



**LAVORI URGENTI DI RIPRISTINO DEI DANNI PROVOCATI DAL TORNADO DEL 28 NOVEMBRE 2012
ALLA SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO LEONARDO DA VINCI DI STATTE (TA)**

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE ILLUSTRATIVA DELL'EDIFICIO.....	4
3. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO	5
4.1. FACCIATA DELL'EDIFICIO E QUADRO FESSURATIVO.....	5
4.2. CONDIZIONI DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DI COPERTURA	5
4.3. REPORT FOTOGRAFICO.....	6
4. INVESTIMENTI PROGETTUALI.....	10
4.1. RIPRISTINO STRUTTURALE TRAVI DI BORDO E PILASTRI.....	10
4.2. RIPRISTINO IMPERMEABILIZZAZIONE E ISOLAMENTO TECNICO DEL SOLAIO DI COPERTURA.....	12



1. PREMESSA

Alle ore 11.00 a.m. del 28 novembre 2012 si è abbattuto sull'abitato del Comune di Statte, in provincia di Taranto, con inaudita violenza un tornado, ovvero una colonna d'aria in violenta rotazione pendente da un cumulonembo e osservata come una "nube a imbuto" o tuba in contatto con il terreno, proveniente dal quadrante meridionale, che ha provocato devastazione tanto al patrimonio pubblico quanto a quello privato.

La tromba d'aria ha interessato il territorio comunale e il centro abitato per una fascia centrale spostandosi da sud verso nord.

Il fenomeno atmosferico distruttivo, nella sua fascia di distruzione, ha scatenato venti che hanno spirato a oltre 500 Km/h esercitando sulle superfici colpite pressioni dinamiche dell'ordine di 1 tonnellata per metro quadrato.

Il tornado, formatosi all'improvviso senza che fosse giunta alcuna notizia da parte delle autorità competenti si è mosso molto rapidamente (50-100 Km/h) e quale evento impreveduto ha lasciato dietro di sé distruzione e feriti.

La tromba d'aria ha inoltre agito con una notevole componente verticale: le correnti ascensionali hanno raggiunto i 300 Km/h riuscendo a sollevare da terra oggetti più pesanti (automobili, tetti interi di case, ecc.), facendoli ricadere a notevoli distanze.

Il territorio interessato dalla furia distruttrice ha interessato un'area di mq 3.600.000 (3.6 kmq) ovvero per una fascia larga metri 600 e lunga circa 6 Km.

Con Delibera di Giunta Comunale n. 139 del 29/11/2012 è stata formalizzata la richiesta, in seguito accettata, di stato d'emergenza, documento che è stato trasmesso alle autorità competenti.

Come previsto dal regolamento di cui al DPR 207/2010, ai sensi dell'art. 176, si è redatto verbale di somma urgenza ai sensi dell'art. 175, e, mediante emissione di diverse ordinanze sindacali, è stato disposto, ex comma 2 dell'art. 176, l'esecuzione delle lavorazioni urgenti necessarie a rimuovere ogni stato di pregiudizio alla pubblica incolumità.



Con Ordinanza sindacale n. 53 del 28/11/2012 è stata disposta la chiusura di tutte le scuole che con ordinanza n. 92 sono state riaperte in data 6 Dicembre 2012.

Dando seguito alle preziose indicazioni del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile e della Regione Puglia - Politiche per la riqualificazione, la tutela e la sicurezza ambientale e per l'attuazione delle opere pubbliche - Servizio Protezione Civile, è stato dato avvio al "rilievo speditivo del danno" approvando con determina dirigenziale n1392 del 03/12/2012 i modelli predisposti per l'accertamento.

È stato sottoscritto con l'Ordine degli Ingegneri un Protocollo d'Intesa finalizzato al sostegno tecnico gratuito nella conduzione dei rilievi.

La devastazione del tornado ha arrecato danni al patrimonio pubblico e a quello privato, tante le scuole del Comune di Statte interessate dal fenomeno, tra quelle più danneggiate l'edificio denominato "Scuola secondaria di 1° Grado Leonardo Da Vinci".

L'Amministrazione Comunale ha già speso in emergenza delle somme per rendere la scuola nuovamente agibile, ha provveduto alla sostituzione dei vetri danneggiati e di alcuni infissi....., ma altre categorie di danni sono ancora presenti senza pregiudicare l'operatività del plesso scolastico.

La presente progettazione esecutivo ha come oggetto gli "**Interventi urgenti di ripristino dei danni del tornado**" della "Scuola secondaria di 1° Grado Leonardo Da Vinci".



