostra il recente caso di spionaggio mediante TikTok[47] [48] [49] e la conseguente decisione della Commissione Europea[50] di vietarne l'istallazione su dispositivi aziendali e BYOD (è dibattito corrente se vietarlo anche all'interno della Pubblica Amministrazione italiana[51]). Conseguentemente, bisognerà procedere alla redazione di apposite istruzioni per i soggetti autorizzati e alla loro sensibilizzazione attraverso l'aggiornamento dei piani di formazione[52]. Gli utenti spesso infatti non sono consapevoli che l'utilizzo dei BYOD può comportare un trattamento di dati personali (di cui il datore di lavoro è titolare e conseguentemente soggetto ai dettami e alle sanzioni del GDPR) anche da parte di soggetti terzi fornitori di servizi, siano essi servizi cloud (magari con trasferimento all'estero dei dati), o riparatori locali troppo curiosi[53].

Le misure organizzative, tenuto in debito conto il fattore umano, dovranno al loro interno prevedere anche adeguate misure tecniche.

Politiche e procedure per il trasferimento delle informazioni

I titolari del trattamento dovrebbero mettere in atto politiche, procedure e controlli per proteggere il trasferimento delle informazioni da e verso i dispositivi utilizzati dai dipendenti, soprattutto se BYOD, facendo proprie le indicazioni delle linee guida ICO, i punti di controllo della norma ISO/IEC 27001[54] [55] [56] [57] e le linee guida del CNIL[58].

Nel rispetto del principio di minimizzazione, è opportuno progettare l'infrastruttura tecnologica al fine di evitare o ridurre quanto possibile la memorizzazione dei dati nei dispositivi BYOD. Ad esempio, le informazioni accessibili da tali dispositivi potrebbero by design essere memorizzate solo online, mediante l'utilizzo di webapp, webmail o sistemi documentali cloud[59] , quali Office 365 o Google G Suite Business. In varie aziende i PC portatili personali sono utilizzati solo per il collegamento in mobilità mediante Virtual Private Network (VPN) e Remote Desktop Protocol (RDP)[60] ai PC fissi aziendali, con disabilitazione della copia dei dati tra PC remoto e PC locale. In questo modo lo smarrimento di un dispositivo o le dimissioni del dipendente comportano rischi inferiori, oltre a garantire un certo grado di sicurezza anche in caso di uti-

39 ISO/IEC 21964 con titolo "Destruction of data carriers")

40 GPDP Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (Raae) e misure di sicurezza dei dati personali - 13 ottobre 2008 [1571514] https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/1571514

41 Vedi anche linee guida ICO

42 EDPS Mobile devices guidelines – III. Recommendations – 18 – R6; IV.1.5. Security breaches/security incidents

43 GPDP Violazioni di dati personali (data breach) in base alle previsioni del Regolamento (UE) 2016/679 https://www.garanteprivacy.it/regolamentoue/databreach

44 Vedi anche linee guida ICO

45 EDPS Mobile devices guidelines – III. Recommendations – 18 – R8.

46 NCSC Increased reliance on procedural controls https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-3-understand-additional-costs-and-implications

47 EXCLUSIVE: TikTok Spied On Forbes Journalists https://www.forbes.com/sites/emilybaker-white/2022/12/22/tiktok-tracks-forbes-journalists-bytedance/?sh=1a74b0197da5

48 Can TikTok convince the world it is not a tool for China? https://www.ft.com/content/c8903308-4da1-4a13-a50a-fe96bbf9b5a2

49 TikTok ammette: app utilizzata per spiare i giornalisti https://www.corrierecomunicazioni.it/privacy/tiktok-ammette-app-utilizzata-per-spiare-i-giornalisti/

50 Commission strengthens cybersecurity and suspends the use of TikTok on its corporate devices https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1161

51 TikTok, il governo apre il dossier. Zangrillo: "Tra le opzioni c'è il blocco per i dipendenti pubblici". No di Salvini: "Niente censure" https://www.repubblica.it/politica/2023/02/25/news/tiktok_vietato_nel_pubblico_proposta_zangrillo-389482367/

52 EDPS Mobile devices guidelines - IV.1.3.Training

53 No Privacy in the Electronics Repair Industry https://arxiv.org/abs/2211.05824

54 ISO/IEC 27002 6.2.2 Teleworking c) the communications security requirements, taking into account the need for remote access to the organization's internal systems, the sensitivity of the information that will be accessed and passed over the communication link and the sensitivity of the internal system

55 ISO/IEC 27002 6.2.2 Teleworking f) the use of home networks and requirements or restrictions on the configuration of wireless network services;

56 ISO/IEC 27002 13.2.1 Information transfer policies and procedures

57 ISO/IEC 27002 13.2.3 Electronic messaging

58 BYOD: quelles sont les bonnes pratiques ? https://www.cnil.fr/fr/byod-quelles-sont-les-bonnes-pratiques

59 NCSC Web browsers https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-4-deployment-approaches https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-5-put-technical-controls-in-place#section_2

60 NCSC Virtual Desktop Infrastructure (VDI)/Remote Desktop/Remote Apps https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-4-deployment-approaches

lizzo di connessioni WiFi non affidabili[61]. Il rischio residuo è una esfiltrazione di dati mediante fotografia dello schermo. È un caso estremo, ma verificatosi realmente nei Paesi Bassi, dove due persone sono state arrestate per aver venduto dati esfiltrati in siffatto modo dai sistemi del Ministero della Salute[62].
Un'ulteriore soluzione potrebbe essere l'adozione di un sistema di Cloud Access Security Brokers (CASB)[63]. È simile ad una VPN, ma è gestito da una terza parte in grado di filtrare e controllare tutto il traffico in entrata ed in uscita da un dispositivo (anche quello personale), verificando così che non vi siano esfiltrazioni di dati, accessi non consentiti o attacchi man-in-the-middle in corso. Le soluzioni CASB verificano anche l'utilizzo non autorizzato di piattaforme cloud di storage di dati (es: Google Drive).
In molti casi le aziende non possono fidarsi del comportamento dei propri dipendenti e degli apparati connessi alla rete. È la conclusione alla quale è giunta il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti che nel 2022 ha pubblicato "*The DoD Zero Trust Strategy*"[64]. "Zero trust" (Fiducia Zero) è un modello di sicurezza basato sulla convinzione che la fiducia implicita sia sempre una vulnerabilità. La sicurezza viene progettata col principio di «non fidarsi mai, verificare sempre» adottando microperimetri di contenimento attorno ad ogni apparato per oltrepassare i quali gli utenti e i client devono dimostrare la propria affidabilità in modo continuo nel tempo, ad esempio mediante l'autenticazione a due fattori, con un certificato digitale[65] o una smart card.

Dal Mobile Device Management (MDM) all'Unified Endpoint Management (UEM)

Gli strumenti di Mobile Device Management (MDM) sono software di proprietà di terze parti che, installati su uno smartphone, ne consentono la gestione amministrativa in modalità remoto. Possono essere utilizzati per monitorare e controllare l'utilizzo dei dispositivi mobili dei dipendenti in modo da garantire che se ne compia un uso appropriato e sicuro. Un ausilio alla corretta configurazione di un MDM può provenire dalla lista dei controlli previsti dalla norma ISO/IEC 27001[66] e dalle linee guida ICO[67], NCSC[68] [69], EDPS[70] e CLUSIT [71]. Un MDM può aiutare ad incrementare il livello di sicurezza dei dati imponendo ad esempio la crittografia del dispositivo[72], l'attivazione del Personal Identification Number (PIN)[73], il blocco automatico del dispositivo[74] o l'installazione automatica degli aggiornamenti di sistema e delle app installate[75]. In merito a queste ultime, può essere redatta la white list delle App installabili al di fuori della quale il dipendente dovrà chiedere l'autorizzazione all'installazione, in modo similare ai sistemi di parental control sugli smartphone dei minorenni. In caso di furto o smarrimento, consentono di rendere inaccessibile il dispositivo e di cancellarne i contenuti. La gestione remotizzata del backup[76] del dispositivo consente la continuità operativa. Normalmente questi strumenti vengono installati sui dispositivi aziendali, ma, previa autorizzazione del lavoratore, possono tecnicamente essere installati anche su quelli personali. Si potrebbero quindi utilizzare soluzioni di protezione supplementari quali il "*sandboxing*"[77] [78] [79], che prevede la conservazione dei dati non lavorativi in un'area specifica, con specifici criteri di salvaguardia, o viceversa un sistema di Mobile Application Management (MAM)[80] dove il dipendente gestisce tutti gli aspetti del dispositivo, ad eccezione delle applicazioni di lavoro che vengono conservate in un contenitore sul dispositivo e gestite dall'organizzazione. "*Nel caso di utilizzo di sistemi di firma grafometrica nello scenario mobile o BYOD (Bring Your Own Device), sono adottati idonei sistemi di gestione delle applicazioni o dei dispositivi mobili, con il ricorso a strumenti MDM (Mobile Device Management) o*

61 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures – T9

62 Dutch Insider Attack on COVID-19 Data https://www.schneier.com/blog/archives/2021/01/dutch-insider-attack-on-covid-19-data.html

63 Mitigare i rischi di sicurezza nel Cloud pubblico con i Cloud Access Security Brokers (CASB) https://www.ictsecuritymagazine.com/articoli/mitigare-rischi-sicurezza-nel-cloud-pubblico-cloud-access-security-brokers-casb/

64 https://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/Library/DoD-ZTStrategy.pdf

65 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures – T8

66 ISO/IEC 27002 6.2.1 Mobile device policy

67 ICO - Bring your own device (BYOD) punti 30) e 31).

68 NCSC Mobile Device Management (MDM) https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-4-deployment-approaches

69 NCSC Mobile Device Management https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/getting-ready/mobile-device-management

70 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.1. Mobile device management ("MDM")

71 Mobile e Privacy https://privacycloud-mobile.clusit.it/index.php

72 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures - T2

73 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures - T4

74 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures - T6

75 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures - T7

76 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures - T3

77 Cfr ICO - Bring your own device (BYOD) punto 22)

78 Opinion 2/2017 on data processing at work - wp249 - 5.4.2 BRING YOUR OWN DEVICE (BYOD) - https://ec.europa.eu/newsroom/article29/items/610169

79 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures - T1

80 NCSC Mobile Application Management (MAM) https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-4-deployment-approaches

MAM (Mobile Application Management) o altri equivalenti al fine di isolare l´area di memoria dedicata all´applicazione biometrica, ridurre i rischi di installazione abusiva di software anche nel caso di modifica della configurazione dei dispositivi e contrastare l´azione di eventuali agenti malevoli (malware)"[81].

Per l'ipotesi di PC portatili, una soluzione potrebbe essere quella di fornire al dipendente un supporto esterno di avvio, in genere una chiavetta USB, in modo da gestire l'apparato in modalità diverse a seconda del tipo di utilizzo, personale o lavorativo. La versione lavorativa potrebbe poi essere gestita aziendalmente[82].

L'adozione di uno strumento quale Windows Server Update Services (WSUS) consente agli amministratori IT di gestire la distribuzione degli aggiornamenti disponibili in Microsoft Update nei computer connessi, garantendone così la sicurezza.

Il massimo della gestione si raggiunge con l'Unified Endpoint Management (UEM), evoluzione del MDM, una classe di strumenti software[83] che fornisce un'unica interfaccia di gestione per tutte le tipologie di endpoint, quali ad esempio smartphone (iOS e Android), PC fissi e portatili (Windows, MAC e Linux), stampanti, dispositivi IoT e dispositivi indossabili. Oltre a verificare l'aggiornamento del Sistema operativo, questi sistemi consentono di verificare quali pacchetti software sono installati in ogni dispositivo e di gestirne da remoto l'installazione, l'aggiornamento o la rimozione, Per contrastare attacchi man-in-the-middle, possono essere disabilitate o limitate nell'uso le varie interfacce di connessione quali Near Field Communication (NFC), WiFi e Bluetooth[84] [85].

WhatsApp – verifica in due passaggi

WhatsApp ha *de facto* sostituito nell'immaginario collettivo l'utilizzo degli SMS, divenendo un insostituibile strumento di comunicazione, anche di dati sanitari[86] [87]. Conseguentemente è divenuto obiettivo di attacchi informatici ed involontari data breach. Come noto, WhatsApp più che uno strumento di messaggistica è un mezzo di profilazione pubblicitaria di massa attuato da una società privata statunitense soggetta all'*Executive Order 12333*[88] e al *FISA Foreign Intelligence Surveillance Act*[89]. Indipendentemente dalle riflessioni in punto privacy sull'opportunità o meno del suo utilizzo, il suo grado di penetrazione di mercato obbliga perlomeno all'implementazione di alcune basiche misure di sicurezza. In particolare, meritano una menzione specifica i rischi connessi alla mancata adozione della verifica in due passaggi.

Il primo rischio è quello del furto dell'identità da parte di soggetti criminali. Potrebbe capitare di ricevere un messaggio da un proprio contatto, anche tra le persone strette, del seguente tenore: "*Ciao, ti ho inviato un codice per sbaglio, potresti rimandarmelo?*". La truffa sfrutta il meccanismo di WhatsApp che permette di trasferire l'account su di un nuovo dispositivo. Normalmente la procedura è attuata dal legittimo proprietario, mentre in questo caso è attivata da un criminale informatico[90]. Una volta in possesso dell'SMS col codice di 6 cifre, l'attaccante è in grado di impossessarsi del profilo WhatsApp della vittima[91]. Non vedrà i contenuti delle chat antecedenti al furto dell'identità digitale, ma potrà vedere l'elenco dei contatti, i gruppi, i messaggi da quel momento in poi ed usarli per propagare la truffa. Preso il controllo di un account, in genere l'attaccante richiede a parenti ed amici il loro numero di carta di credito con la scusa di piccoli acquisti emergenziali. "*Oggi è il compleanno di Matteo. Ho preso un regalo da Internet ma la mia carta di credito è scaduta. Posso usare la tua e ti faccio un bonifico oppure in contanti se preferisci. Spendo 125 euro. La posso usare?*"[92]

Con un minimo di ingegneria sociale incrociata con le informazioni presenti su LinkedIn ed altri social network, l'attaccante cercherà di ottenere anche i numeri delle carte aziendali. In questi casi è importante contattare subito telefonicamente il malcapitato per comunicargli la violazione suggerendogli di avvisare tutti i suoi contatti.

Un secondo scenario è quello del cambio di numero telefonico. Dato che riutilizzare le numerazioni è una prassi piuttosto comune per gli operatori di

81 GPDP Provvedimento generale prescrittivo in tema di biometria - 12 novembre 2014 https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/3556992

82 NCSC Bootable OS https://www.ncsc.gov.uk/collection/device-security-guidance/bring-your-own-device/action-4-deployment-approaches

83 Gartner - Unified Endpoint Management Tools Reviews and Ratings https://www.gartner.com/reviews/market/unified-endpoint-management-tools

84 Cfr ICO - Bring your own device (BYOD) punto 26)

85 EDPS Mobile devices guidelines - IV.2.2.Other technical measures - T5

86 Whatsapp è diventato uno strumento di lavoro del medico. Il 50% lo usa per ricette e consigli http://www.quotidianosanita.it/toscana/articolo.php?articolo_id=111198

87 La Messaggistica Istantanea nell'esercizio della Professione Medica. Presentazione della survey OMCeO Firenze sui propri iscritti https://www.ordine-medici-firenze.it/formazione/eventi/promossi-dall-ordine/516-consenso-informato-e-disposizioni-anticipate-di-trattamento-2

88 Executive Order 12333--United States intelligence activities https://www.archives.gov/federal-register/codification/executive-order/12333.html

89 The Foreign Intelligence Surveillance Act of 1978 (FISA) https://bja.ojp.gov/program/it/privacy-civil-liberties/authorities/statutes/1286

90 Ho ricevuto il codice di verifica senza averlo richiesto https://faq.whatsapp.com/479314433984258/?helpref=hc_fnav&locale=it_IT

91 Furto dell'account https://faq.whatsapp.com/1131652977717250/?helpref=hc_fnav&locale=it_IT

92 Messaggio reale. Era veramente il compleanno di Matteo.

telefonia mobile, è possibile che il nuovo proprietario dell'utenza, loggandosi per la prima volta su WhatsApp, acceda alla lista di contatti del precedente proprietario. Questo è un problema noto da tempo[93], tanto che WhatsApp disabilita i profili non usati per più di 45 giorni[94]. La misura non è purtroppo sempre efficace in quanto molte persone per non perdere tutti i contatti e i gruppi ai quali si sono iscritti[95] [96] utilizzano sulla nuova linea telefonica il profilo WhatsApp appoggiato alla numerazione precedente.

Per entrambi gli scenari la misura di sicurezza è quella di attivare preventivamente la verifica in due passaggi di WhatsApp[97], in modo che il profilo non possa essere trasferito senza la conoscenza dell'ulteriore codice segreto. Tra l'altro questa misura di sicurezza viene sempre subito attivata dai criminali informatici che si impossessano di profili altrui, impedendone così il reimpossesso e lasciando come unica soluzione la non rapida disattivazione del profilo[98].

Nello scenario del cambio di numerazione telefonica, la misura di sicurezza è la disattivazione del profilo.

Misure similari dovrebbero essere attuate in qualunque piattaforma di messaggistica, ove disponibili.

COPE, CYOD e COBO

Per mitigare o rimuovere i rischi del BYOD vi sono varie soluzioni organizzative alternative.

Con il Company-Owned, Personally-Enabled (COPE) i dispositivi sono di proprietà e gestiti dall'azienda (la quale può quindi adottare tutte le restrizioni e misure di sicurezza che reputa opportune) e i dipendenti hanno la facoltà di utilizzarli per scopi personali ben delineati. In genere è una politica adottata nel caso degli smartphone. In questo caso l'Azienda può mantenere un controllo più stretto sul livello di sicurezza dell'apparato, installarci senza problemi un MDM/UEM e gestire con meno difficoltà l'integrazione con l'ecosistema aziendale. Può essere ristretto il numero e la tipologia di app scaricabili, evitando il rischio di utilizzi non appropriati di sistemi cloud che potrebbero causare esfiltrazione di dati. Viene lasciato spesso libero l'utilizzo per scopi personali del traffico voce e della messaggistica.

