



E.I.P.L.I.

Ente per lo sviluppo dell'Irrigazione e la trasformazione fondiaria in
Puglia, Lucania e Irpinia

DIGA DEL PERTUSILLO



Sidercad & Partners

Raggruppamento Temporaneo



Mandataria:

Sidercad S.p.A.

Mandanti:

IA.ING. S.r.l

Ing V. Dicecca

Ing. R. Del Prete

Geol. P. Pepe

Il progettista

Storia delle revisioni

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato
02	23.04.2019	Terza emissione	"	"	"
01	23.01.2019	Seconda emissione	"	"	"
00	04.01.2019	Prima emissione	IA.ING. S.r.l Ing V. Dicecca	IA.ING. S.r.l Ing V. Dicecca	IA.ING. S.r.l Ing V. Dicecca

Progetto:	Valutazione di vulnerabilità sismica	<i>Il gestore della diga</i>
Titolo:	PIANO DI INDAGINI DELLE OPERE ACCESSORIE	
Sotto-titolo:	Relazione sulle indagini strutturali	
Codifica elaborato:	EIPLI-PAR-PER-001	

NOME DEL FILE	FORMATO	SCALA	FOGLIO
EIPLI-PAR-PER-001.doc	A4	-	1/17



Diga del Pertusillo

Sidercad & Partners

Raggruppamento Temporaneo



INDICE

PREMESSA	3
1. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITU E PROVE DI LABORATORIO.....	3
1.1. LIVELLO DI CONOSCENZA PREFISSATO	3
1.2 TIPOLOGIA DI INDAGINI	6
2. CASA DI GUARDIA (EDIFICIO MISTO IN MURATURA E C.A.)	9
3. CAMERA DI MANOVRA (EDIFICIO INTELAIATO IN C.A.).....	12
4. SFIORATORE DI SUPERFICIE (STRUTTURA IN C.A.).....	13
5. OPERA DI SBOCCO DELLE GALLERIE SCARICO DI FONDO E ALLEGGERIMENTO	16
6. RIEPILOGO INDAGINI.....	17

PREMESSA

La presente relazione, inerente la campagna di indagini strutturali da effettuare sulle opere accessorie della Diga del Pertusillo, nello specifico costituite dai seguenti manufatti che costituiscono parte integrante del progetto di Valutazione di Vulnerabilità sismica:

- **Casa di guardia;**
- **Camera di manovra;**
- **Sfioratore di superficie;**
- **Opere di sbocco delle gallerie scarico di fondo ed alleggerimento.**

Trattandosi di un intervento su strutture esistenti, con riferimento a quanto prescritto al Cap.8 “Costruzioni esistenti” del D.M. 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” e relativa Circolare esplicativa n.7 del 21/01/2019, si è reso necessario programmare una campagna di indagini sulle strutture suddette finalizzate all’acquisizione di tutti i dati necessari per lo sviluppo e le valutazioni progettuali di che trattasi e definirne i criteri generali per la valutazione della sicurezza e le conoscenze indispensabili finalizzate ad approfondire aspetti e caratteristiche.

1. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITU E PROVE DI LABORATORIO

1.1. LIVELLO DI CONOSCENZA PREFISSATO

Con riferimento alle NTC 2018, i metodi per le verifiche delle resistenze di calcolo dei materiali dipendono dal livello di conoscenza conseguito sull’immobile oggetto d’esamina. A tal proposito la normativa individua tre livelli di conoscenza:

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

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi ammissibile ed il valore del **fattore di confidenza FC** da applicare alle proprietà dei materiali per il maggior grado di incertezza delle grandezze rilevate negli edifici esistenti.

La norma stabilisce le modalità di acquisizione delle informazioni occorrenti per il raggiungimento del livello di conoscenza prefissato con riferimento ai seguenti tre elementi:

Conoscenza della geometria degli elementi strutturali principali:

	Diga del Pertusillo	 Raggruppamento Temporaneo 
---	---------------------	---

- Identificazione del sistema resistente alle forze orizzontali in entrambe le direzioni;
- Tessitura dei solai;
- Dimensioni geometriche di travi, pilastri e pareti;
- Larghezza delle ali di travi a T;
- Possibili eccentricità fra travi e pilastri ai nodi.

