



# CONSORZIO DI BONIFICA SUD

Bacino Moro - Sangro - Sinello e Trigno

Via S. Antonio Abate

66054 VASTO (Ch)

## DIGA DI PONTE CHIAUCI SUL FIUME TRIGNO

PROGETTO  
ESECUTIVO

Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020  
Intervento per l'incremento  
della sicurezza della diga di Chiauci  
(Regione Molise)

Allegato

7

RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI  
NELLE SOMME A DISPOSIZIONE  
(Punti B1, B2, B3 e B4  
del Quadro Economico)

### PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



C. & S. Di Giuseppe  
Ingegneri Associati Srl

C. & S. DI GIUSEPPE  
INGEGNERI ASSOCIATI S.r.l.  
D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE

Via Cavour, 45, 66010, Palombaro (Ch), ITALIA  
Tel. 0871/895660 fax 0871/895218  
e-mail: info@c-sdigiuseppe.com  
Website: www.c-sdigiuseppe.com



**ABICert**  
l'ente di certificazione  
UNI EN ISO 9001:2008  
Certificato n. QBC151

**ABICert**  
l'ente di certificazione  
UNI EN ISO 14001:2004  
Certificato n. ABC033

**ABICert**  
l'ente di certificazione  
BS OHSAS 18001:2007  
Certificato n. SBC004

### APPROVAZIONI

Il Commissario  
Dott. Franco AMICONE

Il R.U.P.  
Ing. Tommaso VALERIO

### SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO

Progetto:

Committente: Consorzio Bonifica Sud

Numero: 644 E/A/07 Revisione 00

ELABORATO DA:  
data

VERIFICATO DA:  
data

Risultato verifica 1 2 3

DATA \_\_\_\_\_



<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020		Rev.
	Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			<i>pag. 1 di 30 totali</i>

<b>0. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>1. CAMPAGNA DI INDAGINI PER L'ESAME DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLO SBARRAMENTO E DELLE OPERE ACCESSORIE (PUNTO B1 DEL QUADRO ECONOMICO).....</b>	<b>3</b>
1.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	3
1.2. COSTO DELL'INTERVENTO E AFFIDAMENTO .....	4
<b>2. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLA DIGA E DELLE OPERE ACCESSORIE (PUNTO B2 DEL QUADRO ECONOMICO) .....</b>	<b>7</b>
2.1. PREMESSA .....	7
2.2. PROPOSTA METODOLOGICA E TECNICA .....	8
2.3. DETTAGLI SULLA METODOLOGIA DI VERIFICA DELLA DIGA .....	12
2.4. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLE OPERE ACCESSORIE.....	14
2.5. CONCLUSIONI SULLA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ .....	23
2.6. COSTO DEL SERVIZIO E AFFIDAMENTO .....	23
<b>3. INTERVENTO DI VERIFICA E RIPRISTINO IMPERMEABILIZZAZIONE SPONDE (PUNTO B3 DEL QUADRO ECONOMICO).....</b>	<b>24</b>
3.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	24
3.2. COSTO DELL'INTERVENTO E AFFIDAMENTO .....	25
<b>4. MANUTENZIONE CARROPONTE E RIPRISTINO STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA DI CONTROLLO (PUNTO B4 DEL QUADRO ECONOMICO).....</b>	<b>28</b>
4.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI MANUTENZIONE DEL CARROPONTE.....	28
4.2. COSTO DELL'INTERVENTO E AFFIDAMENTO .....	29
4.3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI RIPRISTINO DELLA STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA DI CONTROLLO .....	30
4.4. COSTO DELL'INTERVENTO E AFFIDAMENTO .....	30

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020		<i>Rev.</i>
	Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Data</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
		Mar. 2018	<i>pag. 2 di 30 totali</i>

## 0. PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono i seguenti interventi e servizi le cui somme necessarie per la loro attuazione sono ricomprese nell'importo totale di progetto ma nel quadro economico (vedasi l'*Allegato 644DA04* del presente progetto) sono riportate nelle somme a disposizione dell'Amministrazione (ai punti B1, B2, B3 e B4) e, pertanto, non faranno parte dell'appalto dei lavori del progetto principale ma saranno oggetto di distinte procedure di affidamento, ai sensi del Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50:

1. Indagini geofisiche per l'esame della vulnerabilità sismica dello sbarramento e delle opere accessorie (*Punto B1*)
2. Valutazione della vulnerabilità sismica dello sbarramento e delle opere accessorie (*Punto B2*)
3. Verifica della tenuta e ripristino del sistema di impermeabilizzazione delle sponde destra e sinistra della diga (*Punto B3*)
4. Manutenzione del carroponete a servizio del pozzo diga e ripristino della funzionalità della strumentazione piezometrica di controllo (*Punto B4*)

Di seguito, gli interventi e i servizi vengono puntualmente descritti e analizzati anche dal punto di vista economico in modo da fornire la giustificazione dei relativi importi riportati nel Quadro Economico del progetto.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Rev.    Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			<i>pag. 3 di 30 totali</i>

## **1. CAMPAGNA DI INDAGINI PER L'ESAME DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELLO SBARRAMENTO E DELLE OPERE ACCESSORIE (punto B1 del quadro economico)**

### **1.1. Descrizione dell'intervento**

Per ottemperare a quanto prescritto dall'Ufficio Tecnico per le Dighe di Napoli in merito alla rivalutazione della sicurezza sismica della diga e delle opere accessorie ai sensi del DM 26.6.2014 di approvazione delle *"Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)*, con il presente progetto si prevede la redazione dello studio di valutazione della vulnerabilità sismica dello sbarramento e delle opere accessorie (casa di guardia, opere di presa dello scarico di fondo e della condotta di derivazione, calice, pozzo diga, opere di scarico a valle, camera di manovra della condotta di derivazione).

