

## PRINCIPALI SERVIZI DI DIAGNOSTICA

**A. Prove e controlli su acciaio**

**B. Prove e controlli su calcestruzzo**

**C. Prove e controlli su muratura**

**D. Prove e controlli su legno**

**E. Prove e controlli su solaio**

**F. Prove in fondazione**

**G. Analisi di intonaco**

**H. Monitoraggio ambientale e strutturale**

**I. Monitoraggio vibrazioni, odore e rumore**

**J. Monitoraggio esposizione al radon**

**K. Rilievo con laser scanner**

**IDES S.r.l.**  
Società di Ingegneria

Sede Legale:  
Via Antonio Callegari, 10  
25121 BRESCIA - ITALY

Sede Operativa:  
Via Galileo Galilei, 50  
25128 BRESCIA - ITALIA

Telefono **+39 030 66 60 491**

[www.idesweb.it](http://www.idesweb.it)  
[www.indaginiagnostiche.it](http://www.indaginiagnostiche.it)  
[www.analisisismiche.it](http://www.analisisismiche.it)  
[www.controllistrutturali.it](http://www.controllistrutturali.it)  
[www.sicurezza-edifici.it](http://www.sicurezza-edifici.it)

[ides@idesweb.it](mailto:ides@idesweb.it)  
[info@indaginiagnostiche.it](mailto:info@indaginiagnostiche.it)  
[info@analisisismiche.it](mailto:info@analisisismiche.it)  
[info@controllistrutturali.it](mailto:info@controllistrutturali.it)  
[info@sicurezza-edifici.it](mailto:info@sicurezza-edifici.it)

PEC: [ides.srl@pec.it](mailto:ides.srl@pec.it)

C.F. e P. IVA 03796200982  
R.E.A. BS-563735



VERS. 8.8.27



Associazione Prove non Distruttive



Certificazione Prove Non Distruttive



Servizio Italiano Taratura



Sistema Accreditamento Laboratori



Accreditemento Organismi Certificazione

## A - PROVE E CONTROLLI SU ACCIAIO

Pos.	Descrizione
<b>A.1</b>	<p><b>ANALISI MAGNETOMETRICA PREVENTIVA</b> per rilevare la <u>presenza</u> e la <u>direzione</u> dei ferri d'armatura con spessori del getto di ricoprimento non superiore a 8-10 cm. Analisi mediante pachometro CoverMaster® CM9 che sfrutta il principio operativo delle correnti parassite (Eddy Current), impiegando campi magnetici continuamente variabili a media frequenza. Riferimenti: DIN 1045 - BS 1881:204 - UNI EN ISO 15548-3:2009 - UNI ENV 1992-1-1:2015 (EC 2) - DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).</p>
<b>A.2</b>	<p><b>ANALISI MAGNETOMETRICA</b> per rilevare la <u>presenza</u> e la <u>direzione</u> dei ferri d'armatura, stimarne la <u>profondità</u> e il <u>diametro</u>, essendo lo spessore del getto di ricoprimento non superiore a 6-8 cm. Analisi mediante pachometro CoverMaster® CM9 che sfrutta il principio operativo delle correnti parassite (Eddy Current), impiegando campi magnetici continuamente variabili a media frequenza. Riferimenti: DIN 1045 - BS 1881:204 - UNI EN ISO 15548-3:2009 - UNI ENV 1992-1-1:2015 (EC 2) - DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).</p>
<b>A.3</b>	<p><b>PROVA DI TIRO SU CATENA METALLICA</b> per la stima dello stato tensionale di esercizio. Applicazione di zavorra variabile e misura della freccia in mezzeria mediante flessimetro centesimale ovvero mediante trasduttore di spostamento centesimale installato su asta telescopica e collegato ad una centralina di visualizzazione. Elaborazione dati e interpretazione mediante la teoria dell'analisi globale elastica, includendo gli effetti del secondo ordine: analisi non lineare, direttamente per geometria, che considera il momento flettente generato per effetto dello spostamento dovuto all'applicazione della zavorra.</p>
<b>A.4</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE D'ARMATURA E PROVA A TRAZIONE</b></p> <p><b>Prelievo di ferro d'armatura</b> già in opera da analizzare in laboratorio. Taglio di una porzione di armatura mediante smerigliatrice con disco diamantato. Sono compresi gli oneri per la campionatura, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p> <p><b>Preparazione del campione in acciaio</b> per l'ancoraggio alla macchina di prova dello spezzone di barra liscia o ad aderenza migliorata, previo rilievo del marchio di laminazione (se possibile), ovvero previo trattamento termico con successivo raffreddamento in aria calma a temperatura ambiente. Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - UNI EN ISO 15630-1:2010.</p> <p><b>Prova a trazione di barra d'armatura</b> per la stima della tensione di rottura, della tensione di snervamento, ovvero del valore corrispondente allo 0,2% e dell'allungamento, secondo la norma UNI EN ISO 15630-1:2010. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica. Riferimenti: DM 17.01.2008 (NTC18).</p> <p><b>Emissione del rapporto di prova</b> da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71.</p>
<b>A.5</b>	<p><b>STIMA DEL DIAMETRO DEL FERRO D'ARMATURA</b> tramite pesatura e rilievo diretto mediante calibro digitale. Restituzione mediante rilievo fotografico digitale e annotazione delle osservazioni visive, tra cui il tipo di superficie.</p>
<b>A.6</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE DI ELEMENTO METALLICO DI CARPENTERIA E PROVA A TRAZIONE</b></p> <p><b>Prelievo di campione di elemento metallico di carpenteria</b> già in opera da analizzare in laboratorio. Taglio di una porzione di profilo metallico mediante smerigliatrice con disco diamantato. Sono compresi gli oneri per la campionatura, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p> <p><b>Preparazione del campione in acciaio</b> per l'ancoraggio alla macchina di prova per trazione, previo rilievo del marchio di laminazione (se possibile), ovvero previo trattamento termico con successivo raffreddamento in aria calma a temperatura ambiente. Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - UNI EN ISO 6892-1:2016 - UNI EN ISO 377:2017.</p>

Pos.	Descrizione
	<p><b>Prova a trazione di provetta in acciaio</b> per la stima della tensione di rottura, della tensione di snervamento, ovvero del valore corrispondente allo 0,2% e dell'allungamento, secondo la norma UNI EN ISO 15630-1:2010. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica. Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - UNI EN ISO 6892-1:2016.</p> <p><b>Emissione del rapporto di prova</b> da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71.</p>
<b>A.7</b>	<p><b>PROVA DI DUREZZA DELL'ACCIAIO</b> per valutare la resistenza del metallo alla penetrazione. Preparazione della superficie di prova mediante levigatura. Posizionamento del durometro portatile ad ultrasuoni con sonda UCI sulla superficie, applicazione del carico contro la superficie e lettura della durezza su scala Rockwell (HRC) o Brinell (HB) o Vickers (HV), con registrazione di <u>n. 12 valori</u>. Determinazione del valore medio, escludendo il massimo e il minimo, e stima dello scarto quadratico medio e del coefficiente di variazione. Restituzione in tabella con determinazione del valore medio. Riferimento: ASTM A1038 – DIN 50150 – EN ISO 18265.</p>
<b>A.8</b>	<p><b>ANALISI CON LIQUIDI PENETRANTI</b> per individuare cricche e lesioni superficiali su elementi di carpenteria metallica non verniciata. Preparazione della superficie di prova, previa asportazione di vernice e/o zincatura, applicazione del liquido ad elevata capacità di penetrazione, pulitura e successiva applicazione di liquido rivelatore per evidenziare le discontinuità superficiali. Sono compresi gli oneri per la campionatura (un'area di 10cm x 10cm o di un cordone si saldatura di 10 cm di lunghezza), per l'esame visivo e per la documentazione fotografica. Riferimenti: EN ISO 3452-2:2000 – EN ISO 12706:2000 – UNI EN 571-1:1997 – UNI EN ISO 3452-3:2000 – UNI EN ISO 3452-4:2000 – UNI EN 1289:2000.</p>
<b>A.9</b>	<p><b>CONTROLLO MAGNEToscopico</b> per individuare cricche e lesioni superficiali su elementi di carpenteria metallica. Preparazione della superficie di prova con pulitura, magnetizzazione del campione di prova mediante elettromagnete e applicazione di spray con particelle magnetiche di colore nero per evidenziare le discontinuità superficiali perpendicolari alla direzione del campo magnetico. Sono compresi gli oneri per la campionatura (un'area di 10cm x 10cm o di un cordone si saldatura di 10 cm di lunghezza), per l'esame visivo e per la documentazione fotografica. Riferimenti: UNI EN ISO 9934-1:2017 - EN ISO 10893-3:2011 - UNI EN ISO 10893-3:2011 - UNI EN ISO 10893-5:2011 – UNI EN ISO 17638:2016 - UNI EN ISO 23278:2015.</p>
<b>A.10</b>	<p><b>PROVA DI SERRAGGIO</b> per la verifica della coppia di serraggio delle giunzioni bullonate, mediante chiave dinamometrica a coppia regolabile per serraggi destrorsi. Capacità massima di 340 Nm (Ts = 309 Nm per bullone M18 classe 8.8). Riferimento: CNR 10011:1985.</p>
<b>A.11</b>	<p><b>MISURA DELLA COPPIA DI SERRAGGIO</b> per la verifica del montaggio delle giunzioni bullonate. Misura dell'effettiva coppia di serraggio mediante chiave dinamometrica con cella di carico collegata a condizionatore di segnale e display digitale. Capacità massima di 680 Nm (Ts = 597 Nm per bullone M22 classe 8.8). Sono compresi gli oneri l'acquisizione della misura e la relativa documentazione fotografica. Riferimento: CNR 10011:1985.</p>
<b>A.12</b>	<p><b>MISURA DELLO SPESSORE DEL RIVESTIMENTO</b> su substrato ferroso, mediante prova non distruttiva con uso di spessimetro portatile il cui funzionamento è basato sul principio dell'induzione magnetica. Generazione di n. 3 impulsi, registrazione delle misure e rilevazione dello spessore medio. Sono compresi gli oneri per la documentazione fotografica. Riferimenti: ASTM B 499 – BS 5411 – DIN 50981 – EN ISO 2178 – DIN EN ISO 2808</p>
<b>A.13</b>	<p><b>ANALISI STRATIGRAFICA SU SEZIONE LUCIDA</b> per individuare la sequenza dei differenti strati del paramento ed eventuali prodotti di neoformazione. Allestimento della sezione lucida trasversale secondo la Norma UNI 10922:2001 e osservazione al microscopio ottico in luce riflessa. Restituzione, completa di microfotografie, con descrizione degli strati, misurazione degli spessori e identificazione della natura nei limiti della semplice osservazione visiva e mineralogica. Riferimenti: Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 12/83 e 14/83 - UNI 10945:2001 - UNI 10922:2001.</p>
<b>A.14</b>	<p><b>ANALISI COSTRUTTIVA MEDIANTE ISPEZIONE VISIVA A SEGUITO DI MICRODEMOLIZIONE.</b> Previa demolizione del copriferro e/o scarifica del calcestruzzo, vengono rilevati gli elementi strutturali (ferri d'armatura, staffe, particolari costruttivi, ecc.) tramite calibro digitale. Restituzione mediante rilievo fotografico digitale e</p>