Identificazione dei dettagli costruttivi:

- Quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri e pareti;
- Quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave-pilastro;
- Quantità di armatura longitudinale nei solai che contribuisce al momento negativo di travi a T;
- Lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;
- Spessore del copriferro;
- Lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre.

Identificazione e valutazione della resistenza dei materiali:

- Resistenza del calcestruzzo;
- Resistenza a snervamento, di rottura e deformazione ultima dell'acciaio.

Un primo sopralluogo è stato effettuato in data 22 NOVEMBRE 2018 con **rilievo in situ di tipo visivo**. In tale sede si è solo provveduto ad una prima valutazione visiva dello stato dei luoghi effettuando un rilievo fotografico.

Sulla base di tali rilievi si predispone, pertanto, una campagna di indagini ritenute necessarie per il **raggiungimento di un livello di conoscenza minimo pari almeno a LC2 (Conoscenza adeguata)**.

La ricostruzione grafica degli elaborati di rilievo sarà aggiornata congiuntamente alla fase d'indagine.

Si definiscono puntualmente prelievi ed indagini in sito ed in laboratorio necessari per definire:

- Le caratteristiche geologico-tecniche;
- La caratterizzazione geometrica;
- I dettagli costruttivi;
- Le proprietà dei materiali;

Al termine dei quali, sulla base dei dati raccolti e analizzati si potrà stilare sia una diagnosi sull'eventuale degrado dei materiali sia su tutti gli aspetti rilevanti dal punto di vista strutturale.

In base al livello di conoscenza prefissato e alla similarità di alcuni elementi strutturali, (condizioni di simmetria geometrica e di carico) si è proceduto a definire tipologia e numero delle prove da effettuare su ciascun corpo di fabbrica.

COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO

Tabella C8.5.IV – 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	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

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^(b) /(^(c))(^(d))
	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 ² 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 ² 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 ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

COSTRUZIONI IN MURATURA

Indagini limitate: sono generalmente basate su indagini di tipo visivo che, al rilievo geometrico delle superfici esterne degli elementi costruttivi, uniscono saggi che consentano di esaminare, almeno localmente, le caratteristiche della muratura sotto intonaco e nello spessore, caratterizzando così la sezione muraria, il grado di ammorsamento tra pareti ortogonali e le zone di appoggio dei solai, i dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte.

Indagini estese: i rilievi e le indagini in-situ indicati al punto precedente, sono accompagnati da saggi più estesi e diffusi così da ottenere tipizzazioni delle caratteristiche dei materiali e costruttive e una aderenza delle indicazioni fedele alla reale varietà della costruzione.

Indagini esaustive: oltre a quanto indicato al punto precedente, le indagini sono estese in modo sistematico con il ricorso a saggi che consentano al tecnico di formarsi un'opinione chiara sulla morfologia e qualità delle murature, sul rispetto della regola dell'arte nella disposizione dei materiali, sia in superficie che nello spessore murario, sull'efficacia dell'ammorsamento tra le pareti e dei dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte, oltre che sulle caratteristiche degli appoggi degli elementi orizzontali.



Tabella C.8.5.III – Valori del coefficiente κ suggeriti per l'aggiornamento del valore medio dei parametri meccanici, secondo l'equazione [C8.5.4.3], con riferimento ai più diffusi metodi di indagine diretta sulle proprietà meccaniche della muratura.

