

Presidenza del Consiglio dei Ministri
TERREMOTO ABRUZZO
Prot. N° 47406 del 12/9/2009
--- ENTRATA ---



COMUNE DI L'AQUILA

COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO
CEMENTIZIO ARMATO E DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

(Legge 05.11.1971, n° 1086)

PARTE I - PREMESSA

LAVORI: di progettazione esecutiva e
realizzazione della Scuola
Secondaria di I° Grado "Mazzini" -
Lotto 15 - Area 50.4 - moduli ad
uso scolastico provvisori (MUSP);

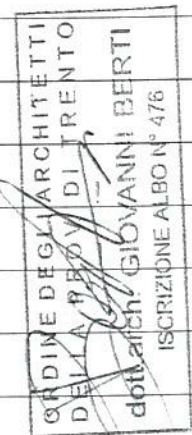
COMMITTENTE: Presidenza del Consiglio dei
Ministri - Dipartimento della
Protezione Civile;

IMPRESA DI COSTRUZIONI: R.T.I. Tosoni Lino S.p.A. - Saira
Europe - con sede in Villafranca
(VR), 37069, via I° Maggio 8;

PROGETTISTA DELLE OPERE: Dott. Ing. LUCA OSS EMER,
iscritto all'Ordine degli Ingegneri di
Trento al n° 2392;

PROGETTISTA DELLE STRUTTURE: Dott. Ing. DANILO MORA, iscritto
all'Ordine degli Ingegneri di
Bolzano al n° 563;

DIRETTORE DEI LAVORI: Dott. Arch. ALESSANDRO
FAMILIARI;



CONTRATTO: repertorio n° 838 del 17.09.09.

PARTE II – RELAZIONE

Progetto esecutivo delle opere

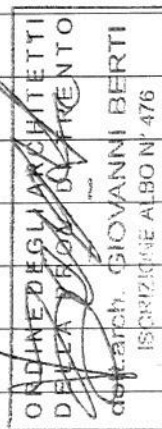
Il progetto esecutivo delle opere per la realizzazione della Scuola Secondaria di I° Grado "Mazzini" con moduli ad uso scolastico provvisori (MUSP); Lotto 15 – Area 50.4, è costituito dai seguenti elaborati.

Progetto architettonico

- A-00 Relazione tecnica generale
- A-01 Planimetria sistemazioni esterne e picchettamento
- A-02 Sezioni di scavo e dettagli pacchetti pavimentazione
- A-03 Schema armadi utenze
- A-04 Pianta generale posa container - Zona 1
- A-05 Pianta generale posa container - Zona 2
- A-06 Pianta generale posa container - Zona 3
- A-07 Pianta generale posa container - Zona 4
- A-08 Pianta generale posa container - Zona 5
- A-09 Pianta e dettagli serramenti
- A-10 Prospetti
- A-11 Palestra – Particolari
- A-12 Palestra - Pianta controsoffitto copertura
- A-13 Palestra – Facciate

Progetto strutturale

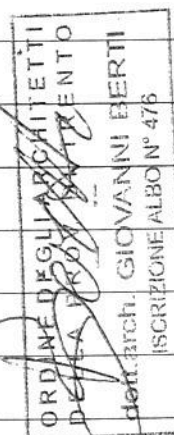
- S-00 Relazione di calcolo strutturale
- S-01 Platea di fondazione



- S-02 Strutture palestra - Assieme pianta, viste e sezioni
- S-03 Strutture palestra - Dettagli costruttivi colonne
- S-04 Strutture palestra - Dettagli costruttivi travi di copertura e arcarecci
- S-05 Strutture palestra - Dettagli costruttivi montanti di parete e controventi
- S-06 Copertura container - Pianta
- S-07 Copertura container - Sezione e dettagli
- S-08 Copertura container - Carpenteria Metallica container - Tipo 1
- S-09 Copertura container - Carpenteria Metallica container - Tipo 2
- S-07 Copertura container - Sezioni zona aule e laboratori
- S-08 Copertura container - Sezione zona corridoio di collegamento
- S-09 Copertura container - Disegni costruttivi Mk. 1100-1101-1102
- S-10 Copertura container - Disegni costruttivi Mk. Da 1003 a 1008
- S-11 Copertura container - Disegni costruttivi Mk. Da 1009 a 1013
- S-12 Copertura container - Disegni costruttivi Mk. Da 1014 a 1021
- S-13 Carpenteria metallica container - Modulo container tipo 1 - dim. 6058 mm x 2438 mm
- S-14 Carpenteria metallica container - Modulo container tipo 2 - dim. 8500 mm x 2438 mm
- S-15 Relazione di calcolo muro di sostegno