Pos.	Descrizione
	<p>annotazione delle osservazioni visive, tra cui il tipo di superficie per i ferri d'armatura (liscia o ad aderenza migliorata).</p> <p><b>A.15 MISURA DEL POTENZIALE DI CORROSIONE DELLE ARMATURE</b> per la diagnosi dello stato di corrosione in atto nelle armature delle strutture in cemento armato in opera. Misurazione in n. 5 punti del potenziale del ferro d'armatura mediante strumento galvanico avente un elettrodo applicato ad un ferro dell'armatura e l'altro elettrodo attrezzato mediante spugna imbevuta di una soluzione elettrolitica (soluzione di contatto Cu/CuSO<sub>4</sub>). Restituzione in tabella dei valori misurati. Elaborazione computerizzata dei valori di velocità sonica con rappresentazione grafica tramite software generatore di superfici. Stima del valore medio, dello scarto quadratico medio e del coefficiente di variazione. Riferimento: UNI 10174:1993.</p>

## B - PROVE E CONTROLLI SU CALCESTRUZZO

Pos.	Descrizione
<b>B.1</b>	<p><b>ANALISI ULTRASONICA</b> per stimare la resistenza del calcestruzzo indurito, in base alla velocità di propagazione degli ultrasuoni. Come indicato nella Norma UNI EN 12504-4:2005, il metodo di prova non è inteso come una alternativa per la determinazione della resistenza alla compressione del calcestruzzo (UNI EN 12390-3:2009) ma, con una opportuna correlazione, può fornire una stima della resistenza in sito. Generazione di <u>n. 3 impulsi</u> ultrasonici per trasparenza a mezzo di trasduttori elettroacustici con dispositivo di sincronismo del segnale di partenza. Rilevazione dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione ultrasonica mediante accelerometro. Calcolo della velocità di propagazione dell'impulso ultrasonico analizzando, tramite oscilloscopio, l'arrivo del primo fronte d'onda. Restituzione in tabella con determinazione del valore medio. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008) - EN 12668:2013 - EN 13554:2011 - Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 42/93 - UNI EN 12504-4:2005 - UNI EN 1330-9:2017 - UNI EN 13477-2:2010 - UNI EN ISO 16810:2014 - ASTM C 597 - NF P 18-418.</p>
<b>B.2</b>	<p><b>PROVA SCLEROMETRICA SU CALCESTRUZZO</b> per valutarne l'uniformità, delineare le zone di degrado o di scarsa qualità e stimare la resistenza del calcestruzzo indurito in base alla durezza superficiale. Come indicato nella Norma UNI EN 12504-2:2012, il metodo di prova non è inteso come una alternativa per la determinazione della resistenza alla compressione del calcestruzzo (UNI EN 12390-3:2009) ma, con una opportuna correlazione, può fornire una stima della resistenza in sito. Preparazione della superficie mediante rettifica con pietra abrasiva. Rilevazione con sclerometro tipo N del rimbalzo del corpo di battuta con energia di percussione pari a 2,207 Nm. Lettura dell'indice sclerometrico con registrazione di <u>n. 12 valori</u>. Determinazione del valore medio, escludendo il massimo e il minimo, e stima dello scarto quadratico medio e del coefficiente di variazione. Riferimenti: ASTM C 805 - BS 1881:202 - DIN 1048 - prEN 12398:1996 - UNI EN 12504-2:2012 - DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).</p>
<b>B.3</b>	<p><b>STIMA CON METODO SONREB</b> del valore approssimato di resistenza del calcestruzzo in opera, definito anche come valore attuale. La stima viene eseguita mediante grafici sperimentali di correlazione, costituiti da famiglie di curve di iso-resistenza, noti il valore medio dell'impulso ultrasonico e il valore medio dell'indice di rimbalzo sclerometrico. Si prevede l'utilizzo delle principali formulazioni empiriche proposte in letteratura (es. Gasparik, Di Leo-Pascale e Giacchetti-Lacquaniti), ovvero calibrazione mediante prove distruttive, in correlazione tramite analisi statistica multiregressiva. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18), Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).</p>
<b>B.4</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE IN CALCESTRUZZO E PROVA A COMPRESSIONE</b></p> <p><b>Carotaggio nel calcestruzzo</b> per il prelievo di un campione da analizzare in laboratorio. Esecuzione del carotaggio, di diametro nominale 50/100 mm, mediante carotatrice elettrica con corona diamantata raffreddata ad acqua. Sono compresi gli oneri per la campionatura ai sensi della Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p> <p><b>Preparazione del campione in calcestruzzo</b> mediante rettificatrice per ottenere facce sufficientemente piane, parallele e ortogonali all'asse del taglio, secondo la Norma UNI EN 12504-1:2012. Esame visivo e conservazione nell'atmosfera del laboratorio per almeno 3 giorni, secondo la Norma UNI EN 12390-3:2009.</p> <p><b>Prova a compressione di campione a forma cilindrica</b> per la stima della resistenza locale a compressione di elementi strutturali in calcestruzzo, mediante prova a compressione su provino ricavato da carota di diametro nominale 50/100 mm, secondo la Norma UNI EN 12504-1:2012. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica.</p> <p><b>Emissione del rapporto di prova</b> da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71.</p>

Pos.	Descrizione
	<p>Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008) - UNI 10766:1999 - UNI EN 12504-1:2012 - UNI EN 12390-3:2009.</p>
<b>B.5</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE IN CALCESTRUZZO E PROVA A TRAZIONE</b></p> <p><b>Carotaggio nel calcestruzzo</b> per il prelievo di un campione da analizzare in laboratorio. Esecuzione del carotaggio, di diametro nominale 50/100 mm, mediante carotatrice elettrica con corona diamantata raffreddata ad acqua. Sono compresi gli oneri per la campionatura ai sensi della Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p> <p><b>Preparazione del campione in calcestruzzo</b> mediante rettificatrice per ottenere facce sufficientemente piane, parallele e ortogonali all'asse del taglio, secondo la Norma UNI EN 12504-1:2012. Esame visivo e conservazione nell'atmosfera del laboratorio per almeno 3 giorni, secondo la Norma UNI EN 12390-3:2009.</p> <p><b>Prova a trazione di campione a forma cilindrica</b> per la stima della resistenza locale a trazione di elementi strutturali in calcestruzzo, mediante prova a trazione indiretta su provino ricavato da carota di diametro nominale 100 mm, secondo la Norma UNI EN 12390-6:2010. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica.</p> <p><b>Emissione del rapporto di prova</b> da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71.</p> <p>Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008) - UNI 10766:1999 - UNI EN 12504-1:2012 - UNI EN 12390-6:2010.</p>
<b>B.6</b>	<p><b>MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE</b> per valutare il degrado del calcestruzzo e l'eventuale corrosione dei ferri d'armatura. Analisi colorimetrica per il rilievo della diminuzione di alcalinità causata da carbonatazione su carota in calcestruzzo, sottoposta a reazione chimica con soluzione di fenoftaleina spruzzata sulla superficie. Riferimento: UNI 9944:1992 - DM 17.1.2008 (NTC18)- Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).</p>
<b>B.7</b>	<p><b>PROVA DI ESTRAZIONE PULL-OUT</b> per la stima della resistenza del calcestruzzo in situ, in base alla forza necessaria per l'estrazione di un tassello ad espansione posizionato nel calcestruzzo indurito. Come indicato nella Norma UNI EN 12504-3:2009, il metodo di prova non è inteso come una alternativa per la determinazione della resistenza alla compressione del calcestruzzo (UNI EN 12390-3:2009) ma, con una opportuna correlazione, può fornire una stima della resistenza in situ. Esecuzione di foro troncoconico con sottosquadro a mezzo di trapano elettrico con punta svasatrice. Pulizia del foro e inserimento di ancorante in acciaio Fischer® FZA M10 mediante percussore Fischer® FZE. Estrazione del tassello mediante martinetto oleodinamico collegato ad un circuito idraulico pressurizzato. Lettura al manometro della pressione di estrazione. Restituzione della prova con documentazione fotografica. Riferimenti: UNI 10157:1992 - UNI EN 12504-3:2009 - DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).</p>
<b>B.8</b>	<p><b>ASSORBIMENTO SUPERFICIALE D'ACQUA</b> per determinare la permeabilità all'acqua del materiale. Sigillatura di un tubo graduato sull'area di prova; misura della quantità d'acqua penetrata nella superficie in ml/min (dr. Karsten), ovvero misura, a determinati intervalli di tempo, della quantità d'acqua assorbita per unità di superficie sottoposta ad un battente fisso di 200 mm d'acqua. Riferimenti: Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 44/93 - BS 1881:208.</p>
<b>B.9</b>	<p><b>PROVA PENETROMETRICA SU CALCESTRUZZO (Windsor HP probe)</b> per valutarne le proprietà meccaniche. Infissione e misurazione della penetrazione di una sonda metallica normalizzata mediante pistola Windsor dotata di carica esplosiva. Restituzione del rapporto di prova con documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine, riepilogo in forma grafica e tabellare e stima della resistenza a compressione secondo la correlazione sperimentale fornita dal costruttore. Riferimento: ASTM C 803-80.</p>

