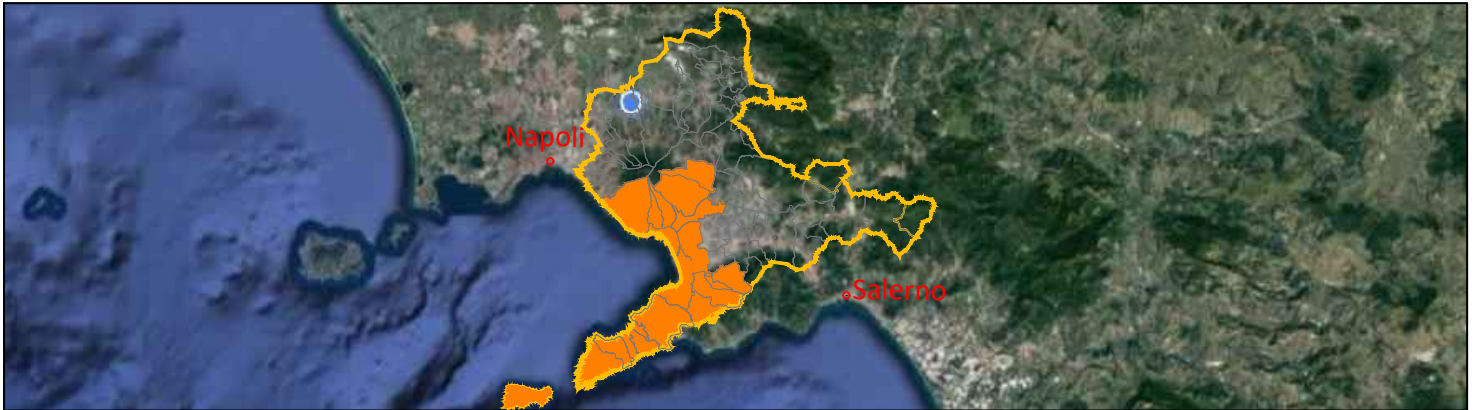


Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano
Legge 02/12/2015



Accordo quadro per l'affidamento dei servizi di ingegneria per le infrastrutture del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) di competenza della GORI S.p.A. ricadenti nel territorio dell'Ambito Distrettuale Sarnese-Vesuviano della Regione Campania - N.3 Lotti



Gruppo di progettazione
ing. Raimondo Nugnes
geom. Ernesto Fortunato

AQ.01

Elaborato:

EL.05

Scala:

/

Titolo:

**Disciplinare tecnico servizi
di modellazione delle strutture**

Rev	Motivo della revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Emissione per approvazione	Gennaio 2026			

Il DEC

Il Progettista

ing. Francesca D'Alia

Il R.U.P.

ing. Andrea Carotenuto

INDICE

1.	PREMESSA E DISPOSIZIONI GENERALI	2
1.1	Oggetto	2
1.2	Conoscenze preliminari e supporto fornito	2
1.3	Attività propedeutiche alla modellazione	3
2.	DETTAGLIO DELLE PRESTAZIONI DA FORNIRE	3
2.1	Accertamenti e indagini in sito.....	3
2.1.1	Prova sclerometrica	4
2.1.2	Prova sonica	5
2.1.3	Prova combinata sclerometro-ultrasuoni (metodo Sonreb)	5
2.1.4	Carotaggi e relative prove	5
2.1.5	Prova pacometrica	6
2.1.6	Prova di estrazione o pull-out	6
2.1.7	Misura del potenziale di corrosione	7
2.1.8	Prova di carbonatazione	7
2.2	Valutazione della vulnerabilità sismica	7

1. PREMESSA E DISPOSIZIONI GENERALI

1.1 Oggetto

Il presente Disciplinare Tecnico ha per oggetto la descrizione delle attività di verifica sismica, accertamenti ed indagini per il recupero strutturale delle opere del servizio idrico integrato gestite da GORI SpA.

Le prestazioni richieste, meglio dettagliate nel presente documento, sono le seguenti:

- rilievi, accertamenti ed indagini in sito;
- valutazione di vulnerabilità sismica delle opere del SII.

La gestione del servizio dovrà essere svolta con metodi e strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture (DM 560 del 1° dicembre 2017 coordinato con le modifiche apportate dal decreto MiMS n. 312 del 2 agosto 2021).

Il Servizio prevede la modellazione strutturale di opere attraverso la creazione di un modello digitale, integrando norme (NTC 2018), dati di indagine e codici di calcolo per garantire sicurezza, stabilità e conformità normativa, anche attraverso approcci BIM e l'uso di software specifici, documentando ogni fase in una relazione di calcolo dettagliata.