Il programma di indagini integrative previste si basa sull'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati e/o semidisturbati, esecuzione di prove cross-hole all'interno del corpo diga, prove sismiche a rifrazione sul corpo diga e sui terreni delle spalle, prove geotecniche sui terreni/rocce di fondazione, prove dinamiche su campioni di terreni del corpo diga (anche se ricostituiti) di grandi dimensioni, rilevazioni con Tromino.

In questa fase è prevista la realizzazione delle seguenti indagini propedeutiche alla valutazione di vulnerabilità sismica:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo a monte da 30 m
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo sulle spalle da 60 m
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo a valle da 30 m
- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo nel corpo diga da 100 m (2 coppie attrezzate per cross-hole)
- n. 35 prelievi di campioni indisturbati/semidisturbati
- prove cross hole 2 x 100 m
- n. 10 prove di laboratorio su roccia (resistenza e deformabilità)

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 4 di 30 totali</i>

- n. 5 prove triassiali cicliche su campioni ricostruiti di grandi dimensioni
- n. 10 prove triassiali statiche su campioni ricostruiti di grandi dimensioni
- n. 4 Stese sismiche a rifrazione (4 x 500 m)
- n. 10 Rilevazioni con Tromino

Oltre alle prove sopra indicate sarà svolta anche una serie di indagini *in-situ* sulle strutture esistenti prescritte dal tecnico che sarà incaricato delle verifiche sismiche, in conformità alla normativa vigente in materia (Decreto Ministeriale del 14 Gennaio del 2008 e Circolare del 02/02/2009 n. 617/C.S.LL.PP.).

Il programma sopra descritto ha un carattere orientativo in quanto l'effettiva campagna di indagini da eseguire sarà implementata dal tecnico incaricato con indicazione del tipo, delle caratteristiche e del numero delle indagini che riterrà di far svolgere nell'espletamento del suo incarico.

## 1.2. Costo dell'intervento e affidamento

Per la valutazione economica dell'intervento è stata redatta una specifica analisi del prezzo (di seguito riportata) che ha permesso di determinare un costo pari a € 100.000,00

<p><i>Progettista:</i></p> <p>C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		Rev.	Data
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)			
	<b>Progetto definitivo</b>			
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00	Mar. 2018
			pag. 5 di 30 totali	

AP B1	DESCRIZIONE							
CAMPAGNA DI INDAGINI PER ESA ME DELLA VULNERABILITA' SISMICA SBARRAMENTO E OPERE ACCESSORIE								
						<b>a corpo</b>	<b>€ 100 000,00</b>	
<b>ANALISI PREZZO</b>				<b>incidenza %</b>	<b>parziale</b>	<b>totale</b>		
A) materiali, noli, trasporti				parziale A		€	100 000,00	
B) da voce di prezzario				parziale B		€	-	
C) manodopera				parziale C		€	-	
				arrotondamento				
				<b>prezzo applicazione</b>		<b>€</b>	<b>100 000,00</b>	
<b>MANO D'OPERA</b>				(ore)	Prezzo unitario	Totale		
Operaio specializzato					€ 29,69	€	-	
Operaio qualificato (rimozione e riposizionamento scogliera)					€ 27,63	€	-	
Operaio comune (rimozione e riposizionamento scogliera)					€ 24,94	€	-	
<b>prezzo totale manodopera componente il prezzo di applicazione:</b>						<b>€</b>	<b>-</b>	
<b>NOLI</b>				totale (ore)	Prezzo unitario	Totale		
						€	-	
						€	-	
<b>prezzo totale dei noli componenti il prezzo di applicazione:</b>						<b>€</b>	<b>-</b>	
<b>TRASPORTI</b>					Prezzo unitario	Totale		
						€	-	
						€	-	
<b>Prezzo totale trasporti componenti il prezzo di applicazione:</b>						<b>€</b>	<b>-</b>	
<b>MATERIALI E FORNITURE</b>		n	b	l (m)	h	quantità	costo unitario	costo totale
Sondaggio carotaggio continuo		4		30			80,00 €	€ 9 600,00
Sondaggio carotaggio continuo		2		60			110,00 €	€ 13 200,00
Sondaggio carotaggio continuo		4		100			140,00 €	€ 56 000,00
Prelievo campioni		35					20,00 €	€ 700,00
Prove Cross Hole		2		100			30,00 €	€ 6 000,00
Prove laboratorio su roccia		10					45,00 €	€ 450,00
Prove triassali cicliche e statiche		15					250,00 €	€ 3 750,00
Stesa sismica a rifrazione		4					450,00 €	€ 1 800,00
Rilevazioni con tromino		10					450,00 €	€ 4 500,00
Prove su strutture in c.a.		1					4 000,00 €	€ 4 000,00
							<b>totale</b>	<b>€ 100 000,00</b>
<b>VOCI DA PREZZARIO</b>		n	b	l	h	quantità (mq)	costo unitario	costo totale
								€ -
								€ -
								€ -
							<b>totale</b>	<b>€ -</b>

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		
			00    Mar. 2018
			<i>pag. 6 di 30 totali</i>

La somma è stata accantonata nel quadro economico al punto B1) delle somme a disposizione dell'Amministrazione (*Vedasi Allegato 4 – Quadro economico*).

Il servizio sopra descritto sarà affidato dalla Stazione Appaltante mediante una distinta gara con le procedure previste dal D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50.



