


4					
3					
2	24-07-2018	REVISIONE	LC	MP	MP
1	09-03-2016	EMISSIONE	LC	MP	MP
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Verificato	Approvato

COMUNE DI GENOVA						
DIREZIONE ATTUAZIONE NUOVE OPERE					Direttore Arch. Mirco Grassi	
SETTORE OPERE PUBBLICHE B					Dirigente Arch. Ines Marasso	
Comittente COMUNE DI GENOVA					Codice Progetto 01.38.01	
CAPO PROGETTO Arch. Marco Pesce			RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines Marasso			
Progetto Architettonico Responsabile Arch. Marco Pesce Collaboratori Arch. Eugenio Ghidini Arch. Daniele Siviero			Rilievi Responsabile Arch. Marco Pesce Collaboratori Geom. Mauro Burgassi			
Progetto Strutture Responsabile Ing. Luca Caviglione Collaboratori Ing. Marco Gaffoglio Geom. Mauro Burgassi			Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione Geom. Carlo Solisio			
Progetto e Computi Impianti Responsabile Ing. Sandro Morandi Collaboratori Ing. Alberto Borneto Ing. Antonino Riccio Tabassi Ing. Massimiliano Giudici Arch. Paola Negro			Studi geologici Geol. Francesco Valle			
Computi metrici e Capitolati Responsabile Arch. Marco Pesce Collaboratori Geom. Andrea Miglio			Progetto Prevenzione incendi Arch. Marco Pesce			
			Progetto aspetti vegetazionali -			
			Verifica accessibilità -			
Intervento/Opera PROGETTO DEFINITIVO PER LA RIFUNZIONALIZZAZIONE DELLA PISCINA COMUNALE "NICOLA MAMELI" DI GENOVA - VOLTRI					Municipio VII Ponente	
					Quartiere Voltri	
					N° progr. tav.	N° tot. tav.
Oggetto della tavola RELAZIONE SULLE INDAGINI - RELAZIONE SISMICA					Scala 1:100	Data Aprile2015
					Tavola N° 21-01	
Livello Progettazione DEFINITIVO		STRUTTURALE				
Codice GULP 14796	Codice OPERA -	Codice identificativo tavola 01.38.01.D-ST-21-01				
					D-ST	

INDICE

1.	RELAZIONE INTRODUTTIVA	2
2.	CLASSE D'USO DELLA COSTRUZIONE E VITA UTILE DI SERVIZIO.....	3
3.	NORMATIVE APPLICATE	3
4.	MODALITÀ E PIANO DELLE INDAGINI.....	4
4.1.	RILIEVI GEOMETRICI.....	4
4.2.	INDAGINI GEOLOGICHE	4
4.3.	CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI.....	4
5.	STIMA DELL'AZIONE SISMICA.....	9
5.1.	AZIONE DA SISMA.....	9
5.1.1.	<i>Localizzazione geografica.....</i>	9
5.1.2.	<i>Categoria del sottosuolo.....</i>	9
5.1.3.	<i>Categoria topografica</i>	9
5.1.4.	<i>Parametri degli spettri di risposta.....</i>	9
6.	CONCLUSIONI.....	12

1. Relazione introduttiva

La presente relazione si riferisce alla verifica strutturale delle opere di seguito descritte inquadrando tale progetto in relazione alle normative citate.

Il seguente documento costituisce la “Relazione Descrittiva” relativa alle indagini sui materiali, per la struttura della piscina comunale sita in Genova Voltri "Nicola Mameli", nella ambito del progetto definitivo di rifunzionalizzazione dell'impianto.

L'impianto è pertanto sede di attività sensibile ai sensi della DGR 1384/2003 e ss.mm.ii. (codice R23)

In generale il problema di determinare la sicurezza delle strutture che saranno di seguito descritte è stato affrontato secondo la seguente procedura di valutazione:

- a) Recupero della documentazione progettuale originaria della costruzione e delle relative modifiche avvenute nel tempo, ove presenti;
- b) Rilievo in campo delle membrature strutturali primarie ai fini della verifica e controllo di congruità con i documenti di progetto di cui al punto a);
- c) Caratterizzazione dei materiali sulla base di prove in campo;
- d) Trasposizione del modello geometrico in uno numerico per l'esecuzione delle verifiche;
- e) Valutazione della sicurezza.