Gli elaborati facenti parte del progetto esecutivo sono stati redatti dal Dott. Ing. Luca Oss Emer e dal Dott. Ing. Danilo Mora.

Ai sensi dell'art. 3 dell'O.P.C.M. del 06.04.2009 il progetto delle strutture non è stato depositato in deroga all'obbligo previsto dall'art. 4 della Legge



05.11.2009, n° 1086.

Collaudatore delle opere

Del collaudo delle opere strutturali realizzate, relative ai documenti depositati, è stato incaricato il sottoscritto Dott. Arch. Giovanni Berti iscritto all'Albo degli Architetti della Provincia Autonoma di Trento al numero 476, il quale non è intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione dei lavori.

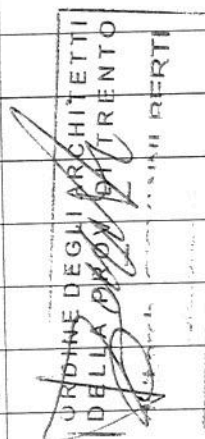
Inizio ed ultimazione dei lavori

I lavori di costruzione delle opere strutturali sono iniziati in data 18.08.2009 e si possono considerare ultimate in data 18.09.2009, così come indicato nella relazione a struttura ultimata redatta dal Direttore Lavori, Dott. Arch. Alessandro Familiari, in data 18.09.2009.

Andamento dei lavori

Da quanto risulta agli atti e da quanto confermato nella relazione a struttura ultimata redatta dal Direttore dei Lavori in data 18.09.2009, i lavori inerenti le strutture si sono svolti conformemente a quanto contenuto nel relativo progetto e nei successivi aggiornamenti, nel rispetto delle caratteristiche, della qualità e delle dosature dichiarate per i materiali impiegati per la costruzione. Per quanto non più direttamente ispezionabile, in base a quanto indicato nella relazione a struttura ultimata, il Direttore dei Lavori conferma che le opere realizzate e le condizioni al contorno riscontrate sono in perfetta congruità con quanto contenuto nelle relazioni di calcolo e negli elaborati facenti parte del progetto esecutivo e costruttivo.

PARTE III - DESCRIZIONE DELLE OPERE





L'intervento prevedeva la realizzazione di un edificio ad uso scolastico provvisorio con struttura in elevazione in acciaio mediante assemblaggio di moduli prefabbricati posti su basamento di fondazione in c.a. a platea.

L'edificio si sviluppa in un unico piano ed è composto da due corpi principali, destinati alle aule e servizi, di dimensioni m 75 x m 15 con un corpo di collegamento di circa m 10 x m 15; il corpo palestra realizzato presenta dimensioni m 20 x m 14.

La fondazione su magrone è costituita da una platea in c.a., con spessore costante pari a cm 30 aumentato a cm 35 per la zona relativa palestra, che sorregge i baggoli parallelepipedi su cui insistono i moduli preassemblati.

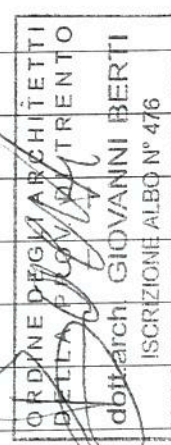
Per detta struttura è stato impiegato un calcestruzzo C25/30 ed acciaio per armatura B450C, le cui caratteristiche meccaniche sono corrispondenti a quanto previsto dalla normativa vigente di riferimento.

La struttura in elevazione è realizzata in moduli preassemblati, con intelaiatura in profili in acciaio S355, e mutuamente uniti mediante idonei sistemi di interconnessione tra gli stessi e tra i baggoli di sostegno.