## C - PROVE E CONTROLLI SU MURATURA

Pos.	Descrizione
<b>C.1</b>	<p><b>ANALISI VIDEOENDOSCOPICA</b> per ottenere informazioni circa lo stato visibile di conservazione dei materiali e la stratigrafia di murature o solai. Esecuzione di rilievo endoscopico per mezzo di apparecchiatura rigida a fibre ottiche Fort-Fibre® (diametro 6 mm - lunghezza 100 cm), da eseguirsi su apposite forature già predisposte (diametro 12-24 mm). Acquisizione mediante fotocamera digitale Nikon® di filmato digitale (max 40 s) o di immagini digitali (min. n° 3). Restituzione con documentazione fotografica e descrizione dei particolari osservati. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Raccomandazione ICR-CNR Normal 42/93.</p>
<b>C.2</b>	<p><b>PROVA DI CARICO CON MARTINETTO PIATTO SINGOLO</b> per valutare e quantificare le tensioni d'esercizio di una muratura. Posizionamento di <u>4 coppie di basi di misura</u> a cavallo di un ricorso orizzontale di malta. Misura delle distanze tra le coppie mediante deformometro millesimale Mitutoyo®. Realizzazione del taglio in corrispondenza del ricorso orizzontale di malta tra le coppie di basi, mediante mototroncatrice Partner® dotata di disco diamantato con diametro di 350 mm (14") e profondità di taglio 260 mm (10"). Inserimento all'interno del taglio di <u>martinetto idraulico piatto semiovale</u> (350mmx260mm) collegato ad un circuito idraulico e pressurizzato fino ad annullare le deformazioni provocate nella muratura per effetto dell'esecuzione del taglio. Lettura degli spostamenti con deformometro millesimale ad intervalli regolari di pressione al manometro digitale con risoluzione 0,1 bar. Elaborazione dati per la stima dello stato di sollecitazione presente nella struttura muraria, in funzione dell'area di taglio, della pressione applicata al martinetto e della sua costante di rigidità. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - RILEM TC 76 LUM D.2 - ASTM C 1196.</p>
<b>C.3</b>	<p><b>PROVA DI CARICO CON MARTINETTI PIATTI DOPPI</b> per valutare la deformabilità, il modulo elastico e la resistenza a compressione del corpo murario attraverso la curva sforzi-deformazioni. Esecuzione di un secondo taglio, in corrispondenza di un ricorso orizzontale di malta a distanza di circa 43-50 cm dal primo, mediante mototroncatrice Partner® dotata di disco diamantato con diametro di 350 mm (14") e profondità di taglio 260 mm (10"). Posizionamento di <u>5 coppie di basi di misura</u>, di cui una orizzontale, nell'elemento di muratura compreso tra i due tagli. Inserimento di <u>martinetti idraulici piatti semiovali</u> (350mmx260mm) collegati ad un circuito idraulico pressurizzato, generando uno stato di compressione della muratura. Lettura delle distanze tra le coppie mediante deformometro millesimale Mitutoyo® ad intervalli regolari di pressione al manometro digitale (fondo scala 600 bar, risoluzione 0,1 bar) con ripetizione di più cicli di carico-scarico. Elaborazione dati per la stima del modulo elastico secante e della resistenza a compressione, in funzione delle aree di taglio, della pressione applicata ai martinetti e della loro costante di rigidità. Riferimenti: RILEM TC 76 LUM D.3 - ASTM C 1197 - DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009.</p>
<b>C.4</b>	<p><b>PROVA DI CARICO A TAGLIO (SHOVE TEST)</b> per la valutazione della resistenza a taglio della muratura lungo i corsi di malta. Rimozione del giunto di malta in testa al mattone da sottoporre a prova; posizionamento di <u>3 coppie di basi di misura</u>, di cui <u>una a cavallo</u> del giunto verticale in testa all'elemento di muratura da sottoporre a prova; inserimento di un martinetto idraulico all'interno della muratura collegato ad un circuito idraulico pressurizzato, generando sforzi di taglio nella muratura mediante applicazione graduale del carico; misura degli scorrimenti relativi con lettura delle distanze tra le coppie mediante deformometro millesimale Mitutoyo® ad intervalli regolari di pressione al manometro digitale (fondo scala 600 bar, risoluzione 0,1 bar). Elaborazione dati per la stima dello stato della resistenza a taglio lungo il corso di malta, in funzione dell'area di contatto e della pressione applicata al martinetto. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - RILEM MS-D.6 - ASTM C 1531.</p>
<b>C.5</b>	<p><b>PROVA SCLEROMETRICA SU ELEMENTO LAPIDEO (naturale o artificiale)</b> per valutare l'uniformità del materiale e delineare le zone di scarsa qualità, in base alla durezza superficiale. Preparazione della superficie mediante rettifica con pietra abrasiva. Rilevazione con sclerometro tipo L del rimbalzo del corpo di battuta con energia di percussione pari a 0,735 Nm. Lettura dell'indice sclerometrico con registrazione di <u>n. 12 valori</u>. Determinazione del valore medio, escludendo il massimo e il minimo e stima dello scarto quadratico medio e</p>

Pos.	Descrizione
	del coefficiente di variazione. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009. UNI 10766:1999 - ASTM C 805 - BS 1881:202 - DIN 1048 - prEN 12398 - UNI EN 12504-2:2012.
<b>C.6</b>	<b>PROVA SCLEROMETRICA SU MALTA (Schmidt® Hammer Rebound Test)</b> per verificare la qualità dei giunti di malta, valutandone l'uniformità in base alla durezza superficiale, mediante sclerometro a pendolo Schmidt® mod. PM avente energia di impatto 0,883 Nm. Preparazione della superficie mediante rettifica con pietra abrasiva. Rilevazione dell'altezza di rimbalzo del corpo di battuta con registrazione di <u>n. 12 valori</u> . Determinazione del valore medio, escludendo il massimo e il minimo e stima dello scarto quadratico medio e del coefficiente di variazione. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - UNI 10766:1999 - ASTM C 805 - BS 1881:202 - DIN 1048 - prEN 12398 - UNI EN 12504-2:2012.
<b>C.7</b>	<b>PROVA PENETROMETRICA SU MALTA</b> per valutarne le proprietà meccaniche. Infissione di una sonda in acciaio temprato rettificato (durezza 60 Rockwell) a sezione circolare di diametro 2,5 mm e punta troncoconica. Esecuzione consequenziale di 5 colpi di battuta con energia di percussione pari a 2,207 Nm e misurazione della penetrazione del puntale. Massima profondità di penetrazione: 40 mm. Restituzione del rapporto di prova con documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine e riepilogo in forma grafica e tabellare. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009.
<b>C.8</b>	<b>PROVA PENETROMETRICA SU MALTA (Windsor Pin Penetration Resistance Test)</b> per valutarne le proprietà meccaniche. Infissione e misurazione dell'avanzamento di una sonda metallica normalizzata mediante apposito martello unificato Windsor senza carica esplosiva. Restituzione del rapporto di prova con documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine, riepilogo in forma grafica e tabellare e stima della resistenza a compressione secondo la correlazione sperimentale fornita dal costruttore. Riferimento: ASTM C 803-80.
<b>C.9</b>	<b>ANALISI SONICA PER TRASPARENZA</b> per qualificare la morfologia del paramento murario, valutandone l'omogeneità ed il grado di discontinuità. Generazione di impulsi sonici in N. 16 o 25 o 36 punti di un'area del muro, attraverso la percussione con martello strumentato con dispositivo di sincronismo del segnale di partenza. Rilevazione dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione sonica, mediante un accelerometro posizionato sul lato opposto. Calcolo della velocità di propagazione dell'impulso sonico analizzando, tramite oscilloscopio, l'arrivo del primo fronte d'onda. Restituzione in tabella dei valori misurati. Elaborazione computerizzata dei valori di velocità sonica con rappresentazione grafica tramite software generatore di superfici. Stima del valore medio, dello scarto quadratico medio e del coefficiente di variazione. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - EN 12668:2013 - EN 13554:2011 - Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 42/93 e 22/86 - UNI EN 12504-4:2005 - UNI EN 1330-9:2017 - UNI EN 13477-2:2010 - UNI EN ISO 16810:2014 - RILEM TC 127 MS D.5 - EN 13554:2011.  <i>n. 16 percorsi (4 righe x 4 colonne) n. 25 percorsi (5 righe x 5 colonne) n. 36 percorsi (6 righe x 6 colonne)</i>
<b>C.10</b>	<b>ANALISI DELLA TESSITURA MURARIA</b> al fine di individuare la forma e le dimensioni dei blocchi di cui è costituita la muratura. Rilievo fotografico di un'area preventivamente stonacata di 1m x 1m circa mediante fotocamera digitale Nikon®, georeferenziazione dell'immagine e vettorializzazione con programma CAD® dei profili degli elementi costituenti. Restituzione con calcolo in forma percentuale dell'area degli elementi lapidei naturali e/o artificiali, della malta e dei vuoti. Identificazione della malta, degli elementi lapidei e della tessitura del paramento nei limiti della semplice osservazione visiva: descrizione della malta in merito alla consistenza e colore, alla funzione, alla dimensione ed alla forma degli aggregati; descrizione degli elementi lapidei in merito al litotipo prevalente, alla forma e al tipo di lavorazione, alle dimensioni ed allo stato di conservazione; descrizione della tessitura del paramento in merito alla tipologia e al ruolo strutturale, alla presenza o assenza di ricorsi e zeppe. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009.
<b>C.11</b>	<b>ANALISI DELL'AMMORSAMENTO</b> tra muri ortogonali, eseguita visivamente a seguito di rimozione di porzione di intonaco (2 aree adiacenti di 50cm x 50cm ca.) e/o di piccole demolizioni nella muratura, al fine di esaminarne la qualità dell'ammorsamento tra pareti verticali. Restituzione fotografica della