Il Choose Your Own Device (CYOD) è invece un programma di gestione dei dispositivi mobili che consente ai dipendenti di accedere a una scelta limitata di dispositivi approvati per il lavoro dell'azienda, che ne sostiene il costo di acquisto, e di utilizzarli come se fossero BYOD. In questo modo l'azienda ha la certezza che i dispositivi di per sé superino i livelli minimi di sicurezza e il lavoratore ha maggiore flessibilità nel loro utilizzo. COPE CYOD possono essere considerate lecite anche alla luce delle "*linee guida del Garante per posta elettronica e internet*"[99] del 2007. Queste non contemplavano ancora il concetto di BYOD, ma ipotizzavano già che potessero esservi "*usi moderati di strumenti per finalità private*" e che il datore di lavoro potesse valutare "*la possibilità di attribuire al lavoratore un diverso indirizzo [email] destinato ad uso privato*".

L'opposto del BYOD è il Corporate Owned Business Only (COBO), che mediante la completa segregazione tra la sfera aziendale e quella privata permette al dipartimento IT di tenere sotto controllo la maggior parte dei rischi. In questo scenario i dispositivi sono di proprietà del Titolare del Trattamento e i dipendenti possono utilizzarli esclusivamente per gli scopi lavorativi autorizzati, senza possibilità di modificare le impostazioni di base. Se soggetti a specifiche normative di certificazione aziendale, è l'unica soluzione adottabile. In taluni casi i regolamenti aziendali vietano persino di portare dispositivi personali in alcune aree aziendali (si pensi ad esempio agli archivi cartacei vigilati delle aziende che si occupano di conservazione sostitutiva).

I rischi per i lavoratori

Nell'imporre un modello organizzativo e le relative misure di sicurezza, il datore di lavoro dovrà tenere conto anche dei rischi per le libertà dei dipendenti, nonché il rispetto del novellato art. 4 dello Statuto dei lavoratori, che andrà considerato anche nella redazione della DPIA.

Il semplice utilizzo di dispositivi BYOD, COPE, CYOD o COBO e la loro interconnessione agli apparati aziendali comporta automaticamente per il datore di lavoro un trattamento di dati personali del dipendente (ad esempio nei log di rete) e delle persone con le quali è entrato in contatto, anche per motivi personali. Tali trattamenti dovranno essere specificati nell'apposita sezione dell'informativa ai lavoratori[100].

Il controllo dei dispositivi mediante CASB, MDM o UEM è sicuramente molto invasivo e nel caso di BYOD anche limitante rispetto alla sperimentazione e alla competizione interna alla base della sua giustificazione filosofi-

93 How I Accidentally Hijacked Someone's WhatsApp https://www.vice.com/en/article/bv8mqd/how-i-hacked-whatsapp-account

94 Se il tuo numero di telefono è già su WhatsApp https://faq.whatsapp.com/3347469605523961?cms_id=3347469605523961

95 Accidental WhatsApp account takeovers? It's a thing https://www.theregister.com/2023/02/21/accidental_whatsapp_account_takeover/

96 WhatsApp Has a Years-Old Security Problem. Here's How to Solve It. https://gizmodo.com/whatsapp-new-phone-number-account-problem-group-chats-1850124309

97 Come gestire le impostazioni della verifica in due passaggi https://faq.whatsapp.com/1920866721452534?helpref=faq_content

98 Telefono rubato o smarrito https://faq.whatsapp.com/1007324800132703/?locale=it_IT

99 GPDP Lavoro: le linee guida del Garante per posta elettronica e internet [1387522] https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/1387522

100 EDPS Mobile devices guidelines - 67

ca. "*Il monitoraggio dell'ubicazione e del traffico di tali dispositivi può essere considerato rientrare nel legittimo interesse di proteggere i dati personali per i quali il datore di lavoro è responsabile in qualità di titolare del trattamento; tuttavia potrebbe essere illecito quando riguarda un dispositivo personale di un dipendente e permette di acquisire anche dati relativi alla vita privata e familiare del dipendente*"[101]. "*I dipendenti i cui dispositivi sono inseriti in tali servizi di gestione dei dispositivi mobili devono essere pienamente informati sul tipo di tracciamento attuato e sulle sue conseguenze nei loro confronti*" [102].

Con riferimento al lavoro da remoto la normativa ISO/IEC 27001 prevede un apposito controllo, specificando quali misure di sicurezza debbano essere previste all'interno delle policy aziendali[103]. Trova piena applicazione alle politiche di BYOD in quanto è soprattutto in questo caso che i dipendenti utilizzano strumenti personali per finalità lavorative. Fra i controlli presenti vi è anche la definizione degli orari di lavoro[104], concetto già presente ovviamente in consolidata normativa giuslavorista e di antica cogenza: "*Ricordati del giorno di sabato per santificarlo: sei giorni faticherai e farai ogni tuo lavoro; ma il settimo giorno è il sabato (..)*"[105]. È però esperienza comune che durante il lock down la barriera tra la sfera privata e quella professionale si sia in molti casi infranta. Questa situazione, peggiorata ed amplificata dalle politiche di BYOD emergenziali, ha portato alla sbagliata abitudine, in molti casi perdurante ancora oggi, di controllare la posta elettronica anche durante il proprio tempo libero e, spesso, di rispondere anche in assenza di urgenza specifica. "Always on", essere sempre connessi, non è salutare per il lavoratore. Comporta sicuramente per l'azienda vantaggi nel breve periodo ma svantaggi per tutti su quello lungo. La prassi si è così estesa da spingere il Legislatore ad introdurre il concetto di "obbligo di disconnessione"[106] [107], la possibilità per i lavoratori di staccarsi completamente dal lavoro al termine della giornata lavorativa, "*senza cui si rischia di vanificare la necessaria distinzione tra spazi di vita privata e attività lavorativa, annullando così alcune tra le più antiche conquiste raggiunte per il lavoro tradizionale*"[108]. Il concetto alla base di questo nuovo obbligo è la necessità che "*tutte le persone abbiano la possibilità di disconnettersi e godano di garanzie per l'equilibrio tra vita professionale e vita privata in un ambiente digitale*"[109]. Il benessere psico-fisico dei lavoratori deve essere garantito mediante un lavoro sano e sostenibile e evitando il rischio di burnout (stress lavoro-correlato), vale a dire il collasso fisico e mentale dei lavoratori a causa di un eccessivo carico di lavoro, secondo l'OMS seconda causa più comune di malattie lavorative, dopo i disturbi muscolo-scheletrici. Una buona politica BYOD deve tenere in considerazione anche questo rischio aziendale ed attuare le opportune policy di contromisura.

Conclusioni

Non è possibile offrire una risposta univoca in merito all'opportunità dell'adozione del BYOD. In alcuni casi potrebbe risultare assolutamente sconsigliabile mentre in altri potrebbe rappresentare la soluzione, se ben regolamentata. Come visto è una politica con pro e contro. Come è errato criminalizzarla a priori, pare altrettanto sbagliato abbracciarla solo perché "va di moda" o adottata da aziende di successo. Bisogna sicuramente evitare l'adozione di policy prestampate, anche se ottimamente redatte[110], in quanto ogni regolamento deve essere *taylor made*: va valutato, adattato e aggiornato nel tempo per tenere conto dei cambiamenti tecnologici, del livello di alfabetizzazione informatica dei dipendenti e delle peculiari esigenze e criticità aziendali. Vale, come per tutte le tematiche di privacy e di sicurezza delle informazioni, il vecchio adagio "*an ounce of prevention is worth a pound of cure*"[111].

---

101 Opinion 2/2017 on data processing at work - wp249- 5.4.2 BRING YOUR OWN DEVICE (BYOD) - https://ec.europa.eu/newsroom/article29/items/610169

102 Opinion 2/2017 on data processing at work - wp249- 5.4.3 GESTIONE DEI DISPOSITIVI MOBILI (MOBILE DEVICE MANAGEMENT) - https://ec.europa.eu/newsroom/article29/items/610169

103 ISO/IEC 27002 6.2.2 Teleworking

104 ISO/IEC 27002 6.2.2 Teleworking (..) The guidelines and arrangements to be considered should include: (..) b) (..) the hours of work(..)

105 Esodo, 20:8-10

106 L. 22 maggio 2017, n. 81

107 DL n. 30 del 13 marzo 2021

108 GPDP Audizione del Presidente del Garante per la protezione dei dati personali sull'affare assegnato atto n. 453 relativo al tema di Ricadute occupazionali dell'epidemia da Covid-19, azioni idonee a fronteggiare le situazioni di crisi e necessità di garantire la sicurezza sanitaria nei luoghi di lavoro - 13 maggio 2020 https://www.garanteprivacy.it/web/guest/home/docweb/-/docweb-display/docweb/9341993

109 Dichiarazione europea https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0028&from=EN sui diritti e i principi digitali per il decennio digitale

110 A titolo meramente esemplificativo: BYOD policy (Bring your own device)-ISO27001 https://iso-docs.com/products/byod-policy-bring-your-own-device-iso27001

111 Benjamin Franklin, Pennsylvania Gazette 04/02/1735, criticando lo stato del servizio antincendio della città di Philadelphia.



L'evoluzione dell'illuminazione degli spettacoli lirici nell'Arena di Verona

Ing. Jr Marcello Marconi

L'illuminazione è da sempre un elemento fondamentale di ogni spettacolo teatrale, fino ad arrivare a rappresentazioni in cui la luce è il protagonista principale, come nell'Aida messa in scena all'Arena di Verona, nell'ambito del Festival Lirico 2023, nell'allestimento firmato da Stefano Poda. Proprio quest'Aida e la stagione del 2023 hanno segnato un nuovo modo di illuminare gli spettacoli con l'eliminazione delle torri luci. Quanti tra i veronesi passando l'estate scorsa davanti all'Arena hanno notato la scomparsa delle torri luci che per decenni hanno caratterizzato, o deturpato, il profilo estivo dell'anfiteatro? La scorsa stagione ha segnato un ulteriore aggiornamento tecnologico per Fondazione Arena di Verona che si è dotata di nuovi proiettori motorizzati LED distribuiti sul palco, sulle gradinate e lungo il ciglio dell'anfiteatro comandati tramite una rete dati in fibra ottica. Grazie alla versatilità dei nuovi proiettori motorizzati a "testa mobile" si è abbandonato un sistema di luci di spettacolo che prevedeva la concentrazione degli apparecchi su otto torri luci ed un sistema di gestione semi-manuale degli stessi che durava da decenni.

Sin dalla prima rappresentazione di Aida nel lontano 1913 gli spettacoli nell'anfiteatro si sono avvalsi dell'illuminazione elettrica che seguiva filologicamente la narrazione delle opere, enfatizzando le situazioni sceniche spesso descritte all'interno dei libretti d'opera stessi (albe, tramonti, scene notturne, ecc.). La tecnologia dell'illuminotecnica tea-



trale si è evoluta negli anni, e numerose furono le innovazioni, di volta in volta, introdotte e sperimentate nell'anfiteatro rivelandone qualità, vantaggi ma anche i limiti tecnici. Per illuminare gli spettacoli venivano erette, durante la stagione lirica, sul ciglio dell'anfiteatro otto "torri luci" su cui venivano posizionati i proiettori con i relativi trasformatori. Da quelle prime rappresentazioni, fino all'avvento dell'elettronica, la regolazione delle luci era realizzata manualmente. S'impiegavano allora lampade a incandescenza di grande potenza, fino a cinque kW e oltre, generalmente alimentate a una tensione di 24 Volt. La luminosità dei proiettori era controllata per mezzo di *reostati*, apparecchi a resistenza variabile che agivano sull'intensità della corrente, con cui si passava gradualmente dalla massima illuminazione fino al buio totale. Furono in origine impiegati reostati a liquido con una soluzione salina sostituiti poi da altri a grafite o metallici.

Furono poi introdotti, per controllare l'alimentazione e l'intensità luminosa dei proiettori, appositi auto-trasformatori ad uscita variabile, detti *Variac*, la cui



regolazione era controllata da sistemi elettro-meccanici. La tonalità della luce era modificata mediante filtri colorati che erano montati su appositi telaietti posti davanti ai proiettori. Questi filtri, detti *"gelatine"* nel mondo teatrale, altro non sono che fogli di un particolare materiale resistente al calore disponibili in decine di colori.

Il lavoro sulle torri-luci era molto impegnativo e cominciava ben prima dell'inizio della stagione con le prove luci. I proiettori, dotati delle giuste *"gelatine"*, erano manualmente regolati in intensità e puntati nelle posizioni indicate dallo scenografo o dal datore luci. I puntamenti e le regolazioni dell'intensità luminosa e del colore richiedevano





numerose e lunghe notti di prove sino a ottenere l'effetto desiderato dal regista. Puntamenti, intensità e *"gelatine"* dei proiettori erano attentamente registrati, perché ad ogni cambio scena gli apparecchi dovevano essere riposizionati e correttamente regolati e colorati. Gli operatori delle torri-luci erano in costante contatto con la regia luce per mezzo di un sistema interfonico per eseguire, nei giusti tempi dello spettacolo, le necessarie manovre. Negli anni '60/70 l'elettronica di potenza entrò nel mondo dello spettacolo introducendo i varia-luce *Dimmer* in sostituzione dei reostati. I *Dimmer* sono apparecchi elettronici che regolano, tramite semiconduttori o tiristori, l'intensità di luce emessa da una lampada ad incandescenza modulando la tensione applicata. Alla fine degli anni '80 l'anfiteatro fu dotato di nuovi quadri e circuiti per l'alimentazione delle luci di spettacolo suddivisi tra: *dirette* (dalla rete a 230 V) o *regolate* (mediante i *Dimmer*). Nei primi modelli il circuito di controllo dei *Dimmer* era in bassa tensione: 0-10 volt DC a circuito singolo; era quindi necessario partire dal *Controller* luci con una linea per ogni circuito; si può immaginare i notevoli fasci di cavi che venivano stesi, e poi tolti a fine stagione, per controllare ogni singolo proiettore. I circuiti di controllo, funzionanti a una tensione di massima di soli 10 volt, erano particolarmente delicati e notevolmente influenzati dalla qualità dei contatti, dalla lunghezza delle linee e dalle interferenze elettromagnetiche e quindi soggetti a frequenti disservizi.

Nel 1986 l'USITT, *"Istituto Americano delle Tecnologie Teatrali"* certificò lo standard di comunicazione digitale DMX 512, che fu il primo sistema di trasmissione dati seriale per il comando da remoto degli apparecchi teatrali. Questo protocollo di trasmissione dati, basato sullo standard seriale RS485, superava tutte le problematiche del segnale analogico e divenne in breve il sistema di controllo universalmente adottato in tutti i teatri del mondo. Il sistema DMX512 utilizza un unico cavo bipolare per collegare la consolle di comando della regia luci con tutti gli apparecchi in campo. Il DMX512 permette di inviare un segnale di valore numerico da 0 a 255 (*DMX value*) a 512 canali (*DMX channels*) questo complesso di segnali costituisce un sistema denominato "Universo". Questa innovazione consentì una prima automazione delle luci, la memorizzazione degli scenari ed una maggiore rapidità e semplicità nell'allestimento degli spettacoli.

L'evoluzione tecnica non ha riguardato solo i sistemi di regolazione e comando ma soprattutto i proiettori sia dal punto di vista ottico che da quello della sicurezza. Parametro quest'ultimo fondamentale nella scelta delle apparecchiature da installare in Arena che, utilizzate all'aperto spesso in condizioni meteo avverse, dovevano avere un adeguato livello di protezione IP. Il tipo di strutture utilizzate nelle torri-luci non garantiva una corretta protezione delle apparecchiature elettriche che dovevano essere coperte e isolate, a volte, anche con mezzi di fortuna. Per far fronte alle sempre più pressanti esigenze teatrali e di sicurezza si dovette trovare un apparecchio che potesse stare all'aperto, funzionare anche in caso di pioggia, e che non procurasse pericolo per la tensione di lavoro. A metà degli anni '70 furono acquistati gli apparecchi di una ditta berlinese, il *Reiche Voghel Bema-*

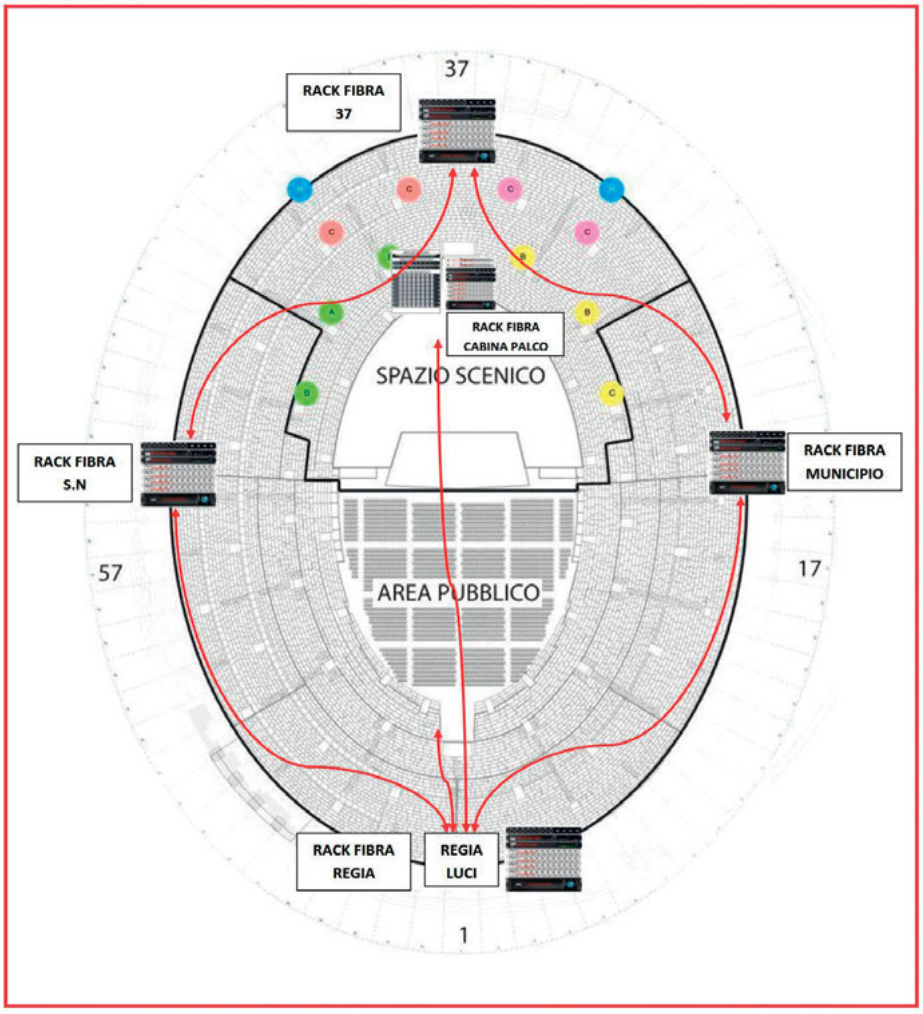


light da 1000 W a 24 volt; apparecchi straordinari che rimasero in servizio per più di quaranta anni, ed illuminarono il palco dell'Arena fino al 2019 !

