



# PROVINCIA DI COSENZA

## INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SEDE DELL'ISTITUTO PROFESSIONALE INDUSTRIA E ARTIGIANATO "IPSIA DI BOCCHIGLIERO"

### Progetto Esecutivo

Oggetto:

ELABORATI DESCRITTIVI  
RELAZIONE SUL LIVELLO DI CONOSCENZA

Data: Novembre 2020

ELABORATO :

Scala -

CODICE:

IP.RE.03

Responsabile del Procedimento

(Ing. Piero Francesco FARFALLA)

Progettista

(Ing. Francesco PORCO)



## **INDICE**

---

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INDAGINI SULLE STRUTTURE E SUI MATERIALI .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Richiami Normativi .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Indagini eseguite e Livello di Conoscenza raggiunto .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Dettagli Costruttivi .....	5
2.2.2 Prove sui Materiali.....	6
<b>2.3 Elaborazione dei dati sperimentali .....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Resistenze del calcestruzzo in opera.....	8
2.3.2 Resistenze dell'Acciaio in Opera.....	9
2.3.3 Resistenze di calcolo.....	9

## **Premessa**

La presente ***Relazione sul Livello di Conoscenza*** accompagna gli elaborati del progetto esecutivo relativo ai lavori di ***"Intervento di Adeguamento Sismico dell'Edificio Sede dell'Istituto Professionale Industria e Artigianato IPSIA di Bocchigliero"*** nel Comune di Bocchigliero(CS).

## **1. Normative di Riferimento**

Nelle varie fasi della progettazione, del calcolo e delle verifiche si è fatto riferimento alle seguenti normative:

1. *Legge 5/11/1971, n.1086*, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
2. *DM 14 gennaio 2008*: Norme Tecniche per le Costruzioni. (NTC2008).
3. *Circolare 2 febbraio 2009*, n. 617 approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
4. *DM 17 gennaio 2018*: Norme Tecniche per le Costruzioni. (NTC2018).
5. *UNI EN 206-1-2006*, Specificazione, prestazione, produzione e conformità del calcestruzzo.
6. *UNI EN - Eurocodice 1*, Azioni sulle strutture.
7. *UNI EN - Eurocodice 2*, Progettazione delle strutture di calcestruzzo.
8. *CNR-DT 215/2018*, Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica.
9. *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* – Dicembre 2018 "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti".
10. *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* – Ottobre 2019 "Linea Guida per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di interventi di consolidamento strutturale mediante l'utilizzo di sistemi di rinforzo FRCM".

Indagini sulle Strutture e sui Materiali

## **1.1 Richiami Normativi**

Secondo le NTC 2018, la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi su costruzioni esistenti devono tenere conto dei seguenti aspetti:

- la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione;
- la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

Nella definizione dei modelli strutturali, si dovrà, inoltre, tenere conto che:

- la geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive;
- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse;
- i carichi permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive.

Si dovrà prevedere l'impiego di metodi di analisi e di verifica dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso, nelle verifiche di sicurezza, di adeguati "**fattori di confidenza**", che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.

**Tali fattori di confidenza vanno preliminarmente a ridurre i valori medi di resistenza dei materiali della struttura esistente, per ricavare i valori da adottare, nel progetto o nella verifica, e da ulteriormente ridurre, quando previsto, mediante i coefficienti parziali di sicurezza.**

La relazione tra livelli di conoscenza, metodi di analisi e fattori confidenza per le strutture in c.a. è riportata nella tabella Tab. C8A.1.2.

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

Tabella 2: Tab. C8.5.IV (da NTC 2018)

Il raggiungimento di un determinato livello di conoscenza, e quindi l'adozione del fattore di confidenza relativo, dipende pertanto dalla conoscenza delle carpenterie e dei dettagli costruttivi, nonché dalle indagini sui materiali. La tabella C8A.1.3a riporta indicazioni "orientative" circa il livello di rilievo e di indagine da eseguire per le strutture in c.a.:

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) <sup>(a)</sup>	Prove (sui materiali) <sup>(b)(c)(d)</sup>
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Tabella 3: Tab. C8.5.V (da NTC 2018)

## **1.2 Indagini eseguite e Livello di Conoscenza raggiunto**

Alla luce delle indicazioni normative riportate, non avendo disponibilità della documentazione di progetto, e non essendo del tutto sufficiente l'indagine già condotta nel 2017 dai tecnici del laboratorio DMS Engineering (rapporto di prova 007/2017) sono state eseguite delle indagini supplementari al fine raggiungere un Livello di Conoscenza minimo pari ad **LC2**

In totale sono state eseguite le seguenti indagini:

<b>Tipo di Indagine</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Campagna di indagini 2017 DSM Engineering (rapporto di prova 007/2017)</b>	<b>Campagna di indagini Geoconsult Lab S.r.l 2020 (rapporto di prova 0845/20/1876 2020)</b>	<b>Totale</b>
Distruttiva	Carotaggi su fondazioni	0	2	2
Distruttiva	Carotaggi sui pilastri	3	7	10
Distruttiva	Carotaggi su travi	0	1	1
Distruttiva	Prelievo di barre di armatura	1	6	7
Non Distruttiva (NDT)	Indagini Magnetometriche	18	39	57
Non Distruttiva (NDT)	Indagini Sclerometriche	0	12	12
Non Distruttiva (NDT)	Indagini Ultrasonore	0	12	12
Non Distruttiva (NDT)	Indagini Termografiche solai	0	22	22

Tabella 3 – Indagini eseguite in opera

### **1.2.1 Dettagli Costruttivi**

Per quanto riguarda i **dettagli strutturali** si è proceduto ad eseguire delle “**verifiche estese**” mediante indagini pacometriche ed ispezioni visive (saggi esplorativi) per un quantitativo pari **ad almeno il 35%**, sfruttando anche la ripetitività di numerosi elementi

(travi/pilastri) ricorrenti in carpenteria. In particolare sono state eseguite le seguenti ispezioni visive dei dettagli costruttivi mediante spicconatura che si aggiungono alle indagini magnetometriche indicate in nella precedente *Tabella 3*.

Tipo di Indagine	Descrizione	Numero
Ispezione Visiva	Elementi Strutturali	11

Tabella 4 – Ispezioni visive eseguite in opera

Particolare attenzione è stata posta alla verifica dei quantitativi (diametro e passo) delle armature trasversali nelle zone di estremità degli elementi strutturali (travi-pilastri-nodi) ed alla loro realizzazione verificando la presenza di “dettagli sismici” tali da essere ritenute “chiuse” ovvero confinanti o meno.

### **1.2.2 Prove sui Materiali**

#### **1.2.2.1 Calcestruzzi**

Per quanto riguarda le **prove sui calcestruzzi**, tenuto conto che il fabbricato è composto da un corpo di superficie pari a 400mq sono state eseguite “**estese prove**”.

Per limitare al massimo il disturbo sugli elementi strutturali delle indagini distruttive (carotaggi), sono state effettuate **24 indagini NDT (sclerometro, ultrasuoni) al fine di verificare l’omogeneità del calcestruzzo**.

	STRUTTURA	POSIZIONE	RIMBALZO	VELOCITA'	RESISTENZA
			Indice medio	m/sec	Kg/cm <sup>q</sup>
Sr1	pilastro 9	Piano rialzato	32.10	3900	215
Sr2	trave 3- 4	Piano rialzato	31.70	3809	199
Sr3	trave 20- 21	Piano rialzato	32.30	3850	210
Sr4	trave 3- 12	Piano rialzato	32.10	3890	213
Sr5	pilastro 8	Piano rialzato	32.20	3900	216
Sr6	trave 1- 7	Piano Primo	34.00	3800	218
Sr7	trave 12- 13	Piano Primo	31.00	3982	216
Sr8	trave 3-4	Piano Primo	35.00	3875	238
Sr9	trave 11-18	Piano Primo	33.00	3960	232
Sr10	trave 22-23	Piano Primo	31.40	3890	207
Sr11	pilastro 9	Piano Primo	33.10	3791	208
Sr12	pilastro 14	Piano Primo	32.90	3803	208

Tabella 5 – Risultati prove sclerometriche e ultrasonore

Al fine di valutare la resistenza in opera del calcestruzzo sono state effettuati un totale di **11 prelievi di carote e successive prove a compressione** sulle diverse parti strutturali.

N	Sigla	D [mm]	H [mm]	f <sub>car</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sub>d</sub>
<b>Campagna di indagini Geoconsult Lab S.r.l 2020 (rapporto di prova 0845/20/1876 2020)</b>					
1	1040/1	74	148	13,66	1,0963
2	1040/2	74	148	23,87	1,0823
3	1040/3	74	148	18,54	1,0915
4	1040/4	74	148	11,21	1,0988
5	1040/5	74	148	21,01	1,0880
6	1040/6	74	148	21,63	1,0867
7	1040/7	74	148	16,82	1,0932
8	1040/8	74	148	14,10	1,0959
9	1040/9	74	148	16,38	1,0936
10	1040/10	74	148	15,31	1,0947
11	1040/11	74	148	16,75	1,0933
<b>Campagna di indagini 2017 DSM Engineering (rapporto di prova 007/2017)</b>					
1	p23	88	89	14,00	1,0960
2	p29	88	87	13,00	1,0970

Tabella 6 - Carotaggi effettuati

#### 1.2.2.2 Acciaio

Per valutare la resistenza dell'acciaio in opera è stato eseguito **il prelievo di n.7 barre soggette poi a prova di trazione.**