<p><i>Progettista:</i></p> <p>C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<p><b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b></p>										
	<p>Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)</p>		<table border="1"> <tr> <th>Rev.</th> <th>Data</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>00</td> <td>Mar. 2018</td> </tr> </table>	Rev.	Data					00	Mar. 2018
	Rev.	Data									
00	Mar. 2018										
<p><b>Progetto definitivo</b></p>											
<p><b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b></p>											
		<p><i>pag. 7 di 30 totali</i></p>									

## 2. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' SISMICA DELLA DIGA E DELLE OPERE ACCESSORIE (punto B2 del quadro economico)

### 2.1. Premessa

Nella presente relazione sono illustrate le linee guida metodologiche relative alla valutazione della sicurezza in condizioni sismiche della diga di Chiauci e delle sue opere accessorie (casa di guardia, opere di presa dello scarico di fondo e della condotta di derivazione, calice, pozzo diga, opere di scarico a valle, camera di manovra della condotta di derivazione).

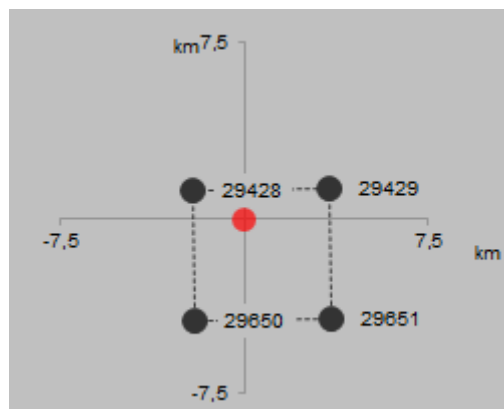
La proposta tecnica è basata sulle procedure descritte nelle vigenti Norme Tecniche per la Progettazione e la Costruzione degli Sbarramenti di Ritenuta (Dighe e Traverse) [Decreto 26 giugno 2014. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 156 del 08/07/2014].

Il Comune di Chiauci (Is), all'interno del cui territorio è ubicata la diga in esame, è classificato sismicamente in zona 2, ai sensi del OPCM n. 3274/2003.

Si riportano di seguito i dati per la definizione della pericolosità sismica di base del sito:

**Latitudine:** 41,670708

**Longitudine:** 14,385325



<p><i>Progettista:</i></p> <p>C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		Rev.	Data
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)			
	<b>Progetto definitivo</b>			
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00	Mar. 2018
			pag. 8 di 30 totali	

Vita nominale della costruzione (in anni) - $V_N$	100	info
Coefficiente d'uso della costruzione - $c_U$	2	info
<b>Valori di progetto</b>		
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - $V_R$	200	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - $T_R$		info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	120
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	201
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1898
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	2475

**Classe d'uso: IV**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	120	0,127	2,410	0,329
SLD	201	0,160	2,445	0,341
SLV	1898	0,413	2,416	0,409
SLC	2475	0,457	2,422	0,419

## 2.2. Proposta metodologica e tecnica

La verifica dovrà essere eseguite secondo le fasi di seguito descritte.

**Fase 1. Analisi della documentazione disponibile e sopralluoghi preliminari;**

**Fase 2. Esecuzione delle indagini integrative** necessarie per la caratterizzazione del sottosuolo e dei materiali del corpo diga (come da paragrafo successivo)

**Fase 3. Sorveglianza scientifica in fase di esecuzione delle indagini**

**Fase 4. Analisi di pericolosità sismica**

Ai fini della verifica sismica dell'opera dovrà essere eseguito uno specifico studio di pericolosità dell'area di interesse.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 9 di 30 totali</i>

In particolare, si dovrà procedere applicando sia il metodo probabilistico che quello deterministico, come di seguito descritto. Dovrà essere eseguito, inoltre, uno studio per la valutazione di eventuali dislocazioni in superficie causate da faglie ubicate in prossimità dello sbarramento.

### Approccio Probabilistico (PSHA)

- Raccolta di informazioni di letteratura necessarie alla caratterizzazione delle sorgenti sismogenetiche e delle corrispondenti zone sismiche (ZS) che dominano la pericolosità sismica al sito;
- Compilazione di un catalogo di eventi storici e strumentali nell'area in studio; analisi della completezza del catalogo, per opportune classi di magnitudo;
- Caratterizzazione della sismicità delle ZS identificate, in termini di geometria e massima magnitudo attesa. Calcolo dei parametri a e b della relazione di Gutenberg-Richter per ognuna delle ZS identificate. Tali parametri verranno definiti sulla base del catalogo di eventi assemblato o, qualora il numero di eventi raccolto non fosse sufficiente ad ottenere stime affidabili, sulla base delle migliori informazioni disponibili in letteratura a livello regionale;
- Selezione delle leggi di predizione del moto sismico (Relazioni di Attenuazione, RDA) che meglio possono caratterizzare l'attenuazione delle componenti orizzontali del moto del suolo, dalla sorgente al sito, in condizioni di suolo rigido, in relazione alle caratteristiche sismotettoniche delle ZS considerate;
- Calcolo della pericolosità sismica al sito di interesse con l'utilizzo di specifico software, sulla base delle ZS identificate e delle RDA selezionate;
- Nel caso in cui si renda necessario tenere in considerazione l'incertezza epistemica data dall'applicazione di diversi modelli di sorgente e/o diverse relazioni di attenuazione, un opportuno albero logico sarà costruito ed utilizzato per il trattamento dei risultati delle singole analisi di pericolosità;
- Calcolo dello spettro di risposta a pericolosità uniforme (componente orizzontale e condizioni di suolo rigido) per i periodi di ritorno concordati.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Rev.    Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			<i>pag. 10 di 30 totali</i>

### Approccio Deterministico (DSHA)

Considerando tra le sorgenti sismogenetiche identificate quelle che maggiormente influenzano la pericolosità sismica al sito, si dovrà condurre una valutazione deterministica della pericolosità in termini di spettro di risposta orizzontale. Il calcolo verrà condotto utilizzando le RDA più adeguate, la magnitudo massima stimata per ciascuna sorgente e la distanza sorgente-sito più rilevante;

Dovrà essere, infine, definito uno spettro di risposta di riferimento (SRR) per ognuno dei periodi di ritorno richiesti, confrontando i risultati delle analisi probabilistiche e deterministiche.