Dagli anni '90 l'impianto luci in Arena fu integrato, adeguato e migliorato introducendo apparecchi più moderni, come gli illuminatori cinematografici con lampada a scarica. I proiettori con lampade a scarica, a parità di prestazioni illuminotecniche, consumavano meno di un terzo di un'equivalente incandescenza, funzionavano alla tensione di rete, ed erano accoppiati con una persiana a comando elettronico, per il controllo dell'intensità, e a un cambia-colori a rotolo per ottenere le varie tonalità di luce.

Nel 2010 arrivarono i primi proiettori *moving head*, o testa mobile, con lampada a scarica di potenza luminosa sufficiente a superare la notevole distanza operativa tra proiettore e palco presenti in un vasto anfiteatro qual è l'Arena di Verona. Nel 2014 una ditta cecoslovacca mise in produzione il primo *moving head* ad alta potenza con una lampada a scarica HTI da 1700 W. Questo proiettore, per la sua notevole potenza luminosa, si dimostrò subito adatto all'impiego nell'anfiteatro. La rapidissima evoluzione della tecnologia unita alla necessità del risparmio energetico ha fatto si che gli apparecchi teatrali, sia motorizzati sia fissi, siano in pochi anni passati dalle luci a incandescenza e a scarica ai LED e ai LASER. Infatti, nel 2019 furono adottati proiettori con grado di protezione IP 65 e sorgente LED ad alimentazione diretta. Grazie alla loro bassa potenza, qualità luminosa e impermeabilità, senza vincoli d'installazione all'intermo delle torri luce, "pensionarono" i gloriosi apparecchi *Bemalight* a bassa tensione. I moderni proiettori motorizzati a "testa mobile" grazie ad una propria "intelligenza" controllata dal sistema DMX, possono cambiare colore e forma al fascio luminoso, variare l'intensità, direzionarsi, ecc.

L'introduzione del sistema DMX 512 comportò l'adozione di particolari consolle per il comando delle luci in grado di dialogare con gli apparecchi in campo. Consolle che furono più volte sostituite nel corso degli anni per adeguarsi all'aumento esponenziale di segnali e canali richiesti da proiettori sempre più automatizzati. Dal primo *Controller* destinata al comando dei *Dimmer* degli anni '70 si è passati a consolle DMX sempre più evolute; per arrivare alle ultime dotate di programmazione complessa, dove l'operatore ha il controllo di tutti i parametri: luci, posizioni, colori, effetti. Le moderne consolle del sistema DMX, sono in grado di memorizzare lo stato di ogni proiettore con il proprio colore e con la propria direzione, che consente di richiamare al momento opportuno le varie scene di un intero spettacolo così come sono state "salvate" durante le prove senza necessità di interventi manuali. Nel 2000 l'evoluzione dell'impianto luci rese necessario pas-





sare a un sistema di controllo di nuova generazione con schermi con superfici *touch screen* e totale personalizzazione. Questa consolle innovativa inaugurava il concetto di macchina espandibile, dove la superficie di controllo era dedicata al calcolo matematico di tutte le funzioni esecutive mentre il processo dei segnali DMX era remotato tramite linee ethernet a singole unita esterne sommabili tra di loro. L'ultima consolle, recentemente installata nella cabina di regia dell'Arena, permette di controllare qualunque tipo di apparecchiatura luci, server video, schermi a matrice di led e di interfacciarsi a un sistema di trasmissione in fibra ottica. Infatti, i proiettori nella loro continua evoluzione, stanno ormai passando dai comandi DMX a un collegamento diretto alla rete dati tramite un indirizzo IP assegnato a ciascuno di essi.

In occasione dei lavori di adeguamento e valorizzazione dell'Anfiteatro romano, attualmente in corso, oltre al completo rifacimento della distribuzione dell'energia elettrica verrà posata una rete dati permanente in fibra ottica, totalmente dedicata alle luci di scena, riducendo così numero di cavi e l'impatto estetico sul monumento. La nuova rete dati dedicata alle luci di spettacolo prevede la suddivisione dell'anfiteatro in quattro sezioni ciascuna dotata di un proprio nodo di fibra. Detta rete è concepita come un anello che congiunge partendo dal box regia luci i quattro punti cardinali dell'arena (In corrispondenza degli arcovoli 1, 20, 37, 54). Da detti punti i nodi di fibra distribuiranno, mediante appositi adattatori, il segnale di comando alle varie apparecchiature. La disposizione ad anello permetterà di realizzare una rete di tipo ridondante nel caso di accidentali interruzioni della fibra. Tutti gli apparati di trasmissione e conversione del segnale saranno contenuti in quadri rack 19" in esecuzione stagna IP 65, da posizionare a fianco dei quadri Power-Box di distribuzione dell'energia elettrica. I cavi della fibra ottica saranno per posa fissa mentre rack e apparati di trasmissione dei segnali saranno rimossi al termine di ogni stagione.

Nessuno può conoscere quanto velocemente evolverà la tecnologia ma presumibilmente, gli impianti che si stanno realizzando e le apparecchiature di cui si sta dotando Fondazione Arena consentiranno di allestire nelle prossime stagioni spettacoli in cui la luce potrà essere un protagonista assoluto, potente, versatile e sicuro.

Pellegrini Noleggi

IL VOSTRO PARTNER PER LA LOGISTICA DI STOCCAGGIO







PERCHÈ **SCEGLIERE** PELLEGRINI TRASPORTI

Le nostre soluzioni di trasporto intermodale aiutano lo sviluppo della vostra azienda esternalizzando costi e ottimizzando i tempi.
Servizi di trazioni, noleggio di tank, cisterne, silo di varie dimensioni, oltre a possibilità di deposito e parcheggio dei vostri mezzi pesanti.

PELLEGRINI TRASPORTI È **QUALITÀ E PROFESSIONALITÀ**

Da oltre ottant'anni ci occupiamo di trasporto in ogni regione d'Italia e d'Europa, specializzandoci in seguito anche in servizi di noleggio, deposito, lavaggio, riscaldamento acqua, vapore, elettrico, manutenzione e assistenza dei vostri mezzi pesanti.

TRASPORTO LIQUIDI E POLVERI

Servizi di trasporto per ogni esigenza. Pellegrini Trasporti S.r.l. garantisce ad ogni merce i tank idonei.

NOLEGGIO TANK SILO, IBC, CHASSIS

Servizi di noleggio per contenitori adibiti al trasporto e stoccaggio di qualsiasi prodotto liquido e pulverulento.

LAVAGGIO TANK SILO E FRIGORIFERI

Servizi di lavaggio interno di cisterne, silo, frigoriferi. Servizi di lavaggio esterno ad alta pressione di mezzi pesanti di qualsiasi tipo, IBC/cisternette

Via Adige, 1, 37060
Nogarole Rocca VR

info@pellegrinitrasporti.com

+39 045 630 3838

Pellegrini Trasporti S.r.l.



Calcestruzzo: controlli di accettazione tipo B

ing. Gianluca Coati

Introduzione

I controlli delle forniture di cantiere rappresentano uno dei principali compiti del Direttore Lavori (D.L.); riveste particolare importanza il controllo delle forniture relative a materiali e prodotti per uso strutturale, i quali devono essere *identificati, qualificati e accettati* dal D.L.

Per il calcestruzzo l'accettazione del materiale avviene mediante controllo statistico delle risultanze delle prove a rottura dei prelievi; i valori medi di rottura vanno confrontati con i valori caratteristici opportunamente incrementati in relazione alla tipologia di controllo.

Il valore caratteristico è un concetto statistico; per spiegarlo (soprattutto negli istituti tecnici) si fa il seguente esempio: se si hanno 100 valori di prelievo, il valore caratteristico è quel valore che lascia al di sotto il 5% delle misurazioni. Tale definizione è imprecisa e può generare equivoci.

Numerosi sono gli articoli che analizzano le problematiche applicative del controllo di tipo B (vedi bibliografia): nel seguito verranno approfonditi in particolar modo gli aspetti matematici relativi alle procedure di controllo di tipo B – evidenziando criticità nella procedura - e si accennerà solo marginalmente ai problemi pratici relativi alla numerosità dei campionamenti disponibili.

Un po' di matematica

Distribuzioni di frequenza per variabili discrete

Dato un campione finito di valori (nel nostro caso i valori di rottura di un gruppo di prelievi, cioè le "modalità" della statistica) l'analisi statistica permette di rappresentare sinteticamente tramite istogrammi la distribuzione di frequen-

za discreta.
Tale rappresentazione può essere costruita in vari modi, in relazione all'ampiezza dei sottoinsiemi in cui si suddivide l'intervallo di definizione del campione, intervallo definito dai valori estremi delle modalità.
Un esempio potrà chiarire la situazione. Supponiamo di avere il seguente campione di resistenze di prelievo i cui valori saranno indicati con $\mathbf{R_i}$ (già ordinati in modo che $R_i \leq R_{i+1}$):

R_1= 39,10 MPa
R_2= 39,33 MPa
R_3= 39,63 MPa
R_4= 40,08 MPa
R_5= 40,12 MPa
R_6= 40,25 MPa
R_7= 40,30 MPa
R_8= 40,40 MPa
R_9= 40,52 MPa
R_{10}= 40,84 MPa
R_{11}= 40,95 MPa
R_{12}= 41,08 MPa
R_{13}= 41,57 MPa
R_{14}= 41,71 MPa
R_{15}= 42,00 MPa

I valori estremi delle modalità sono rappresentati dai valori assunti da R_1 e R_{15}, quindi $39{,}10 \leq R_i \leq 42{,}00$
Questo intervallo lo possiamo suddividere in k sottoinsiemi e poi contare quante sono le modalità (i valori) che cadono nei sottoinsiemi, quindi passare alla costruzione del grafico. Il criterio maggiormente utilizzato considera sottoinsiemi di uguale ampiezza pari a $(R_{15} - R_1)/k$. È chiaro che cambiando il numero di suddivisioni **k** si otterranno istogrammi diversi, come appare nei due grafici seguenti, tracciati assumendo k=10 nel primo caso e k=8 nel secondo e calcolati sul campione preso ad esempio:

L'altezza delle barre rappresentano il numero di volte in cui i valori del campione compaiono negli intervalli di ampiezza $(R_{15} - R_1)/k$ e in questo caso descrivono le frequenze assolute; per effettuare confronti tra diversi campioni è conveniente rapportare le frequenze assolute al totale della numerosità dei campioni ottenendo in questo modo le frequenze relative f_i
Naturalmente si ha: $\Sigma_i f_i = 1$ **(1)**

Funzione di ripartizione

Un altro importante strumento utilizzato nell'analisi statistica è rappresentato dalla funzione di ripartizione.
Partiamo dal nostro campione ordinato in modo che $R_i \leq R_{i+1}$; se ***n*** è la numerosità del campione (nel nostro caso 15) è possibile attribuire ad ogni singola misurazione la frequenza relativa **1/15**
Quindi possiamo dire che la frazione di 1/15 unità statistiche presenta valori di Ri che sono inferiori o uguali a R_1, la frazione 2/15 presenta valori che sono inferiori o uguali a R_2, e così via.
La funzione che associa ad ogni valore reale R_0 la frazione delle unità che sono inferiori o uguali a R_0 si chiama funzione di ripartizione.
Il grafico seguente rappresenta la costruzione, con interpolazione lineare, della funzione di ripartizione del nostro esempio.
La funzione di ripartizione è ottenuta sommando le frequenze relative al crescere di R_i, è strettamente crescente ed è compresa tra 0 e 1 come risulta evidente dalla **(1)**

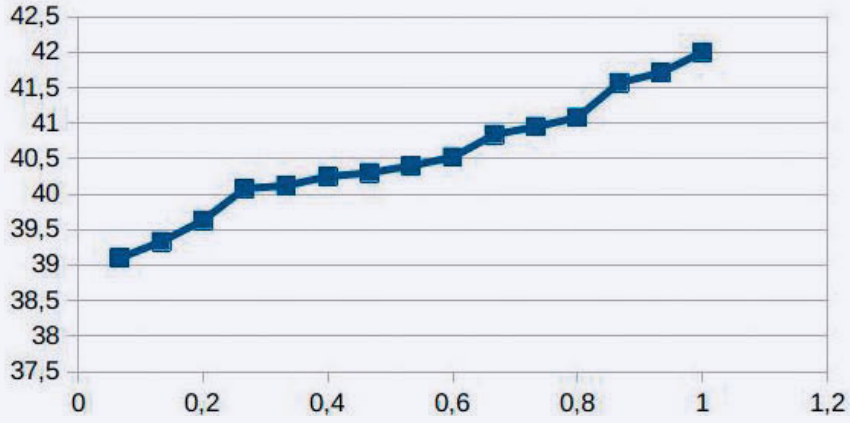


Fig. 3

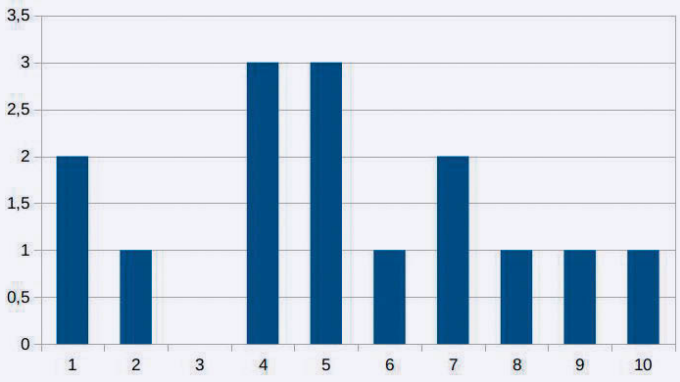


Fig. 1

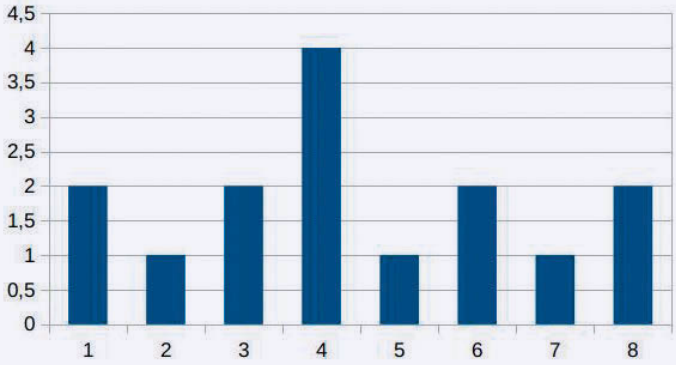


Fig. 2

Quartili, percentili

Come abbiamo visto, una distribuzione discreta in cui le modalità sono di tipo numerico si può ordinare in modo non decrescente. Anziché ragionare su intervalli variabili (in base alla scelta di k) sono spesso usati intervalli predefiniti quali i *quartili* e i *percentili*. Il quartile si ottiene suddividendo in quattro gruppi di pari numerosità il campione di numerosità iniziale ***n***: il primo quartile sarà rappresentato dal valore $\mathbf{Q_1}$ che lascia alla sua sinistra ***n/4*** modalità, il secondo quartile è rappresentato dal valore $\mathbf{Q_2}$ (che coincide con la mediana) ed anch'esso è costituito da ***n/4*** modalità (e alla cui sinistra lascia ***n/4+n/4=n/2*** modalità), ecc.

In modo analogo si possono introdurre altre suddivisioni; si parlerà allora di decili se si suddivide per 10, oppure di percentili se si suddivide per 100

Più propriamente si parla genericamente di *quantili* che comprendono quindi *quartili*, *decili* e *percentili*. Qualunque sia il quantile preso in considerazione, il valore $\mathbf{Q_i}$ corrispondente si troverà sempre tra gli estremi del campione.

La determinazione dei *quantili* presenta un problema pratico: la suddivisione in **k** parti quasi mai troverà corrispondenza in un preciso valore campionario. Ad esempio, se volessimo trovare il 10° percentile del campione di esempio, costituito da 15 modalità, dovremo cercare la corrispondenza di posto 1,5 che ovviamente non c'è. Si opera allora con opportune interpolazioni sulla funzione di ripartizione; tuttavia le regole di interpolazione non sono univoche, per cui programmi diversi di analisi statistica possono restituire valori diversi del *quantile* considerato. Si pensi ad esempio alla determinazione del 50° percentile (corrispondente al secondo quartile e coincidente con la mediana) in un campione avente un numero pari di elementi: il punto che suddivide in due parti di uguale numerosità si trova tra: $x_{(n/2)}$ e $x_{(n/2+1)}$

Convenzionalmente si assume $(x_{(n/2)} + x_{(n/2+1)})/2$ per avere un solo valore, però, in base alla definizione, si potrebbe assumere qualsiasi valore compreso tra $x_{(n/2)}$ e $x_{(n/2+1)}$

Distribuzioni di frequenza per variabili continue

Il passaggio a distribuzioni continue rappresenta la generalizzazione di quanto visto per le distribuzioni discrete, però occorre prestare attenzione perché non tutti i concetti trovano esatta corrispondenza.