Metodo di prova	Parametro	κ
Prova di compressione diretta (su una porzione di parete muraria)	E	1,5
	f	1
Martinetto piatto doppio	E	1,5
	f (*)	2 (*)
Prova di compressione e taglio (su un pannello isolato nella parete muraria) – prova tipo Sheppard	G	1,5
	$\tau_0 - f_{v0}$	1
Prova di compressione diagonale	G	1,5
	τ_0	1
Prova di taglio diretto sul giunto	f_{v0}	2
Prove in laboratorio sui costituenti (**)	f_b, f_m, f_g	2

(*) La prova con il martinetto piatto doppio consente di ottenere una misura del modulo elastico E della muratura, molto più raramente di misurare direttamente la resistenza a compressione. Il coefficiente in tabella è quello suggerito quando nella prova viene misurata direttamente la resistenza a compressione. Ricordando che esiste una correlazione empirica approssimata di proporzionalità tra modulo E e la resistenza media a compressione della muratura (desumibile dagli intervalli di variazione dei due parametri nella tabella C.8.5.I) il modulo E ottenuto dalla prova con martinetto piatto può fornire una stima indiretta di f utilizzabile nell'equazione [C8.5.4.3] purché si adotti un valore di τ almeno pari a 3.

(**) Nel caso di muratura in blocchi di pietra squadrati o artificiali pieni o semipieni si ipotizza che, con prove a compressione diretta sugli elementi e sulla malta (i costituenti), si possa stimare la resistenza caratteristica a compressione della muratura f_k tramite i metodi descritti al § 11.10.3.1.2 delle Norme. Nota: f_k , la resistenza a compressione media f della muratura potrà essere quindi stimata come $f = 1,25 f_k$.

La similarità e la ripetitività della procedura costruttiva fra alcuni gruppi di elementi strutturali, consente di limitare i controlli ai gruppi di elementi con evidenti caratteristiche di ripetibilità di tipo geometrico e del ruolo strutturale.

1.2 TIPOLOGIA DI INDAGINI

Per l'identificazione dei dettagli costruttivi saranno effettuate **indagini in situ a campione di tipo non distruttivo** per quali:

Per elementi strutturali in c.a.

- ✓ **Prove pacometriche** per l'individuazione della distribuzione di barre d'armatura, stima del diametro e copriferro, preliminari anche alle estrazioni di cls/sonreb e prelievi di acciaio ed estese ai nodi degli elementi strutturali;
- ✓ **Prove combinate METODO SONREB** (sclerometro+ultrasuono) per verificare la corrispondenza tra le armature o le caratteristiche dei collegamenti effettivamente presenti e quelle riportate nei disegni di progetto ed effettuate sugli stessi elementi ove saranno prelevate le carote;
- ✓ **Prova penetrometrica su solette in c.a.** con uso di penetrometro tipo “sonda Windsor-PIN” con misurazione in tre punti di misura per verificare la resistenza di calcestruzzi sulla base di tabelle di correlazione. Da eseguire su superfici in c.a. preventivamente liberate da intonaci o pavimenti;

Per strutture murarie



- ✓ **Indagine termografica** per l'identificazione di elementi non visibili, anomalie nella tessitura muraria (lesioni), risalite di umidità capillare;
- ✓ **Prova penetrometrica** su malte di allettamento, con uso di penetrometro tipo "sonda Windsor-PIN" per verificare la resistenza delle malte sulla base di tabelle di correlazione;

Per elementi strutturali in legno (orditure di solai, capriate ecc.):

- ✓ **Prova ultrasonica** a bassa frequenza (16/20 kHz) con strumentazione tipo Sylvatest per individuazione con misure longitudinali delle caratteristiche meccaniche nella direzione delle fibre e capacità residue secondo EC5;

e prove di **tipo distruttivo o semi-distruttivo** quali:

per elementi strutturali in c.a.