### Analisi del rischio di fagliazione superficiale

Analisi delle eventuali faglie ubicate in corrispondenza dello sbarramento, con valutazione probabilistica degli spostamenti e dislocazioni attese in superficie.

**Fase 5. Selezione di accelerogrammi naturali spettro-compatibili:** dovrà essere effettuata sulla base di parametri sismologici, cioè magnitudo, distanza dal sito e dominio tettonico. La selezione di accelerogrammi compatibili con uno spettro obiettivo (*target*) dovrà essere, quindi, eseguita considerando esclusivamente quelli naturali, selezionando registrazioni relative a valori di magnitudo e distanze coerenti con l'inquadramento sismo-tettonico dell'area. Considerando il tipo di analisi che si prevede di effettuare, cioè con simulazione della propagazione delle onde sismiche a partire dal *bedrock* sismico, la selezione dovrà essere limitata ai soli segnali relativi a sottosuolo rigido e piano campagna orizzontale. Specificatamente, la metodologia seguita per la selezione degli accelerogrammi dovrà essere la seguente:

- ✓ pre-selezione delle registrazioni accelerometriche dalle banche dati nazionali e internazionali sulla base delle coppie magnitudo-distanza; si farà riferimento a banche dati nazionali come ITACA (*Italian Accelerometric Archive*), e internazionali quali PEER (*Pacific Earthquake Engineering Research Center*) e ESM (*Engineering Strong-Motion database*);

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Rev.    Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			<i>pag. 11 di 30 totali</i>

- ✓ calcolo per ciascuna registrazione del parametro *Drms* (indicatore sintetico della compatibilità spettrale del singolo segnale accelerometrico) nel campo di periodi di interesse (in cui ricade il periodo proprio di vibrazione della diga) e del fattore di scala FS per scalare il segnale al valore di accelerazione di picco di *target*;
- ✓ individuazione di un sottoinsieme di segnali accelerometrici sulla base di determinati valori di soglia di *Drms* e FS scelti in modo da garantire una adeguata numerosità del campione;
- ✓ ulteriore *screening* di segnali accelerometrici a partire dal sottoinsieme di cui al punto precedente sulla base di criteri aggiuntivi di selezione (basati per esempio su parametri del moto sismico importanti per le dighe quali l'intensità di Arias e la durata);
- ✓ calcolo dello spettro medio dei 7 segnali selezionati al punto precedente e verifica di compatibilità con lo spettro *target*.

**Fase 6. Verifica della sicurezza in condizioni sismiche della Diga:** la prestazione dovrà essere eseguita solo a seguito di Studio sismo-tettonico. In via del tutto indicativa e non esaustiva, dovranno essere prodotti almeno i seguenti elaborati:

- ✓ Relazione Tecnica comprendente:
  - elaborazione e sintesi dei risultati delle indagini esistenti ed integrative;
  - caratterizzazione geotecnica dei terreni e delle rocce in campo statico e dinamico;
  - definizione del modello geotecnico del sottosuolo e della diga;
  - elaborazione dei dati di monitoraggio eventualmente esistenti;
  - analisi dinamica completa 2D con codice di calcolo alle differenze finite FLAC (ITASCA) su 1 sezione rappresentativa; vi) giudizio sulla sicurezza dell'opera per lo scenario sismico definito;

Allegato A: Validazione del modello di calcolo;

Allegato B: Rapporto sullo stato della strumentazione di controllo, monitoraggio piezometrico e inclinometrico;

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 12 di 30 totali</i>

Allegato C: Analisi di Filtrazione;

Allegato D: Risultati Stato Limite di Collasso;

Allegato E: Risultati Stato Limite di Danno;

- ✓ Relazione Tecnica comprendente i risultati delle analisi dinamiche semplificate (metodo di Newmark).

### 2.3. Dettagli sulla metodologia di verifica della diga

Allo scopo di rendere più chiaro l'approccio tecnico proposto, a seguire si riporta un breve approfondimento sulle tematiche più rilevanti della Fase 6 relativa alla verifica della sicurezza in condizioni sismiche della diga, mediante metodi di analisi dinamica semplificati e completi.

- **Caratterizzazione Geotecnica e Modello di Calcolo**

Per la costruzione del modello geotecnico di sottosuolo, sarà necessaria una caratterizzazione geotecnica dei materiali interessati, con riferimento sia al corpo diga, sia ai terreni di fondazione.

A tale scopo sarà consultata tutta la documentazione messa a disposizione dalla Committenza per una analisi critica dei dati in possesso al fine di ottenere un'aggiornata valutazione dei parametri caratteristici da utilizzare nel modello di calcolo, secondo i riconosciuti approcci della geotecnica e della geotecnica sismica.

Nella definizione del modello geologico e geotecnico, saranno utilizzati anche i risultati delle indagini integrative previste.

- **Analisi numeriche**

La valutazione del comportamento di una diga in materiali sciolti sotto sollecitazioni sismiche può essere affrontata mediante differenti approcci: metodo pseudo statico, analisi dinamiche semplificate (metodo di Newmark e derivati) e analisi dinamiche complete.

Nell'**approccio pseudo-statico** il terremoto è schematizzato come una forza statica orizzontale e/o verticale equivalente, applicata nel baricentro di una potenziale massa instabile. Tale metodo presenta importanti limitazioni, in particolare l'impossibilità di valutare:

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 13 di 30 totali</i>

riduzione del franco, deformazioni permanenti del corpo diga, lesioni nell'elemento di tenuta idraulica, fenomeni di liquefazione. Un'altra limitazione importante è che la forza statica equivalente non tiene conto, se non in maniera semplificata, delle modifiche che il segnale sismico può subire entro il corpo della diga in funzione delle caratteristiche geometriche e delle proprietà meccaniche dei terreni che costituiscono il corpo stesso e la fondazione (risposta sismica locale).