Possiamo immaginare di avere un numero infinito di modalità (cioè di valori): possono essere definite in un intervallo limitato oppure su tutto l'asse reale. La curva che si ottiene è detta *densità di frequenza*. Cambia la denominazione rispetto al caso di variabili discrete; nel caso di variabile continua non è possibile infatti far corrispondere ai valori che essa assume in uno punto la rispettiva frequenza perché si tratterebbe di rapportare un valore finito con gli infiniti valori del campione; ha senso invece suddividere il campo di definizione della variabile in sub-intervalli e riferire la distribuzione di frequenza agli elementi che appartengono al sub-intervallo considerato.

Di curve che possano rappresentare una distribuzione di frequenza se ne possono trovare quante si vuole, in base al fenomeno di cui si cerca di rappresentare la distribuzione. Per descrivere la distribuzione di errori casuali si usa la ben nota relazione:

$$f(z) = 1/\sqrt{2\pi}e^{-z^2/2} \quad \textbf{(2)}$$

che descrive la densità di frequenza di una variabile casuale definita in]-∞, +∞[e la cui rappresentazione grafica assume la tipica forma a campana, simmetrica, centrata nell'origine e definita su tutto l'asse reale, come mostrato in Fig. 4

La relativa funzione di ripartizione si ottiene integrando la **(2)** in tutto il campo

$$F(z) = 1/\sqrt{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-z^2/2} \quad \textbf{(3)}$$

La moltiplicazione per $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ è necessaria per normalizzare a 1 l'integrale; in questo modo si ha corrispondenza con la **(1)** per il caso discreto. Dal grafico di $F_{(z)}$, mostrato in Fig. 5, si nota come $F_{(z)} \to 0$ per $z \to -\infty$ e $F_{(z)} \to 1$ per $z \to +\infty$

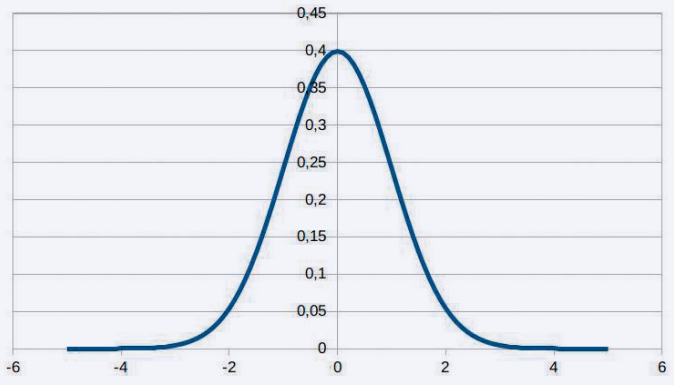


Fig. 4

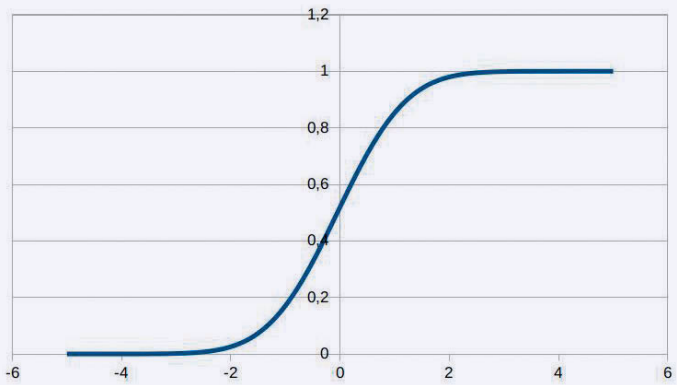


Fig. 5

La funzione $e^{-z^2/2}$ assume sempre valori positivi ed essendo $F'_{(x)} = \propto e^{-z^2/2}$ la funzione integrale **(3)** sarà strettamente crescente.
Ciò significa che **per ogni $z_1<z_2$ sarà sempre $F_{(z1)}<F_{(z2)}$ (4)**
L'integrale espresso dalla **(3)** ci dice, banalmente, che la probabilità di trovare una qualsiasi modalità nell'intervallo]-∞, +∞[è 1
Se limitiamo l'analisi della distribuzione ad un intervallo [z_1, z_2] avremo la probabilità di ottenere le modalità comprese nell'intervallo considerato.
In formule:

$$p(z_1\text{-}z_2) = 1/\sqrt{2\pi} \int_{z1}^{z2} e^{-z^2/2}$$

Ovviamente, se $z_1=z_2$ l'integrale si annulla e si ritrova matematicamente quanto abbiamo già osservato, cioè che non ha senso parlare di probabilità di singoli eventi nel caso di distribuzioni continue.

Frattili
La conoscenza di F(z) ci permette di trovare facilmente la probabilità che un valore z_0 non sia superato, basta infatti valutare l'integrale

$$F(z_0) = 1/\sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^{z0} e^{-z^2/2}$$

Il valore z_0 viene chiamato frattile e individua il valore della variabile Z al di sotto del quale si ha la probabilità $F_{(z0)}$ di trovare valori inferiori a z_0
In altri termini, se vogliamo trovare il valore z_0 tale che la probabilità che esso non sia superato valga p%, occorre invertire la funzione di ripartizione $F_{(z)}$ nel punto p%.
È evidente l'analogia tra il concetto di *quantile* per distribuzioni discrete e *frattile* per distribuzioni continue.

Dalla teoria alla pratica

Si assume per ipotesi che l'andamento del risultato della rottura dei campioni di un numero elevato di prelievi sia ben approssimato da una distribuzione normale, cioè segua l'andamento a campana concentrando più valori intorno alla media e lasciando pochi valori marginali lontano da essa. Il passaggio da una distribuzione discreta ad una continua rappresenta una semplificazione; infatti si possono utilizzare gli strumenti dell'Analisi Matematica che permettono facilmente di estrapolare i dati che ci interessano.
Le **(2)** e **(3)** precedenti rappresentano una distribuzione normale centrata nell'origine avente media nulla e varianza pari a 1. I valori che noi però dobbiamo analizzare sono riferiti a valori di rottura che hanno media diversa da 0
Inoltre la distribuzione dei risultati di rottura deve in qualche modo essere tenuta in conto; l'indice statistico utilizzato è la varianza e le relazioni si modificano come segue:

$$f(x) = 1/\sqrt{2\pi\sigma^2} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

(5)

$$F(x) = 1/\sqrt{2\pi\sigma^2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

(6)

nelle quali μ e σ^2 sono rispettivamente media e varianza e della popolazione.
La varianza è definita come la media del quadrato degli scarti:

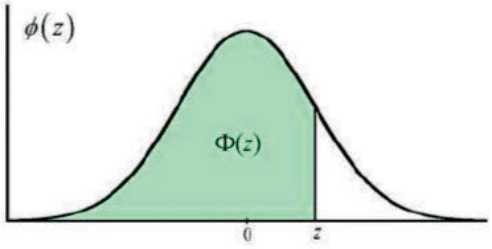
$$\sigma^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2$$

ed esprime la variabilità nell'unità di misura del fenomeno al quadrato; se si estrae la radice quadrata della varianza si ottiene lo scarto quadratico medio σ o deviazione standard, espressa nell'unità di misura del fenomeno (nel nostro caso MPa).

Calcolo di F(x)
Finora abbiamo dato per scontato che sia agevole il calcolo di F(x); in realtà F(x) non è rappresentabile in termini di funzioni elementari per cui il calcolo deve essere fatto numericamente.
Per tale ragione in Appendice di ogni testo di Statistica vengono riportate le tavole statistiche per il calcolo di F(z) riferite alla variabile **z** normalizzata così definita: z=(x-μ)/σ
Si tratta quindi di effettuare un cambio di variabile per passare dalla statistica X alla statistica Z
Esprimendo **x** in funzione di z si ottiene:
x=μ+zσ (7)
Nelle NTC 2018 la variabile normalizzata **z** viene indicata con il simbolo **k**, quindi avremo in generale **x=μ+kσ** Dalla **(7)**, note **μ** e **σ**, fissato il valore di **z** si può risalire al valore **x** della statistica in esame, e viceversa.
Le tavole possono essere strutturate in diversi modi, a seconda dell'Autore, ma in genere vengono riportati i valori di F(z) quindi dell'area espressa dalla **(3)** per la parte simmetrica (**z** positive) della curva a campana, partendo dal valore **z=0** in corrispondenza del quale si ha ovviamente **F(0)=0,5**; in tabella sono riportati i valori dell'area sottesa e lungo i bordi i valori che assume **z** in decimi e centesimi.
Nella tabella a pagina 42 è rappresentato il procedimento per la determinazione dei valori corrispondenti ai frattili 5% e 1%
Il frattile 5% si determina trovando il valore simmetrico di 0,05, cioè 0,95, interpolando se necessario, e ricavando il valore di **z** (da prendersi negativo). Si ottiene **z= 1,645**
Analogamente, per il frattile 1% si cercherà la **z** corrispondente al valore simmetrico a 0,01, cioè 0,99 e si ottiene **z= 2,326**
La relazione che lega allora il valore del frattile 5% (con valore **k** negativo perché a sinistra dell'asse) con il valore della resistenza media si scrive quindi:
$R_{ck} = R_{cm28} - 1{,}645\ \sigma$ (8)

Valori caratteristici
Le norme tecniche fanno riferimento ai valori di resistenza caratteristici che corrispondono al "frattile 5% della distribuzione statistica della grandezza" (NTC 2018 Punto 2.3)[1].

Tavola 1 – Funzione di ripartizione della variabile casuale normale standardizzata



$F(z) = 5\% \Rightarrow z = 1{,}645$

$F(z) = 1\% \Rightarrow z = 2{,}326$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
3.9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Tavola F(x)

Occorre quindi costruire, a partire dai dati di campionamento dei prelievi, la distribuzione di probabilità ricavando media e varianza e da qui trovare i valori caratteristici richiesti nelle verifiche.
Non è corretto quindi confondere i concetti di *percentile* e *frattile*: i due valori non coincidono; il *frattile* è influenzato dal valore della varianza e all'aumentare di questa il valore può essere inferiore al valore minimo R_1 mentre, per definizione, il percentile si trova entro l'intervallo $R_{15} - R_1$

Media, Varianza e Scarto quadratico campionari

La media campionaria **x** è uno stimatore non distorto; significa che la procedura per la determinazione del valore di prelievo (media dei provini) non produce deviazioni sistematiche, cioè la media dei prelievi tende al valore medio della popolazione.
Si assume quindi che la media della popolazione sia pari alla media campionaria: **$\mu = x$**
La varianza campionaria è uno stimatore distorto perché la media della varianza campionaria non vale σ^2 bensì $((n-1)/n)\sigma^2$
Per inferire correttamente *(utilizzare informazioni campionarie da estendere all'intera popolazione)* la varianza della popolazione occorre correggere la varianza campionaria moltiplicando per n/(n-1) ottenendo la varianza campionaria corretta[2]:

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X_n})^2 \qquad \textbf{(9)}$$

Si assume quindi che la varianza della popolazione sia pari alla varianza campionaria corretta:

$$\sigma^2 = S_n^2$$

Con queste posizioni, nelle **(5)** e **(6)** la media **μ** e la varianza **σ^2** corrispondono rispettivamente alla resistenza media campionaria R_{cm28} e alla varianza campionaria corretta, come appena visto.
La radice quadrata di **σ^2** è lo scarto quadratico medio, indicato con **s**

Controllo di tipo B

Ora abbiamo tutte le informazioni che ci servono per analizzare criticamente le disposizioni dei Punti 11.2.5 e 11.2.5.2 delle NTC 2018
Punto 11.2.5
La prescrizione, comune per il controllo di tipo A, $R_{c,min} \geq R_{ck} - 3{,}5$ non presenta problemi di interpretazione; in questo caso lo scostamento tra resistenza minima di prelievo e valore caratteristico è fisso e si tratta solo di eseguire il confronto.
La prescrizione $R_{cm28} \geq R_{ck} + 1{,}48$ **s** presenta invece una incongruenza; la possiamo scrivere in modo diverso per notare più chiaramente il problema:
$R_{ck} \leq R_{cm28} - 1{,}48\ s$ (10)
Per la **(8)** abbiamo visto che il valore Rck si ottiene con k=1,645 mentre qui abbiamo k=1,48
L'introduzione del parametro 1,48 è adottato dalla norma UNI EN 206 (richiamata dalle NTC 2018 e quindi cogente). Il documento *Guidance on the application of the EN 206-1 conformity rules*[4] *applica le disposizioni della UNI EN 206 e approfondisce gli studi fondati "sulla teoria statistica, sull'analisi basata su dati simulati e sull'analisi dei dati di produzione reali di una serie di impianti di produzione del calcestruzzo".*
Partendo dal presupposto che il valore 1,645 consente di determinare il valore del frattile 5% dell'intera popolazione, cosa impraticabile perché implicherebbe il controllo su tutto il calcestruzzo, quindi l'impossibilità di utilizzarlo(!), la *Guidance on the application of the EN 206-1 conformity rules* (Punto 2.4) accetta che *"In questo caso il test statistico applicato è quello che fornisce un piccolo rischio che il produttore concluda che il calcestruzzo è conforme alle specifiche quando la popolazione non è conforme, ovvero fcm è sostanzialmente inferiore a (f_{ck} + 1,65σ)."*3
In tale approccio viene introdotto il concetto di *"Curva caratteristica di funzionamento (curva O-C): una figura che mostra la relazione tra la qualità del calcestruzzo fornito e la probabilità che venga accettato quando viene testato."*

L'asse verticale nella Fig. 6 (figura in grande) mostra *"la probabilità di accettazione, Pa, in percentuale, cioè la possibilità che il calcestruzzo prodotto in quel periodo venga ritenuto accettabile se si applica la regola di conformità ($f_{ck} + 1.48\sigma \leq f_{cm}$)."*
"L'asse orizzontale nella Fig. 6 mostra la qualità del calcestruzzo. Qui la qualità è definita come la percentuale dell'intera popolazione che darebbe risultati del test inferiori alla resistenza caratteristica specificata, se l'intera popolazione venisse testata."
Le due regioni tratteggiate indicano, rispettivamente, la zona di insicurezza (resistenze inferiori) ed una zona antieconomica (resistenze eccessivamente superiori rispetto a quanto richiesto).
La linea che separa le due aree corrisponde al frattile 5% con k=1,645
Il punto più vicino alla zona di insicurezza della linea corrisponde al frattile 7% (in ascissa); in quel punto si ha una probabilità di accettazione del 50% (in ordinata).
Tornando alla tabella della funzione di ripartizione, è facile verificare che al frattile 7% corrisponde il valore k=1,48
Basta infatti individuare in tabella il valore simmetrico di 0,07, cioè 0,93, e trovare il valore di k corrispondente.
Le NTC 2018 adottano la regola adottata dalla UNI EN 206; abbiamo quindi scoperto da dove deriva l'introduzione del valore **k** introdotto al Punto 11.2.5
È importante però sottolineare che la conformità secondo la UNI EN 206 (rispetto della regola $f_{ck} + 1.48\sigma \leq f_{cm}$) non corrisponde al controllo di accettazione secondo le NTC 2018 (che richiede in-

1 Nelle NTC non si cita mai esplicitamente la distribuzione normale

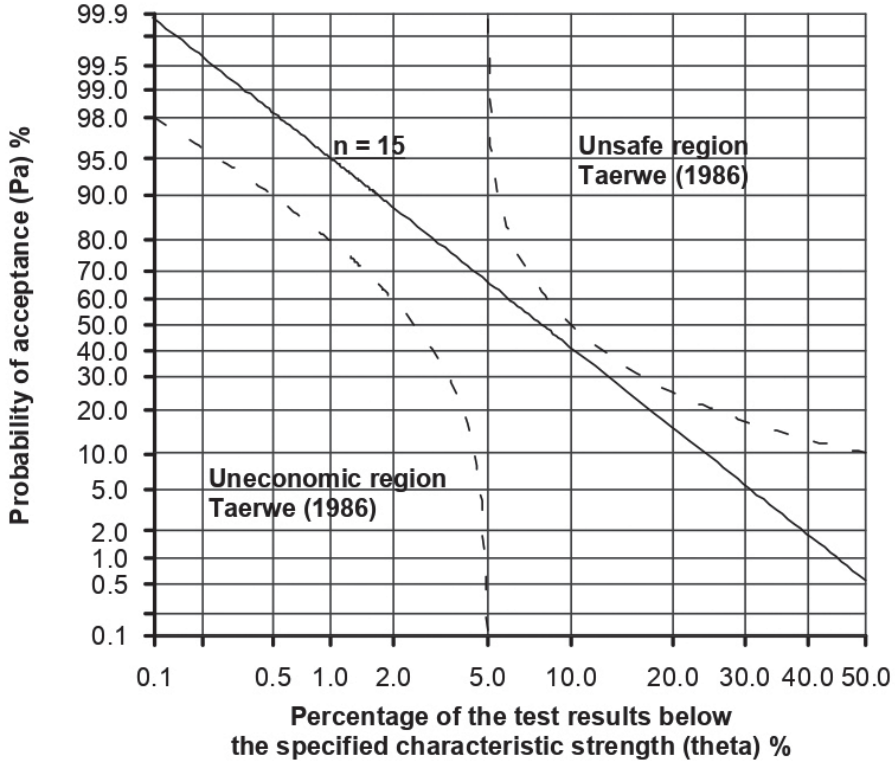
2 Vedi correzione di Bessel

3 Implicitamente quindi è applicata la distribuzione normale. Il valore k=1,645 è stato arrotondato a 1,65

Guidance on the application of the EN 206-1 conformity rules

Figure 1. The operating characteristic for the conformity rule used with continuous production in BS EN 206-1.