Quest'ultimo punto è stato affrontato secondo tre differenti linee di condotta anche secondo quanto contenuto nel cap.8 delle NTC 2008 e della Circolare applicativa. In particolare si è scelto di verificare la struttura nel rispetto dei quattro Stati Limite principali, come definiti dalla vigente normativa, ovvero Stato Limite ultimo (SLU), Stato Limite di Danno (SLD) e Stato Limite di Salvaguardia della vita (SLV).

In funzione di quello che sarà poi il progetto di riqualificazione dell'impianto, si procederà a valutare in che ambito normativo secondo le NTC 2008 esso ricada e, nella relazione di calcolo di progetto si definiranno gli interventi necessari per rendere le porzioni della struttura esistente conformi alla vigente norma in materia di costruzioni.

2. Classe d'uso della costruzione e vita utile di servizio

La costruzione, soggetta ad azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, è definita con una classe d'uso 3, ovvero:

"Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso"

Con una vita nominale di 50 anni, un coefficiente d'uso pari a 75 e un periodo di riferimento per l'azione sismica pari a $V_R=75$.

3. Normative applicate

Le normative prese a riferimento nella stesura della presente relazione sono:

- 1) D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
- 2) Istruzioni per l'applicazione delle "norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

4. Modalità e piano delle indagini

4.1. Rilievi geometrici

I rilievi geometrici condotti in campo sono volti a determinare la congruenza della documentazione progettuale con il costruito effettivo. si rimanda alla relazione di inquadramento generale per maggiori informazioni

4.2. Indagini geologiche

Per ciò che riguarda le indagini geologiche, si faccia riferimento alla relazione redatta dal dott. Francesco Valle sulla caratterizzazione generale del sito.

4.3. Caratterizzazione dei materiali

Al fine di consentire una corretta caratterizzazione dei materiali le linee di indagine sono procedute secondo due differenti indirizzi.

Nella prima fase progettuale, condotta nell'anno 2015, si era fatto ricorso ad indagini di tipo non distruttivo (sclerometria + pacometro per la ricerca armature), data l'impossibilità ad eseguire prove maggiormente invasive sulla vasca della piscina, causa l'attuale presenza di acqua nella stessa e l'inaccessibilità di alcune porzioni di impianto, e rimandando ad una fase successiva, per l'esecuzione di indagini maggiormente approfondite ed esaustive.

Si è quindi proceduto secondo il seguente schema:

- OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO (fondazioni e struttura in elevazione)
 - Prove sclerometriche su parti opportune dei basamenti;
 - Prove pacometriche per l'individuazione delle armature.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle indagini sclerometriche

In generale, per ogni punto di indagine sono state eseguite circa 9 battute sclerometriche, provvedendo a ripulire la superficie di battuta e renderla il più piana e liscia possibile. In alcuni punti, ove ciò non è stato possibile per la presenza di interferenze esterne, sono state limitate le battute, tentando di seguirne il massimo numero possibile.

Le prove sono state condotte su alcuni elementi significativi della struttura della gradinata ed edificio lato nord e sulle pareti della vasca lato ponente, accessibili dall'intercapedine e dal locale impianti.

GRADINATA NORD

COLONNA	PUNTA	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9
p4	ORIZZ	24	26	34	34	36	32	34	42	
P3	ORIZZ	38	31	28	33	35	28	34	30	
P5	ORIZZ	36	34	35	31	28	29	38	38	
P3-2	ORIZZ	42	42							
p4-2	ORIZZ	34	35	36	38	40				
P5-2	ORIZZ	40	40	38	37	44				
T2	45°	42	42	36	32	43	38	39	39	
T3	45°	42	42	44	32	36	42	43	32	
T4	45°	42	42	35	35	38	34	31	36	
T1	45°	42	42	39	32	34	43	38	38	