2. DESCRIZIONE ILLUSTRATIVA DELL'EDIFICIO

Attualmente l'edificio è un plesso scolastico a forma di "C" con appendice il padiglione della palestra e degli spogliatoi, che si sviluppa al piano terra e solo parzialmente al piano primo. Il volume della palestra si erige su un unico livello, e sovrasta la restante parte del fabbricato. Gli spogliatoi si sviluppano unicamente al piano terra.

La superficie coperta complessivamente è di circa 1991 mq, mentre l'estensione complessiva del lotto è di circa 8670 mq. Esternamente trovano spazio un campo da gioco polivalente con alcune gradinate in acciaio, spazi per attività all'aperto, aiuole alberate e spazi adibiti a verde.

Strutturalmente l'edificio è realizzato con struttura portante in travi e pilastri in cemento armato, solaio in laterocemento, murature esterne ed interne in conci di tufo. Gli infissi sono metallici senza taglio termico, con vetro singolo, la protezione avvolgibile è presente solo al piano primo. Alcuni infissi del piano terra sono protetti da grate metalliche.

La superficie lorda interna al piano terra è di circa 1487 mq, oltre a 504 mq adibiti a palestra e spogliatoi, quella al piano primo è 594 mq. Trovano collocazione 13 aule per l'attività curricolare, 6 aule per attività specialistiche e laboratoriali, un'aula magna, gli uffici di presidenza e segreteria, i servizi igienici per gli alunni ed il personale. Al piano interrato trova collocazione la centrale termica a gas.

Dal punto di vista energetico la struttura è fortemente disperdente, gli infissi sono privi di qualsiasi accorgimento in termini di risparmio energetico, la tecnica costruttiva delle chiusure perimetrali è con conci di tufo. I ponti termici derivanti da travi e pilastri non sono corretti. L'impianto di riscaldamento è a radiatori, con centrale termica a gas di non lontana conversione. La distribuzione dell'acqua calda ad uso riscaldamento avviene con tubazioni in acciaio annegate nella struttura.



3. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELL'EDIFICIO

4.1. FACCIATA DELL'EDIFICIO E QUADRO FESSURATIVO

Tutti i prospetti dell'edificio sono interessati da quadri fessurativi e da parti ammalorate di calcestruzzo, come mostrano le foto nel paragrafo seguente.

In particolare è il telaio in calcestruzzo ad essere interessato dal suddetto problema, sulle facciate sono evidenti le fessurazioni delle travi e dei pilastri.

Bisogna evidenziare che già ordinariamente, senza eventi eccezionali, il telaio in calcestruzzo armato di una facciata si degrada a causa dell'azione corrosiva delle armature promossa dall'anidride carbonica presente nell'aria e favorita dalla qualità non di ottima qualità del materiale oppure, a causa di difetti di impermeabilizzazione o ancora, per la presenza di particolari costruttivi che favoriscono il ristagno dell'acqua.

In questo caso specifico i danni alla facciata dell'edificio sono stati aggravati dalla tromba d'aria che ha agito con una notevole componente verticale raggiungendo i 300 Km/h e portando con sé anche parte delle strutture che venivano investite, è evidente nella Foto 1 dell'allegato fotografico la parte del cornicione di coronamento che risulta mancante di una sua parte. IL danneggiamento dell'impermeabilizzazione descritto al paragrafo seguente ha sicuramente aumentato il fenomeno di infiltrazione di acque meteoriche che ha deteriorato le armature.

4.2. CONDIZIONI DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DI COPERTURA

L'esistente impermeabilizzazione di copertura del plesso scolastico è realizzata con un manto impermeabile, composto da guaina ardesiata di peso complessivo di spessore mm 4 applicata a caldo con giunti sfalsati e sovrapposti di cm 10 sigillati a caldo. La guaina è stata evidentemente danneggiata in vari punti, dal materiale solido trasportato dalla tromba d'aria, in alcuni casi l'impermeabilizzazione risulta divelta e mancante di alcuni pezzi di guaina ardesita, molti giunti non risultano più sigillati.

Per le condizioni sopra descritte non è più garantita l'impermeabilizzazione del solaio di copertura della scuola.



4.3. *REPORT FOTOGRAFICO*



Foto 1: Cornicione di coronamento



Foto 2: Telaio in calcestruzzo e relativo quadro fessurativo



Foto 3: Prospetto



Foto 4: Evidente quadro fessurativo pilastro



Foto 5: Quadro fessurativo



4. INVESTIMENTI PROGETTUALI

4.1. RIPRISTINO STRUTTURALE TRAVI DI BORDO E PILASTRI

Gli interventi di ripristino strutturale della facciata mirano all'eliminazione dell'evidente quadro fessurativo che interessa tutti i prospetti della Scuola.