- ✓ **Estrazione carota a mezzo carotatrice da sottoporre a prova di compressione** e valutazione del grado di carbonatazione;
- ✓ **Estrazione di barre da sottoporre a prova di trazione.**
- ✓ **Prova di durezza LEEB** in situ eseguite su barre di armatura per la stima della resistenza a rottura o snervamento;

Per strutture murarie

- ✓ **Prova con martinetto piatto doppio** finalizzato alla stima del modulo elastico secante e del materiale;
- ✓ **Prova con martinetto piatto singolo** per la stima dello stato tensionale d'esercizio;
- ✓ **Saggi strutturali** consistenti in rimozione di intonaco e verifica visiva della tessitura muraria e degli ammorsamenti della muratura con i solai e tra murature verticali. L'ispezione sarà quindi corredata da documentazione fotografica e verbale di rilievo con indicate dimensione e forma dei conci/mattoni e spessore delle fughe di malta di allettamento.
- ✓ **Prova endoscopica** per la verifica dello stato interno della muratura;
- ✓ **Prelievo di malta per la prova a compressione in laboratorio** e per descrizione microscopica del campione (granulometrie e tipo di aggregato, tipo di legante, rapporto legante/aggregato, classificazione secondo DM 17.01.2018 tabella 11.10.V).

Per elementi strutturali in legno (orditure di solai, capriate ecc.):

- ✓ **Esecuzione di indagini su elementi in legno** di copertura (tipo catene, cantonali ecc.) comprendente: Prelievo di piccoli campioni di legno (piccole carote, schegge ecc.) per la verifica dell'essenza; Prova resistografica con penetrometro da legno per la valutazione della densità interne e dello stato di conservazione (agli appoggi); Misura della temperatura superficiale con



termometro laser (mezzeria ed appoggi); Misura del grado di umidità del legno con igrometro con innesto di appositi elettrodi trasversalmente alle fibre (mezzeria ed appoggi). Redazione quindi di rapporto finale con il rilievo delle caratteristiche principali, geometria e classificazione della resistenza degli elementi indagati secondo le normative UNI 11119:2004 e UNI EN 335-1 e 335-2.

Per elementi metallici (paratoie):

L'indagine spessimetrica effettuata con il **metodo ad ultrasuoni**, per verificare la misura di uno specifico punto di un componente per:

- Definire lo spessore dei materiali metallici;
- Verificare la presenza di variazioni di sezione;
- Ricercare eventuali riduzione degli spessori causati da fenomeni di corrosivi;
- Misurazione dei riporti;

Tali indagini vengono effettuate direttamente in sede o cantiere, da personale qualificato ISO 9712, rispettando le linee guida della norma UNI EN 14127 (misura dello spessore mediante ultrasuoni).

Si distinguono, per semplicità, i seguenti tipi di indagini per gli edifici in c.a. ed in muratura così come riportati:

Indagine di tipo A - non distruttiva: (prova pacometrica+ prove combinate METODO SONREB);

Indagine di tipo A1 - non distruttiva: (prova pacometrica);

Indagine di tipo B - distruttiva: (prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura);

Indagine di tipo C1 - semi distruttiva: (prova con martinetto singolo);

Indagine di tipo C2 - semi distruttiva: (prova con martinetto doppio);

Indagine di tipo D: - semidistruttiva: (saggi strutturali con documentazione fotografica);

Indagine di tipo E - semi distruttiva: (prova endoscopica);

Prelievo di campioni di malta F – distruttiva: per prove di laboratorio;

indagine di tipo G - semi distruttiva: (prova pacometrica + prova LEEB su tratto di armatura);

indagine di tipo H - non distruttiva: (prova pacometrica + Windsor-PIN su calcestruzzi);

indagini su singoli elementi lignei I: (rilievo della essenza lignea, prova resistografica, prova igrometrica, prova agli ultrasuoni, misura della temperatura superficiale e determinazione finale delle caratteristiche di resistenza);

indagine termografica T - non distruttiva: su porzioni di edificio (compresi pareti e solai);

	Diga del Pertusillo	 Raggruppamento Temporaneo 
---	---------------------	---

indagine tomografica TO/ultrasuoni – non distruttiva

indagine di tipo S – Indagine spessimetrica – esame ultrasonoro per la verifica spessimetrica

Per quanto riguarda le caratteristiche geologico- tecniche, si precisa che dovranno essere effettuate le seguenti **prove geognostiche**, una per ogni sito in oggetto:

✓ **Prospezione sismica con tecnica MASW**

Prospezione sismica con tecnica MASW (Multichannelanalysis of surfacewaves) utilizzando sismografi ad alta precisione ed a segnale incrementale, con energia di impulso fornita dall'impatto di massa battente e/o di esplosivo, con lunghezze di 23-46 metri o maggiore, utilizzando geofoni bassa frequenza (4,5 Hz) con almeno due registrazioni per ogni stendimento, comprensiva dell'interpretazione ed elaborazione dei dati con profilo verticale di velocità dell'onda "S", e determinazione del parametro Vs30..

2. CASA DI GUARDIA (EDIFICIO MISTO IN MURATURA E C.A.)

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture della Casa di guardia della Diga del Pertusillo sono di tipo geometrico. La tipologia strutturale è di tipo misto c.a. e muratura e costituito da un piano terra, piano primo e sottotetto per una superficie di piano complessiva pari a 225 mq.

Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e Circolare 21/01/2019, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare la tipologia della fondazioni, la qualità muraria, le caratteristiche meccaniche degli elementi lignei in copertura ed i parametri caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

Per il rilievo dei dettagli costruttivi delle murature: con riferimento al relativo paragrafo della Circolare esplicativa del DM 2018, verranno esaminati i seguenti elementi: qualità del collegamento fra pareti verticali, qualità del collegamento fra orizzontamenti e pareti (eventuale presenza di cordoli), esistenza di architravi



Diga del Pertusillo

Sidercad & Partners

Raggruppamento Temporaneo



sopra le aperture con particolare riferimento alle grandi aperture di accesso carraio, presenza di elementi critici anche non strutturali, tipologia della muratura con riferimento alla regolarità della tessitura, dimensione dei mattoni e uniformità di realizzazione.

Per l'esame visivo degli elementi è necessario rimuovere porzioni di intonaco per un'area di dimensione pari a circa 100 cm x 100 cm. Si prevedono almeno 15 punti di indagine al piano terra e 6 al piano primo.

Si prevede l'utilizzo di tecniche non distruttive quali termografie per l'individuazione di disomogeneità ed elementi non visibili quali lacune, capi-chiave annegati nella muratura o altro; indagini ultrasoniche nei pilastri (in quattro punti) per valutare l'eventuale presenza di nuclei interni.

Si prevede anche di realizzare endoscopie per l'esame delle condizioni degli appoggi delle travi lignee nella muratura.

	tipo A		tipo A1
	indagini tipo A = 2		indagini tipo A1 = 15
	TRAVI	PILASTRI	SOLAI
PIANO TERRA (area =224 mq)	1	1	12
PIANO PRIMO (area =224 mq)	0	0	3
SOTTOTETTO (area =224 mq)	0	0	0

	tipo B		tipo G		
	indagini tipo B = 6		indagini tipo G = 4		
	TRAVI	PILASTRI	TRAVI	PILASTRI	SOLAI
PIANO TERRA (area =224 mq)	3	1	0	0	0
PIANO PRIMO (area =224 mq)	2	0	0	0	4
SOTTOTETTO (area =224 mq)	0	0	0	0	0

	tipo C1	tipo C2	tipo E		tipo F
	tipo C1 = 2	tipo C2 = 2	tipo E = 8		tipo F = 2
	MURATURE	MURATURE	MURATURE	SOLAI	MURATURE
PIANO TERRA (area =224 mq)	1	1	2	2	2
PIANO PRIMO (area =224 mq)	1	1	1	2	0
SOTTOMURAZIONE	0	0	1	0	0
SOTTOTETTO (area =224 mq)	0	0	0	0	0

	tipo D	tipo I	Tipo T	tipo H	
	tipo D = 42	tipo I = 7	Tipo T=2	indagini tipo H =13	
	MURI	TRAVI LEGNO	MURI E SOLAI	IMPALCATI	MURATURE
PIANO TERRA (area =224 mq)	25	0	1	0	2
PIANO PRIMO (area =224 mq)	16	0	1	9	2