Pos.	Descrizione
	<p>geometria degli elementi oggetto di indagine. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009.</p>
<b>C.12</b>	<p><b>ANALISI TERMOGRAFICA ALL'INFRAROSSO</b> per l'individuazione e la localizzazione in modo non distruttivo di eventuali fenomeni di degrado: distacchi, anomalie costruttive, preesistenze strutturali, discontinuità, lesioni, cavità, canne fumarie e condotti di ventilazione, ponti termici, fenomeni di umidità da risalita capillare, condensa, infiltrazioni, ecc.</p> <p><b>Acquisizione dei termogrammi</b> condotta con strumentazione portatile tipo longwave sensibile all'infrarosso operante nella banda 8-12 micron, previa misura in campo dei parametri ambientali di temperatura e umidità dell'aria, secondo le Norme UNI EN 15758:2010 e UNI EN 16242:2013.</p> <p><b>Elaborazione computerizzata</b> dei termogrammi con visualizzazione distributiva delle temperature superficiali e verifica della temperatura dei materiali individuati.</p> <p><b>Restituzione tecnico-grafica</b> mediante rapporto termografico, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 10824-9:2009 - UNI EN 13187:2000 e ISO 6781:1983 completo di immagini all'infrarosso, documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine, condizioni termoisometriche ambientali e relazione tecnica riepilogativa.</p> <p>Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 – ASTM C 1060 – ASTM C 1153.</p> <p style="text-align: right;"><i>Su particolari di dimensione max 2 m<sup>2</sup></i> <i>Su grandi superfici (min 100 m<sup>2</sup>)</i></p>
<b>C.13</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE LAPIDEO E PROVA A COMPRESSIONE</b></p> <p><b>Carotaggio nell'elemento lapideo</b> per il prelievo di un campione da analizzare in laboratorio. Esecuzione del carotaggio, di diametro nominale 50/100 mm, mediante carotatrice elettrica con corona diamantata raffreddata ad acqua. Sono compresi gli oneri per la campionatura ai sensi della Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p> <p><b>Preparazione del campione lapideo</b> mediante rettificatrice per ottenere facce sufficientemente piane, parallele e ortogonali all'asse del taglio. Esame visivo e conservazione nell'atmosfera del laboratorio per almeno 3 giorni.</p> <p><b>Prova a compressione di campione a forma cilindrica</b> per la stima della resistenza locale a compressione uniaassiale di elemento lapideo, mediante prova a compressione su provino ricavato da carota di diametro nominale 50/100 mm, ai sensi della Norma UNI 1926:2007. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica.</p> <p><b>Emissione del rapporto di prova</b> da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71.</p> <p>Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80 - UNI 1926:2007.</p>
<b>C.14</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE IN LATERIZIO E PROVA A COMPRESSIONE</b></p> <p><b>Prelievo di un mattone</b> quale campione da analizzare in laboratorio. Sono compresi gli oneri per la campionatura ai sensi della Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p> <p><b>Preparazione del campione</b> mediante rettificatrice per ottenere facce sufficientemente piane, parallele e ortogonali all'asse del taglio. Esame visivo e condizionamento del provino in laboratorio, secondo quanto indicato dalla Norma UNI EN 772-1:2015.</p> <p><b>Prova a compressione di campione del campione</b> per la stima della resistenza locale a compressione dell'elemento di laterizio, mediante prova a compressione su provino ricavato da mattone prelevato in situ, ai sensi della Norma UNI EN 772-1:2015. Sono compresi gli oneri per lo smaltimento del campione in discarica.</p> <p><b>Emissione del rapporto di prova</b> da parte di Laboratorio Ufficiale accreditato dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture ai sensi della Legge 1086/71.</p> <p>Riferimenti: DM 17.01.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80 - UNI EN 772-1:2015.</p>
<b>C.15</b>	<p><b>CAROTAGGIO</b> per l'osservazione diretta dei materiali costitutivi della sezione muraria e delle principali caratteristiche del relativo stato di conservazione. Prelievo di un campione mediante carotaggio ad andamento orizzontale fino a 80 cm di profondità, eseguito con carotatrice portatile elettrica con corona diamantata</p>

Pos.	Descrizione
	raffreddata ad acqua (altezza massima dal piano di calpestio pari a 1 m ca). Restituzione mediante rilievo fotografico della carota estratta.
<b>C.16</b>	<b>PROVA DI ADERENZA AL SUPPORTO (PULL-OFF)</b> per misurare la resistenza a trazione di malte, intonaci, fibre e sistemi di protezione superficiale, utilizzati per la protezione e la riparazione delle strutture. Incisione circolare fino a interessare il substrato, mediante flessibile o carotiere di diametro 50 mm. Applicazione della pastiglia metallica di aderenza tramite adesivo a presa rapida. Estrazione del campione mediante martinetto idraulico 10 ton e corsa 50 mm, dotato di manometro digitale, il quale esercita la forza contrastata da distanziale a 3 appoggi. Riferimenti: UNI EN 1015-12:2016 - UNI EN 1348:2008 - UNI EN 1542:2000 – UNI EN ISO 4624:2016.
<b>C.17</b>	<b>PRELIEVO DI CAMPIONE DI MALTA</b> secondo la Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80. Sono compresi gli oneri per la campionatura, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.
<b>C.18</b>	<b>OSSERVAZIONE DEL CAMPIONE DI MALTA ALLO STEREOMICROSCOPIO</b> su campione tal quale consentire una descrizione macroscopica mineralogico-petrografica, preliminare all'analisi su sezione sottile.
<b>C.19</b>	<b>ANALISI PETROGRAFICA DEL CAMPIONE DI MALTA SU SEZIONE SOTTILE</b> per la caratterizzazione mineralogica del materiale atta a fornire indicazioni qualitative sulla sua natura chimico-petrografica e sullo stato di conservazione: composizione mineralogica dell'aggregato, morfologia e granulometria, composizione e caratterizzazione della matrice legante, porosità dell'impasto e percentuale dei pori. Allestimento della sezione sottile secondo la Norma UNI 10922:2001 e osservazione al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa. Restituzione con descrizione quali-quantitativa, completa di microfotografie. Riferimenti: Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 10/82, 12/83 e 14/83 - UNI 10924:2001 - UNI 10922:2001 – UNI 11176:2006.
<b>C.20</b>	<b>ANALISI STRATIGRAFICA DEL CAMPIONE DI MALTA SU SEZIONE LUCIDA</b> per individuare la sequenza dei differenti strati del paramento ed eventuali prodotti di neoformazione. Allestimento della sezione lucida trasversale secondo la Norma UNI 10922:2001 e osservazione al microscopio ottico in luce riflessa. Restituzione, completa di microfotografie, con descrizione degli strati, misurazione degli spessori e identificazione della natura nei limiti della semplice osservazione visiva e mineralogica. Riferimenti: Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 12/83 e 14/83 - UNI 10945:2001 - UNI 10922:2001.
<b>C.21</b>	<b>PROVA GRAVIMETRICA</b> per ricavare la percentuale di umidità presente nella muratura e le sue caratteristiche di imbibizione, secondo la Norma UNI 11085:2003. Esecuzione con trapano a bassa velocità di rotazione di <u>n. 3 prelievi</u> di muratura secondo la verticale a 3 quote differenti, secondo la Raccomandazione CNR-ICR 3/80, previa asportazione dello strato di intonaco (ove presente). Misura in campo dei parametri ambientali di temperatura e umidità dell'aria, secondo le Norme UNI EN 15758:2010 e UNI EN 16242:2013. Misura in laboratorio dei valori ponderali di acqua contenuta, tramite strumentazione elettronica all'infrarosso Thermored®, che genera l'essiccazione del provino. Restituzione in tabella dei valori misurati ed elaborazione computerizzata con rappresentazione grafica della prova. Risoluzione: 0,001g / 0,01%.
<b>C.22</b>	<b>ANALISI COLORIMETRICA DEI SALI</b> per valutare qualitativamente in situ la presenza di nitrati e di cloruri. Identificazione dei nitrati tramite metodo colorimetrico alla solfanilammide e naftiletildiammina. Identificazione dei cloruri tramite titolazione argentometrica con indicatore (metodo di Mohr).
<b>C.23</b>	<b>ASSORBIMENTO SUPERFICIALE D'ACQUA</b> per determinare la permeabilità all'acqua del materiale. Sigillatura di un tubo graduato sull'area di prova; misura della quantità d'acqua penetrata nella superficie in ml/min (dr. Karsten), ovvero misura, a determinati intervalli di tempo, della quantità d'acqua assorbita per unità di superficie sottoposta ad un battente fisso di 200 mm d'acqua. Riferimenti: Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 44/93 - BS 1881:208.
<b>C.24</b>	<b>PROVA DI ESTRAZIONE DI BARRA METALLICA INGHISATA</b> per la stima della resistenza in situ della sigillatura nella muratura. Collegamento della barra filettata M10 o M12 al martinetto oleodinamico collegato ad un circuito idraulico pressurizzato. Lettura al manometro della pressione di estrazione. Restituzione della prova

Pos.	Descrizione
	<p>con documentazione fotografica. Riferimenti: UNI EN 12504-3:2009 - DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008).</p>
<b>C.25</b>	<p><b>ANALISI DI TOMOGRAFIA SONICA O ULTRASONICA.</b> Discretizzazione della sezione con una griglia a maglie rettangolari. Generazione di impulsi sonici ovvero ultrasonici da tutti i nodi perimetrali della sezione (Tx = trasmettitore), attraverso la percussione con martello strumentato, ovvero a mezzo di trasduttori elettroacustici, con dispositivo di sincronismo del segnale di partenza; rilevazione dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione mediante un accelerometro posizionato su tutti gli altri nodi perimetrali della sezione (Rx = ricevitore); calcolo della velocità di propagazione dell'impulso, analizzando l'arrivo del primo fronte d'onda tramite oscilloscopio e ipotizzando che la velocità vari in modo bilineare. Ricostruzione tomografica utilizzando un algoritmo d'inversione iterativo denominato SIRT (Simultaneous Iterative Reconstruction Technique). L'algoritmo, partendo da un modello di velocità iniziale, riduce progressivamente lo scarto fra i tempi misurati lungo i diversi percorsi di misura ed i tempi calcolati in base al modello di velocità determinato all'iterazione precedente. Per il calcolo dei tempi di percorso fra trasmettitore (Tx) e ricevitore (Rx), vengono considerati gli effetti della rifrazione sul percorso dei raggi sonici, utilizzando un procedimento di "ray-tracing" di tipo pseudo-bending (Um e Thurber, 1983) che ricostruisce l'andamento di tali raggi in funzione del campo di velocità. Elaborazione computerizzata, tramite software generatore di superfici, dei valori calcolati con rappresentazione grafica mediante mappatura della distribuzione della velocità di propagazione delle onde longitudinali. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - EN 12668:2013 - EN 13554:2011 - Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 42/93 e 22/86 - UNI EN 12504-4:2005 - UNI EN 1330-9:2017 - UNI EN 13477-2:2010 - UNI EN ISO 16810:2014 - RILEM TC 127 MS D.5 - EN 13554:2011.</p>
<b>C.26</b>	<p><b>INDAGINE RADAR.</b> Acquisizione dei dati per la registrazione digitale dei segnali elettromagnetici riflessi: gli impulsi generati in superficie si propagano in profondità, dove vengono riflessi dalle discontinuità presenti e captati da un'antenna ricevente, amplificati e quindi registrati su supporto digitale. Investigazione avviene lungo percorsi lineari longitudinali lungo i muri perimetrali, utilizzando un'antenna di frequenza 100-1500 MHz. Elaborazione dei dati mediante operazioni matematiche sui segnali riflessi (filtraggi, attenuazioni e migrazioni) allo scopo di eliminare i disturbi ed evidenziare e potenziare le parti utili dei segnali, al fine di ottenere una sezione (radargramma) dell'area investigata con le tracce delle discontinuità identificate. Interpretazione dei radargrammi per ricavare la sezione del materiale indagato, nella quale orizzontalmente è rappresentato in scala il percorso coperto dall'antenna lungo la superficie investigata, e verticalmente la profondità indagata. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - RILEM TC 127-MS.</p>