The conformity rule is $f_{cm} \geq f_{ck} + 1.48\square$. The operating characteristic shown in the figure has been obtained by simulation, and applies when the data are auto-correlated (according to Taerwe's model with parameters 0.4 and 0.2), the mean is calculated from 15 test results, and the standard deviation is established beforehand (from 35 test results).



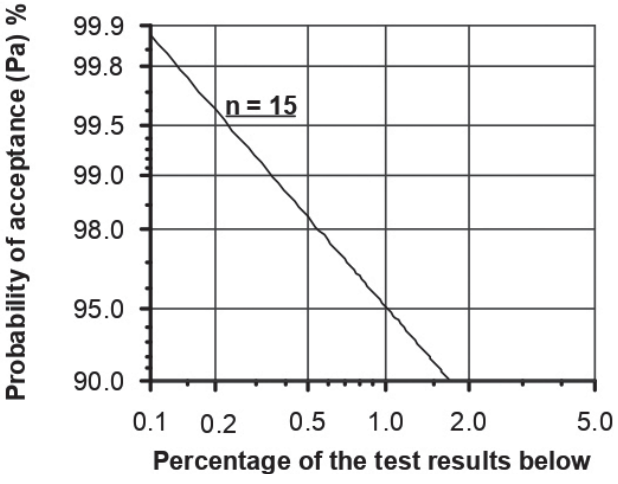


Fig. 6

fatti ulteriori verifiche).
Ponendo $R_{cm28} - 1{,}48\ s = f_{7\%}$ la **(10)** si scrive: **$R_{ck} \leq f_{7\%}$ (11)**
Proseguiamo con ordine ad analizzare le prescrizioni del successivo punto 11.2.5.2
Il controllo di tipo B è obbligatorio quando si hanno quantità di calcestruzzi - di uguale resistenza e classe di esposizione (vedi punto C11.2.5 Circolare 7-2019)- superiori ai 1.500 m³; si deve eseguire un controllo con frequenza non minore di 1/1.500 m³; ogni controllo è costituito da almeno 15 prelievi ed ogni prelievo deve essere eseguito su 100 m³ di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto (anche se inferiore ai 100 m³) deve essere effettuato almeno un prelievo.
Fin qui è chiaro; ciò che non è chiaro è cosa succede se si hanno quantità superiori a 1.500 m³ ma non multiple.
Ad esempio, se si hanno 1.800 m³ e si esegue un controllo per i primi 1.500 m³, come si controllano gli altri 300 m³?
La risposta viene data dalla Circolare 7-2019 al punto C11.2.5.2
La procedura consigliata prevede di effettuare un controllo sui primi 15 prelievi e poi aggiungere i prelievi effettuati ai 300 m³ (effettuando un controllo, in questo caso, su 18 prelievi). Sebbene il metodo proposto sia matematicamente corretto, come è stato fatto notare[1] l'applicazione può generare problemi di carattere pratico: potrebbe avvenire, infatti, che una fornitura già accettata non risulti più tale ad un successivo controllo. Ciò può accadere perché cambiando il campione si modificano i valori di R_{cm28} e σ posti alla base delle verifiche di accettazione.
Anche a mio parere questa procedura è pericolosa perché potrebbe generare contenziosi, quindi da evitare.
Rimane però il problema di come controllare i 300 m³ oltre i 1.500
Una soluzione potrebbe essere quella di suddividere in due la fornitura ed eseguire 2 controlli con 15 prelievi ciascuno, senza introdurre modifiche campionarie. Nel nostro caso avremmo due forniture da 900 m³ con due diversi controlli di accettazione. Sicuramente è rispettata la prescrizione di eseguire un controllo *"con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³"* perché 1/900 > 1/1.500
Inoltre la prescrizione per la quale dev'essere eseguito 1 prelievo *"su 100 m³ di getto di miscela omogenea"* non esclude che se ne possano fare più di 1 su 100 m³, considerando anche che *"Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo."* Ad esempio, se dobbiamo gettare una pilastrata, generalmente di pochi m3, dobbiamo effettuare obbligatoriamente un prelievo, quindi avremo sempre un numero di prelievi superiore al numero minimo necessario per effettuare il controllo.
Questa procedura prevede però che debba essere pianificata: occorre conoscere preventivamente le quantità di miscela omogenea e definire in anticipo il numero dei prelievi, almeno per la quantità finale della fornitura. D'altra parte questo approccio lascia anche una certa libertà: se le due forniture sono diverse (ad esempio 1.000 m³ e 800 m³) si faranno due controlli: il primo sui primi 1.000 m³, il secondo sugli 800 rimanenti.
Resta infine da analizzare un'ultima eventualità: la possibilità, cioè, di avere forniture "miste". È infatti possibile che in un cantiere ci siano miscele omogenee inferiori e superiori ai 1.500 m³
Siccome il controllo è riferito a "miscele omogenee" non sembra esserci dubbio che i tipi di controlli, A e B, possano coesistere per lo stesso cantiere.
Ciò che non si può fare è eseguire doppi controlli, di tipo A e B, su medesimi campionamenti ricombinando gli stessi (ad esempio per verificare se una fornitura non accettata con il controllo B lo possa diventare suddividendola in più controlli di tipo A): oltre a contravvenire alla regola sulla quantità, è evidente infatti che i due tipi di controllo non sono sovrapponibili (perché considerano medie e varianze diverse per diversi campioni) e una procedura impostata in questo modo rappresenterebbe solo un esercizio numerico fine a sé stesso.
Il punto 11.2.5.2 prosegue con il seguente paragrafo, che riporto integralmente:
"Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo la legge di distribuzione più corretta e il suo valor medio, unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s/R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7."

Il paragrafo si apre introducendo l'ipotesi *"Se si eseguono controlli statistici accurati..."*: i tipi di controlli a cui si fa riferimento non sono indicati; certamente sono controlli che prevedono distribuzioni di probabilità diverse dalla normale. In quel caso, per essere accettati, il coefficiente di variazione s/R_m deve rispettare i limiti indicati.
Ad una prima lettura non sembra quindi che i controlli sul coefficiente di variazione siano da estendersi anche alla distribuzione normale, la più semplice delle distribuzioni.
Questa interpretazione però è smentita dalla Circolare 7-2019 sempre al punto C11.2.5.2; infatti, a commento del punto 11.2.5.2 delle NTC 2018, riporta: *"I requisiti prestazionali più stringenti, adottati per i controlli di Tipo B, sono finalizzati a garantire la costanza prestazionale della miscela. In tal senso viene anche precisato che non possono essere accettati calcestruzzi con coefficiente di variazione (s/R_m) superiore a 0,3, dove s è lo scarto quadratico medio e R_m è la resistenza media dei prelievi (N/mm^2)".*
La Circolare non fa distinzione tra tipologie di controlli (accurati o meno): a questo punto è lecito chiedersi a che serve introdurre un'ipotesi se la procedura di controllo va applicata in ogni

caso.
Ma andiamo avanti.
Il punto 11.2.5.2 così si conclude:
"Infine, la resistenza caratteristica R_{ck} di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di prelievo e la resistenza minima di prelievo $R_{c,min}$ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%."

Anche qui è da chiarire se gli ulteriori controlli si riferiscano al caso in cui *"si eseguono controlli statistici accurati"* o se, come afferma sempre la Circolare 7-2019 al punto C11.2.5.2, tali controlli debbano applicarsi anche per la distribuzione normale.
In questo caso, l'introduzione degli ulteriori controlli che possiamo rappresentare come segue:

$R_{ck} < f_{5\%}$ $f_{1\%} < R_{c,min}$

ove è stato posto $f_{5\%}$ = "frattile 5%" e $f_{1\%}$ "frattile 1%," genera un'evidente incongruenza.
Infatti, dovendo valere contemporaneamente sia la **(11)** che la relazione Rck < $f_{5\%}$, ricordando la **(4)** possiamo anche scrivere:
$R_{ck} < f_{5\%} < f_{7\%}$ (12)
La verifica più restrittiva, **$R_{ck} < f_{5\%}$**, assorbe il controllo $R_{ck} \leq R_{cm28} - 1{,}48$ s che risulta pertanto inutile.
Per quanto riguarda il secondo controllo, dobbiamo ricordare che abbiamo già una verifica sul valore $R_{c,min}$:
$R_{ck} - 3{,}5 \leq R_{c,min}$
Dovendo però valere anche $f_{1\%} < R_{c,min}$ abbiamo di nuovo due verifiche sullo stesso valore di confronto: dobbiamo analizzare quindi cosa potrebbe accadere e quale delle due verifiche risulta più stringente.
Rispetto al caso precedente, in cui le verifiche erano "omogenee", in questo caso abbiamo un parametro fisso, 3,5 MPa, che impone una distanza massima tra i valori R_{ck} di progetto e $R_{c,min}$ dato dal campionamento.
Non è possibile dire a priori se $f_{1\%} \leq R_{ck} - 3{,}5$ oppure $R_{ck} - 3{,}5 \leq f_{1\%}$ in quanto potrebbero verificarsi entrambe le ipotesi. D'altra parte sappiamo che il valore del frattile dipende da due parametri, media e scarto quadratico medio, cioè: $f_{1\%} = f_{1\%}(\mu,\sigma)$, per cui il problema, come posto, risulta indeterminato: per trovare per quali valori di σ vale l'una o l'altra delle relazioni precedenti si deve prima fissare μ (R_{cm28}) e poi trovare il valore di σ
Tuttavia, pur non potendo determinare esattamente un valore univoco per σ, può essere interessante ricavarne una stima per capire quanto "pesa" lo scarto fisso pari a 3,5 MPa; in altre parole: il valore di 3,5 MPa che rappresenta un certo valore **ks***, a che tipo di distribuzione corrisponde?
Per rispondere possiamo fare riferimento ai valori di **s** che si incontrano di solito nei controlli di accettazione di tipo B e risalire al valore **ks** da confrontare con il valore fisso 3,5 MPa assunto nella verifica.
Da mia esperienza il valore s può variare tra 3 e 54; considerando che il valore di k, comunque lo si consideri, è maggiore di 1, si può dedurre che al valore 3,5 MPa corrisponde una distribuzione piuttosto ristretta, quindi un calcestruzzo di qualità molto buona.

Conclusioni

Per i punti relativi al controllo di tipo B sarebbe a mio avviso necessaria una riscrittura in modo da risolvere i dubbi interpretativi sopra evidenziati; ritengo anche necessario un richiamo esplicito alla distribuzione normale in modo da inquadrare in modo univoco l'approccio statistico utilizzato nel controllo.
Se il controllo di tipo B si limitasse alle due verifiche:
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3{,}5$
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1{,}48$ s **(13)**
cioè adottasse (in parte) l'approccio della UNI EN 206 sarebbe supportato da una giustificazione basata su studi sperimentali: si accetta nella verifica un *"piccolo rischio che il produttore concluda che il calcestruzzo è conforme alle specifiche quando la popolazione non è conforme"*; la quantificazione del rischio è ben spiegata nel documento *Guidance on the application of the EN 206-1 conformity rules.*
L'interpretazione estensiva che ne dà invece la Circolare 7-2019 rende il controllo di cui al punto 11.2.5.2 incoerente e contraddittorio.
Una possibile soluzione potrebbe essere rappresentata dall'indicazione esplicita della distribuzione da adottare, nel caso di *controlli statistici accurati*, in modo da eliminare l'incongruenza; ad esempio, utilizzando la distribuzione di Student, legando cioè i parametri di controllo alla numerosità campionaria indicando i parametri k da adottare nei vari casi e limitando la verifica secondo le **(13)** al solo caso di distribuzione normale.
Naturalmente la procedura di controllo si complica rispetto alla semplice applicazione della distribuzione normale, ma trattandosi di controlli statistici accurati tale procedura sarebbe giustificata in caso di opere di particolare rilevanza.
Anche la procedura consigliata per il controllo di quantità maggiori di 1.500 m^3 presenta criticità pratiche: una possibile soluzione può essere rappresentata dal metodo proposto.

4 Una buona fonte di dati si ricava dalle prove di accettazione del calcestruzzo utilizzato nelle strutture prefabbricate in cui vengono eseguiti controlli di tipo B

Note Bibliografiche

1 - Vincenzo D. VENTURI, *I controlli di accettazione del calcestruzzo previsti dalle NTC 2018 e le incongruenze da sanare*
2 - Roberto MARINO, *Osservazioni e suggerimenti per le prescrizioni dei calcestruzzi in alcuni Capitolati tecnici*
3 - UNI EN 206-1:2006, *Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità* (ora in edizione aggiornata al 2016)
4 - Quarry Products Association, *Guidance on the application of the EN 206-1 conformity rules*
5 - NTC 2018, *"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"*
6 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL. PP., *Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*
7 - Domenico PICCOLO, *Statistica* ed. Il Mulino, Terza edizione
8 - Stefano BERTOCCHI, *Statistica* ed. Alpha Test



GAMMA KERA

SOLUZIONI PER LA MODERNA GESTIONE DELLE ACQUE REFLUE

Società del Gres S.p.A.
Gruppo Steinzeug-Keramo
Via Martiri della Libertà, 22
24010 Sorisole (Bg)
Tel. +39 035 199 110 55
Fax +39 035 199 110 57
dac@gres.it - www.gres.it
www.gresnews.it

gres.it

gresnews.it

SOCIETÀ DEL GRES
GRUPPO STEINZEUG-KERAMO



Conglomerati Bituminosi

ASFALTI BUSCO1 S.r.l. Opera fin dalla sua nascita nelle forniture destinate al settore autostradale.

ASFALTI BUSCO1 S.r.l. è una società con esperienza decennale nel settore della produzione di conglomerati bituminosi.
Negli anni ha conseguito una riconosciuta specializzazione nei conglomerati bituminosi speciali ad elevate prestazioni e nei conglomerati ecologici di nuova generazione.

Asfalti BUSCO 1

Asfalti Busco 1 S.r.l.
Via Poazzo Inferiore
45024 Fiesso Umbertiano RO
Tel. 0425 742085
info@asfaltibusco1.com
www.asfaltibusco1.com





Notre Dame brucia, il fuoco a Parigi

ing. Alberto Maria Sartori

Sul finire del 2023 la stampa ed i media francesi hanno dato risalto alla conclusione della posa delle carpenterie lignee sul tetto della Cattedrale di Notre Dame, solennizzata il 16 dicembre con l'applicazione di un iconico gallo dorato sulla guglia più alta, quale rimpiazzo del gallo danneggiato dall'incendio del 2019. Non si debbono spendere molte parole per ricordare il significato del gallo nella cultura francese e la sua forte valenza simbolica che ne fa l'emblema della Resurrezione; valenza riconosciuta anche in una società decisamente laica. Basti pensare che nessuno ha contestato la benedizione impartita dall'Arcivescovo di Parigi.

Pure nessuno ha ricordato che la guglia originaria venne fatta abbattere nel 1792 dalla neonata Republique per to-



Fig. 1: AFP TV France

gliere alla Cattedrale il primato di edificio più alto di Parigi e ricostruita nel 1860 da Viollet le Duc in periodo di Restaurazione.
Ora le opere proseguono con le coperture in laste metalliche ed interventi di restauro, al fine di consentire la rimozione dei ponteggi per la tarda primavera 2024.
Il periodo delle Olimpiadi dovrebbe consentire di vedere i lavori in fasi ben più avanzate, anche in quanto sono opere poste in grande attenzione dall'opinione pubblica, proprio per il trauma collettivo rappresentato dall'incendio della Cattedrale.
Pochi giorni dopo l'incendio di Notre Dame, (20 aprile 2019 a firma di Guido Vitiello) il Foglio di Giuliano Ferrara ha analizzato i nostri riflessi condizionati, in caso di avvenimenti traumatici, avendo l'eleganza intellettuale di assumere come mentore Jung al posto di Pavlov. Nella mente di ciascuno di noi si aprono le porte dell'inconscio e ne escono elementi di ancestrale sollecitazione.
A me sono tornati alla memoria l'incendio del Tempio di Artemide ad Efeso, innescato il 21 luglio 356 a. C. da tale Erostrato per il solo scopo di essere ricordato, e l'antica leggenda francese legata alla Cattedrale di Chartres, che venne incendiata da un fulmine (così si dice) durante una notte del 1194.
Nel primo caso il criminale venne arrestato e condannato a morte, ma il suo gesto ci fa capire quanta sovrastruttura combustibile deve essere stata presente in aggiunta alle scarne vestigia dei templi antichi che noi ammiriamo oggi. Inoltre ci dimostra come l'immagine pubblica di un edificio monumentale abbia da sempre attirato le brame di chi non si trattiene dal compiere gesta sopraffattrici anche a fronte del caro prezzo che viene fatto pagare all'umanità. Ricordare lui vuol dire almeno togliere ai suoi emuli, anche odierni, ogni patente di originalità.
Nel secondo caso, e qui torna in ballo Jung, la colpa non fu dell'uomo o almeno non gli viene attribuita.
Comunque sia, gli abitanti della Città si radunarono subito per dare una mano, poi quelli del contado vicino e via via, con un incredibile passa parola, tutta la Francia si mobilitò per la Cattedrale: ecco che si dice come la Cattedrale di Chartres non abbia consegnato alla storia il nome di un progettista, perché fu l'intera Francia a volerla ed a riedificarla.
Le vicende hanno notevoli punti di contatto con quanto avvenuto a Parigi e con il concorso di attenzioni che Notre Dame è riuscita a calamitare al di là del carico mediatico suscitato dall'incidente.
Anche perché, e di nuovo si affronta l'inconscio, siamo soliti attribuire ai monumenti un'aura di intrinseca eternità e l'eterno è connesso inscindibilmente al divino, almeno come concetto.
Oggi a noi rimane l'amaro in bocca relativamente a quel che si sarebbe potuto fare, anche in ipotesi di calamità, e non si è fatto: il Ministero Francese della Cultura ha comunicato che era stato eseguito un completo rilievo preliminare con laser-scanner dell'intero edificio, per quel che può valere; più ancora vale il modellino in scala fatto realizzare da Viollet le Duc circa nel 1860, prima di iniziare il suo ripensamento progettuale del complesso (merita una visita il Museo Citè de la Architecture, al Trocadero), oltre che il suo ricchissimo testo *Dictionnaire raisonné de l'architecture française*, dove l'idea del gotico e del medioevo viene declinata in tutte le possibili sfaccettature.