PIANO DI INDAGINI DELLE OPERE ACCESSORIE	Relazione sulle indagini strutturali	10/17
--	--------------------------------------	-------

	Diga del Pertusillo	Sidercad & Partners Raggruppamento Temporaneo 
---	---------------------	---

SOTTOMURAZIONE	1	0	0	0	0
SOTTOTETTO (area =224 mq)	0	7	0	0	0

LEGENDA

INDAGINE A	prova pacometrica+ prove combinate METODO SONREB
INDAGINE A1	prova pacometrica
INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura
INDAGINE C1	prova con martinetto singolo
INDAGINE C2	prova con martinetto doppio
INDAGINE D	saggi strutturali
INDAGINE E	prova endoscopica
INDAGINE F	prelievo di campioni di malta per prova di laboratorio
INDAGINE G	prova pacometrica + prova LEEB su tratto di armatura
INDAGINE H	prova pacometrica + Windsor-PIN su calcestruzzi o malte
INDAGINE I	rilievo della essenza lignea, prova resistografica, prova igrometrica, ecc
INDAGINE T	indagine termografica

La localizzazione delle indagini, rappresentata nell' elaborati grafici **EIPLI-PAR-PER-002, EIPLI-PAR-PER-003, EIPLI-PAR-PER-004**, dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**

Per il rilievo delle caratteristiche geometriche e tipologiche delle fondazioni: si prevede l'esecuzione di scansioni Georadar. Il metodo delle **Scansioni Georadar** è basato sul principio della propagazione di impulsi elettromagnetici nei materiali e sulla loro riflessione in corrispondenza delle superfici di discontinuità dovute a variazioni di permittività dielettrica che generalmente, in questo contesto, è rappresentata dalla costante dielettrica dei materiali investigati. Un mezzo omogeneo parzialmente conduttore è definito da un punto di vista elettrico da una coppia di valori: **costante dielettrica relativa e conduttività**. Da questi valori è possibile risalire al comportamento del mezzo nei confronti della propagazione delle onde elettromagnetiche. Il principio di funzionamento delle strumentazioni georadar da noi utilizzate può essere sinteticamente descritto nel modo seguente:



- l'acquisizione dei dati avviene facendo scorrere un'antenna ricetrasmittente lentamente sulla superficie da investigare;

- dall'antenna trasmittente sono irradiati degli impulsi elettromagnetici che, propagandosi attraverso i materiali, vengono riflessi in corrispondenza delle interfacce di entità dielettriche diverse (*materiali di diversa natura rispetto a quello investigato*);
- quando le onde elettromagnetiche incontrano una discontinuità fisica (*materiali di diversa natura rispetto a quello investigato*), parte dell'energia incidente è riflessa, captata dall'elemento ricevente e inviati nell'unità centrale generando un impulso di forma simile a quello mostrato in figura.

In sintesi, nel report di una indagine georadar (*radargrammi*), la formazione di curve paraboliche come quella mostrata in figura è il risultato di una discontinuità del mezzo investigato. Una discontinuità può essere la presenza di sottomurazioni in corrispondenza dei muri perimetrali.

3. CAMERA DI MANOVRA (EDIFICIO INTELAIATO IN C.A.)

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture della Camera di Manovra della Diga del Pertusillo è solamente di tipo architettonico. La tipologia strutturale è di intelaiato in c.a. e costituito da due livelli e livello copertura.

Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e Circolare 02/02/2009, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare le caratteristiche geometriche e i parametri caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

	tipo A		tipo A1	
	indagini tipo A = 8		indagini tipo A1 = 8	
	TRAVI	PILASTRI	TRAVI	PILASTRI
PIANO TERRA	2	2	2	1
PIANO PRIMO	2	2	4	1

	tipo B	
	indagini tipo B = 4	
	TRAVI	PILASTRI
PIANO TERRA	1	1
PIANO PRIMO	1	1

tipo G

	indagini tipo G = 1	
	SOLAIO	
COPERTURA	1	

LEGENDA

INDAGINE A	prova pacometrica+ prove combinate METODO SONREB
INDAGINE A1	prova pacometrica
INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura
INDAGINE G	prova pacometrica + prova LEEB su tratto di armatura

La localizzazione delle indagini, rappresentata nell' elaborati grafici **EIPLI-PAR-PER-005**, dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**

4. SFIORATORE DI SUPERFICIE (STRUTTURA IN C.A.)

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture dello sfioratore di superficie della Diga del Pertusillo sono solamente di tipo architettonico. La tipologia strutturale è in c.a.

Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e relativa Circolare, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare le caratteristiche geometriche e i parametri caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

Le indagini, così come evidenziate nell'elaborato grafico EIPLI-PAR-PER-006 sono ripetute ad altezze differenti per tenere in conto le possibili riprese di getto effettuate in fase di realizzazione.

Normalmente, per strutture similari, si tratta di giunti orizzontali che vengono localizzati lungo l'altezza dell'opera a interassi di circa 3.0 m. Si effettuano pertanto due tipologie di prove di tipo distruttivo e non distruttivo a quota - 3,00 m e -7.00 m dal piano di calpestio dello sfioratore.

Le prove di tipo distruttivo considerato sono evidenziate nella tabella seguente.

tipo A1	tipo B	tipo G	tipo S
indagini tipo A1 = 8	indagini tipo B = 4	indagini tipo G = 2	indagini tipo S = 30
pareti	pareti	pareti	paratoie
4	4	2	30

Ulteriori prove di tipo non distruttivo da effettuare saranno le prove ultrasoniche, alle stesse quote previste per le prove distruttive suddette. Le prove ultrasoniche basano la loro capacità di stima della resistenza del calcestruzzo sulla velocità di propagazione delle onde ultrasoniche nel calcestruzzo stesso, essendo tale velocità strettamente correlata con il modulo elastico del calcestruzzo, a sua volta correlato con la resistenza a compressione.

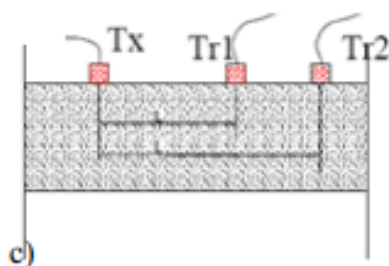
tipo TO		
indagini tipo TO = 4		
	pareti	
Quota – 3.00 m	4	
Quota – 7.00 m	4	

LEGENDA

INDAGINE A1	prova pacometrica
INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura
INDAGINE G	Prova pacometrica e prova LEEB su barre di armatura
INDAGINE S	Indagine spessimetrica su elementi metallici
INDAGINE TO	Prove ultrasoniche/tomografia

La prova ultrasonica ha, perciò, come scopo principale la determinazione del tempo di propagazione di un impulso di vibrazione meccanica nel calcestruzzo fra una o più coppie di punti di rilievo. Misurando il tempo di attraversamento dell'impulso e lo spessore del mezzo posto tra le due sonde dell'apparecchio si calcola la velocità virtuale o apparente di propagazione degli impulsi e da essa, preliminarmente, si ricavano informazioni sull'omogeneità del calcestruzzo.

Si prevede l'utilizzo di misure ultrasoniche per superficie.



L'utilizzo degli ultrasuoni, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalla norma UNI EN 12504-4 [UNI 2005]. La frequenza del segnale trasmesso dai trasduttori dovrà essere compresa tra i 10 kHz ed i 200 kHz. Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo indagate la lettura va eseguita in aree interne alle zone di

solo calcestruzzo, prive dell'eventuale intonaco soprastante, circonscritte dal reticolo delle armature individuate mediante le misure pacometriche.