## D - PROVE E CONTROLLI SU LEGNO

Pos.	Descrizione
<b>D.1</b>	<p><b>PROVA PENETROMETRICA SU LEGNO</b> per valutarne le proprietà meccaniche. Infissione di una sonda in acciaio temprato rettificato (durezza 60 Rockwell) a sezione circolare di diametro 2,5 mm e punta troncoconica, mediante strumento Wood Pecker-Eurosit®. Esecuzione consequenziale di 5 colpi di battuta con energia di percussione pari a 2,207 Nm e misurazione della penetrazione del puntale tramite deformometro Baker®. Massima profondità di penetrazione: 40 mm. Ripetizione della prova in 9 punti su un'area 5cm x 5cm; Restituzione del rapporto di prova con documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine e riepilogo in forma grafica e tabellare. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 – ASTM D 3507 – UNI 11119:2004 – UNI 11035:2010.</p>
<b>D.2</b>	<p><b>ANALISI RESISTOGRAFICA</b> per individuare le variazioni di densità interne al legno, lungo un percorso preso in esame. Perforazione tramite punta sottile di lunghezza 30 cm dotata di movimento combinato di rotazione e di avanzamento a velocità costante. Stima della resistenza opposta alla perforazione tramite strumento Res-ImI®. Restituzione grafica del profilo di densità, riportando in ordinata la resistenza e in ascissa la profondità di penetrazione. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 – UNI 11119:2004 – UNI 11035:2010.</p>
<b>D.3</b>	<p><b>ANALISI VIDEOENDOSCOPICA</b> per ottenere informazioni circa lo stato visibile di conservazione del materiale ligneo e/o la stratigrafia all'appoggio. Esecuzione di rilievo endoscopico per mezzo di apparecchiatura rigida a fibre ottiche Fort-Fibre® (diametro 6 mm - lunghezza 100 cm), da eseguirsi su apposite forature già predisposte (diametro 12-24 mm). Acquisizione mediante fotocamera digitale Nikon® di filmato digitale (max 40 s) o di immagini digitali (min. n° 2). Restituzione con documentazione fotografica e descrizione dei particolari osservati. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Raccomandazione ICR-CNR Normal 42/93 - UNI 11119:2004.</p>
<b>D.4</b>	<p><b>ANALISI ULTRASONICA</b> per valutare l'omogeneità del legno. Generazione di <u>n. 3 impulsi</u> ultrasonici per trasparenza a mezzo di trasduttori elettroacustici con dispositivo di sincronismo del segnale di partenza. Rilevazione dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione ultrasonica mediante accelerometro. Calcolo della velocità di propagazione dell'impulso ultrasonico analizzando, tramite oscilloscopio, l'arrivo del primo fronte d'onda. Restituzione in tabella con determinazione del valore medio. DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - EN 12668:2013 - EN 13554:2011 - Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 42/93 e 22/86 - UNI EN 12504-4:2005 - UNI EN 1330-9:2017 - UNI EN 13477-2:2010 - UNI EN ISO 16810:2014 - RILEM TC 127 MS D.5.</p>
<b>D.5</b>	<p><b>ISPEZIONE VISIVA</b> per l'identificazione, la localizzazione e la descrizione delle zone critiche e dello stato di degrado, mediante osservazione diretta delle parti accessibili dell'elemento, mettendo in evidenza difetti e alterazioni (nodi, fessurazioni, deviazione della fibratura, lesioni e smussi, ecc.). E' compresa la classificazione secondo la resistenza, con le modalità di misurazione delle caratteristiche quantificabili sugli elementi strutturali lignei ai sensi della Norma UNI 11119:2004.</p>
<b>D.6</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE LIGNEO</b> secondo la Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80. Sono compresi gli oneri per la campionatura, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p>
<b>D.7</b>	<p><b>OSSERVAZIONE ALLO STEREOMICROSCOPIO</b> su campione tal quale consentire una descrizione macroscopica mineralogico-petrografica, preliminare all'analisi su sezione sottile.</p>
<b>D.8</b>	<p><b>STUDIO MORFOANATOMICO</b> allo stereomicroscopio e su preparato istologico al microscopio ottico da biologia, per il riconoscimento dell'essenza lignea.</p>
<b>D.9</b>	<p><b>ANALISI DEI BIODETERIOGENI</b> invertebrati e agenti biotici di degrado del legno, mediante studio allo stereomicroscopio.</p>

Pos.	Descrizione
<b>D.10</b>	<p><b>ANALISI TERMO-IGROMETRICA SU LEGNO</b> per la verifica della presenza di anomalie termiche e/o igrometriche superficiali. Misurazione in 3 punti della temperatura e del tenore superficiale d'acqua, espresso in valori equivalenti dell'umidità del legno (%WME), tramite strumentazione portatile elettronica Protimeter®, con funzionamento basato sul principio della conducibilità elettrica. Restituzione in tabella dei valori misurati calcolo del valore medio. Riferimento: Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 5/87 - UNI 11119:2004 – Uni 9091-4:1989.</p>
<b>D.11</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE LIGNEO E PROVA FRATTOMETRICA</b>  <b>Microcarotaggio nell'elemento strutturale ligneo</b>, tramite succhiello di Pressler, ossia sonda incrementale azionabile a mano, con trivella a doppio filetto in acciaio ad alta resistenza, per il prelievo di carota di diametro 5 mm.  <b>Prova frattometrica</b> per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del legno. Applicazione di forza crescente fino alla rottura del campione ligneo, mediante frattometro meccanico con azionamento a leva, con restituzione del momento flettente e dell'angolo di flessione ultimi.  Riferimenti: UNI 11119:2004.</p>
<b>D.12</b>	<p><b>ANALISI TERMOGRAFICA ALL'INFRAROSSO</b> per l'individuazione e la localizzazione in modo non distruttivo di eventuali fenomeni di degrado: discontinuità, lesioni, cavità, fenomeni di umidità, ecc.  <b>Acquisizione dei termogrammi</b> condotta con strumentazione portatile tipo longwave sensibile all'infrarosso operante nella banda 8-12 micron, previa misura in campo dei parametri ambientali di temperatura e umidità dell'aria, secondo le Norme UNI EN 15758:2010 e UNI EN 16242:2013.  <b>Elaborazione computerizzata</b> dei termogrammi con visualizzazione distributiva delle temperature superficiali e verifica della temperatura dei materiali individuati.  <b>Restituzione tecnico-grafica</b> mediante rapporto termografico, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 10824-9:2009 - UNI EN 13187:2000 e ISO 6781:1983 completo di immagini all'infrarosso, documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine, condizioni termoigrometriche ambientali e relazione tecnica riepilogativa.  Riferimenti: ASTM C 1060 – ASTM C 1153 - UNI 11119:2004.</p> <p style="text-align: right;"><i>Su particolari di dimensione max 2 m<sup>2</sup>  Su grandi superfici (min 100 m<sup>2</sup>)</i></p>

## E - PROVE E CONTROLLI SU SOLAIO

Pos.	Descrizione
<b>E.1</b>	<p><b>PROVA DI CARICO SU SOLAIO CON SERBATOIO D'ACQUA</b> per la verifica del comportamento deformativo del solaio, sottoponendo l'elemento strutturale a carichi di prova di intensità tale da indurre, simulando le azioni variabili di esercizio, le massime sollecitazioni previste a progetto. Calcolo del carico equivalente in considerazione della variazione di impronta, della luce parzialmente caricata e della collaborazione trasversale. Posa del/dei serbatoio/i (3mx5m e/o 3mx6m), misurazione degli ingombri relativi nel locale, installazione di n. 5 trasduttori di spostamento potenziometrici millesimali collegati a centralina di acquisizione e registrazione dati (data-logger). Riempimento graduale del serbatoio d'acqua fino al carico equivalente prestabilito; lettura e registrazione delle deformazioni ogni 5 minuti durante le fasi di carico, di mantenimento del carico (2-3 ore), di scarico e di rientro (1-2 ore) per l'osservazione della deformazione residua.</p> <p>Incremento di carico fino al raggiungimento di uno dei seguenti limiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>carico di prova equivalente al carico di progetto</li> <li>freccia dovuta al sovraccarico pari a 1/1000 della luce</li> <li>non proporzionalità tra carichi e deformazioni (linearità &lt; 85%)</li> <li>formazione di lesioni, deformazioni o dissesti</li> </ul> <p>Sono compresi gli oneri per il montaggio e lo smontaggio delle attrezzature, per l'acquisizione dei dati e per il rilievo fotografico durante la prova. Riferimenti: DM 14.1.2008 (NTC) - Circolare Min. n° 617/2009.</p> <p style="text-align: center;"><i>con n. 1 serbatoio (3x5m o 3x6m), carico fino a 300 daN/m<sup>2</sup></i>  <i>con n. 1 serbatoio (3x5m o 3x6m), carico superiore a 300 daN/m<sup>2</sup></i>  <i>con n. 2 serbatoi in linea o in parallelo, carico fino a 300 daN/m<sup>2</sup></i>  <i>con n. 2 serbatoi in linea o in parallelo, carico superiore a 300 daN/m<sup>2</sup></i>  <i>per ogni trasduttore potenziometrico aggiuntivo (max n° 15)</i>  <i>per fase di rientro superiore a 2 ore (giorno successivo)</i></p>
<b>E.2</b>	<p><b>PROVA DINAMICA SU SOLAIO</b> per la stima della rigidezza flessionale. Generazione di un'oscillazione mediante percussione a massa battente di impulso e rilievo delle vibrazioni smorzate attraverso un geofono triassiale collocato sul solaio. Elaborazione dei dati con interpretazione mediante la teoria dell'elasticità: analisi in frequenza dei segnali accelerometrici in trasformata di Fourier e individuazione della frequenza del primo modo di vibrare. Analisi numerica del comportamento dinamico del solaio con stima del fattore <math>f_{2L4} = k EJ</math> essendo f la prima frequenza libera, L la luce, E il modulo elastico, J il momento d'inerzia e k una costante di proporzionalità. Riferimenti: UNI 9916:2004, UNI 9614:1990, UNI ISO 5347:1993, DIN 4150-3:1999, BS 7385-1:1990.</p>
<b>E.3</b>	<p><b>PROVA DI CARICO A TIRO SU ELEMENTO DI COPERTURA</b> per la verifica del comportamento deformativo, sottoponendo l'elemento strutturale a carichi di prova di intensità tale da indurre, simulando le azioni variabili di esercizio, le massime sollecitazioni previste a progetto. Applicazione di forze statiche concentrate ripetute attraverso n.2 martinetti oleodinamici opportunamente ancorati alla pavimentazione mediante tasselli. Installazione di n. 5 trasduttori di spostamento potenziometrici millesimali collegati a centralina di acquisizione e registrazione dati (data-logger). Applicazione del carico con effettuazione di 4 cicli di carico e scarico e rilevazione delle relative deformate. Incremento di carico fino al raggiungimento di uno dei seguenti limiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>carico di prova equivalente al carico di progetto - freccia dovuta al sovraccarico pari a 1/500 della luce - non proporzionalità tra carichi e deformazioni (linearità &lt;85%) - ripetibilità tra i cicli &lt; 95% - permanenza, ossia rapporto tra residuo e freccia massima, &gt;5% - formazione di lesioni, deformazioni o dissesti tali da compromettere la sicurezza della struttura. Sono compresi gli oneri per il montaggio e smontaggio delle attrezzature, per l'acquisizione dei dati e per il rilievo fotografico durante la prova.</li> </ul>
<b>E.4</b>	<p><b>ANALISI TERMOGRAFICA ALL'INFRAROSSO</b> per l'individuazione e la localizzazione in modo non distruttivo lo scheletro strutturale, l'orditura dei solai, la presenza dei rompitratta, nonché la presenza di infiltrazioni e stati particolarmente ammalorati sintomatici del deperimento dei laterizi.</p>