La copertura è realizzata in carpenteria metallica lavorata in officina ed assemblata in opera mediante collegamenti a vite; il completamento del pacchetto è realizzato con pannelli doppia lastra in acciaio isolata e solidarizzati alla sottostante carpenteria metallica mediante viti autofilettanti.

I progetti esecutivi delle opere ed i relativi calcoli statici sono stati redatti dal Dott. Ing. Luca Oss Emer e dal Dott. Ing. Danilo Mora; le normative di riferimento, alla base dei calcoli strutturali, vengono indicate di seguito.

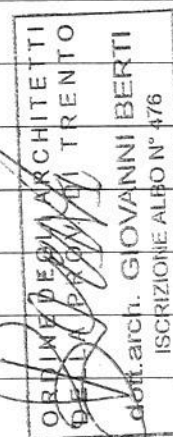
Durante le fasi realizzative, previa verifica ed approvazione da parte della Direzione Lavori e dei progettisti sopra indicati, il progetto esecutivo è stato



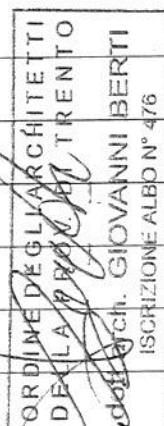
integrato con gli elaborati costruttivi dei vari elementi prefabbricati posati in opera e dei relativi elementi di interconnessione.

Per la documentazione integrativa, comprovante l'idoneità dei manufatti e degli elementi impiegati, si rimanda al paragrafo relativo alle certificazioni di conformità dei materiali impiegati. I calcoli statici relativi agli elementi strutturali in cemento armato ed in acciaio sono stati redatti secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite in base alle disposizioni previste dalle normative vigenti, in particolare:

- L. 05.11.1971, n. 1086, *Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*;
- D.M. LL.PP. del 14.02.1992, *Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*;
- D.M. del 09.01.1996, *Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*;
- D.M. del 16.01.1996, *Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"*;
- D.M. del 16.01.1996, *Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*;
- Circolare Ministeriale del 10.04.1997 N°65/AA.GG, *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M.16.01.1996*;
- Circolare Ministeriale del 24.07.1988, n. 30483/STC;



- L. 02.02.1974, n. 64, *Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche*;
- D.M. LL. PP. E INT. 19.06.1984, *Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N°3431 del 10.05.2005. Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza N°3274;
- Circolare Ministeriale del 04.07.1996 n. 156AA.GG./STC, *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"* di cui al Decreto Ministeriale 16.01.1996;
- D.M. LL. PP. 11.03.1988, *Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*;
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 1 - D.M. 11 Marzo 1988, *Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N°3274 del 20.03.2003, *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*;
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.09.2005 (TU 2005);



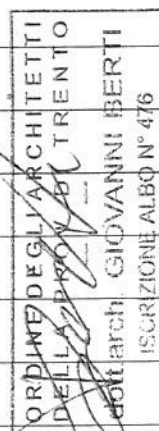
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.01.2008 (NTC 2008);
- Circolare Ministeriale del 15.10.1996 N°252, *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M.09.01.1996;*
- Eurocodice 2, *Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;*
- Eurocodice 3, *Progettazione delle strutture di acciaio, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.*

I calcoli strutturali di progetto, redatti dal Dott. Ing. Luca Oss Emer e dal Dott. Ing. Danilo Mora, sono contenuti nelle relazioni relative ai calcoli statici ed ai materiali impiegati. Le integrazioni ai calcoli strutturali, in relazione alle esigenze costruttive degli elementi prefabbricati, sono state revisionate e verificate dai progettisti e dal Direttore dei Lavori prima di procedere con le successive fasi di posa in opera. Le sollecitazioni interne dei vari elementi strutturali sono state valutate attraverso modelli di calcolo semplificati ed attraverso modelli analizzati con programmi di calcolo ad elementi finiti.

I vincoli e le dimensioni delle parti strutturali dei modelli di calcolo sono congruenti con quelle poi effettivamente realizzate: la corrispondenza modelli-manufatti può dunque ritenersi soddisfatta.

