

Proprietà:

FONDAZIONE DE PONTI

**Via dei Mille n.5
22100 Como (CO)**

Committente:

FC IMMOBILIARE S.R.L.

**Piazza Castello n.21
20121 Milano (MI)**

Oggetto

***PARERE IN MERITO ALLA SICUREZZA DELLA CIMINIERA"EX
FELTRIFICIO SCOTTI" AREA INDUSTRIALE SITA IN VIALE CESARE
BATTISTI N.44 - MONZA***

TECNICI

*Prof. Ing. Paolo Napoli
Professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Politecnico di Torino*

Ing. Giuseppe Cresta

RELAZIONE

Prof. Ing. Paolo Napoli
Professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Politecnico di Torino

Ing. Giuseppe Cresta

Torino, 09/11/2020

CIMINIERA EX FELTRIFICIO SCOTTI & C. - MONZA
PARERE IN MERITO ALLA SICUREZZA ED ALLE MODALITA' DI CONSOLIDAMENTO

Premessa

Gli scriventi prof. ing. Paolo Napoli, con studio in Torino, corso Massimo D'Azeglio 118, tel. 011 66 72 132 e dott. ing. Giuseppe Cresta, con studio in Milano, via Cavalieri del Santo Sepolcro n. 10, tel. 02 92887654, sono stati incaricati di esprimere un parere sulla sicurezza statica della ciminiera ex Feltrificio Scotti & C. a Monza.

Nel seguito esprimono la propria valutazione in merito.

Documentazione esaminata.

Gli scriventi hanno avuto accesso ed hanno esaminato la documentazione sotto elencata:

1. rilievo laser-scanner eseguito in data 04/11/2020.
2. relazione del Politecnico di Milano, Dipartimento di ingegneria civile e ambientale
3. relazione di fattibilità TE a firma degli arch. M. e B. Faglia.

Da tali documenti sono tratte alcune immagini riportate nella presente relazione, le altre sono opera degli scriventi.

Caratteristiche rilevanti dell'opera

Si tratta di una ciminiera in muratura di forma circolare di altezza complessiva 40,34 m. Il diametro esterno è variabile da 3,45 m alla base e 2,00 m alla sommità. Tra +3,00 e + 27,00 è presente una canna interna coassiale, avente diametro interno variabile tra 2,025 m (a quota +3,00) e 1,80 m (a quota + 27,00).

Sia la canna esterna che quella interna hanno spessore 20 cm, costante lungo l'altezza.

Prof. Paolo Napoli

Studio: strada Fenestrelle, 26 – 10132 Torino – Tel 011/899.11.97 - 011/ 66.72.132 – Fax
011/66.35.280 P.I. 08685500012 - C.F. NPL PLA 49S16 Z600P - e-mail: paolo.napoli.ing@gmail.com

Ing. Giuseppe Cresta

Studio: Via Cavalieri del Santo Sepolcro 10
20121 – Milano – Tel. +39 0292887654 – P.I.: 00846900058 C.F. CRS GPP 52E22H468A
ing.crestagiuseppe@gmail.com

I diametri delle canne esterna ed interna alle diverse quote sono riportati rispettivamente nella tabella di figura 1.

Quota [m]	D_e [m]						
2	3.45	12	2.995	22	2.595	32	2.2
3	3.395	13	2.96	23	2.56	33	2.145
4	3.34	14	2.92	24	2.52	34	2.105
5	3.29	15	2.89	25	2.48	35	2.07
6	3.245	16	2.85	26	2.435	36	2.025
7	3.2	17	2.815	27	2.385	37	2.0
8	3.15	18	2.765	28	2.345	38	2.0
9	3.11	19	2.73	29	2.295	39	2.0
10	3.07	20	2.69	30	2.28	40	2.0
11	3.035	21	2.635	31	2.23	40.34	2.0