Pos.	Descrizione
	<p><b>Acquisizione dei termogrammi</b> condotta con strumentazione portatile tipo longwave sensibile all'infrarosso operante nella banda 8-12 micron, previa misura in campo dei parametri ambientali di temperatura e umidità dell'aria, secondo le Norme UNI EN 15758:2010 e UNI EN 16242:2013.</p> <p><b>Elaborazione computerizzata</b> dei termogrammi con visualizzazione distributiva delle temperature superficiali e verifica della temperatura dei materiali individuati.</p> <p><b>Restituzione tecnico-grafica</b> mediante rapporto termografico, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 10824-9:2009 - UNI EN 13187:2000 e ISO 6781:1983 completo di immagini all'infrarosso, documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine, condizioni termoigrometriche ambientali e relazione tecnica riepilogativa.</p> <p>Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 – ASTM C 1060 – ASTM C 1153.</p> <p style="text-align: right;"><i>Su particolari di dimensione max 2 m<sup>2</sup></i> <i>Su grandi superfici (min 100 m<sup>2</sup>)</i></p>
<b>E.5</b>	<p><b>ANALISI COSTRUTTIVA MEDIANTE MICRODEMOLIZIONE</b> per definire le tipologie dei solai o intradossi presenti. In particolare vengono rilevate le caratteristiche geometriche dei componenti dei solai (travetti, pignatte, intonaco, strutture d'intradosso, ecc.) valutando la presenza di vulnerabilità tecnologiche e lo stato di conservazione degli impalcati.</p>
<b>E.6</b>	<p><b>ANALISI VIDEOENDOSCOPICA</b> per ottenere informazioni circa lo stato visibile di conservazione dei materiali e la stratigrafia del solaio. Esecuzione di rilievo endoscopico per mezzo di apparecchiatura rigida a fibre ottiche Fort-Fibre® (diametro 6 mm - lunghezza 100 cm), da eseguirsi su apposite forature già predisposte (diametro 12-24 mm). Acquisizione mediante fotocamera digitale Nikon® di filmato digitale (max 40 s) o di immagini digitali (min. n° 2). Restituzione con documentazione fotografica e descrizione dei particolari osservati. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Raccomandazione ICR-CNR Normal 42/93.</p>
<b>E.7</b>	<p><b>ANALISI PRELIMINARE DELLO SFONDELLAMENTO DEL PLAFONE</b> per individuare in prima istanza, mediante battitura manuale, eventuali distacchi di intonaco e/o fenomeni di sfondellamento. Sollecitazione del plafone con colpi regolari mediante un'asta in alluminio cava con testa piena: l'anomalia del rumore di risposta è indice di presenza di distacco di intonaco e/o di fenomeno dello sfondellamento. Questa operazione di scrematura permette di controllare l'intera superficie e affinare la diagnosi con la successiva fase "analisi con metodo strumentale".</p>
<b>E.8</b>	<p><b>ANALISI STRUMENTALE DELLO SFONDELLAMENTO DEL PLAFONE (ASCULTAZIONE SONICA SUPERFICIALE)</b> per rilevare eventuali distacchi di intonaco e/o fenomeni di sfondellamenti, valutando l'omogeneità ed il grado di discontinuità della superficie intradossale del solaio. Generazione di impulsi sonici attraverso la percussione con martello strumentato con dispositivo di sincronismo del segnale di partenza. Rilevazione dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione sonica, mediante un accelerometro a distanza costante. Calcolo della velocità di propagazione dell'impulso sonico analizzando, tramite oscilloscopio, l'arrivo del primo fronte d'onda. Restituzione dei valori misurati con elaborazione computerizzata per rappresentare graficamente planimetrie con retinature di colori differente, in funzione della velocità sonica. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 - Linee Guida C.S.L.P. per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008) - EN 12668:2013 - EN 13554:2011 - Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 42/93 - UNI EN 12504-4:2005 - UNI EN 1330-9:2017 - UNI EN 13477-2:2010 - UNI EN ISO 16810:2014 - ASTM C 597 - NF P 18-418.</p>

## F - PROVE IN FONDAZIONE

Pos.	Descrizione
<b>F.1</b>	<p><b>PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE MASW 30</b> per valutare la stratigrafia di velocità delle onde S nei primi metri di terreno e stimare la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio (Vs30). Posizionamento del sistema di acquisizione dati composta da n. 1 sismografo multicanale e n. 24 (o 12) geofoni a 4,5 Hz allineati a passo costante. Energizzazione mediante mazza o fucile sismico per produrre il treno d'onde superficiali a banda larga; monitoraggio del rumore, acquisizione dati ed elaborazione del sismogramma con stima del Vs30. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009.</p>
<b>F.2</b>	<p><b>INDAGINE GEORADAR</b> per definire l'assetto geometrico delle fondazioni, localizzare corpi interrati ed individuare strutture murarie e cavità (cripte, loculi, camere sepolcrali, ecc.). Acquisizione dei dati per la registrazione digitale dei segnali elettromagnetici riflessi: gli impulsi generati in superficie si propagano in profondità, dove vengono riflessi dalle discontinuità presenti e captati da un'antenna ricevente, amplificati e quindi registrati su supporto digitale. Investigazione in situ con antenna di frequenza 100 MHz - 1,5 GHz lungo percorsi lineari longitudinali e trasversali, a distanza non superiore a 200 cm, in modo da tracciare un reticolo a maglia rettangolare. Elaborazione dei dati mediante operazioni matematiche sui segnali riflessi (filtraggi, attenuazioni e migrazioni) allo scopo di eliminare i disturbi ed evidenziare e potenziare le parti utili dei segnali, al fine di ottenere una sezione (radargramma) dell'area investigata con le tracce delle discontinuità identificate. Rappresentazione grafica mediante mappe bidimensionali con espressi i valori di riflettività relativa. Riferimento: RILEM TC 127-MS.D.3.</p>
<b>F.3</b>	<p><b>TOMOGRAFIA ELETTRICA DI SUPERFICIE</b> per la ricostruzione indiretta delle principali litologie del terreno in fondazione, verificando lo stato dei materiali e/o evidenziando possibili anomalie e/o aree di dissesto o cedevoli. In dettaglio, viene misurato il valore di resistività elettrica (ovvero la capacità del materiale ad opporsi al flusso di corrente) lungo sezioni 2D o volumi 3D, in considerazione del fatto che alterazioni dello stato dei materiali (porosità, contenuto d'acqua, mineralogia) provocano sensibili differenze nei livelli di conducibilità/resistività elettrica registrati. L'indagine viene realizzata costruendo di fatto un piccolo circuito elettrico di superficie; l'area da indagare è perimetrata attraverso una serie di cavi accoppiati al terreno con picchetti di acciaio lunghi circa 20 cm (elettrodi). La prospezione consiste nell'immettere corrente al suolo attraverso una prima coppia di elettrodi (dipolo energizzante) e nella successiva misura della differenza di potenziale su una seconda coppia di elettrodi (dipolo di misura). Restituzione tramite rappresentazioni bidimensionali/tridimensionali ad alta risoluzione delle caratteristiche elettriche dei materiali attraversati.</p>
<b>F.4</b>	<p><b>SCAVO FONDAZIONALE.</b> Esecuzione di indagine specifica eseguita mediante scavo esplorativo, manuale o meccanico, per la determinazione delle geometrie, dei materiali e dello stato di conservazione del sistema fondazionale, incluso il ripristino degli scavi con il materiale prelevato; rilievo e graficizzazione del particolare, schemi grafici e foto documentative. Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009.</p>