Nei **metodi dinamici semplificati** come quello di Newmark, le condizioni di stabilità in condizioni sismiche vengono quantificate in termini di spostamenti ammissibili invece che tramite un fattore di sicurezza. Il metodo assimila il comportamento dinamico di una potenziale massa instabile a quello di un blocco rigido che, sotto l'azione del peso proprio e della forza di inerzia indotta dal sisma, scorre su di un piano inclinato dotato di attrito. Il metodo presenta il vantaggio di schematizzare l'azione sismica in maniera più realistica rispetto all'approccio pseudo-statico: non più attraverso una forza statica equivalente, ma attraverso un accelerogramma, che eventualmente può essere valutato mediante analisi di risposta locale in modo da portare in conto anche gli effetti delle condizioni geotecniche e morfologiche locali. Il metodo non consente tuttavia di definire completamente lo stato tensionale e deformativo del corpo diga e di valutare la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione.

I **metodi di analisi dinamica completa** modellano, invece, in maniera più o meno complessa, l'interazione tra le fasi ed applicano la sollecitazione sismica attraverso una storia temporale di accelerazione. In particolare i codici che operano in tensioni totali sono in grado di portare in conto i fenomeni di non linearità che si manifestano fin dai bassissimi livelli di deformazione e l'isteresi ciclica.

I codici più sofisticati, che invece operano in tensioni efficaci, consentono di modellare anche lo sviluppo di sovrappressioni interstiziali in condizioni non drenate e la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione e di rottura nonché il degrado ciclico delle proprietà di rigidità dei materiali, fenomeni che possono condizionare in maniera significativa la risposta sismica e quindi la sicurezza strutturale di una diga in terra.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i> <i>Data</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			<i>pag. 14 di 30 totali</i>

La metodologia richiesta in questa sede consiste in un'analisi dinamica completa in tensioni efficaci con codice di calcolo alle differenze finite tipo FLAC 2D. La procedura consente di superare le limitazioni dei metodi pseudo-statici e di quelli dinamici semplificati, ma allo stesso tempo si basa su un modello costitutivo non complesso i cui parametri sono di immediato significato fisico e agevolmente determinabili dalle convenzionali prove in sito e in laboratorio. In particolare, a seguito delle fasi già indicate nei paragrafi precedenti, lo studio dovrà comprendere:

- ✓ sulla sezione maestra della diga, modellazione numerica 2D del processo di costruzione della diga e della fase di primo invaso; in questa fase i terreni saranno modellati come mezzi elasto-plastici con criterio di rottura alla Mohr-Coulomb;
- ✓ modellazione numerica 2D della risposta sismica della diga durante i terremoti di scenario individuati; in questa fase il modello costitutivo elasto-pastico con criterio di rottura alla Mohr-Coulomb è abbinato con un modello di smorzamento isteretico in grado di modellare il comportamento non lineare ed isteretico (quindi dissipativo) del terreno sotto carichi ciclici; per il calcolo della generazione e dell'accumulo di sovrappressioni interstiziali per effetto dei carichi ciclici nei terreni sabbiosi saturi sciolti di fondazione, sarà utilizzato il modello di Byrne (1991).

Le analisi numeriche dovranno consentire, quindi, di ottenere i seguenti risultati:

- ✓ valutazione delle deformazioni e spostamenti subiti dal corpo diga;
- ✓ valutazione dello stato tensionale relativo al corpo diga;
- ✓ valutazione dei principali parametri del moto sismico (storia temporale delle accelerazioni, spettri di risposta etc.) nei punti significativi dell'opera.
- ✓ valutazione delle condizioni di sicurezza della diga per i terremoti di scenario individuati.

## **2.4. Valutazione della vulnerabilità sismica delle opere accessorie**

### **2.4.1. Premessa**

Di seguito vengono indicati i criteri generali per la valutazione della vulnerabilità sismica delle esistenti strutture accessorie della diga (casa di guardia, opere di presa dello scarico di fondo



<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 15 di 30 totali</i>

e della condotta di derivazione, calice, pozzo diga, opere di scarico a valle, camera di manovra della condotta di derivazione), ai sensi del D.M. 14/01/2008 *Nuove norme tecniche per le costruzioni* e della Circolare 02/02/2009 n. 617/C.S.LL.PP.

In particolare nella presente trattazione si farà riferimento al Capitolo 8 *Costruzioni esistenti* dello stesso D.M.14/01/2008.

#### **2.4.2. Criteri generali**

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

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 16 di 30 totali</i>

“*fattori di confidenza*”, che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.

### 2.4.3. Valutazione della sicurezza

La valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario procedere ad aumentare o ripristinare la capacità portante.

La valutazione della sicurezza dovrà determinare il livello di sicurezza prima e dopo l'eventuale intervento. Il Tecnico dovrà esplicitare, in un'apposita relazione, i livelli di sicurezza attuali e le eventuali conseguenti limitazioni da imporre nell'uso della costruzione.

### 2.4.4. Procedure per la valutazione della sicurezza

Il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal Progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale attendibile della costruzione, tenendo conto delle indicazioni generali di seguito esposte.

#### Analisi storico-critica

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato.

In particolare sarà necessario reperire gli elaborati progettuali disponibili relativi al *progetto originale* delle opere in esame (relazioni di calcolo, tavole architettoniche, tavole di carpenteria, particolari costruttivi, ecc.)

#### Rilievo

Il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Rev.    Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			<i>pag. 17 di 30 totali</i>

intervenute nel tempo, come desunte dall'*analisi storico-critica*. Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi.

Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno. La rappresentazione dei risultati del rilievo dovrà essere effettuata attraverso piante, prospetti e sezioni, oltre che con particolari costruttivi di dettaglio.