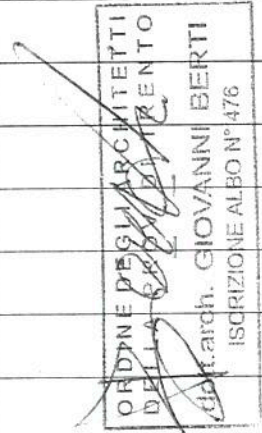
Per le opere previste nel progetto esecutivo, i carichi impiegati nelle analisi sono stati i seguenti:

peso specifico del terreno di fondazione	daN/m ³ 1800,00
peso platea – spessore cm 25	daN/m ² 625,00
peso platea zona palestra – spessore cm 30	daN/m ² 750,00





peso del container m 6,580 x m 2,438	daN	2400,00	
sovraccarico accidentale da neve al suolo	daN/m ²	175,00	
sovraccarico accidentale da neve su copertura	daN/m ²	154,00	
sovraccarico accidentale da vento (pressione)	daN/m ²	128,00	
<i>Analisi del carico sismico – D.M. 14.01.2008 NTC</i>			
coefficiente di struttura per azioni sismiche - q		1,00	
categoria del suolo di fondazione		E	
condizioni topografiche		T1	
periodo di riferimento		200 anni	
Le combinazioni di carico sono quelle previste dalla normativa vigente.			
Secondo gli allegati progettuali i materiali impiegati presentano le seguenti caratteristiche meccaniche.			
Calcestruzzo per fondazioni e muri C 25/30 N/mm²:			
- modulo elastico	N/mm ²	31220	
- resistenza caratteristica cilindrica	N/mm ²	24,90	
- resistenza caratteristica a trazione	N/mm ²	1,82	
- resistenza caratteristica a trazione per flessione	N/mm ²	2,19	
- resistenza cilindrica di calcolo	N/mm ²	15,56	
Acciaio per armatura lenta B450C:			
- modulo elastico	N/mm ²	210.000	
- tensione di snervamento caratteristica	N/mm ²	430,00	
- tensione di calcolo limite	N/mm ²	373,90	
Acciaio zincato per profili laminati – S355-JR (UNI EN 10025):			
- modulo elastico	N/mm ²	206.000	
- tensione caratteristica di snervamento	N/mm ²	355,00	



- tensione caratteristica di rottura N/mm^2 510,00

Caratteristiche del terreno sabbioso-limoso per opere di sostegno:

- peso specifico umido daN/m^3 2000

- peso specifico naturale daN/m^3 1800

- angolo di attrito interno 32°

- coesione interna N/mm^2 0,000

Caratteristiche del terreno sabbioso-limoso per moduli prefabbricati:

- peso specifico umido daN/m^3 2000

- peso specifico naturale daN/m^3 1800

- angolo di attrito interno 25°

- coesione interna N/mm^2 0,000

In definitiva, i calcoli di stabilità ed i criteri adottati per la stesura degli stessi possono ritenersi congruenti e conformi alle richieste delle normative vigenti, in relazione all'ubicazione della struttura realizzata.

PARTE IV – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali impiegati nelle lavorazioni sono stati quelli previsti progettualmente con le caratteristiche meccaniche prima riportate.

Il sottoscritto Collaudatore Statico ha provveduto a controllare le parti principali della relazione di calcolo elaborate per le opere realizzate, verificando che le sollecitazioni, conseguenti alle condizioni di carico applicate, risultano contenute nelle resistenze ammissibili per le sezioni proposte e per i materiali impiegati in conformità a quanto previsto nel progetto esecutivo e secondo le normative vigenti.

Durante lo svolgimento dei lavori il Direttore dei Lavori ha provveduto a

ORDINE DEGLI ARCHITETTI
DELLA PROV. DI TRENTO
dot. arch. GIOVANNI BERTI
ISCRIZIONE ALBO N° 476

verificare la conformità di tutti i materiali impiegati e quanto contenuto nelle prescrizioni contrattuali effettuando prelievi su campioni sottoposti a prove di laboratorio in laboratori ufficiali attrezzati. Tali prove hanno dato esito positivo e dei certificati delle prove viene data elencazione nel relativo paragrafo.