## G – ANALISI DI INTONACO

Pos.	Descrizione
<b>G.1</b>	<p><b>ANALISI TERMOGRAFICA ALL'INFRAROSSO</b> per l'individuazione e la localizzazione in modo non distruttivo di eventuali fenomeni di degrado: distacchi, anomalie costruttive, preesistenze strutturali, discontinuità, lesioni, cavità, canne fumarie e condotti di ventilazione, ponti termici, fenomeni di umidità da risalita capillare, condensa, infiltrazioni, ecc.</p> <p><b>Acquisizione dei termogrammi</b> condotta con strumentazione portatile tipo longwave sensibile all'infrarosso operante nella banda 8-12 micron, previa misura in campo dei parametri ambientali di temperatura e umidità dell'aria, secondo le Norme UNI EN 15758:2010 e UNI EN 16242:2013.</p> <p><b>Elaborazione computerizzata</b> dei termogrammi con visualizzazione distributiva delle temperature superficiali e verifica della temperatura dei materiali individuati.</p> <p><b>Restituzione tecnico-grafica</b> mediante rapporto termografico, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 10824-9:2009 - UNI EN 13187:2000 e ISO 6781:1983 completo di immagini all'infrarosso, documentazione fotografica, localizzazione dell'indagine, condizioni termoigrometriche ambientali e relazione tecnica riepilogativa.</p> <p>Riferimenti: DM 17.1.2018 (NTC18) - Circolare Min. n° 617/2009 – ASTM C 1060 – ASTM C 1153.</p> <p style="text-align: right;"><i>Su particolari di dimensione max 2 m<sup>2</sup> Su grandi superfici (min 100 m<sup>2</sup>)</i></p>
<b>G.2</b>	<p><b>PRELIEVO DI CAMPIONE</b> secondo la Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 3/80. Sono compresi gli oneri per la campionatura, il trasporto in laboratorio e l'acquisizione fotografica.</p>
<b>G.3</b>	<p><b>OSSERVAZIONE ALLO STEREOMICROSCOPIO</b> su campione tal quale consentire una descrizione macroscopica mineralogico-petrografica, preliminare all'analisi su sezione sottile.</p>
<b>G.4</b>	<p><b>ANALISI PETROGRAFICA IN SEZIONE SOTTILE</b> per la caratterizzazione mineralogica del materiale atta a fornire indicazioni qualitative sulla sua natura chimico-petrografica e sullo stato di conservazione: composizione mineralogica dell'aggregato, morfologia e granulometria, composizione e caratterizzazione della matrice legante, porosità dell'impasto e percentuale dei pori. Allestimento della sezione sottile secondo la Norma UNI 10922:2001 e osservazione al microscopio ottico polarizzatore in luce trasmessa. Restituzione con descrizione quali-quantitativa, completa di microfotografie. Riferimenti: Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 10/82, 12/83 e 14/83 - UNI 10924:2001 - UNI 10922:2001 – UNI 11176:2006.</p>
<b>G.5</b>	<p><b>ANALISI STRATIGRAFICA SU SEZIONE LUCIDA</b> per individuare la sequenza dei differenti strati del paramento ed eventuali prodotti di neoformazione. Allestimento della sezione lucida trasversale secondo la Norma UNI 10922:2001 e osservazione al microscopio ottico in luce riflessa. Restituzione, completa di microfotografie, con descrizione degli strati, misurazione degli spessori e identificazione della natura nei limiti della semplice osservazione visiva e mineralogica. Riferimenti: Raccomandazioni CNR-ICR NorMaL 12/83 e 14/83 - UNI 10945:2001 - UNI 10922:2001.</p>
<b>G.6</b>	<p><b>ANALISI TERMOGRAVIMETRICA DIFFERENZIALE (TG-DTA)</b> per la definizione semiquantitativa della natura chimica del campione.</p>
<b>G.7</b>	<p><b>POROSIMETRIA A MERCURIO</b> per l'analisi della distribuzione dei pori in funzione del loro diametro, secondo la Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 4/80.</p>
<b>G.8</b>	<p><b>SPETTROFOTOMETRIA ALL'INFRAROSSO (FT-IR)</b> in trasformata di Fourier, per il riconoscimento dei trattamenti superficiali, dei prodotti di alterazione e dei depositi atmosferici con relativi spettri di assorbimento alla radiazione infrarossa.</p>
<b>G.9</b>	<p><b>CALORIMETRIA DIFFERENZIALE A SCANSIONE (DSC)</b> per la determinazione qualitativa dei leganti nelle pitture.</p>

Pos.	Descrizione
<b>G.10</b>	<b>MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE (SEM)</b> di sezione lucida con descrizione morfologica degli strati e microanalisi in dispersione d'energia (EDS) degli elementi presenti, secondo La Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 8/81.
<b>G.11</b>	<b>SPETTRICOLORIMETRIA Lab</b> per la misura del colore, identificando le coordinate cromatiche nel sistema CIE (1931) o L*a*b (1976), mediante misura a riflettanza con spettrofotometro portatile, dotato di sistema di illuminazione diffusa con campospettrale 400-700 nm. Per ogni punto di misura si prevedono n. 3 determinazioni per l'identificazione del valore medio, secondo la Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 43/93.
<b>G.12</b>	<b>DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD)</b> per l'identificazione qualitativa delle principali fasi cristalline presenti nel materiale e negli eventuali prodotti di alterazione con relativi spettri di diffrazione. Riferimento: Raccomandazione CNR-ICR NorMaL 34/91.
<b>G.13</b>	<b>PROVA DI ADERENZA AL SUPPORTO (PULL-OFF)</b> per misurare la resistenza a trazione di malte, intonaci, fibre e sistemi di protezione superficiale, utilizzati per la protezione e la riparazione delle strutture. Incisione circolare fino a interessare il substrato, mediante flessibile o carotiere di diametro 50 mm. Applicazione della pastiglia metallica di aderenza tramite adesivo a presa rapida. Estrazione del campione mediante martinetto idraulico 10 ton e corsa 50 mm, dotato di manometro digitale, il quale esercita la forza contrastata da distanziale a 3 appoggi. Riferimenti: UNI EN 1015-12:2016 - UNI EN 1348:2008 - UNI EN 1542:2000 – UNI EN ISO 4624:2016.

## H – MONITORAGGIO AMBIENTALE E STRUTTURALE

Pos.	Descrizione
<b>H.1</b>	Noleggio di <b>TRASDUTTORE RETTILINEO DI POSIZIONE</b> di tipo potenziometrico, completamente stagno (grado di protezione IP 67) per ambienti umidi e bagnati con immersione temporanea, secondo la Norma CEI EN 60529:1997, custodia in acciaio inossidabile AISI 304, risoluzione 0,001 mm, linearità 0,1% f.s., corsa 20 mm, segnale in uscita 4-20 mA, albero di trascinamento in titanio e acciaio inossidabile con molla di ritorno, temperatura d'esercizio -30° +80°C.
<b>H.2</b>	Noleggio <b>CLINOMETRO con sensore biassiale</b> di tipo capacitivo <b>con microcontrollore</b> per la linearizzazione del segnale e la compensazione termica automatica. Campo di misura +/- 5°, risoluzione 0,003°, allineamento mediante viti calanti e 2 livelle a bolla, segnale in uscita 4-20 mA, temperatura d'esercizio -40 +80°C, grado di protezione IP 67 per ambienti umidi e bagnati con immersione temporanea, secondo la Norma CEI EN 60529:1997.
<b>H.3</b>	Noleggio <b>SONDA DI TEMPERATURA ARIA</b> con termoresistenza al platino (PT100) classe B, risoluzione < 0,1°C, temperatura di funzionamento -50° +80°C, alimentazione in tensione 12 Vdc, segnale in uscita 4-20 mA, completa di condizionatore di segnale, grado di protezione IP 67 (ambienti umidi e bagnati con immersione temporanea), secondo la Norma CEI EN 60529:1997.
<b>H.4</b>	Noleggio <b>SONDA DI TEMPERATURA A PARETE</b> con termoresistenza al platino (PT100) classe B, risoluzione < 0,1°C, temperatura di funzionamento -50° +80°C, alimentazione in tensione 12 Vdc, segnale in uscita 4-20 mA, completa di condizionatore di segnale, grado di protezione IP 67 (ambienti umidi e bagnati con immersione temporanea), secondo la Norma CEI EN 60529:1997.
<b>H.5</b>	Noleggio <b>IGROMETRO ELETTRONICO</b> con sensore di tipo capacitivo, campo di misura 5-99% RH, range di umidità operativa 0-100%, temperatura di funzionamento -40°C +80°C, isteresi <1,5% RH, segnale in uscita 4-20 mA, completo di condizionatore di segnale, grado di protezione IP 67 (ambienti umidi e bagnati con immersione temporanea), secondo la Norma CEI EN 60529:1997.
<b>H.6</b>	Noleggio sensore combinato <b>DIREZIONE - VELOCITÀ DEL VENTO con termostato e microcontrollore</b> per la linearizzazione del segnale e la compensazione termica automatica. Principio di funzionamento: anemometro a 3 coppe e banderuola; sensore di velocità: disco optoelettronico; sensore di direzione: potenziometrico a filo da 2000 ohm; alloggiamento: alluminio anodizzato a spessore e verniciato con resina epossidica; alimentazione 12/24 Vdc; uscita normalizzata 4-20 mA; campo di misura 0-360°; grado di protezione IP 65 secondo la Norma CEI EN 60529:1997.
<b>H.7</b>	Noleggio <b>DATA-LOGGER 4 CANALI analogici</b> , funzionamento in continuo a 12 Vdc con alimentazione esterna 220V, operatività con temperatura -30°+70°C, umidità relativa 0-95%, conversione A/D 12 bit, registrazione fino a 12.000 eventi con segnale in corrente 0-20 mA oppure in tensione 0-1 V, 0-2 V e 0-5 V, programmazione dell'intervallo di registrazione da 10 s a 1 giorno, custodia in metallo con chiave universale.
<b>H.8</b>	Noleggio <b>DATA-LOGGER 8 CANALI analogici + 2 canali digitali</b> , funzionamento in continuo a 12-18 V con alimentazione esterna 220V, batteria tampone 7Ah, operatività con temperatura -20°+70°C, umidità relativa 0-95%, conversione A/D 12 bit, registrazione fino a 38.400 eventi con segnale in corrente 0-20 mA, 4-20 mA e 0-10 mA oppure in tensione 0-10 mV, 0-100 mV, 0-1 V e 0-5 V, programmazione dell'intervallo di registrazione, uscita per modem telefonico e GSM.
<b>H.9</b>	Noleggio <b>DATA-LOGGER 22 CANALI analogici + 2 canali digitali</b> , funzionamento in continuo a 12-18 V con alimentazione esterna 220V, batteria tampone 7Ah, operatività con temperatura -20°+70°C, umidità relativa 0-95%, conversione A/D 12 e 16 bit, registrazione fino a 38.400 eventi con segnale in corrente 0-20 mA, 4-20 mA e 0-10 mA oppure in tensione 0-10 mV, 0-100 mV, 0-1 V e 0-5 V, programmazione dell'intervallo di registrazione, uscita per modem telefonico e GSM.

Pos.	Descrizione
<b>H.10</b>	<b>INSTALLAZIONE</b> della strumentazione di monitoraggio, (localizzazione definita a priori dalla D.L.) programmazione e inizializzazione.
<b>H.11</b>	<b>SERVIZIO DI GESTIONE E CONTROLLO</b> con <u>sopralluoghi periodici</u> per lo scarico dei dati dal data-logger con collegamento a computer portatile, acquisizione con specifico software di interfaccia. <b>Servizio di elaborazione e restituzione dati</b> <u>in Rapporti di Prova periodici</u> , inviati mediante posta elettronica in formato pdf.