Quota [m]	D_i [m]						
3	2.025	10	2.11	17	2.09	24	1.9
4	2.105	11	2.12	18	2.09	25	1.85
5	2.095	12	2.12	19	2.05	26	1.8
6	2.08	13	2.12	20	2.05	27	1.8
7	2.09	14	2.125	21	2.05		
8	2.09	15	2.125	22	2		
9	2.1	16	2.13	23	1.955		

Fig. 1 – Diametri esterni della canna interna coassiale (spessore 20 cm)

Le immagini di figura 2 e 3 rappresentano la ciminiera inserita nel contesto degli edifici adiacenti, come si presentano attualmente.



Fig. 2 – Vista della ciminiera



Fig. 3 – Vista della ciminiera

La figura 4 rappresenta invece estratti del rilievo laser-scanner eseguito in data 04/11/2020, sia come aspetto esterno che come successione delle sezioni “a filo di ferro” (in questo rilievo la canna interna non è indicata).

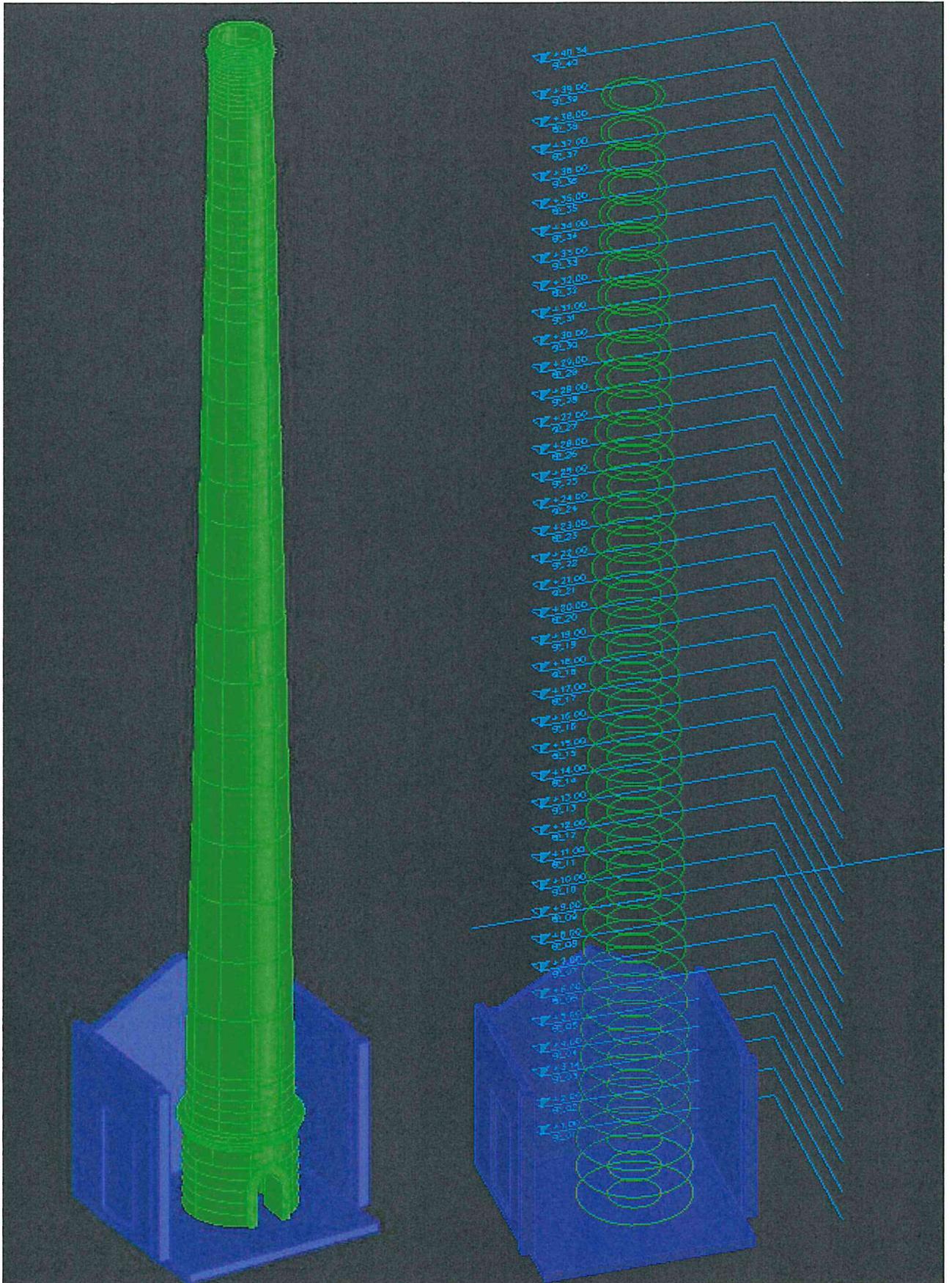


Fig. 4 – Rilievo laser scanner del novembre 2020.

Il materiale costituente la ciminiera è stato classificato dal Politecnico di Milano come “Muratura in mattoni pieni e malta di calce” per la quale, con l'impostazione della Circolare CSLP n. 617/2009 sono state assunte le caratteristiche della tabella che segue:

	f_m N/cm ²	τ_0 N/cm ²	E N/mm ²	G N/mm ²	w kN/m ³
min	240	6.0	1200	400	18
max	400	9.2	1800	600	18

Non sono state effettuate prove in situ a conferma delle proprietà sopra indicate tuttavia, date le modalità di crisi che risultano determinanti ai fini della sicurezza, una variazione anche apprezzabile delle proprietà meccaniche avrebbe un effetto insignificante sulla sicurezza disponibile: pertanto un approfondimento di indagini in tal senso non risulta giustificato.

Nella situazione attuale la ciminiera presenta diversi segni di dissesto, alcuni risarciti in passato, in parte visibili nelle foto delle figure 2 e 3 e riportati schematicamente nella figura 5.