PARTE V – VISITE DI COLLAUDO

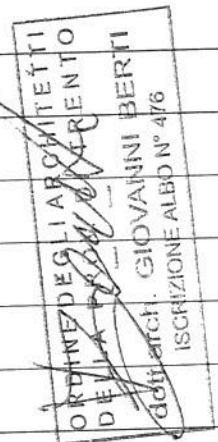
Il sottoscritto collaudatore statico ha provveduto ad effettuare le visite in cantiere durante le fasi salienti della costruzione dell'opera verificando la corrispondenza tra quanto previsto nelle tavole progettuali e quanto effettivamente realizzato.

Le visite sopralluogo per il collaudo statico sono state effettuate il giorno 10.09.2009 ed il giorno 18.09.2009 alla presenza, oltre del sottoscritto collaudatore statico, del progettista delle opere Dott. Ing. Luca Oss Emer e del progettista delle strutture Dott. Ing. Danilo Mora .

Durante il corso della visite, per quanto si è potuto accertare, si è avuto modo di verificare la corrispondenza tra le opere realizzate e quelle previste nel progetto esecutivo innanzi descritto.

Inoltre, è stata esaminata la costruzione nel suo completo nonché lo stato delle strutture in vista e non sono stati rilevati né difetti né lesioni di alcun genere che possano far dubitare della bontà della esecuzione dei lavori e di conseguenza della sicurezza e della stabilità delle opere.

PARTE VI – CERTIFICATI DI PROVA SUI MATERIALI E DOCUMENTAZIONE DI CONFORMITA' DEI MANUFATTI IMPIEGATI

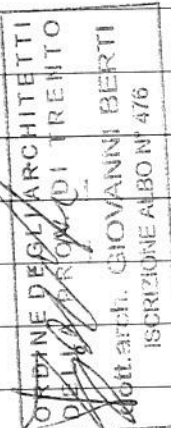


Nel corso dei lavori, la Direzione Lavori, secondo quanto previsto dalla legge 05.11.1971 nr. 1086 – art. 3, ha provveduto ad eseguire i previsti prelievi sui materiali impiegati e ad inoltrarli, per le prove di rito, presso il Laboratorio Prove Materiali dell'Università degli Studi di L'Aquila.

Le prove eseguite sui materiali sono le seguenti indicate, come indicate nella relazione a struttura ultimata redatta dal Direttore dei Lavori.

Prova di resistenza a compressione ed a trazione:

- n° 1 rapporto di prova n° 00448 del 16.09.2009, relativo alle prove di trazione eseguite su n° 3 campioni di barre in acciaio per armatura lenta FeB 44 k con diametro nominale pari a mm 12 e su n° 1 campione di barre in acciaio per armatura lenta FeB 44 k con diametro nominale pari a mm 8.
- n° 1 rapporto di prova d.d. 17.09.2009, relativo alle prove di resistenza a compressione eseguite su n° 18 provini cubici in calcestruzzo di dimensioni pari a cm 15 x cm 15 x cm 15;



Moduli preassemblati:

- dichiarazione di conformità del prodotto rilasciata dalla ditta Koma Modular Constructions s.r.o. n° C3L 1011091110 C3L 1011091232;
- attestazione di qualità del materiale impiegato (acciaio S355) rilasciata dal Direttore Tecnico di stabilimento della Koma Modular Constructions s.r.o..

Acciaio da carpenteria della copertura:

- certificato di origine dello stabilimento Profilarbed S.a., Manni Sipre S.p.A., Arcelormittal Olaberria S.L., Acciaierie Beltrame S.p.A.;
- relazione a strutture ultimate del Direttore Tecnico del centro di



trasformazione Cordioli & C. S.p.A., Dott. Ing. Sandro Freddi di data
18.09.2009 prot. N° 709/PM/at.

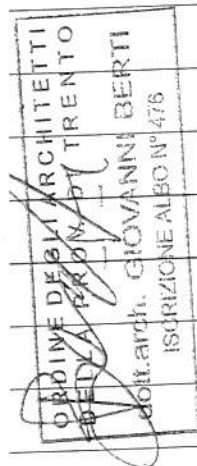
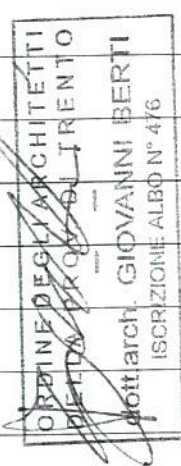
Giunzioni mediante saldatura:

- certificazione rilasciata dalla ditta Cordioli & C. S.p.A. in merito alla corrispondenza delle saldature con le prescrizioni ed alla qualifica del personale impiegato per tale lavorazione.