## I – MONITORAGGIO VIBRAZIONI, ODORE E RUMORE

Pos.	Descrizione
<b>I.1</b>	<p><b>ANALISI VIBRAZIONALE</b> per il rilievo dei fenomeni vibratorii sull'edificio, generate all'interno o all'esterno dello stesso. Installazione di un sistema portatile di acquisizione e di registrazione, composto da un geofono triassiale con tre trasduttori ortogonali per la misura della velocità di vibrazione. Operatività con temperatura -40° +90°C; risposta di frequenza 2-250 Hz; range di misura sismica 0-250 mm/s; sensibilità 27,5 V/m/s.</p> <p><b>Programmazione e inizializzazione</b> del sistema con impostazione del trigger, la soglia ed il tempo di registrazione dei dati, secondo le indicazioni della Committenza e/o D.L.</p> <p><b>Acquisizione dati per un periodo</b> prestabilito.</p> <p><b>Elaborazione dei dati registrati e analisi degli eventi vibrazionali più significativi</b>, con calcolo della velocità e della frequenza di picco delle particelle mediante analisi di Fourier.</p> <p><b>Valutazione dei livelli vibratorii</b> per la stima degli effetti diretti delle vibrazioni sull'edificio, con riferimento alla risposta strutturale ed all'integrità architettonica, mediante comparazione con i valori di riferimento previsti dalle principali normative europee. Riferimenti: UNI 9916:2004 - UNI 11048:2003 - UNI EN ISO 5349-2:2004 - DIN 4150-3:1999 - BS 7385-2:1993 - BS 5228-4:1992 - SN 640312:1992 - UNI 9614:1990.</p>
<b>I.2</b>	<p><b>ANALISI DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA</b> per lo studio dei requisiti acustici passivi degli edifici. Acquisizione fonometrica dei livelli di rumore. Restituzione ed elaborazione dati con analisi numerica per la determinazione dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (D2m,nT,w). Riferimenti: DPCM 5/12/97 - UNI 8270-7:1987 - L. 447/1995 - UNI EN ISO 140-5 - UNI EN ISO 717-1.</p>
<b>I.3</b>	<p><b>ANALISI DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI SOLAIO</b> per lo studio dei requisiti acustici passivi degli edifici. Acquisizione fonometrica dei livelli di rumore. Restituzione ed elaborazione dati con analisi numerica per la determinazione dell'indice del livello di rumore di calpestio normalizzato (Ln,w). Riferimenti: DPCM 5/12/97 - UNI 8270-7:1987 - L. 447/1995 - UNI EN ISO 140-7 - UNI EN ISO 717-2.</p>
<b>I.4</b>	<p><b>ANALISI DEI LIVELLI DI RUMORE GENERATI DAGLI IMPIANTI TECNOLOGICI</b> per lo studio dei requisiti acustici passivi degli edifici. Acquisizione fonometrica dei livelli di rumore. Restituzione ed elaborazione dati con analisi numerica per la determinazione del rumore prodotto dagli impianti tecnologici, in ambiente diverso da quello in cui il rumore si origina, secondo il DPCM 5/12/97.</p>
<b>I.5</b>	<p><b>ANALISI DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI PARTIZIONI INTERNE TRA AMBIENTI</b> per lo studio dei requisiti acustici passivi degli edifici. Acquisizione fonometrica dei livelli di rumore. Restituzione ed elaborazione dati con analisi numerica per la determinazione del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (Rw). Riferimenti: DPCM 5/12/97 - UNI 8270-7:1987 - L. 447/1995 - UNI EN ISO 140-4 - UNI EN ISO 717-1.</p>
<b>I.6</b>	<p><b>ANALISI ODORIGENA</b> per la quantificazione e caratterizzazione degli odori percepiti, mediante monitoraggio in continuo tramite sistema portatile di acquisizione e di registrazione, composto da sensori MOS termoregolati e software di gestione ed elaborazione chemiometrica.</p> <p><b>Programmazione e inizializzazione</b> del sistema con impostazione dei cicli misura e della pulizia sensori.</p> <p><b>Acquisizione e memorizzazione dati per un periodo</b> prestabilito con cadenza temporale di 100 secondi.</p> <p><b>Elaborazione dei dati registrati</b> mediante software di analisi multivariata secondo il Winmuster (chemiometria)</p> <p><b>Restituzione dati</b> mediante mappatura dell'emissione campionata e grafici di elaborazione esplicativi della costruzione dell'archivio di riferimento, in confronto con aria ambiente inodore; Calcolo della presenza temporale dell'odore rilevato nel periodo di monitoraggio (percentuale tempo-presenza oraria/giornaliera); Classificazione e riconoscimento della sorgente per ogni dispersione rilevata nel periodo di monitoraggio; espressione in UO<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> di ogni dispersione rilevata.</p> <p><b>Valutazione della tollerabilità e dell'eventuale molestia</b> dalle emissioni.</p>
<b>I.7</b>	<p><b>INDAGINE OLFATTIVA</b> per la misura della concentrazione di odore e confronto con condizioni di normalità e/o assenza di odore. Esecuzione di prelievi di aria mediante sacchetti di Nalophan e pompa a depressione. Test</p>

Pos.	Descrizione
	di olfattometria dinamica eseguito presso laboratorio universitario tramite rilevazione diretta impiegando un panel di rinoanalisti qualificati. Report delle concentrazioni di odore espresso in in UO <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> con valutazione sulla qualità dell'aria. Riferimenti: UNI-EN 13725.

## J – MONITORAGGIO ESPOSIZIONE AL RADON

Pos.	Descrizione
<b>J.1</b>	<p><b>RILIEVO PASSIVO DELL'ESPOSIZIONE AL RADON 222</b> secondo quanto previsto dal D. Lgs. 241/2000, con <b>monitoraggio annuale</b> mediante l'utilizzo di dosimetri passivi a tracce nucleari Rn-Test del tipo NRPB/SSI, con rivelatore di tracce nucleari CR-39.</p> <p>I rilevatori, la cui risposta è indipendente dalle condizioni ambientali, sono in grado di fornire un valore della concentrazione media di radon su lunghi periodi, da alcuni mesi ad un anno. Pertanto, tali dispositivi sono gli strumenti che meglio adempiono alle richieste della normativa italiana. I rivelatori portano inciso un codice univoco per poter essere archiviati per eventuali controlli.</p> <p>Il posizionamento e il ritiro dei dosimetri viene effettuato da personale specializzato secondo le Linee Guida citate. Annualmente si effettuano almeno due cicli di misure per evitare il fenomeno della sovraesposizione (esposizione ad alte concentrazioni per tempi troppo lunghi): i dosimetri vengono sostituiti dopo 3 mesi per valutare la necessità di incrementare il numero di cicli annuali.</p> <p>Allo scadere dei tempi d'esposizione previsti, il personale provvederà alla sostituzione o al ritiro dei dosimetri. Lo sviluppo e la lettura dei dosimetri viene eseguita mediante un programma d'analisi delle tracce nucleari provocate sul rivelatore dall'impatto con le particelle alfa emanate dal radon<sup>222</sup> e dai suoi figli.</p> <p>I risultati, espressi come concentrazione di radon in Bq/m<sup>3</sup>, verranno redatti in un certificato ufficiale per eventuali ulteriori adempimenti. Le certificazioni dei dosimetri passivi vengono effettuate da Laboratorio attrezzato ai sensi del D. Lgs. 241/2000 ed accreditato ARPA per le misure Gas Radon.</p>
<b>J.2</b>	<p><b>RILEVAZIONE ATTIVA DEL RADON 222</b> per l'analisi speditiva della presenza e della concentrazione di radiazioni ionizzanti negli ambienti. Dopo un <b>monitoraggio settimanale con</b> apparecchiatura a fotodiode, secondo il protocollo EPA 402 R92 dell'Agenzia Americana per l'Ambiente, l'algoritmo di controllo della catena di decadimento stima il valore medio a lungo termine.</p> <p>Installazione, programmazione e inizializzazione del sistema di acquisizione e registrazione dati; scarico dei dati e redazione del rapporto di prova, con riferimento alla Raccomandazione Euratom della Comunità Europea n. 143/90.</p>

## K – RILIEVO CON LASER SCANNER

Pos.	Descrizione
<b>K.1</b>	<p><b>RILIEVO GEOMETRICO 3D, ELABORAZIONE E RESTITUZIONE GRAFICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>OPERAZIONI PRELIMINARI:</b> posizionamento target di riferimento (scacchiere e/o sfere di collegamento tra laser scanner e strumentazione topografica o in comune a gruppi di scansioni) finalizzato all'allineamento e alla registrazione delle scansioni e quindi alla georeferenziazione locale della nuvola di punti.</li> <li>➤ <b>RILIEVO TOPOGRAFICO DI APPOGGIO:</b> realizzazione di poligonale topografica principale propedeutica alla definizione del sistema di riferimento assoluto del rilievo, realizzata con idonea strumentazione di precisione e circoscrivente le aree in oggetto.</li> </ul> <p><b>RILIEVO ARCHITETTONICO CON TECNOLOGIA LASER SCANNER 3D</b></p> <p><b>Fase 1 – Rilievo geometrico esterno ed interno dell'edificio,</b> mediante <i>scansione 3D</i>, con strumento laser a scansione a lunga portata (&gt;300m), idoneo a restituire nuvole di punti in coordinate spaziali X, Y, Z con coefficienti di riflettanza (scansioni in scala di grigio senza utilizzo di fotocamera). Il passo della maglia di scansione sarà compatibile con le dimensioni delle singole forme geometriche rilevate, in modo da garantire un rilievo dettagliato, e comunque non inferiore a 8mm/10m. Saranno eseguite scansioni interne ed esterne alle aree in oggetto in oggetto per l'acquisizione dei seguenti elementi o ambienti architettonici:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ...</li> <li>2. ...</li> <li>3. ...</li> </ol> <p><b>Fase 2 – Acquisizione di immagini fotografiche digitali ad alta risoluzione</b> delle porzioni maggiormente fessurate, anche mediante l'uso di <i>drone</i> per riprese aeree, su volte, coperture, facciate, ecc... (opzionale).</p> <p><b>Fase 3 – Elaborazione di dati geometrici 3D e di ortofoto digitali HD.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborazione preliminare dei dati topografici e calcolo con compensazione della poligonale d'appoggio.</li> <li>- Elaborazione dei dati del rilievo laser scanner per allineamento, registrazione e georeferenziazione delle scansioni.</li> <li>- Creazione della relativa nuvola di punti.</li> </ul> <p><b>Fase 4 – Restituzione grafica su supporto sia cartaceo (a colori) sia digitale (file .rcp) di:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produzione di elaborati tecnico architettonici in formato vettoriale in modalità filo di ferro bidimensionale dxf/dwg: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ...</li> <li>2. ...</li> <li>3. ...</li> </ol> <p><u>con i seguenti elementi caratterizzanti:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• scala di riduzione <b>1:50</b></li> <li>• rappresentazione <b>a filo di ferro</b> con elementi architettonici principali sullo sfondo</li> <li>• rappresentazione del <b>quadro fessurativo</b> principale</li> <li>• <b>quotatura</b> degli elementi architettonici primari</li> </ul> </li> <li>- Restituzione del rilievo per la visualizzazione, consultazione e interrogazione digitale oltre che per la condivisione all'interno di un gruppo di lavoro delle singole scansioni in vista panoramica con software libero.</li> <li>- Fornitura della nuvola di punti in idoneo formato (.rcp) per successiva realizzazione modello informatizzato BIM su base Revit.</li> </ul>