<b>Campagna di indagini Geoconsult Lab S.r.l 2020 (rapporto di prova 0845/20/1876 2020)</b>							
N	Sigla	D <sub>nominale</sub>	D <sub>effettivo</sub>	SEZ.	f <sub>y</sub>	f <sub>t</sub>	f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub>
		[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
1	F1	14,00	13,96	153,1	415,9	517,4	1,244
2	F2	12,00	11,98	112,7	386,7	504,3	1,304
3	F3	12,00	11,98	112,7	371,1	493,6	1,330
4	F4	12,00	11,99	112,9	399,0	516,6	1,295
5	F5	18,00	17,98	253,9	404,4	520,6	1,287
6	F6	18,00	17,97	253,6	414,1	526,9	1,272
<b>Campagna di indagini 2017 DSM Engineering (rapporto di prova 007/2017)</b>							
1	P17	16	16,27	207,905025	346	494	1,4277457

Tabella 7- Prelievi acciaio effettuati



### 1.3 Elaborazione dei dati sperimentali

#### 1.3.1 Resistenze del calcestruzzo in opera

Dai valori di resistenza delle singole carote  $f_{car,i}$  si è passati alla valutazione delle resistenze in situ  $f_{cis,i}$  attraverso la relazione:

$$f_{cis,i} = (f_{car,i} * F_d)$$

Dove:

- $f_{car,i}$  : resistenza della singola carota;

Tabella del fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ( $h/d=1$ ;  $d=100$  mm)

$f_{carota}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	10	20	25	30	35	40
$F_d$	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

$F_d$ : Fattore di disturbo;

Nella tabella seguente sono riportati i valori  $f_{car}$  e  $f_{cis}$ , relativi alle carote estratte ed il valore medio calcolato.

N	Sigla	D [mm]	H [mm]	$f_{car}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$F_d$	$f_{cis}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$R_{cis}$
<b>Campagna di indagini Geoconsult Lab S.r.l 2020 (rapporto di prova 0845/20/1876 2020)</b>							
1	1040/1	74	148	13,66	1,0963	15,0	
2	1040/2	74	148	23,87	1,0823	25,8	
3	1040/3	74	148	18,54	1,0915	20,2	
4	1040/4	74	148	11,21	1,0988	12,3	
5	1040/5	74	148	21,01	1,0880	22,9	
6	1040/6	74	148	21,63	1,0867	23,5	
7	1040/7	74	148	16,82	1,0932	18,4	
8	1040/8	74	148	14,10	1,0959	15,5	
9	1040/9	74	148	16,38	1,0936	17,9	
10	1040/10	74	148	15,31	1,0947	16,8	
11	1040/11	74	148	16,75	1,0933	18,3	
<b>Campagna di indagini 2017 DSM Engineering (rapporto di prova 007/2017)</b>							
1	p23	88	89	14,00	1,0960	12,7	15,3
2	p29	88	87	13,00	1,0970	11,8	14,3
<b>Valore Medio</b>						<b>17,8</b>	

Tabella 7- Elaborazione prove a compressione delle carote prelevate

### 1.3.2 Resistenze dell'Acciaio in Opera

La resistenza media adottata nelle analisi, vista l'eterogeneità delle tipologie presenti in opera, è data dalla media delle resistenze allo snervamento ottenute dalle prove a trazione sui campioni estratti.

Campagna di indagini Geoconsult Lab S.r.l 2020 (rapporto di prova 0845/20/1876 2020)							
N	Sigla	Dnominale	Deffettivo	SEZ.	f <sub>y</sub>	f <sub>t</sub>	f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub>
		[mm]	[mm]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
1	F1	14,00	13,96	153,1	415,9	517,4	1,244
2	F2	12,00	11,98	112,7	386,7	504,3	1,304
3	F3	12,00	11,98	112,7	371,1	493,6	1,330
4	F4	12,00	11,99	112,9	399,0	516,6	1,295
5	F5	18,00	17,98	253,9	404,4	520,6	1,287
6	F6	18,00	17,97	253,6	414,1	526,9	1,272
Campagna di indagini 2017 DSM Engineering (rapporto di prova 007/2017)							
1	P17	16	16,27	207,90	346	494	1,4277457

Valore Medio	391,0	510,5
--------------	-------	-------

Tabella 8- Elaborazione prove a trazione sui provini di acciaio prelevati

### 1.3.3 Resistenze di calcolo

I valori di calcolo per le classi di calcestruzzo in situ e per gli acciai sono desunti applicando il Fattore di Confidenza **FC = 1,20** ai valori medi delle resistenze definite nei precedenti paragrafi:

$$f_c = \frac{f_{cls,media}}{FC} = \frac{17,8}{1,20} = 14,8 \frac{N}{mm^2}$$

Resistenza di calcolo del calcestruzzo esistente in situ

$$f_y = \frac{f_{y,media}}{FC} = \frac{510,5}{1,20} = 325,9 \frac{N}{mm^2}$$

Resistenze di calcolo dell'acciaio esistente in situ