VASCA

COLONNA	PUNTA	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9
1	ORIZZ	34	35	33	34	32	30	38	38	34
2	ORIZZ	42	42	38	42	34	40	36	40	
3	ORIZZ	34	38	33	38	36	34	32	32	34
4	ORIZZ	37	45	34	30	32	40	42	43	37
5	ORIZZ	46	42	42	34	41	33	30	39	46
6	ORIZZ	35	39	32	43	40	45	39	37	46

GRADINATA

PUNTA	MEDIA	DEV.ST	Nk
ORIZZ	34.8	4.8	30.0
45°	38.3	4.1	34.2

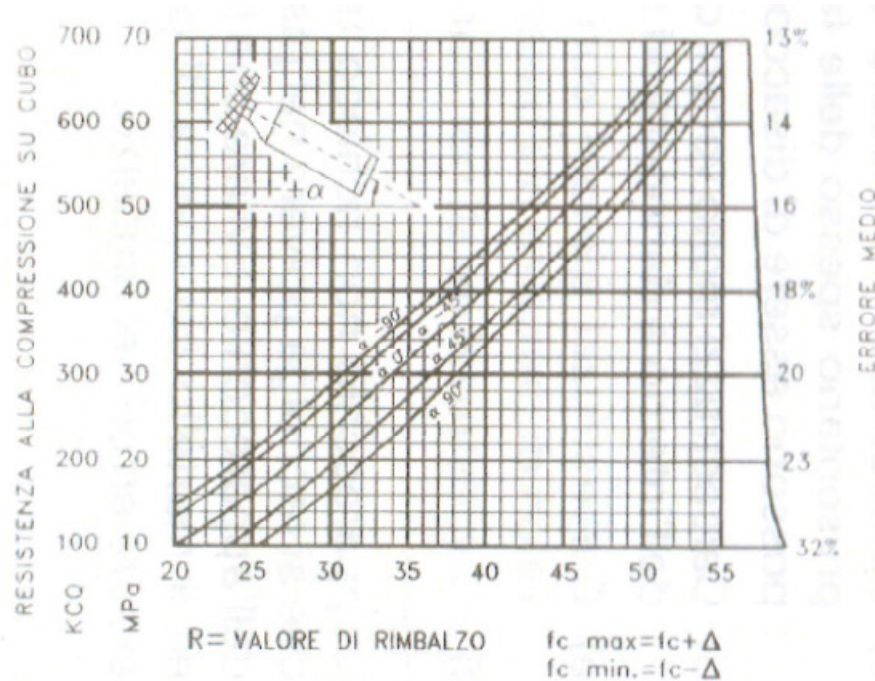
VASCA

PUNTA	MEDIA	DEV.ST	Nk
ORIZZ	37.4	3.9	33.5
45°			

TOT	36.4	4.8	31.6
-----	------	-----	------

Si è quindi provveduto al calcolo del valore medio delle battute, della deviazione standard e di un valore caratteristico, inteso come la media meno una deviazione standard. Dalle curve di correlazione dello strumento si ottengono quali valori della resistenza caratteristica pari a 24 e 34 MPa per la gradinata nord e 29 MPa per la vasca. Si decide quindi di eliminare dalla popolazione di dati, quelli relativi alla gradinata con punta inclinata di 45°, si ripete il calcolo della media e della deviazione standard e si ottiene un valore corretto (riga TOT) dell'indice di 31.6, cui corrisponde un valore della resistenza del cls pari a 26 MPa.

Si allega la curva di correlazione dello strumento utilizzato.



Per ciò che riguarda le prove pacometriche, unite ad analisi visive e rilievi diretti con calibro di precisione, si sono potute ottenere le seguenti informazioni:

1. pilastri porticato esterno orditi con 3+3 ϕ 14 verticali e staffe ϕ 6 a passo 20 cm
2. pilastri lato vasca locale bar 4+4 ϕ 14 verticali e staffe ϕ 6 a passo 20 cm
3. pilastri spogliatoi su gradinata nord. 4+4 ϕ 14 verticali e staffe ϕ 6 a passo 20 cm
4. Vasca lato ponente: nella porzione a minor profondità barre verticali ϕ 16 a passo 25 cm e in fondazione ϕ 22, nella porzione di vasca a maggior altezza, non rilevabili visivamente né tramite sonda strumentale. Le indagini successive hanno poi permesso una maggiore definizione delle orditure della vasca che hanno messo in evidenza la presenza di alcuni falsi positivi dello strumento utilizzato, per cui si fa riferimento alla relazione di indagine prodotta dalla società Edilcontrol.