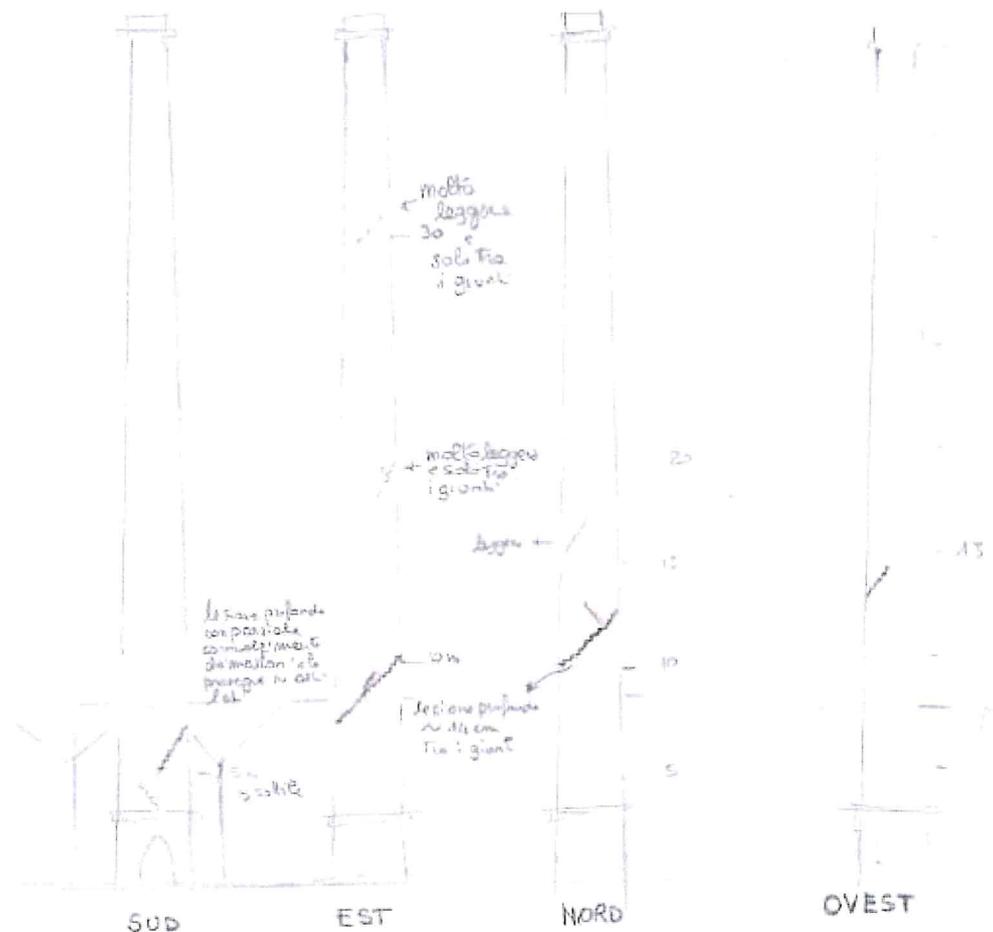


Fig. 5 – Segni di dissesto presenti

Valutazione della sicurezza nello stato attuale

Nella citata relazione del Politecnico di Milano è stata svolta una approfondita analisi delle condizioni di sicurezza dell'opera sia non condizioni statiche (peso proprio e vento) che sismiche (peso proprio e sisma). I risultati possono essere così compendati.

In condizioni statiche, quindi sotto **l'azione di vento** di normativa in aggiunta al peso proprio, le verifiche effettuate hanno posto in luce una **grave carenza di sicurezza dell'opera**.

La tabella 1 che segue evidenzia, per le sezioni sino a quota +12.00 il confronto tra momento resistente dell'opera M_{Rd} e momento sollecitante M_{Sd} (dovuto al vento) e l'eccentricità della risultante $e = M_{Sd}/N_{Sd}$ confrontata con il raggio della canna esterna.

QUOTA	N_{Sd} kN	M_{Rd} kNm	M_{Sd} kNm	Z_e	Eccentricità (m)	Raggio esterno (m)	ESITI	
							RESISTENZA	RIBALTAMENTO
0,00	1877	2447	3677	0,67	1,96	1,78	NO	SI
3,00	942	897	2639	0,34	2,80	1,70	NO	SI
6,00	835	817	1862	0,44	2,23	1,60	NO	SI
9,00	733	742	1488	0,50	2,03	1,55	NO	SI
12,00	603	473	1097	0,43	1,82	1,50	NO	SI

Tabella 1 – Esiti della verifica di sicurezza per gli effetti del vento

Per tutte le sezioni indagate, cioè fino a quota +12,00 l'esito è drammaticamente negativo.

Il coefficiente di adeguatezza $Z_e = M_{Rd} / M_{Sd}$ che rappresenta l'adeguatezza della resistenza flessionale e che quindi deve essere maggiore o uguale ad 1, risulta invece **sempre minore di 1, anche di molto (0,43)**.

L'eccentricità della risultante risulta sempre superiore (anche di molto) al raggio esterno della sezione, e quindi **sotto il vento previsto dalla normativa la ciminiera ribalta**.

Le verifiche nella condizione di sisma sono meno drammatiche, grazie alla bassa sismicità del sito ed all'elevato periodo proprio dell'opera, e in ogni caso per la condizione sismica può essere tollerato anche un coefficiente di adeguatezza inferiore ad 1, purché superiore a 0,6.

Ma l'esito della verifica allo SLU nella condizione di vento è tale per cui è evidente che la ciminiera, nella sua condizione attuale, rappresenta un pericolo concreto per le persone presenti nei pressi.