Di seguito vengono riportate le operazioni necessarie all'esecuzione del ripristino previsto nel caso specifico:

- Rimozione totale del calcestruzzo degradato e privo di coerenza con il sottofondo mediante spicconatura, idropulitura e/o sabbiatura
- Spazzolatura e/o sabbiatura dei ferri d'armatura e integrazione attraverso la saldatura di monconi;
- Preparazione del sottofondo;
- Protezione dei ferri d'armatura, trattamento mediante l'applicazione di due mani di un prodotto bi componente a base cementizio – polimerica, inibitore di corrosione;
- Ripristino del calcestruzzo con malte tissotropiche a presa rapida;

Di seguito si riportano in dettaglio le lavorazioni di progetto previsto:

PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO

Demolizione dell'intonaco, dove presente, e di tutto lo spessore di calcestruzzo degradato e carbonatato in corrispondenza dei ferri d'armatura. Questi andranno accuratamente puliti dalla ruggine e da tutte le sostanze estranee presenti, mediante sabbiatura o idrosabbiatura. Pulizia della superficie interessata al fine di eliminare polvere e residui di cls non coerenti o non completamente rimossi durante la demolizione così da predisporre un supporto sano e compatto.



PROTEZIONE DEI FERRI D'ARMATURA

Per questa lavorazione è stato previsto di utilizzare una malta cementizia anticorrosiva bicomponente per la protezione dei ferri d'armatura.

Sui ferri d'armatura perfettamente ripuliti dalla ruggine, è stato previsto di applicare una malta tipo MAPEFER della Mapei o similari prodotti, al fine di riportare il pH al di sopra di 12, livello minimo per garantire la passivazione del ferro. La malta crea una barriera protettiva impermeabile all'acqua e agli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera. E' necessario stendere la malta a pennello in due mani. La seconda mano può essere applicata dopo 90-120 minuti dalla stesura del primo strato e preferibilmente entro le 24 ore. Lo spessore totale delle due mani non dovrà essere inferiore a 1,5-2 mm. Durante l'operazione si sporcherà inevitabilmente anche il calcestruzzo in prossimità del ferro; ciò non crea alcun problema, in quanto la malta non modifica l'adesione della malta da ripristino che, in condizioni ambientali normali, può essere posata dopo 4-5 ore dall'applicazione dello stesso prodotto o nei giorni successivi a seconda dell'organizzazione del cantiere. Il prodotto deve rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-7 per quanto riguarda la protezione contro la corrosione delle armature.

RIPRISTINO DEL CALCESTRUZZO CON MALTE TISSOTROPICHE

Per questa lavorazione è stato previsto di utilizzare una malta a ritiro controllato, fibrorinforzata, a presa ed indurimento rapidi, del tipo particolarmente indicato per: ripristino corticale di superfici verticali ed orizzontali in calcestruzzo degradato. Riparazione rapida di spigoli di travi, pilastri e frontolini di balconi, compresa la sigillatura di crepe superficiali in ogni tipo di costruzione in calcestruzzo o di intonaci cementizi. Si è previsto di utilizzare un prodotto del tipo MAPEGROUT RAPIDO Mapei o similare, che impastato con acqua, si trasforma in una malta di facile lavorabilità e con tissotropia tale da poter essere applicata in verticale fino a 2-2,5 cm di spessore senza colare.

Il prodotto deve essere applicato su sottofondo saturo di acqua, ma a superficie asciutta (condizione s.s.a.). Quando si renderà necessario deve essere previsto di applicare più strati di malta, a causa degli spessori notevoli da ripristinare, il prodotto va applicato a spatola o



la cazzuola. Il prodotto deve rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 per le malte strutturali di classe R3.

4.2. *RIPRISTINO IMPERMEABILIZZAZIONE E ISOLAMENTO TECNICO DEL SOLAIO DI COPERTURA*

Per il ripristino della danneggiata guaina ardesiata di copertura del plesso scolastico si è previsto di realizzare un isolamento termico a cappotto con lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS), per poi realizzare una nuova impermeabilizzazione con manto impermeabile sintetico, realizzato in lega di poliolefine flessibili (FPO), avente armatura composta in rete di poliestere e fibra di vetro ad alta resistenza meccanica.

Il polistirene espanso sinterizzato (EPS) è un materiale derivato dal petrolio. Il polistirene espanso sinterizzato ha generalmente massa volumica compresa fra 10 e 40 Kg/mc, ed è quindi mediamente costituito dal 98% di aria e solo dal 2% di materiale strutturale di puro idrocarburo. Per le sue elevate capacità di isolamento termico il polistirene è molto impiegato nell'edilizia. L'EPS ha una conduttività termica ridotta grazie alla sua struttura cellulare chiusa, formata per il 98% di aria. Questa caratteristica gli conferisce un'ottima efficacia come isolante termico. Il potere termoisolante è misurato dal coefficiente di conducibilità termica noto come λ , e la sua unità di misura è $W/(m \cdot ^\circ C)$. Il λ dell'EPS usato oscilla tra 0,027 e 0,031 e le norme UNI 7357-74 impongono di assumere nei calcoli il valore di 0,030.