Nel Giugno 2018 la società Edilcontrol ha condotto una campagna esaustiva di indagine sulle strutture della piscina conseguenti alla demolizione della struttura secondo quanto previsto nel primo lotto di lavori, per giungere ad un maggior grado di definizione delle caratteristiche dei materiali e della disposizione delle orditure. Di seguito, si riporta in sintesi il risultato delle prove a rottura sui campioni di cls prelevati, rimandando al documento completo, per una trattazione più esaustiva.

Posizionamento		Campionamenti CLS	Dati da certificato					Resistenza	
Identificazione campione	Elemento	l_0 [mm]	d [mm]	h [mm]	MV [kg/m ³]	Rc [N/mm ²]	Snellezza λ	Fattore disturbo	Rc, is [N/mm ²]
P01	Pilastro lato monte	300	94	95	2336	28.2	1.01	1.067	30.1
P04	Parete lato monte	370	94	96	2496	15.3	1.02	1.095	16.7
P05	Muro vasca lato mare	159	94	95.1	2442	23.6	1.01	1.083	25.5
P06	Muro vasca lato SV	287	94	93.2	2365	27.4	0.99	1.070	29.4

Legenda		
l_0 = lunghezza provino estratto	CO_2 = profondità di carbonatazione	$CO_{2\ MAX}$ = profondità max di carbonatazione
d = diametro provino	h = lunghezza dopo rettifica (=altezza)	MV = massa volumica calcestruzzo
Rc = resistenza carota	λ = fattore di snellezza	Rc, is = resistenza cubica in sito del campione

Sulla base di quanto finora esposto, appare ovvio adottare il livello di conoscenza pari a LC2 per la caratterizzazione del comportamento strutturale. Come previsto dal cap.8 del DM 14/01/08 e dalla relativa circolare applicativa, potrà essere applicato un fattore di confidenza pari a 1.20 per le resistenze e proprietà dei materiali.

Riassumendo, le caratteristiche base dei materiali assunte per le verifiche che sono riportate nei documenti che seguiranno sono stati ricondotti ad un'unica classe di resistenza, per semplicità e cautela

- Calcestruzzo per fondazioni ed elevazione: classe C20/25
 - Resistenza caratteristica cubica R_{ck} 255 kg/cm²
 - Resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} 212 kg/cm²
 - Coeff. sicurezza parziale per il calcestruzzo 1.5
 - Resistenza di calcolo f_{cd} 133.22 kg/cm²
 - Resistenza di calcolo a trazione f_{ctd} 11.98 kg/cm²
 - Modulo elastico E 307959 kg/cm²
 - Modulo di elasticità tangenziale G 153980 kg/cm²

La resistenza della parete lato monte non è stata presa in considerazione, risultando inferiore al minimo previsto dalla vigente norma perché possa essere considerato calcestruzzo strutturale. Tale parete sarà infatti soggetta ad integrale ricostruzione.

Per ciò che riguarda le caratteristiche delle barre in acciaio, sulla base dei risultati delle prove di rottura dei campioni prelevati, si assume come

- Acciaio in barre per calcestruzzo armato

Tabella 2. Caratteristiche degli acciai Aq.50.

numero prove: 959	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_u/f_y	$A_{10\phi}$
valore medio	369.9	545.1	1.479	26.08%
valore massimo	530.0	599.6	1.845	56.48%
valore minimo	282.4	500.1	1.054	16.67%
scarto quadratico medio	29.449	26.854	0.097	0.040
C. O. V.	0.080	0.049	0.066	0.152
indice di asimmetria	0.573	0.159	0.043	3.449
indice di curtosi	4.751	2.002	3.640	27.288