Né vale l'osservazione, spesso avanzata in situazioni come questa, sulla durata di vita già trascorsa dall'opera. A parte l'ovvia considerazione che l'intensità delle azioni variabili ha carattere probabilistico, e che quindi il fatto che l'opera abbia superato le azioni di vento fino ad ora nulla garantisce sulla sua capacità di resistere a quelle future, giocano in modo decisivo altri aspetti:

- con i mutamenti del clima in atto, i fenomeni meteorologici stanno assumendo un carattere "tropicale" e oggi l'intensità delle azioni di vento

frequenti è nettamente maggiore di quelle verificatesi nei decenni trascorsi;

- dalla documentazione storica risulta che in passato l'area intorno alla ciminiera era fittamente occupata da fabbricati industriali che, sebbene di altezza limitata, producevano un elevato grado di "rugosità del terreno", idoneo a ridurre l'intensità del vento, mentre adesso l'opera è praticamente isolata, salvo i due fabbricati visibili in fig. 3;
- lo schizzo di rilievo di fig. 5 evidenzia gravi lesioni inclinate, tali da aver portato il manufatto in situazione estremamente prossima al ribaltamento e attribuibili agli effetti del vento, immediatamente al di fuori del tratto protetto dai due fabbricati adiacenti.

In queste condizioni il mantenimento della ciminiera nello stato in cui si trova, nella consapevolezza degli esiti delle verifiche di sicurezza effettuate, costituisce una non accettabile responsabilità penale in capo alla Proprietà.

Di conseguenza è indispensabile procedere ad un intervento di riduzione di altezza del manufatto affinché esso sia in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal vento previsto dalle norme.

Adeguamento della sicurezza mediante riduzione di altezza del manufatto

In alternativa alla demolizione totale dell'opera è possibile ottenere la sicurezza strutturale attraverso una congrua riduzione della altezza del manufatto in modo che gli effetti del vento si riducano di conseguenza. Occorre naturalmente tenere presente che lo sforzo normale di compressione dovuto al peso proprio esercita un effetto favorevole nel resistere al momento flettente e che questo effetto favorevole si riduce anch'esso con la riduzione di altezza, ridimensionando il vantaggio che deriva dalla riduzione del momento indotto dal vento.

Il calcolo esatto della massima altezza compatibile con la sicurezza a taglio, pressoflessione e ribaltamento richiede una analisi F.E.M., data la complessità della interazione tra la canna interna e quella esterna.

Per una stima preliminare si è operato con il foglio excel di seguito riportato, dal quale risulta che si ottiene una sufficiente sicurezza riducendo l'altezza a 16 m.

Una simulazione dell'aspetto della ciminiera con la riduzione in altezza proposta è riportata in figura 6.

QUOTA m	CANNA ESTERNA		AREA est m2	PESO est kN	M a quota 0,00	M a quota 3,00
	De m	Di m				
16,00	2,850	2,450	1,6642	29,9556	86,996	71,179
15,00	2,890	2,490	1,68932	30,40776	82,871	66,831
14,00	2,920	2,520	1,70816	30,74688	78,329	62,123
13,00	2,960	2,560	1,73328	31,19904	73,926	57,498
12,00	2,995	2,595	1,75526	31,59468	69,259	52,637
11,00	3,035	2,635	1,78038	32,04684	64,570	47,725
10,00	3,070	2,670	1,80236	32,44248	59,635	42,596
9,00	3,110	2,710	1,82748	32,89464	54,658	37,398
8,00	3,150	2,750	1,8526	33,3468	49,534	32,051
7,00	3,200	2,800	1,884	33,912	44,400	26,640
6,00	3,245	2,845	1,91226	34,42068	39,021	21,011
5,00	3,290	2,890	1,94052	34,92936	33,476	15,216
4,00	3,340	2,940	1,97192	35,49456	27,806	9,269
3,00	3,395	2,995	2,00646	36,11628	21,983	3,140
2,98	3,450	1,600	7,333863	2,640191	0,382	
2,00	3,450	1,600	7,333863	129,3693	15,575	
1,00	3,450	1,600	7,333863	132,0095	9,574	
0,00	3,450	1,600	7,333863	132,0095	3,191	