L'EPS è permeabile al vapore per cui è traspirante all'acqua, per cui il suo impiego non crea la formazione di muffe e fenomeni di condensa. L'EPS è assolutamente stabile nei confronti dei materiali da costruzione consueti come cemento, calce e gesso. L'EPS è ancora stabile, a soluzioni acquose di acidi (35% di HCl; 50% di HNO₃; 95% di H₂SO₄), di alcali (idrato sodico, idrato potassico, acqua ammoniacale) e di alcoli (metilico ed etilico); è stabile ancora al bitume e a masse bitumose a base acquosa. Protetto con una semplice vernice risulta essere molto resistente in caso di esposizione all'esterno ai raggi del sole e alle sue radiazioni UV, a pioggia, a grandine e vento. La scelta del materiale è stata determinata



anche in considerazione di durevolezza nel tempo e la sua non tossicità. Infine nota è la riciclabilità del polistirene, esso infatti può essere macinato e poi mescolato a polistirene espanso vergine per produrre nuovi imballi e componenti di alleggerimento per l'edilizia oppure può essere ottimamente impiegato quale inerte per la produzione di malte cementizie alleggerite.

L'utilizzo dell'isolamento termico "a cappotto esterno" con lastre di polistirene localizza la barriera termica all'esterno. In questo senso, l'isolamento "a cappotto" costituisce un vero e proprio rivestimento termico per la struttura del fabbricato che viene completamente avvolta da un sistema isolante, e di conseguenza: garantisce l'isolamento termico tra il microclima interno ed il clima esterno con l'eliminazione dei ponti termici e di tutti gli inconvenienti dovuti alla formazione di condensa sulla parete perimetrale, sfruttando al contempo la inerzia termica della struttura.

La tecnologia dell'isolamento a cappotto termico dall'esterno è una tecnologia che è facilmente applicabile in lavori di ristrutturazioni di un edificio esistenti senza interferire sulla sua funzionalità e sulle attività che si svolgono al suo interno.

L'isolamento a cappotto prevede l'impiego sei seguenti materiali:

Lastre isolanti in polistirene, dimensioni 1000 x 500 mm, con spessori tra 30 e 120 mm, squadrate a spigolo vivo o battentate, con massa volumica di 15 / 20 / 25 o 30Kg/mc.

Collante per l'incollaggio delle lastre di EPS al supporto

Malta rasante per la formazione del primo strato di intonaco (armato) sopra le lastre stesse;

Rete di armatura, tessuta in fibra di vetro, per il rinforzo del primo strato di intonaco;

Eventuale primer, quale prima protezione dell'intonaco rinforzato;

Finitura con rivestimento continuo sottile, di protezione dell'intero sistema agli agenti atmosferici;

Sagome in lega leggera per i profili verticali e orizzontali;

Tasselli di fissaggio profondo delle lastre isolanti;

Si è previsto di applicare il cappotto al solaio di copertura con lastre di EPS di spessore 12 cm.



L'isolamento a cappotto garantirà una considerevole riduzione della dispersione termica in considerazione dei valori di trasmittanza di progetto: solaio di copertura $K = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$.

IN questo caso dovendo intervenire per il ripristino dell'impermeabilizzazione si è previsto anche un intervento mirato ad ottimizzare il miglioramento della qualità energetica del plesso scolastico.

Per quanto riguarda la impermeabilizzazione delle coperture, si è previsto di installare uno strato di compensazione, costituito da tessuto non tessuto di polipropilene 100% isotattico, ottenuto mediante coesione meccanica per agnagliature, stabilizzato termicamente, termocoesionato, del peso di 300 g/mq, imputrescibile, resistente ai microorganismi ed ai roditori, che sarà posato a secco sul supporto, con sovrapposizione dei teli di almeno 10cm. Sopra lo strato di compensazione dovrà essere posato in opera il manto impermeabile sintetico, realizzato in lega di poliolefine flessibili (FPO), avente armatura composta in rete di poliestere e fibra di vetro ad alta resistenza meccanica, monostrato non prelamato, resistente ai raggi U.V., di colore bianco. Il manto sarà posato a secco e fissato meccanicamente per punti mediante piastrine ed opportuni elementi di fissaggio, con sovrapposizione dei teli di almeno 12 cm. Saranno forniti e posati in opera i necessari sistemi di fissaggio meccanico.

Febbraio 2013

dott. ing. Mauro De Molfetta