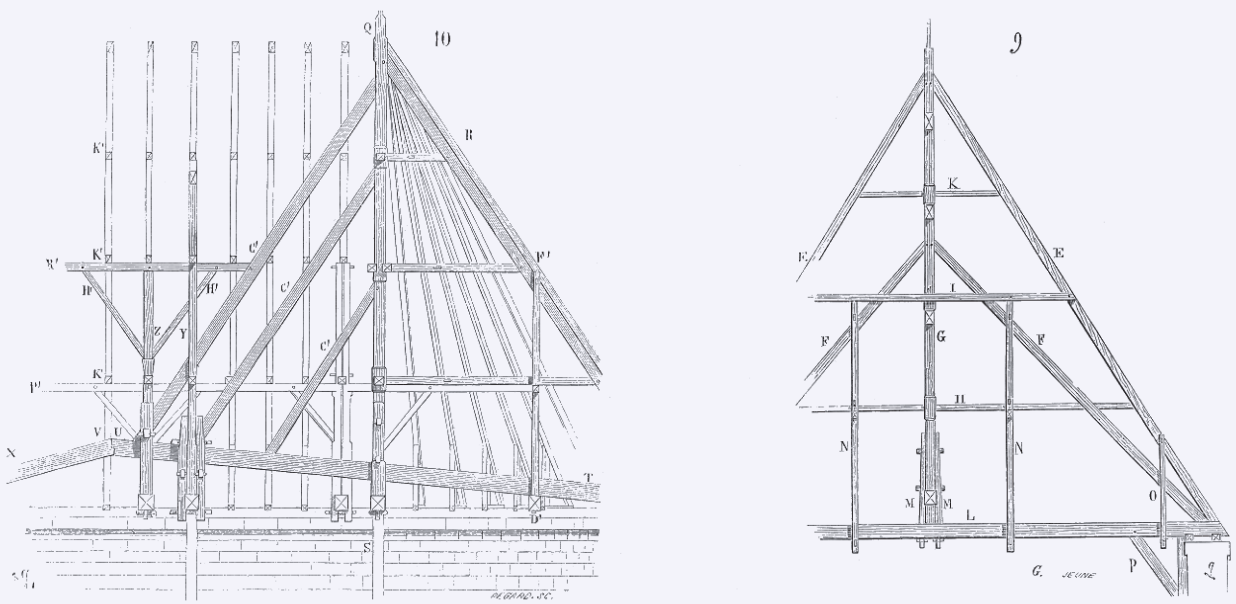


Fig. 2: Le carpenterie lignee di Notre Dame, riprese dal Dictionaire di Viollet le Duc.

Nel panorama di incredibile sviluppo culturale e di appassionante ricerca scientifica che ha caratterizzato i secoli dal X° al XV° ogni cantiere era sede di reinvenzioni tecnologiche che riprendevano esperienze ed applicazioni di cui era rimasta l'eco, ma non la manualistica o la didattica.

Specie nel Nord Europa, ove un certo edificato aveva comunque il sapore di frontiera. Basti pensare che, a Cattedrale già edificata, solo agli inizi del 1500 furono costruiti i primi ponti in pietra di Parigi, su progetto di fra Giovanni Giocondo da Verona. Il resto della Città era di legno e paglia.

Le solite affermazioni post-trauma riportano, come d'uso, il desiderio di ricostruire "*com'era e dov'era*" anche se dovrebbe essere chiaro, almeno ai più avveduti, che tale auspicio manifesta una sciocchezza palese specie da un punto di vista culturale: chi ritrova più le travi del decimo secolo, visto che non se ne conserva neppure la foresta? Già Viollet le Duc afferma che le querce non erano più le stesse ai giorni suoi: *le bois de chêne employé alors était d'une autre essence que celui généralement admis dans les constructions modernes.* (Viollet – Dictionaire etc.)

Con la perdita delle capriate di Parigi si è distrutto un capitolo di storia dell'ingegneria civile e dei suoi indotti: *La plus ancienne charpente élevée au-dessus d'une voûte en arcs d'ogives que nous connaissions, est celle de la cathédrale de Paris*. (Viollet – Dictionaire etc.).



Fig. 3: Modello in scala fatto realizzare da Viollet le Duc (Cité de l'Architecture - Paris); mostra lo stato antecedente la costruzione della guglia (1860)

So bene, ad esempio, che i francesi avevano fatto eseguire un esame dendrocronologico parziale delle loro capriate (2015 - che aveva messo in evidenza come alcune membrature fossero reimpiego da edifici al 1100), pertanto sarà impossibile ricostruire le essenze presenti e le datazioni di taglio delle varie membrature ora perdute. Con una certa attenzione si sarebbe potuto ricostruire la successione temporale dall'inizio alla fine lavori, perché mi sembra ovvio pensare che i tagli più recenti siano stati utilizzati alla fine dell'intervento. Altrettanto vale per il rilievo delle marche di costruzione e di assemblaggio (taches de charpenterie) che avrebbero potuto dare informazioni sia sulla tecnica di assemblaggio delle capriate che sulla successione di montaggio delle stesse, specie se messe in relazione con le date di taglio delle varie travi. Tanto per chiarire: sono partiti dalla zona absidale o da quella immediatamente prossima alla facciata? Non è ozioso chiedersi come avevano ingegnerizzato il cantiere. Sappiamo che le capriate erano tagliate ed impostate a terra, in piano, poi riassemblate in quota, a secco, in quanto la capriata si regge e funziona sfruttando la forza di gravità, che mette in compressione (o in trazione) tutte le connessioni previste.

Inoltre la lettura delle taches avrebbe potuto dare informazioni sul numero delle squadre di carpentieri presenti sul cantiere, perché ogni squadra segnava la propria opera con simboli particolari ed identificabili, anche per dare certezza alla contabilizzazione dell'opera e consentire il pagamento delle maestranze. Non trattandosi di edificio conventuale, gli operai si accordavano per una cifra e venivano pagati al termine di ogni fase contrattuale.

Sempre il rogo ha cancellato, o reso difficilmente leggibile, la tipologia di incastri con cui sono state connesse le travi e la loro lettura comparata nell'evoluzione del cantiere, in quanto sappiamo bene che non tutte le squadre usavano identiche tecniche, come pure sappiamo che le tecniche si evolvevano con il procedere delle lavorazioni, talvolta semplificando, talvolta ingegnerizzando gli interventi.

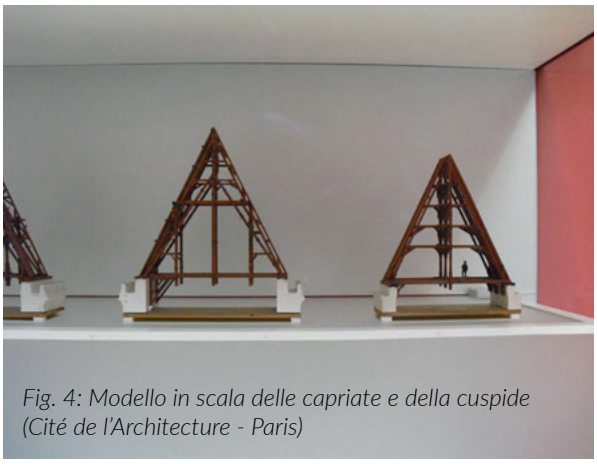


Fig. 4: Modello in scala delle capriate e della cuspide (Cité de l'Architecture - Paris)





Fig. 5: L'abside e la cuspide prima dell'incendio

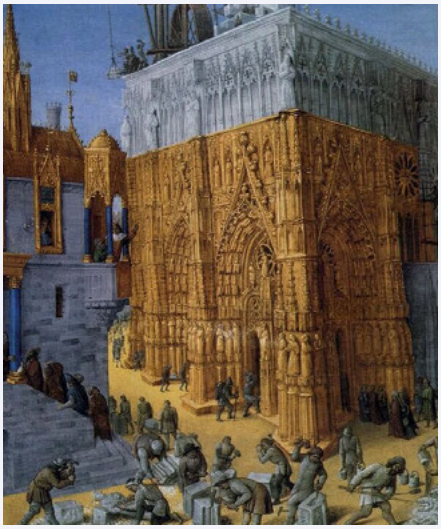


Fig. 6: J. Fouquet - la costruzione del tempio di Gerusalemme rappresentato come una cattedrale gotica. Sull'angolo sinistro rispetto al portale si nota una gru di servizio alla costruzione.

La lettura delle miniature medievali francesi (ad esempio Jean Fouquet 1420 -1486) lascia intendere che le due torri di facciata, ora campanili, altro non fossero se non i basamenti di due possenti gru, al servizio della costruzione della Cattedrale. La loro funzione evidente è stata convertita al termine delle opere, ma il fatto che fossero state realizzate indipendentemente dal tetto e prima dello stesso le ha poste in sicurezza di fronte all'incendio.

La peculiarità di tale soluzione architettonica va analizzata proprio in relazione con le tecniche costruttive locali, magari confrontandole con le tecniche contemporanee del Nord Italia, dove la torre campanaria si trovava lateralmente all'abside, di norma sul lato sinistro guardando l'altare. Ciò comporta un cantiere completamente diverso, con approccio laterale e la conseguenza la vediamo per il fatto che spesso le Cattedrali italiane hanno un sagrato esiguo, contrariamente alle francesi.

Sempre su questa lunghezza d'onda si deve riconoscere che è stato cancellato anche l'elemento testimoniale delle fasi manutentive che si sono certamente succedute sulle capriate, oltre che della eventuale ferramenta che le univa e che poneva in forza le varie membrature.

Abbastanza chiaramente non ci troviamo di fronte alla perdita di un'opera singola primariamente significativa nel panorama artistico, non si è perduto un Michelangelo o un Raffaello, ma si è perduta la manifestazione della cultura edificatoria di un certo periodo storico in un ben preciso contesto culturale: non mi sembra sia una cosa su cui fare dell'ironia (specie da parte di taluni critici ormai sfiatati per l'insulso urlare).

Scorrendo gli annali si può vedere come il numero di capriate storiche tenda via via ad assottigliarsi con il passare dei secoli, cancellando documenti di indubbio valore e rendendo sempre più difficile ricostruire la catena evolutiva di tali soluzioni strutturali. Dall'epoca romana, che testimonia letterariamente la capriata per il tramite di Vitruvio, non resta ormai quasi nulla: le capriate bronzee del Pantheon sono state fuse nel 1626 per fare cannoni e sostituite con travi lignee; le capriate romane di epoca costantiniana (313 d.C.) sono state demolite (San Pietro) o incendiate (San Paolo F.M. - 1823). La Rivoluzione Francese ha demolito le capriate di Cluny, mentre le quasi coeve di Chartres e Notre Dame di Parigi sono state tolte di mezzo da incendi.

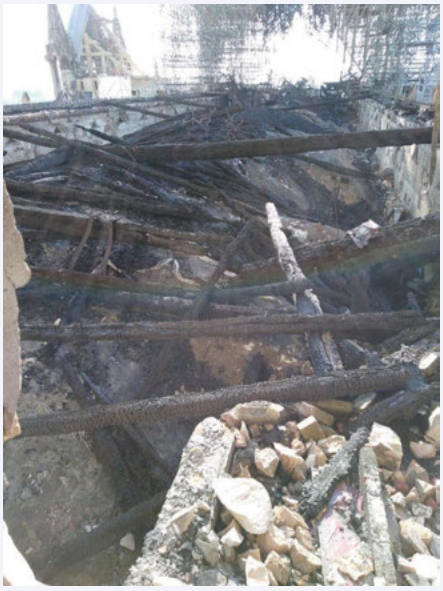
Fra tutte rimangono le capriate del Convento di Santa Caterina sul monte Sinai (tra il IV° ed il V° sec.) che, ora, può essere definito come il detentore dell'esempio più antico al mondo di tale tipologia strutturale.

Rimane poi l'Alto Medioevo (con Ravenna), ma i restauri post rivoluzione hanno cancellato pure Saint Denis (primo esempio edificato con la tecnologia gotica) capolavoro dell'Abate Suger che individuò il modo di impiegare le sue travi con una struttura leggermente spingente, calibrando la spinta laterale con la variazione della pendenza delle falde del tetto. Più è inclinato il puntone, meno significativa è la componente orizzontale trasferita all'appoggio. In tal modo anche la copertura entrava nel gioco delle spinte e controspinte figurativamente rappresentate dagli archi rampanti, caratteristiche del sistema gotico, differenziandosi sostanzialmente dalla capriata, diciamo latina, che è tipicamente a spinta completamente eliminata.

Con l'incendio di Parigi, inoltra, è scomparsa una testimonianza completa del Tour de France, ovvero quel percorso di







Gli effetti del calore sulla pietra calcarea



apprendistato tecnico che compivano le compagnie di operai i quali giravano per i cantieri della Francia allo scopo di apprendere dai maestri residenti e stanziali i segreti della tecnologia. In tal modo, comunque, facevano circolare le idee e le soluzioni apprese nei vari siti in cui erano stati accolti.

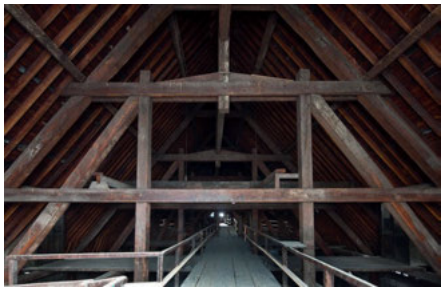
Nel XII° sec. la Francia fu percorsa da una ventata di operatività edile: cattedrali e castelli si erigevano nelle città più significative ed ogni cantiere durava, per testimonianza documentale, dai cinque a dieci decenni: dalle tre alle cinque generazioni di artigiani.

Saint Denis, Chartres, Reims, Laon, Amiens, Parigi, Strasburgo tanto per citare le più significative, tutte inserite nell'arco di un secolo. Ciò non vuol dire che le fasi d'opera si susseguissero a ritmo sostenuto, in quanto le difficoltà di approvvigionamento dei materiali da costruzione rallentavano i cantieri e le stagionalità erano molto marcate. Dal taglio di un albero alla posa in opera di una trave potevano passare anche tre anni. La manualità tecnica stava nascendo e si stava evolvendo proprio in questo periodo e le scarse squadre operaie disponibili (compagnon charpentier o tailleur de pierre) seguivano le fasi operative su più fronti, spostandosi dove era richiesta la manodopera specializzata, andando e tornando più volte nei vari siti. Qualche studioso ha ritrovato le identiche taches su cantieri diversi, proprio testimoniando questo costume errabondo degli artigiani, i quali compivano un vero giro, lasciando le prove della loro presenza in più siti. I loro segni testimoniali vennero detti alla fine "marques de passage" e la grafia con cui erano stesi stava spesso ad indicare il sito in cui avevano conseguito la qualifica di maestri d'opera. Anche questa possibile ricerca storica è stata vanificata, peccato non sia mai stata iniziata.

Vale da ultima la considerazione per cui una significativa struttura a capriate si trova sempre in prossimità di un corso d'acqua utilizzato come veicolo per il trasporto delle membrature e che tale corso può dare indicazioni utili per individuare la provenienza geografica del materiale impiegato.

Riguardiamo ora le foto dell'incendio.