Quota	0,00	3,00
N_{Sd} kN	855,54	459,51
M_{Sd} kNm	815,18	545,32
eccentricità m	0,95	1,19
limite R_{int}	1,50	1,50
ESITO	SI	SI

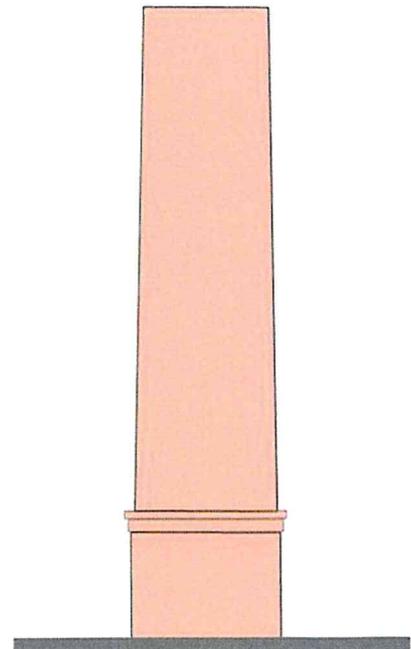


Fig. 6 – Riduzione a 16 m dell'altezza della ciminiera.

Conclusioni

Le verifiche svolte dal Politecnico di Milano, e confermate dagli scriventi, dimostrano che la ciminiera dell'ex Feltrificio Scotti & C., sita in Monza, nel suo stato attuale soffre di una **grave carenza di resistenza nei confronti delle sollecitazioni di vento**, mentre il suo comportamento di fronte al sisma prevedibile nel sito è accettabile.

A conferma dell'esito delle analisi numeriche, l'osservazione dell'opera allo stato di fatto attuale evidenzia severe lesioni inclinate circa a 45° (rilievo sommario in figura 5) che testimoniano come, nella sua storia, **l'opera si è già trovata in situazione assai prossima a quella di crollo**, presumibilmente in occasione eventi meteorici intensi, e ne è rimasta significativamente danneggiata.

In assenza di costosi interventi di rinforzo che peraltro snaturerebbero l'aspetto architettonico attuale (per la presenza delle due canne coassiali, i rinforzi possono essere applicati solo sulla superficie esterna e quindi sarebbero a vista), la situazione è destinata a ulteriormente peggiorare, perché:

- è stata demolito il tessuto di fabbricati industriali che circondavano il manufatto e che conferivano al terreno una rugosità idonea a limitare la velocità del vento;
- l'evoluzione climatica degli ultimi anni va nella direzione del ripetersi frequente di eventi meteorici particolarmente violenti, con una "tropicalizzazione" del clima.

Pertanto, a parere degli scriventi, risulta **indispensabile ed urgente eliminare l'attuale situazione di pericolo**. Ciò può essere ottenuto o con la **demolizione della ciminiera, o con una significativa riduzione della sua altezza**, tale da riportare il momento dovuto al vento all'interno del dominio di sicurezza. Operando in questo modo sarebbe garantita la sicurezza e si manterrebbe (parzialmente) la memoria del manufatto originale, anche se l'aspetto architettonico sarebbe non consueto in quanto diventerebbe un elemento "tozzo" non caratteristico per le strutture di specie.

In assenza di un intervento idoneo ad assicurare la sicurezza prescritta dalle norme vigenti sussiste un concreto rischio di crollo, a cui corrisponde una corrispondente responsabilità penale in capo alla Proprietà.

Prof. Ing. Paolo Napoli

Ing. Giuseppe Cresta