### **Caratterizzazione meccanica dei materiali**

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà su documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali. Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche. I valori delle resistenze meccaniche dei materiali vengono valutati sulla base delle prove effettuate sulla struttura e prescindono dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni. Il numero e il tipo di indagini da effettuare per la caratterizzazione meccanica dei materiali è indicato nella Tabella C8A.1.3a riportata nel successivo paragrafo.

### **Livelli di conoscenza e fattori di confidenza**

Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i "*Livelli di conoscenza*" dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali), e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello.

Al Capitolo C8A.1.B della Circolare 02/02/2009 vengono distinti tre livelli di conoscenza:

- LC1: Conoscenza Limitata;
- LC2: Conoscenza Adeguata;
- LC3: Conoscenza Accurata.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

<p><u>Progettista:</u></p> <p>C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<p><b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b></p>		Rev.	Data
	<p>Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)</p>			
	<p><b>Progetto definitivo</b></p>			
	<p><b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b></p>		00	Mar. 2018
			pag. 18 di 30 totali	

- geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali,
- dettagli strutturali, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, per il c.a., i collegamenti per l'acciaio, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti,
- materiali, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali. Le procedure per ottenere i dati richiesti sulla base dei disegni di progetto e/o di prove in-situ sono descritte nel seguito per gli edifici in c.a.

La relazione tra livelli di conoscenza, metodi di analisi e fattori di confidenza è illustrata nella Tabella C8A.1.2. Le definizioni dei termini “visivo”, “completo”, “limitato”, “estensivo”, “esaustivo”, contenute nella tabella è fornita nel seguito.

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Rev.    Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			pag. 19 di 30 totali

In particolare, data l'importanza delle opere in esame, si prescrive l'ottenimento di un Livello di Conoscenza LC3 al quale corrisponde un Fattore di Confidenza FC=1. Si riportano nel seguito gli aspetti salienti relativi al conseguimento del Livello di Conoscenza LC3.

### **LC3: Conoscenza accurata**

*Geometria:* la geometria della struttura è nota o in base a un rilievo o dai disegni originali. In quest'ultimo caso è effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelli riguardanti i dettagli strutturali, saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare.

*Disegni originali di carpenteria:* descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali.

*Disegni costruttivi o esecutivi:* descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali. In aggiunta essi contengono la descrizione della quantità, disposizione e dettagli costruttivi di tutte le armature, nonché le caratteristiche nominali dei materiali usati.

*Rilievo visivo:* serve a controllare la corrispondenza tra l'effettiva geometria della struttura e i disegni originali di carpenteria disponibili. Comprende il rilievo a campione della geometria di alcuni elementi. Nel caso di modifiche non documentate intervenute durante o dopo la costruzione, sarà eseguito un rilievo completo descritto al punto seguente.

*Rilievo completo:* serve a produrre disegni completi di carpenteria nel caso in cui quelli originali siano mancanti o si sia riscontrata una non corrispondenza tra questi ultimi e l'effettiva geometria della struttura. I disegni prodotti dovranno descrivere la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettere di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali con lo stesso grado di dettaglio proprio di disegni originali.

*Dettagli costruttivi:* i dettagli sono noti o da un'esauritiva verifica in-situ oppure dai disegni costruttivi originali. In quest'ultimo caso è effettuata una limitata verifica in-situ delle armature

<u>Progettista:</u>  C. & S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020		<i>Rev.</i>
	Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Data</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
		Mar. 2018	<i>pag. 20 di 30 totali</i>

e dei collegamenti presenti negli elementi più importanti. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

*Verifiche in-situ limitate:* servono per verificare la corrispondenza tra le armature o le caratteristiche dei collegamenti effettivamente presenti e quelle riportate nei disegni costruttivi, oppure ottenute mediante il progetto simulato.

*Verifiche in-situ estese:* servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali come alternativa al progetto simulato seguito da verifiche limitate, oppure quando i disegni costruttivi originali sono incompleti.

*Verifiche in-situ esaustive:* servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

Le *verifiche in-situ* sono effettuate su un'opportuna percentuale degli elementi strutturali primari per ciascuna tipologia di elemento (travi, pilastri, pareti...), come indicato nella Tabella C8A.1.3, privilegiando comunque gli elementi che svolgono un ruolo più critico nella struttura, quali generalmente i pilastri.

*Proprietà dei materiali:* informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali sono disponibili in base ai disegni costruttivi o ai certificati originali, o da esaustive verifiche in-situ. Nel primo caso sono anche eseguite estese prove in-situ; se i valori ottenuti dalle prove in-situ sono minori di quelli disponibili dai disegni o dai certificati originali, sono eseguite esaustive prove in-situ. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

La valutazione della sicurezza nel caso di conoscenza accurata verrà eseguita mediante metodi di analisi lineare o non lineare, statici o dinamici.

*Calcestruzzo:* la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.

*Acciaio:* la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Rev.    Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		
			00    Mar. 2018
			<i>pag. 21 di 30 totali</i>

snervamento edella resistenza e deformazione ultima, salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova dientità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni, nella normativa dell'epoca.

*Unioni di elementi in acciaio:* la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima.

*Metodi di prova non distruttivi:* sono ammessi metodi di indagine non distruttiva di documentata affidabilità, che non possono essere impiegati in completa sostituzione di quelli sopra descritti, ma sono consigliati a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti con prove distruttive. Nel caso del calcestruzzo, è importante adottare metodi di prova che limitino l'influenza della carbonatazione degli strati superficiali sui valori di resistenza.

*Prove in-situ limitate:* servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute o dalle normative in vigore all'epoca della costruzione, o dalle caratteristiche nominali riportate sui disegni costruttivi, o da certificati originali di prova.