I valori di calcolo assunti sono i seguenti, dedotti da norme e prove dell'epoca

BARRE TONDE LISCE	Aq 42	Aq 50	Aq 60
Tensione di snervamento (kg/cm ²)	>2300	>2700	>3100
Tensione di rottura (kg/cm ²)	>4200	>5000	>6000
Allungamento minimo	>20%	>18%	>14%
Denominazione: Acciaio	dolce	semiduro	duro

Di seguito i risultati delle prove di laboratorio:

Data prova : 21/06/18

Sigla	Lunghezza campione [cm]	Massa campione [g]	Diametro equipesante [mm]	Sezione resistente [mm ²]	SNERVAMENTO		ROTTURA		ALLUNGAMENTO	
					Forza [kN]	Tensione [N/mm ²]	Forza [kN]	Tensione [N/mm ²]	Agt [%]	A ₅ [%]
P02	37.7	313	11.6	105.8	44.50	421	51.98	491	n.d.	n.d.
P03	35.4	84	6.2	30.2	10.69	354	14.34	474	7.8	29.1

Scostamenti dal metodo di prova: per il calcolo delle tensioni unitarie si è utilizzata l'area ottenuta dal diametro equipesante

Le barre possono quindi essere classificate come acciaio di tipo Aq42. Nei calcoli saranno utilizzati i seguenti valori medi:

Tensione di snervamento: 388 MPa

Tensione di rottura: 482 MPa

5. Stima dell'azione sismica

5.1. Azione da sisma

5.1.1. Localizzazione geografica

L'edificio sorge nel comune di Genova ed ha le seguenti coordinate geografiche:

Latitudine	Longitudine
44.42733	8.75071

5.1.2. Categoria del sottosuolo

Il sottosuolo è stato classificato di categoria B: Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza.

5.1.3. Categoria topografica

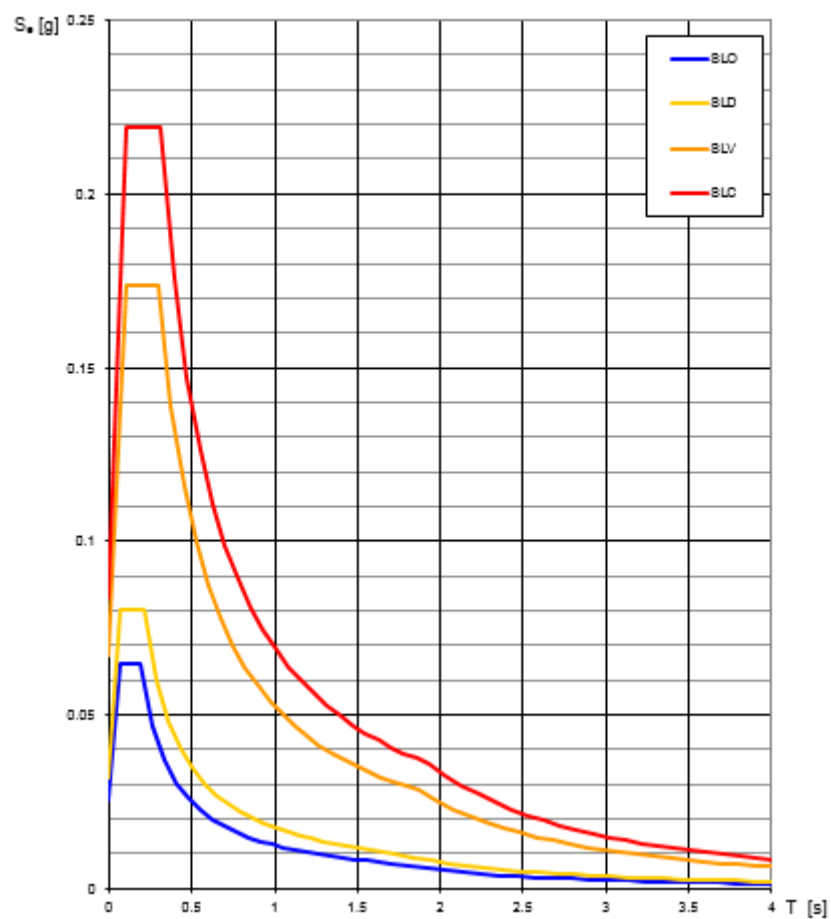
Il sottosuolo è stato classificato di categoria T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$.