Appare chiaro come la combustione abbia interessato un graticcio di legno di quercia e non un elemento continuo, come ad esempio avrebbe potuto essere un tetto con tavolato sottotegola. La quercia, inoltre, è considerata una essenza di non facile combustione. Di qui saranno state certamente complesse le indagini che dovranno effettuare gli esperti francesi per comprendere come si sia potuto sviluppare rapidamente l'incendio, coinvolgendo i 4.700 mq di basilica che, con la pendenza del tetto verificabile in letteratura, equivalgono a circa 18.000 mq di piano di falda; la grande presenza di spazi vuoti inoltre ha provocato una combustione a temperatura relativamente bassa (verificabile anche dall'osservazione del colore delle fiamme), tale da non deformare signifi-

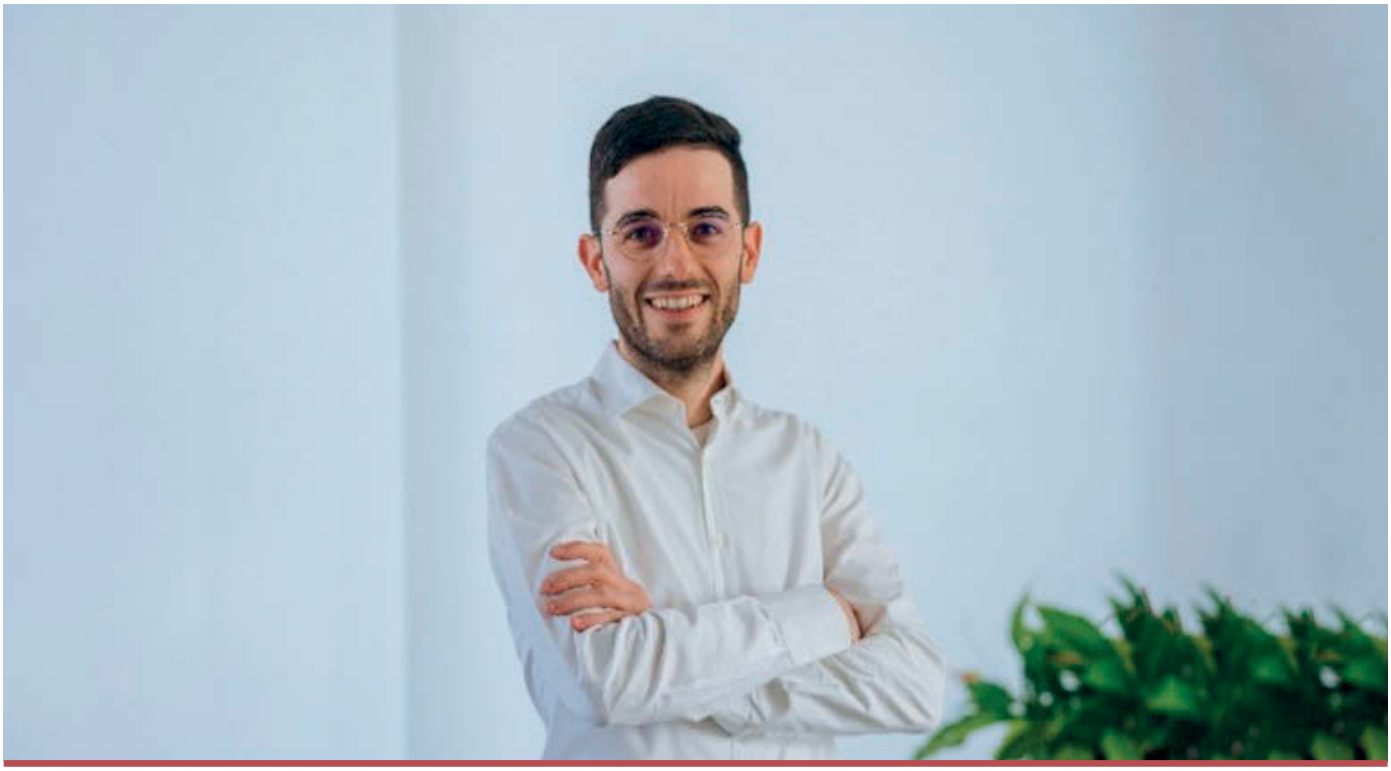


La "Foresta" ovvero il sottotetto di Notre Dame prima dell'incendio. Credit Alelier32

cativamente gli elementi metallici del ponteggio presente in copertura.
Avanzare ipotesi senza aver visitato il sito è quanto meno stupido, ma la sensazione che se ne ricava, comunque, è quella di problematiche da studiare per ricavarne elementi esperienziali.
L'amicizia con la Prof. Clara Bertolini del Politecnico di Torino mi permette di inserire alcune foto, assolutamente inedite, scattate dall'arch. Manuel Ramello, il quale ha potuto visitare la copertura dopo l'incendio.
Nelle immagini si nota la distruzione del tetto ma anche l'attacco termico che hanno subito le pietre calcaree di cui è composta la torre campanaria. Tutte le travi sono accatastate sulle volte ogivali dell'aula della Chiesa, che hanno retto bene il carico dato dall'acqua che è stata usata per abbassare la temperatura e ridurre la combustione, oltre al modesto carico del legname caduto man mano che le capriate perdevano consistenza meccanica.
Si nota come le travi di quercia abbiano mantenuto la loro forma, risultando carbonizzate all'esterno. Si nota pure, non fusa, la ferramenta di connessione costituita da reggiature metalliche. I timpani dei transetti hanno resistito, anche confortati dai pinnacoli laterali con funzione stabilizzante.
Ora che le strutture lignee sono in opera, vale la pena di fare ancora qualche considerazione.
Premesso che in Francia, nel 1905, con la legge di separazione fra Chiese e Stato, le chiese e tutto ciò che contengono, gli edifici (scuole, case canoniche, terreni), consistenze mobili e immobili, divennero proprietà dei comuni, a eccezione delle Cattedrali, che divennero proprietà dello Stato; l'onere dell'intervento è quindi di natura pubblica.
Il Ministero della Cultura ha nominato, sotto il diretto e quotidiano coordinamento dell'architetto direttore dei lavori Philippe Villeneuve, il Gruppo di Lavoro tecnico, che ha assunto alcune decisioni che hanno fatto molto discutere nell'ambito dei pochi che si occupano della materia: Abbastanza ovviamente si è scelto di utilizzare nuovamente il legno (ricordo che nella ricostruzione post Grande Guerra di Chartres si scelse il ferro ed a Reims il cls), e per orgoglio nazionale, il legno di quercia, andando a ricercare nella regione dello Champagne alberature di alto fusto idonee per lo scopo.
La polemica ambientalista si è fatta sentire in quanto, nel volgere di pochi mesi, sono state prelevate 1.500 piante, con altezza utile tra i 12 ed i 15 metri, che furono immediatamente poste in lavorazione. Per confronto la Chiesa di San Fermo a Verona richiese l'uso di 1.200 larici, nell'arco di trent'anni, tutti debitamente stagionati.
Il primo interrogativo, dunque, verte sulla resistenza del materiale, che si sta stagionando sotto carico; secondariamente, per rapidità costruttiva, si scelse di non realizzare capriate ma telai a nodi rigidi, realizzati fuori opera e collocati in sede già completamente assemblati. Anche questo è un interrogativo per la futura conservazione della copertura, in quanto sappiamo che una capriata, per sua natura, è composta di elementi teoricamente sostituibili.
L'operazione è stata comunque spettacolare in quanto i nuovi telai sono giunti così come avveniva in antico mediante navigazione fluviale: sulla volta in muratura venne realizzato un piano di lavoro orizzontale (che forse rimarrà in opera per consentire la visita al sottotetto) debitamente impermeabilizzato, al fine di consentire facile operatività e comodo accantieramento.
Chiaramente l'aspetto del sottotetto non è più quello romanticamente trasmessoci da ricostruzioni fantasiose, ma un palazzetto più simile ai tanti presenti in giro per il mondo, con carpenteria perfetta e bullonerie a regola d'arte.
Magari ci può venir fuori un "museo della ricostruzione" con esposizione dei reperti più significativi salvati dall'incendio e con l'aggiunta di un percorso turistico nuovo bene inserito nel merchandising dell'offerta parigina, anche culturale. Non sarebbe male poter vedere le tavole grafiche del progetto, confrontate con quelle della ricostruzione ottocentesca, così come a Firenze - Opera del Duomo, per inserire nella storia un evento chiaramente traumatico, che ha mobilitato l'opinione pubblica e la fantasia dei francesi.



Fig. 7: Tiro in alto di un telaio assemblato. Credit ANSA



Analisi di sensitività tra prestazioni energetiche e parametri caratteristici dell'involucro edilizio

Ing. Dario Prando,
Membro della Commissione Giovani dell'Ordine degli Ingegneri di Verona
dario.prando@engystudio.it

L'ingegnere Dario Prando ha conseguito la Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica all'Università degli Studi di Padova con orientamento in "Termotecnica ed Energetica" e dottorato di ricerca in "Sustainable Energy and Technologies" alla Libera Università di Bolzano.
Dario si occupa di consulenza energetica e progettazione di impianti termotecnici nei settori residenziale, terziario e industriale, in collaborazione con EngyStudio e GET Consulting SRL.
Precedentemente, ha collaborato con Manens-Tifs (Verona) e Axiseng (Dublino) per lo sviluppo di progetti in Italia e all'estero.
Questo articolo è un estratto della tesi di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica (Termotecnica ed Energetica) ed è stata sviluppata in collaborazione con l'Università degli Studi di Padova e il KTH Royal Institute of Technology di Stoccolma.
Titolo: Global sensitivity analysis of the building energy performance and correlation assessment of the design parameters.
Supervisori: Prof. Andrea Gasparella e Prof. Kjartan Gudmundsson.
Tesi completa:
https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:424285

Consumo energetico nel settore edilizio

Il settore edilizio (residenziale e commerciale) ricopre circa il 40% del consumo mondiale di energia, e metà di questa quota è da attribuire al riscalda-

mento e raffrescamento degli ambienti. In Europa, gli edifici costruiti prima del 1990 sono una piccola parte del parco edilizio esistente (meno del 10%) e molti di essi non rispettano le recenti norme per il contenimento del consumo energetico.

La Commissione europea, con il Green Deal, ha avviato un insieme di iniziative politiche con l'obiettivo generale di raggiungere la neutralità climatica in Europa entro il 2050, puntando a diventare il primo continente a impatto climatico zero. Per raggiungere questo traguardo, gli stati membri si sono impegnati a ridurre le emissioni di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990. In accordo con le nuove normative, tutti gli edifici di nuova costruzione dovrebbero essere ad emissioni zero entro il 2030, mentre gli edifici esistenti dovrebbero diventare a emissioni zero entro il 2050. La riqualificazione energetica degli edifici è un tassello importante per ridurre il consumo di energia, ma capire quale sia l'intervento più adeguato per massimizzare il risparmio energetico è un compito che richiede una buona conoscenza della fisica dell'edificio. Ogni parametro edilizio influenza in modo diverso le prestazioni energetiche dell'edificio, ed inoltre i parametri sono correlati tra loro. In quest'ottica risultano fondamentali gli strumenti tecnici per la simulazione energetica che supportano i progettisti nella fase decisionale.

Obiettivi della tesi

Il lavoro di tesi si prefigge di determinare come alcuni parametri edilizi influenzano il fabbisogno energetico degli edifici e quale correlazione li lega tra loro. I parametri caratteristici considerati in questo studio sono:

- la trasmittanza termica degli elementi opachi;
- la trasmittanza termica degli elementi trasparenti;
- la trasmittanza solare degli elementi trasparenti;
- la dimensione delle aperture;
- la schermatura solare degli elementi trasparenti.

Dopo aver definito il range di valori che i suddetti parametri possono assumere, sono state condotte numerose simulazioni energetiche dinamiche dell'edificio preso in esame. Infine, è stata eseguita un'analisi statistica per individuare quale variabile influenza maggiormente le prestazioni energetiche e come i parametri edilizi si correlano tra loro.

Modello energetico e metodo di analisi

L'edificio in analisi è un involucro edilizio tipologico in laterizio, a pianta quadrata, con una superficie riscaldata di 100 m² e un'altezza netta di 3 m. Il solaio contro terra è considerato adiabatico, mentre le pareti perimetrali e la copertura corrispondono alla superficie disperdente dell'involucro edilizio. Gli elementi trasparenti sono distribuiti in modo uniforme sui quattro orientamenti. La destinazione d'uso dell'edificio è del tipo residenziale, con un set-point di temperatura interna di 20°C per la stagione di riscaldamento e 26°C per la stagione di raffrescamento, e la simulazione energetica è stata sviluppata considerando i dati climatici statistici di Milano.

Si riepilogano di seguito i parametri caratteristici considerati nell'analisi di sensitività delle prestazioni energetiche dell'edificio.

Spessore isolamento termico degli elementi opachi (pareti verticali e copertura)	0÷20 cm polistirene (λ=0.031 W/mK)
Trasmittanza termica dei componenti trasparenti	0,7÷5,7 W/m²K
Trasmittanza solare dei componenti trasparenti	40%÷80%
Rapporto tra area componenti trasparenti e superficie in pianta dell'edificio	10%÷30%
Schermature esterne dei componenti trasparenti	0%÷80% (0%=assenza di schermatura)

Tab. 1: Parametri caratteristici e relativi range di valori considerati per l'analisi di sensitività.

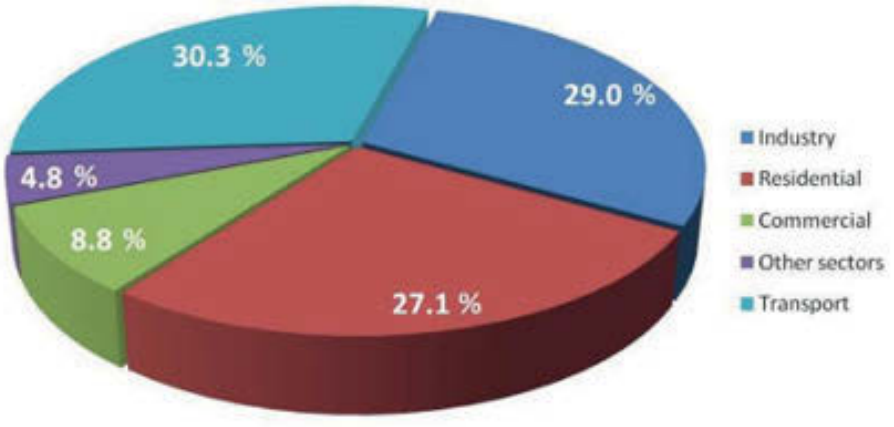


Fig. 1: Consumo energetico finale per settore, International Energy Agency.

L'analisi di sensitività tra le prestazioni energetiche dell'edificio e i parametri caratteristici dell'involucro edilizio è stata sviluppata per mezzo di due strumenti; TRNSYS per la simulazione energetica dinamica e GENOPT per l'ottimizzazione della funzione obiettivo.

TRNSYS è un software di simulazione energetica sviluppato presso il Solar Energy Lab dell'Università del Wisconsin-Madison e il Solar Energy Application Lab dell'Università del Colorado. Lo strumento è modulare ed è dotato

di un risolutore di equazioni differenziali algebriche in grado di leggere ed elaborare gli input forniti. Per lo studio in esame, il modulo principale utilizzato è chiamato "multi-zone building model" (TYPE 56) e comprende tutti i parametri per rappresentare gli scambi radiativi tra le superfici, gli scambi convettivi e la radiazione solare. Gli scambi termici in transitorio attraverso le superfici delle varie zone termiche sono calcolati con il metodo delle funzioni di trasferimento.
GENOPT è un algoritmo per l'ottimizzazione di una funzione obiettivo, in questo caso il consumo energetico dell'involucro edilizio. Questo strumento si utilizza in accoppiamento ad un programma di simulazione energetica, ad esempio TRNSYS, per svolgere un'analisi parametrica, e quindi identificare come i vari parametri analizzati influenzano il consumo energetico dell'edificio.
Il consumo energetico complessivo dell'edificio è stato calcolato come somma del fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento, al fine di avere un indicatore unico della prestazione dell'involucro edilizio.
La correlazione tra i vari parametri caratteristici è stata valutata inizialmente per mezzo dell'indice di Pearson, per evidenziare un'eventuale correlazione di linearità, e successivamente con linee di tendenza polinomiali.

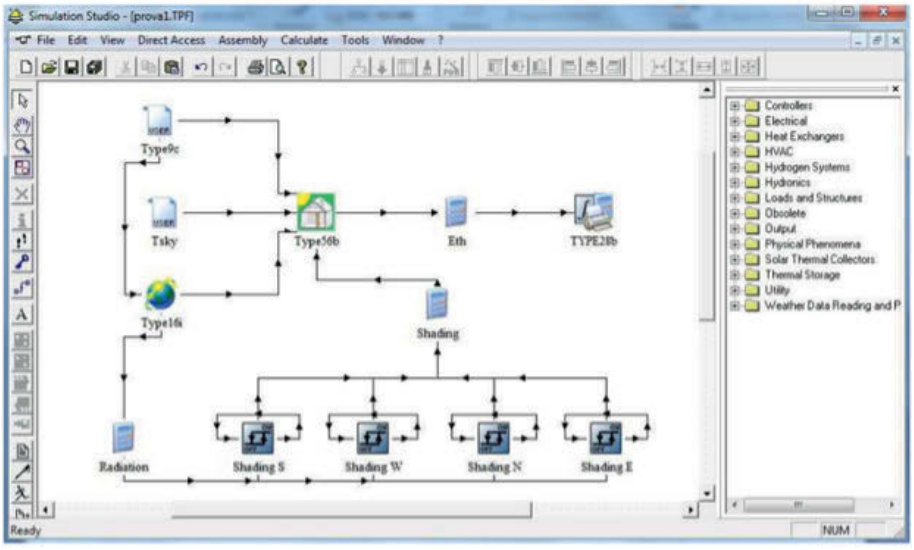


Fig. 2: Interfaccia grafica di Trnsys simulation studio (simulazione energetica in regime dinamico).

Analisi di sensitività dell'involucro edilizio

L'analisi di sensitività tra le prestazioni energetiche dell'edificio e i parametri caratteristici dell'edificio mostra come questo approccio ci consenta di comprendere il comportamento termico dell'involucro edilizio.
La trasmittanza termica degli elementi opachi è il parametro che maggiormente influenza la prestazione energetica. La correlazione tra trasmittanza termica e prestazione energetica non è lineare, e il potenziale di risparmio energetico diminuisce asintoticamente per le configurazioni edilizie con 20 cm di isolamento.
Un andamento simile si registra anche per la trasmittanza termica dei componenti trasparenti, anche se con una tendenza meno marcata, inoltre grandi aperture ed elevate trasmittanze solari penalizzano la prestazione in regime estivo.
In Fig. 3 si riportano le prestazioni energetiche di tutte le configurazioni analizzate in funzione dello spessore dell'isolamento termico dei componenti opachi. Ogni punto del grafico rappresenta una diversa combinazione di parametri caratteristici dell'involucro edilizio.

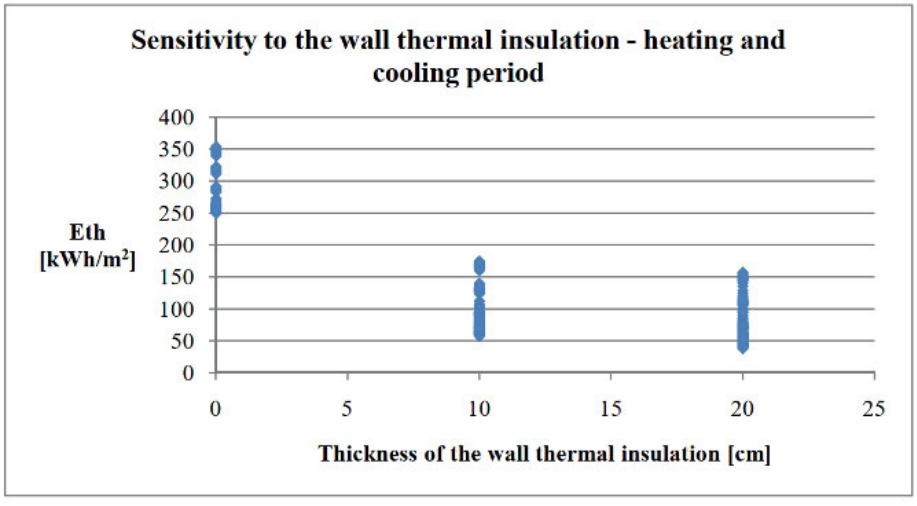


Fig. 3: Fabbisogno energetico dell'involucro edilizio (riscaldamento e raffrescamento) in funzione dello spessore dell'isolamento termico dei componenti opachi.