*Prove in-situ estese:* servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali.

*Prove in-situ esaustive:* servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali, e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<p><b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b></p> <p>Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)</p> <p><b>Progetto definitivo</b></p> <p><b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b></p>		Rev.	Data
			00	Mar. 2018
			pag. 22 di 30 totali	

Tabella C8A.1.3a – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a)	Prove (sui materiali) 'b)(c)
Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)		
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

## Azioni

I valori delle azioni e le loro combinazioni da considerare nel calcolo, sia per la valutazione della sicurezza sia per il progetto degli interventi, sono quelle definite dalla presente norma per le nuove costruzioni, salvo quanto di seguito precisato.

Per i carichi permanenti, un accurato rilievo geometrico-strutturale e dei materiali potrà consentire di adottare coefficienti parziali modificati, assegnando valori di  $\gamma_G$  adeguatamente motivati. Nei casi per i quali è previsto l'adeguamento, i valori di calcolo delle altre azioni saranno quelli previsti dalla presente norma.

## Materiali

Gli interventi sulle strutture esistenti devono essere effettuati con i materiali previsti dalle presenti norme; possono altresì essere utilizzati materiali non tradizionali, purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità, ovvero quelli elencati al cap. 12.

## Valutazione e progettazione in presenza di azioni sismiche

Nella valutazione della sicurezza o nella progettazione di interventi sulle costruzioni esistenti soggette ad azioni sismiche, particolare attenzione sarà posta agli aspetti che riguardano la duttilità. Si dovranno quindi assumere le informazioni necessarie a valutare se i dettagli costruttivi, i materiali utilizzati e i meccanismi resistenti siano in grado di continuare a



<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 23 di 30 totali</i>

sostenere cicli di sollecitazioni o deformazioni anche dopo il superamento delle soglie di plasticizzazione o di frattura.

## 2.5. Conclusioni sulla valutazione della vulnerabilità

Al termine dello studio di vulnerabilità delle opere in esame il Tecnico incaricato dovrà fornire:

- verifica della struttura allo stato di fatto con identificazione delle carenze e del livello di azione sismica per la quale viene raggiunto lo SLU (e SLE se richiesto);
- dimensionamento preliminare degli eventuali interventi e/o elementi strutturali aggiuntivi con indicazione della tipologia di intervento (adeguamento sismico, miglioramento sismico, riparazione/intervento locale);
- scelta motivata del tipo di intervento;
- scelta delle tecniche e/o dei materiali.

## 2.6. Costo del servizio e affidamento

La valutazione economica del servizio è stata stimata pari a € 100.000,00 per cui è stata accantonata al punto B.2) delle somme a disposizione del quadro economico di progetto una pari somma di € 100.000,00. (Vedasi *Allegato 4 – Quadro economico*).

Il servizio sopra descritto sarà affidato dalla Stazione Appaltante mediante una distinta gara con le procedure previste dal D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 24 di 30 totali</i>

### **3. INTERVENTO DI VERIFICA E RIPRISTINO IMPERMEABILIZZAZIONE SPONDE (punto B3 del quadro economico)**

#### **3.1. Descrizione dell'intervento**

Le sponde dell'invaso della diga sono dotate di un sistema di impermeabilizzazione costituito da una guaina impermeabile in un doppio strato di tessuto non tessuto interposta in uno strato di pietrisco di regolarizzazione (dello spessore di 60 cm) con sovrastante rivestimento con materiali lapidei sciolti di spessore 110 cm. Lo strato di pietrisco è contenuto all'interno di un reticolo di cordoli in c.a. (maglia 4,00 x 4,00 m) sviluppato su entrambe le sponde.

La superficie totale impermeabilizzata è pari a 10.600 mq di cui 1.500 mq in sponda dx e 9.100 mq in sponda sx.

Durante la precedente prova d'invaso si è riscontrato un incremento della portate delle opere di drenaggio poste all'interno del corpo diga, provenienti dalle sponde dell'invaso.

Allo stato attuale risulta praticamente impossibile accertare lo stato di conservazione del manto impermeabile senza procedere allo smantellamento del rivestimento lapideo ma da analoghe problematiche riscontrate su altri siti si può ragionevolmente ritenere che il danneggiamento dell'impermeabilizzazione possa essere localizzato nel tratto a contatto con i cunicoli posti al piede delle scarpate in sponda destra e sinistra.

L'intervento di ripristino prevede preliminarmente la bagnatura profonda di tratti successivi delle sponde al fine di verificare, ad una congrua distanza di tempo, l'incremento delle venute di acqua nel sistema di drenaggio. Ad esito di tale operazione si provvederà a rimuovere il rivestimento lapideo per individuare il tratto di manto danneggiato e si procederà con il suo ripristino mediante la posa a caldo di strisce di guaina impermeabilizzante. A conclusione dell'intervento sarà effettuata una prova di tenuta prima di procedere al ripristino del rivestimento lapideo.

Questo intervento potrà, comunque, essere portato a termine solo con la prosecuzione degli invasi sperimentali grazie ai quali, incrementandosi progressivamente il livello di vaso della diga e il carico idraulico, si potrà accertare l'entità delle portate delle acque di drenaggio e

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020		<i>Rev.</i>
	Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Data</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
		Mar. 2018	<i>pag. 25 di 30 totali</i>

circoscrivere maggiormente le aree impermeabilizzate da indagare per la verifica della loro tenuta idraulica.

Si è ritenuto, pertanto, opportuno inserire nel quadro economico l'importo stimato per la realizzazione dell'intervento tra le somme a disposizione dell'Amministrazione in quanto il completamento degli invasi sperimentali (in concomitanza dei quali, come detto, si potranno accertare le eventuali criticità del sistema di impermeabilizzazione delle sponde) potrà iniziare solo alla conclusione e al collaudo dei lavori in appalto.