Giunzioni mediante bullonatura:

- n°1 verbale del Direttore dei Lavori, d.d. 17.09.2009, di verifica in corso d'opera dei materiali impiegati e della corretta posa in opera secondo quanto indicato nel progetto esecutivo.

Il Direttore dei Lavori ha comunicato come tutti i rapporti e i certificati delle prove condotte sui materiali sopra descritti sono risultate rispondenti alle prescrizioni tecniche previste da progetto esecutivo e da Capitolato Speciale d'Appalto.



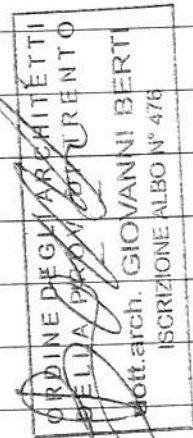
PARTE VII – CERTIFICATO DI COLLAUDO

Premesso quanto sopra:

- VISTA la Legge 5.11.71, n° 1086, «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica»;
- VISTA la documentazione di progettazione esecutiva per la realizzazione, con moduli ad uso scolastico provvisori (MUSP), della Scuola Secondaria di I° Grado "Mazzini", Lotto 15 – Area 50.4, redatta dal Dott. Ing. Luca Oss Emer e Dott. Ing. Danilo Mora;

CONSIDERATO

- che le ipotesi di calcolo assunte a base dei calcoli stessi corrispondono ai carichi realmente agenti sulle strutture;
- che i valori delle sollecitazioni sono ammissibili;
- che il dimensionamento delle strutture è stato eseguito in conformità ai risultati dei calcoli, del progetto e della normativa vigente;
- che le dimensioni delle strutture sono state riscontrate corrispondenti a quelle dei disegni di progetto;
- che le qualità ed il tipo dei materiali impiegati corrispondono ai requisiti posti a base dei calcoli;
- che le prove di laboratorio eseguite sui materiali impiegati, secondo le normative vigenti, hanno dato esito positivo ed hanno fornito risultati compatibili con i carichi di sicurezza adottati;
- che le dichiarazioni di origine e conformità confermano la corrispondenza alle prescrizioni progettuali dei materiali e dei manufatti impiegati per la costruzione;
- che durante le varie fasi di sviluppo dell'opera, risulta che da parte della Direzione Lavori siano stati eseguiti tutti i controlli indispensabili perché l'opera potesse svilupparsi con la più scrupolosa regolarità di esecuzione e nel rispetto ed osservanza di tutte le prescrizioni esecutive descritte dalla normativa vigente;
- che il Direttore dei Lavori relativi alle strutture conferma che, per quanto non direttamente ispezionabile o non ispezionato dal sottoscritto Collaudatore Statico, le opere sono state eseguite in perfetta conformità a quanto previsto negli allegati progettuali;
- che le opere sono state ben eseguite e prive di evidenti



manchevolezze o difetti costruttivi;

- che i lavori sono stati egregiamente diretti;

il Collaudatore

CERTIFICA

che, ai sensi dell'art. 7 della legge 5.11.71 n° 1086, le opere in conglomerato cementizio armato ed in acciaio, inerenti ai lavori di realizzazione, con moduli ad uso scolastico provvisori (MUSP), della Scuola Secondaria di I° Grado "Mazzini", Lotto 15 – Area 50.4, per quanto è stato possibile accertare

SONO STATICAMENTE COLLAUDABILI

ed in effetti, col presente ATTO,

COLLAUDA

a norma delle vigenti leggi circa la esecuzione di opere in conglomerato cementizio armato e in acciaio, per l'uso in base al quale sono state progettate e realizzate.

Trento, li 19.09.2009

IL COLLAUDATORE STATICO

(Dott. Arch. Giovanni BERTI)