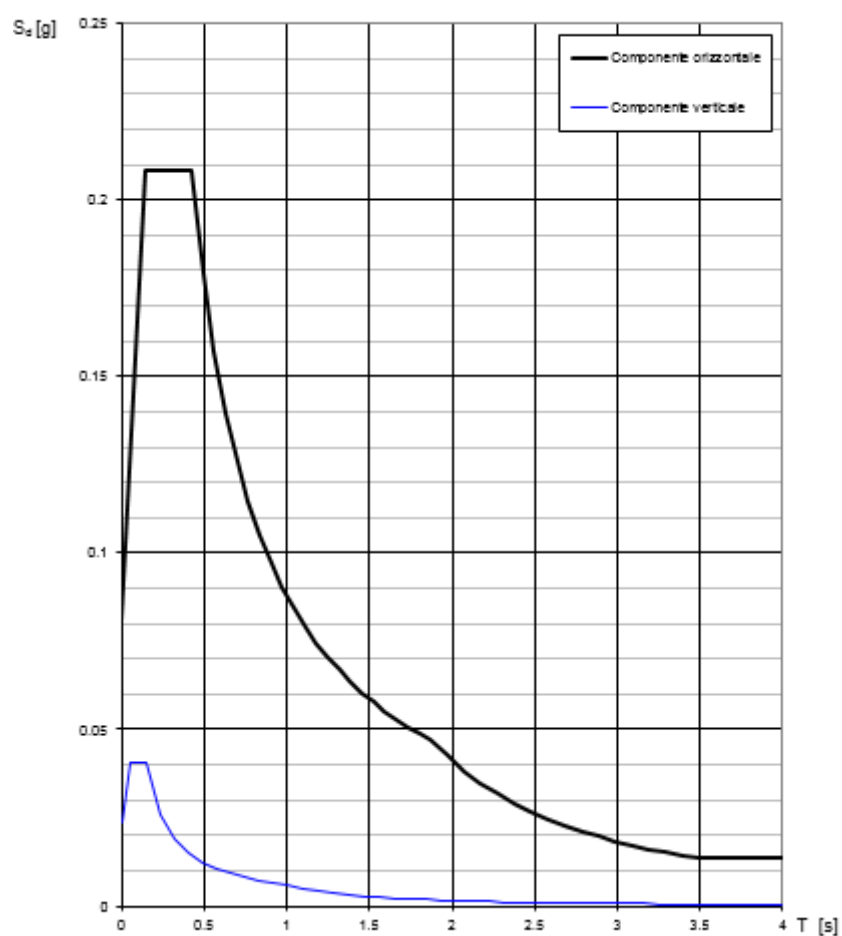
5.1.4. Parametri degli spettri di risposta

Nella tabella seguente sono mostrati i valori dei parametri spettrali per i possibili stati limite sismici considerati

STATO LIMITE	TR (anni)	Ag (g)	F0	TC*
SLO	45	0.025	2.544	0.191
SLD	75	0.032	2.537	0.217
SLV	712	0.067	2.586	0.302
SLC	1462	0.084	2.621	0.316

La figura mostra l'andamento degli spettri elastici di risposta in accelerazione per l'azione orizzontale e, limitatamente al stato limite di salvaguardia della vita per lo spettro in accelerazione verticale.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV

Nella relazione di calcolo generale saranno poi particolarizzati i differenti spettri di risposta per le strutture analizzate in dettaglio.

6. Conclusioni

Sulla base delle nuove indagini condotte in campo per la definizione dei materiali, è stato possibile determinare in via definitiva le qualità dei materiali da utilizzare per la verifica delle strutture.

- Calcestruzzo per basamenti: classe C20/25.
- Acciaio per c.a. in barre: qualità Aq42.

In base alla quantità di prove eseguite saranno applicati i fattori di confidenza relativi al livello LC2. Sono stati in questa occasione definiti anche gli spettri elastici dell'azione sismica di riferimento.