La Stazione Appaltante procederà, quindi, ad un nuovo distinto affidamento dei lavori di ripristino dell'impermeabilizzazione delle sponde (sempre ai sensi del D. Lgs. 50/2016) senza comportare ritardi nel collaudo e nella rendicontazione dei lavori appaltati con il presente progetto.

### **3.2. Costo dell'intervento e affidamento**

Per la valutazione economica dell'intervento è stata redatta una specifica analisi del prezzo (di seguito riportata) che ha permesso di stabilire il costo a mq di manto impermeabile da ripristinare.



<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Rev.</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		<i>Data</i>
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
			Mar. 2018
			<i>pag. 27 di 30 totali</i>

In questa fase è stata stimata una superficie impermeabilizzata interessata dai lavori di ripristino di ca. 1.600 mq (pari al 15% di quella totale) per cui applicando il prezzo calcolato (€/mq 140,00) si stima il costo dell'intervento pari a € 225.000,00.

Una corrispondente somma è stata accantonata al punto B.3) delle somme a disposizione del quadro economico di progetto. (Vedasi Allegato 4 – *Quadro economico*).

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		Rev.    Data
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00    Mar. 2018
			<i>pag. 28 di 30 totali</i>

## **4. MANUTENZIONE CARROPONTE E RIPRISTINO STRUMENTAZIONE PIEZOMETRICA DI CONTROLLO (punto B4 del quadro economico)**

### **4.1. Descrizione dell'intervento di manutenzione del carroponete**

Sul piazzale a fianco della casa di guardia è presente un carroponete (gru a cavalletto) con portata da 5 ton a servizio del pozzo diga, installato a cavallo della sua cupola di copertura.

Si procederà alla realizzazione di un intervento di manutenzione del carroponete stesso al fine di risolvere le criticità di funzionamento attualmente riscontrate e di garantire la sua utilizzazione per lo svolgimento degli interventi previsti nel pozzo diga.

La manutenzione riguarderà :

- **Gruppo di sollevamento**

- ✓ Sospensione del paranco
- ✓ Funi e vincoli al paranco
- ✓ Gancio, bozzello e pulegge di rinvio
- ✓ Tamburo avvolgi fune e anello guidafune
- ✓ Riduttore, motore, freno e interruttori di finecorsa
- ✓ Giunzioni bullonate

- **Carrello di traslazione**

- ✓ Carrello
- ✓ Ruote folli e motrici
- ✓ Riduttore, motore, freno e interruttori di finecorsa
- ✓ Respingenti e arresti terminali

- **Gruppi di scorrimento ponte**

- ✓ Carroponete
- ✓ Ruote folli e motrici

<p><i>Progettista:</i></p> <p>C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<p><b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b></p>												
	<p>Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020 Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)</p>		<table border="1"> <tr> <th style="width: 50px;">Rev.</th> <th style="width: 50px;">Data</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>00</td> <td>Mar. 2018</td> </tr> </table>	Rev.	Data							00	Mar. 2018
	Rev.	Data											
00	Mar. 2018												
<p><b>Progetto definitivo</b></p>													
<p><b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b></p>													
		<p>pag. 29 di 30 totali</p>											

✓ Riduttori, motori, freni, finecorsa, anticollisione

✓ Respingenti e arresti terminali

✓ Accoppiamento travi/testate

• **Impianto elettrico**

✓ Quadro elettrico

✓ Pulsantiera

✓ Linee a festone e carrello di presa corrente

**4.2. Costo dell'intervento e affidamento**

L'importo stimato per l'intervento di manutenzione ammonta a € 25.000,00

Come già indicato, questi lavori saranno oggetto di una distinta procedura di affidamento da parte della Stazione Appaltante con le procedure previste dal D. Lgs. 50/2016; la somma necessaria è ricompresa in quella totale (€ 55.000,00) accantonata nel quadro economico di progetto nel punto B4) delle somme a disposizione dell'Amministrazione.

<p style="text-align: center;"><u>Progettista:</u></p> <p style="text-align: center;">C. &amp; S. DI GIUSEPPE INGEGNERI ASSOCIATI Srl D.T.: Dott. Ing. Sante DI GIUSEPPE</p>	<b>Consorzio di Bonifica Sud - Vasto (Ch)</b>		
	Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020		<i>Rev.</i>
	Intervento per l'incremento della sicurezza della diga di Chiauci (Regione Molise)		<i>Data</i>
	<b>Progetto definitivo</b>		
	<b>RELAZIONE INTERVENTI PREVISTI NELLE SOMME A DISPOSIZIONE (punti B1, B2, B3 e B4 del quadro economico)</b>		00
		Mar. 2018	<i>pag. 30 di 30 totali</i>

### **4.3. Descrizione dell'intervento di ripristino della strumentazione piezometrica di controllo**

Con il presente intervento si procederà anche al ripristino della corretta funzionalità dell'attuale strumentazione piezometrica di controllo che ha mostrato ripetutamente dei malfunzionamenti e dei guasti.

Si procederà, pertanto, alla sostituzione degli attuali piezometri con piezometri a corda vibrante che meglio garantiscono robustezza, resistenza nel tempo, ripetibilità, assenza di derive, resistenza alle azioni atmosferiche e non vulnerabilità alle sovratensioni indotte.

### **4.4. Costo dell'intervento e affidamento**

L'importo stimato per l'intervento di sostituzione ammonta a € 30.000,00 e la somma necessaria è ricompresa in quella totale (€ 55.000,00) accantonata nel quadro economico di progetto nel punto B4) delle somme a disposizione dell'Amministrazione.

Anche questi lavori saranno oggetto di una distinta procedura di affidamento da parte della Stazione Appaltante con le procedure previste dal D. Lgs. 50/2016.