Prima di iniziare la campagna di misure si dovrà, innanzitutto, verificare il corretto funzionamento dello strumento mediante gli appositi cilindri calibrati. Nell'eseguire le misure per trasparenza, il disallineamento non "voluto", e quindi non considerato della valutazione della distanza tra il trasmettitore ed il ricevente, modifica significativamente la reale lunghezza del percorso dell'onda, e di conseguenza la a) b) c) 12 velocità, così come la stessa è fortemente influenzata dalla corretta disposizione sui sensori del materiale idoneo a ricreare la corretta "continuità" con il calcestruzzo. In particolare la misura può essere falsata dalla presenza di: - lesioni e/o microfessurazione nel calcestruzzo - presenza di armature in acciaio - livello di imbibizione del calcestruzzo.

La **cabina di controllo** dello sfioratore di superficie è costituita da una struttura con intelaiatura in c.a..

La documentazione di progetto recuperata è solamente di tipo geometrico e pertanto si dispongono le presenti indagini strutturali mirate al raggiungimento del Livello di conoscenza previsto relativamente a dettagli costruttivi e parametri caratteristici dei materiali, così come riportati nella seguente tabella e nell'elaborato grafico EIPLI-PAR-PER-006.

	tipo A		tipo B	
	indagini tipo A = 4		indagini tipo A1 = 3	
	TRAVI	PILASTRI	TRAVI	PILASTRI
PIANO TERRA	2	2	2	1

LEGENDA

INDAGINE A	prova pacometrica+ prove combinate METODO SONREB
INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura

La localizzazione delle indagini, rappresentata nell' elaborati grafici **EIPLI-PAR-PER-006, EIPLI-PAR-PER-007** dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**

5. OPERA DI SBOCCO DELLE GALLERIE SCARICO DI FONDO E ALLEGGERIMENTO

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture delle opere di sbocco delle gallerie di scarico di fondo e di alleggerimento della Diga del Pertusillo sono sia di tipo strutturale che di tipo geometrico. La tipologia strutturale è in c.a. Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e relativa Circolare, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare le caratteristiche geometriche e i parametri caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

Le prove di tipo distruttivo e non distruttivo considerate sono evidenziate nella tabella seguente.

tipo B	tipo H
indagini tipo B = 1	indagini tipo H =1
1	1

INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura
INDAGINE H	prova pacometrica + Windsor-PIN su calcestruzzi

La localizzazione delle indagini, rappresentata nell' elaborati grafici **EIPLI-PAR-CON-008**, dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**



Diga del Pertusillo

Sidercad & Partners

Raggruppamento Temporaneo



6. RIEPILOGO INDAGINI

LIVELLO DI CONOSCENZA **LC2** - Indagini in sito estese

<u>D.M.17/01/2018 - Tab. C8.5.V</u> <u>Circ. 7 – 21/01/2019</u>	PACOMETRICA + SONREB	PACOMETRICA	PROVA PACOMETRICA + ESTRAZIONE CAROTA CLS + ESTRAZIONE DI BARRA	MARTINETTO PIATTO SINGOLO	MARTINETTO PIATTO DOPPIO	SAGGI STRUTTURALI	PROVA ENDOSCOPICA	PRELIEVO DI MALTA PER PROVA A COMPRESSIONE	PACOMETRICA + PROVA LEEB SU BARRE	PACOMETRICA + PROVA WINDSOR SU C.A.	INDAGINI SU SINGOLI ELEMENTI LIGNEI	INDAGINE TERMOGRAFICA	INDAGINE TOMOGRAFICA/ULTRASON.	INDAGINE SPESSIMETRICA
CASA DI GUARDIA	2	15	4	1	1	42	8	2	4	13	7	2		
CAMERA DI MANOVRA	8	8	4						1					
SFIORATORE		8	6										4	30
CABINA DI CONTROLLO	4		3											
OPERA DI SBOCCO DELLE GALLERIE SCARICO DI FONDO E ALLEGGERIMENTO			1							1				
TOTALE														
	14	31	14	1	1	42	8	2	5	14	7	2	4	30