L'analisi della correlazione tra i vari parametri caratteristici dell'edificio evidenzia come un parametro possa influenzare il potenziale di un altro parametro rispetto alla prestazione energetica. La trasmittanza termica dei componenti opachi è il parametro che meno risente della variazione degli altri parametri, quindi si evince che l'isolamento termico dei componenti opachi consente un miglioramento della prestazione energetica per quasi la totalità delle configurazioni analizzate.
Viceversa, la trasmittanza termica, la trasmittanza solare e la schermatura dei

componenti trasparenti sono parametri interdipendenti. Una bassa trasmittanza termica, che corrisponde ad un serramento di ultima generazione, si deve necessariamente accoppiare ad un controllo della radiazione solare.
La funzione di controllo della radiazione solare può essere svolta da un vetro selettivo oppure da una schermatura esterna. Il vetro selettivo consente di filtrare la radiazione solare, preservando la trasmissione visibile. Diversamente, la schermatura esterna blocca la radiazione solare a monte dell'elemento vetrato. Si tenga presente che il vetro è trasparente alla radiazione solare visibile ed infrarossa ad onda corta, mentre è opaco alla radiazione infrarossa ad onda lunga, riemessa dalle superfici indoor che vengono investite dalla radiazione solare. Per questo motivo, una schermatura interna non avrebbe la stessa efficacia di una schermatura esterna, fatta eccezione per le schermature interne con rivestimenti riflettenti (solar reflective coating).
In Fig. 4 si evidenzia come il potenziale di miglioramento delle prestazioni energetiche da parte della trasmittanza solare sia amplificato per i componenti trasparenti a bassa trasmittanza termica (ovvero elevata resistenza termica). Ogni punto del grafico rappresenta una diversa combinazione di parametri caratteristici dell'involucro edilizio.

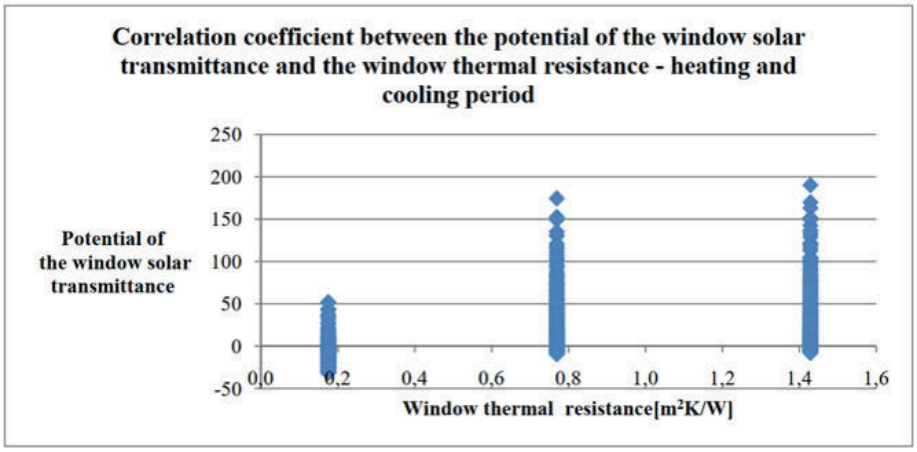


Fig. 4: Potenziale della trasmittanza solare sul fabbisogno termico dell'involucro edilizio (riscaldamento e raffrescamento) in funzione della resistenza termica (ovvero l'inverso della trasmittanza termica) dei componenti trasparenti.

Conclusioni

L'analisi di sensitività tra le prestazioni energetiche e i parametri caratteristici dell'involucro edilizio consente di comprendere le dinamiche del comportamento termico dell'involucro edilizio e di quantificare le correlazioni tra i vari parametri.
La trasmittanza termica degli elementi opachi è il parametro che maggiormente influenza la prestazione energetica. Invece, la trasmittanza termica, la trasmittanza solare e la schermatura dei componenti trasparenti sono dei parametri interdipendenti, e richiedono la corretta combinazione per conseguire un'elevata prestazione energetica.
Gli elementi trasparenti con vetri selettivi ben si prestano al controllo della radiazione solare entrante nell'edificio, senza precludere la trasmissione visibile della luce naturale. In alternativa, il controllo solare dovrà essere realizzato a monte, con una schermatura esterna. In questo modo si blocca la radiazione solare, prima che attraversi il componente vetrato, evitando quindi il surriscaldamento dell'ambiente causato dall'effetto serra.



Consiglio dell'Ordine

ELENCO TERNE COLLAUDI STATICI

Anno 2023/2024

1. **COMUNE DI OPPEANO**
   Collaudo statico per la realizzazione di una trifamiliare ed una quadrifamiliare in Oppeano.
   (id. 1)
   Effegi S.r.l.
   1) Accordi Alessandro
   2) Bonomi Cristian
   3) Tosato Nicola

2. **COMUNE DI LEGNAGO**
   Collaudo statico per la nuova costruzione di 5 unità immobiliari residenziali in Legnago.
   (id. 3)
   Effegi S.r.l.
   1) Da Via' Claudio
   2) Favalli Emanuela
   3) Guerra Giovanni

3. **COMUNE DI LEGNAGO**
   Collaudo statico per la costruzione di 2 fabbricati residenziali bifamiliari in Legnago - Fraz. San Pietro..
   (id. 7)
   Casari Costruzioni S.r.l.
   1) Bazzoni Massimiliano
   2) Ferrarese Nereo
   3) Minozzi Massimo

4. **COMUNE DI VERONA**
   Collaudo statico per ristrutturazione edilizia in Verona.
   (id. 9)
   Gian Immobiliare Sas
   1) Breoni Francesco
   2) Comencini Angelo
   3) Gasparini Paolo

5. **COMUNE DI VERONA**
   Collaudo statico per la nuova costruzione di un edificio bifamiliare in Verona.
   (id. 10)
   Ve.co. Srl
   1) Ambra Luca
   2) Andriolo Stagno Roberto
   3) Marchesini Giorgio Marcello

6. **COMUNE DI BUSSOLENGO**
   Collaudo statico per fabbricato di civile abitazione in Bussolengo.
   (id. 11)
   Perusi Costruzioni S.r.l.
   1) Brighenti Luigi
   2) Quaglia Simone
   3) Zuccotti Alessandro

7. **COMUNE DI S. AMBROGIO VALPOLICELLA**
   Collaudo statico per garage interrato in Sant'Ambrogio di Valpolicella.
   (id. 13)
   Impresa Venturini Pietro
   1) Antonello Marco
   2) Bertuzzi Enrico
   3) Cordioli Luca

8. **COMUNE DI SONA**
   Collaudo statico per la nuova costruzione di un fabbricato residenziale in Sona.
   (id. 14)
   Benedetti Costruzioni S.r.l.
   1) Guardini Mattia
   2) Marchesini Davide
   3) Soardo Paolo

9. COMUNE DI FERRARA DI MONTE BALDO

Collaudo statico per la realizzazione di un edificio residenziale bifamiliare in Ferrara di Monte Baldo.
(id. 15)

Venturini G. & C. S.r.l.

1) Loro Albino Angelo
2) Ottoboni Edoardo
3) Tubini Massimiliano

10. COMUNE DI LAVAGNO

Collaudo statico per ampliamento uffici internamente a un capannone in Lavagno.
(id. 18)

Idrotec-Antonelli Srl

1) Cabrini Andrea
2) Dalla Chiara Luca
3) Valbusa Giustino

11. COMUNE DI LEGNAGO

Collaudo statico per la costruzione di un fabbricato residenziale di tipo unifamiliare in Angiari.
(id. 19)

Casari Costruzioni S.r.l.

1) Cugola Edi
2) Molinaro Marco
3) Zanetti Pietro

12. COMUNE DI SAN BONIFACIO

Collaudo statico per la realizzazione di un nuovo edificio residenziale in San Bonifacio.
(id. 20)

Ram Costruzioni Srl

1) Beozzi Matteo
2) Ferrarese Edoardo
3) Valentini Alessandro

13. COMUNE DI SELVA DI PROGNO

Collaudo statico per la demolizione e ricostruzione di fabbricati ad uso artigianale e commerciale e sistemazione delle aree esterne di pertinenza in Selva di Progno.
(id. 21)

Edilcisa Di Cisamolo Claudio

1) Facchin Carlo
2) Michelon Marco
3) Rossi Ilario

14. COMUNE DI ISOLA DELLA SCALA

Collaudo statico per la realizzazione di edificio residenziale unifamiliare in Isola della Scala.
(id. 22)

Cosmos Srl

1) Cristanini Lucio
2) Finezzo Andrea
3) Rudella Antonio

15. COMUNE DI BUSSOLENGO

Collaudo statico per costruzione fabbricato con 4 unità immobiliari in Bussolengo.
(id. 23)

Six Costruzioni Srl

1) De Beni Paolo
2) Zantedeschi Gerardo
3) Zocca Mario

16. COMUNE DI SAN BONIFACIO

Collaudo statico per la realizzazione di una bifamiliare in San Bonifacio.
(id. 24)

Bg Costruzioni Srl

1) Ferrari Katia
2) Panciera Andrea
3) Pontalto Felice Renato

17. COMUNE DI LEGNAGO

Collaudo statico per la nuova costruzione di 10 unità immobiliari residenziali in Legnago.
(id. 25)

Effegi S.r.l.

1) Castiglioni Giovanni
2) Molinaro Paolo
3) Pasotto Valerio

18. COMUNE DI LEGNAGO

Collaudo statico per ristrutturazione previa demolizione completa e ricostruzione di un fabbricato per 9 unità abitative in Cerea.
(id. 27)

Fab Srl

1) Barini Alberto
2) Rampo Manuela
3) Vicentini Saverio

19. COMUNE DI CASTELNUOVO DELGARDA

Collaudo statico per la realizzazione di edificio civile bifamiliare in Castelnuovo del Garda.
(id. 28)

Sequani Rino S.n.c.

1) Franceschetti Costantino
2) Giacomazzi Pierluigi
3) Grigoli Silvano

20. COMUNE DI ISOLA DELLA SCALA

Collaudo statico di edificio residenziale composto da 2 unità abitative indipendenti in Isola della Scala.
(id. 29)

Impresa Edile Zucato Nicola

1) Cottarelli Ermanno
2) Favalli Marco
3) Zanconato Mauro

21. COMUNE DI VERONA

Collaudo statico per la realizzazione di un edificio residenziale costituito da una unità abitativa in Verona.
(id. 31)

Costruzioni Guerra Srl

1) Pagan De Paganis Mario
2) Pasetto Enrico
3) Viviani Ernesto

22. COMUNE DI SOMMACAMPAGNA

Collaudo statico per intervento di ristrutturazione con demolizione e ricostruzione di un edificio esistente con incremento di volumetria in Sommacampagna.
(id. 32)

Edil T.f. Srl

1) Bonadiman Devis
2) Grossule Matteo
3) Scarpa Nicolo'

23. COMUNE DI RONCO ALL'ADIGE

Collaudo statico di complesso residenziale composto da 5 unità abitative in Ronco all'Adige.
(id. 33)

General Costruzioni Srls

1) Bonomi Cristian
2) Migliorini Andrea
3) Tosato Nicola

24. COMUNE DI ROVERE' VERONESE

Collaudo statico per ristrutturazione con ampliamento in Roverè Veronese.
(id. 34)

Safil Costruzioni Snc

1) Pomini Giorgio
2) Predicatori Giovanni
3) Tirapelle Zeb

25. COMUNE DI COSTERMANO

Collaudo statico per la demolizione di edificio esistente con ricostruzione e ampliamento in Costermano.
(id. 35)

Varesco Srl

1) Ambrosi Michele
2) Fasoli Bruno
3) Gamba Alessandro

26. COMUNE DI LEGNAGO

Collaudo statico per ampliamento capannone ad uso produttivo in Cerea.
(id. 36)

Tecno3fp Srl

1) Da Via' Claudio
2) Favalli Emanuela
3) Novarini Loris

27. COMUNE DI BRENZONE

Collaudo statico per realizzazione nuova volumetria destinata a nuova area reception in Brenzone sul Garda.
(id. 37)

Edil Consolati Srl

1) Franca Giovanni
2) Pizzini Marco
3) Savoia Valentino

28. COMUNE DI VIGASIO

Collaudo statico per la realizzazione di un nuovo fabbricato residenziale in Vigasio.
(id. 38)

Bau Sistem Srl

1) Bisighin Loris
2) Ferrarese Nereo
3) Guerra Giovanni

29. COMUNE DI TREGNAGO

Collaudo statico per ristrutturazione edilizia con demolizione e fedele ricostruzione e parziale cambio d'uso di unità abitativa in Tregnago.
(id. 39)

Marchi Immobiliare Srl

1) Castagnetti Paolo
2) Forti Marco
3) Lonardoni Sara

ELENCO SEGNALAZIONI TECNICO-AMMINISTRATIVE

1. **COMUNE DI VIGASIO**
   Collaudo tecnico amministrativo dell'impianto di pubblica illuminazione a seguito degli interventi di efficientamento eseguiti nel Comune di Vigasio.
   (id. 5)
   Comune di Vigasio
   1) Ambroso Lino
   2) Palmitesta Fabrizio
   3) Spellini Alberto

2. **COMUNE DI VERONA**
   Collaudo tecnico amministrativo delle opere di urbanizzazione relative al permesso di costruire rilasciato alla ditta Fenice S.rl. per la realizzazione di un complesso residenziale in Via Francesco Bianchini - Via della Corte a Verona.
   (id. 6)
   Comune di Verona
   1) Della Rosa Gennaro
   2) Monaco Italo
   3) Oltramari Gianni

3. **COMUNE DI VIGASIO**
   Collaudo tecnico amministrativo per un PUA privato convenzionato avente ad oggetto una nuova lottizzazione residenziale tra Via Verona e Via Solferino.
   (id. 8)
   Comune di Vigasio
   1) Bisighin Loris
   2) Pivetta Antonio
   3) Rossato Silvano

4. **COMUNE DI VERONA**
   Collaudo tecnico amministrativo per la realizzazione di un polo logistico con connesse opere di urbanizzazione in Strada delle Trincee.
   (id. 16)
   Comune di Verona
   1) Mancassola Franco
   2) Pivetta Fausto
   3) Tarocco Claudio

5. **COMUNE DI VERONA**
   Collaudo tecnico amministrativo delle opere di urbanizzazione primaria funzionali del PUA denominato Zambelli sito in via Dora Baltea . località Golosine Verona.
   (id. 17)
   Comune di Verona
   1) Brunelli Giacomo
   2) Coltri Silvino
   3) Menna Domenico

6. **COMUNE DI NOGARA**
   Collaudo tecnico amministrativo delle opere di urbanizzazione nell'ambito del piano urbanistico attuativo, a destinazione residenziale/commerciale, denominato Ex Canapificio in Nogara.
   (id. 26)
   Comune di Nogara
   1) Fusini Luciano
   2) Galli Leo
   3) Guida Damiano

7. **COMUNE DI CALDIERO**
   Collaudo tecnico amministrativo delle opere di urbanizzazione relative al piano di lottizzazione denominato Welcome.
   (id. 30)
   Comune di Caldiero
   1) Lorenzini Armando
   2) Marini Giovanni
   3) Sittoni Maurizio

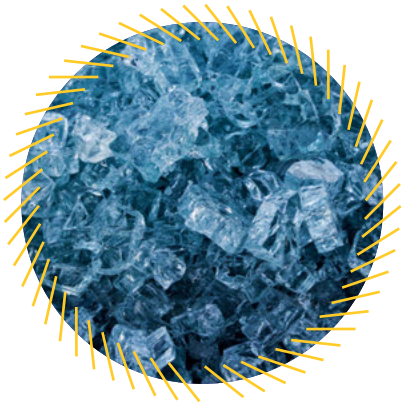
ELENCO SEGNALAZIONI A REGIONE, COMUNI ENTI E PRIVATI

1. **COMUNE DI LEGNAGO**
   Richiesta collaudatori statici per la realizzazione di un percorso pedonale con muro di contenimento in C.A. sormontato da guard-rail bordo ponte tipo H2 a Legnago.
   (id. 2)
   Comune di Legnago
   1) Brunello Matteo
   2) Novarini Loris
   3) Persi Simone

2. **COMUNE DI COSTERMANO SUL GARDA**
   Commissione di vigilanza per i locali di pubblico spettacolo - ricerca esperti in elettrotecnica.
   (id. 4)
   Comune di Costermano sul Garda
   1) Vacca Ciro

3. **COMUNE DI VERONA**
   Commissione Tecnica per l'affidamento dei servizi di raccolta, trasporto e conferimento ad impianti di smaltimento e/o recupero dei rifiuti urbani.
   (id. 12)
   Consiglio di Bacino di Verona Nord
   1) De Nard Robertino
   2) Zambelli Pietro
   3) Zerman Antonio

italcalor





INSTALLAZIONE E ASSISTENZA
CLIMATIZZATORE





INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE
CALDAIA

Raffreddare o riscaldare?
Scegli le soluzioni italcalor

t +39 045 7280371 www.italcalor.it
Via Crivellin, 7/c Affi - 37010


ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DI VERONA
E PROVINCIA