Per le strutture esistenti si dovrà definire e giustificare il modello (es. FEM) in base a indagini conoscitive e livelli di conoscenza (fattori di confidenza).

Nella definizione dei livelli di conoscenza (LC), si dovranno specificare i dati disponibili per definire i livelli di conoscenza e i relativi fattori di confidenza (C8.5.4 NTC 2018).

1.2 Conoscenze preliminari e supporto fornito

La Stazione Appaltante renderà disponibile tutta la documentazione in suo possesso relativamente alle reti e alle infrastrutture idrauliche interessate dalla modellazione.

Se disponibili, verranno forniti:

- Grafici dei manufatti e degli impianti;
- Elaborati strutturali con specifiche relative ai materiali;
- Certificati di collaudo statico (se esistenti);

Al fine di identificare al meglio le opere e garantire una modellazione delle stesse per quanto più accurata possibile, l'Appaltatore è tenuto, prima di procedere alla modellazione, ad eseguire una verifica della documentazione fornita in supporto e di tutto il materiale a disposizione ottenuto a valle delle attività di rilievo e indagini distruttive e non distruttive sulle opere in cemento armato.

Resta fermo e chiaro che tutte le informazioni fornite in supporto al Contraente dalla Stazione Appaltante

dovranno essere verificate a valle delle attività di rilievo e indagini, al fine di evitare refusi nella costruzione dei modelli di calcolo strutturale.

In particolare, l'attività di modellazione dovrà essere preceduta da un'accurata analisi di dettaglio delle opere, verificando eventuali incongruenze:

- Grafici architettonici e strutturali sia delle opere di fondazione che di quelle in elevazione;
- Definizione delle caratteristiche dei materiali (classe di resistenza del calcestruzzo e dell'acciaio).

1.3 Attività propedeutiche alla modellazione

Le indagini sulle opere e la successiva modellazione strutturale costituiscono attività propedeutiche e fondamentali per l'individuazione degli elementi critici e degli interventi volti a migliorarne il comportamento statico e sismico.

2. DETTAGLIO DELLE PRESTAZIONI DA FORNIRE

Prima di dare inizio all'esecuzione dei servizi, il Contraente dovrà predisporre un Piano di Lavoro, da sottoporre all'approvazione preventiva della Stazione Appaltante, comprendente gli elementi di riferimento necessari per garantire un corretto svolgimento delle prestazioni e comprensivo di piani e programmi di prove e indagini.

Tale documento dovrà altresì essere dettagliato ed esecutivo e dovrà riguardare le attività a carico del Contraente; dovrà essere redatto sulla base della metodologia, dell'organizzazione e del cronogramma proposto nell'ordine di lavoro.

Il servizio dovrà essere svolto tenendo conto delle attività condotte all'interno dei siti e pertanto i sopralluoghi e le varie attività operative dovranno essere ad esse subordinate, senza che il Contraente possa accampare alcuna pretesa per danni derivanti da eventuali impedimenti.

2.1 Accertamenti e indagini in sito

Il presente disciplinare prevede un set di accertamenti ed indagini tesi a porre le basi per il corretto sviluppo della valutazione di vulnerabilità sismica delle opere del SII.

Al fine di acquisire i dati necessari ad incrementare la conoscenza delle opere, potranno essere richieste le seguenti indagini strumentali dei materiali e delle strutture, propedeutiche alla valutazione della vulnerabilità sismica delle opere:

- Prova sclerometrica;
- Prova sonica;
- Prova combinata sclerometro-ultrasuoni (metodo Sonreb);
- Carotaggi e relative prove;
- Prova pacometrica;

- Prova di estrazione o pull-out;
- Misura del potenziale di corrosione.

Nei successivi paragrafi vengono descritte dettagliatamente le prove richieste. A decidere sulla tipologia ed il numero di indagini da espletare, salvo le specifiche disposizioni di legge, è il progettista che curerà peraltro di cercare il giusto compromesso tra le necessità cognitive e l'esborso indispensabile per l'esecuzione di una campagna di indagine esaustiva.

2.1.1 Prova sclerometrica

Tra le prove non distruttive, la più immediata è quella sclerometrica, la quale si basa sulla misura dell'indice di rimbalzo N, che conteggia l'energia elastica assorbita dalla superficie di calcestruzzo (sottoposto a prova) a seguito dell'impatto della massa standardizzata dell'apparecchio (sclerometro).

L'indice di rimbalzo, dal quale dipende il risultato della prova, è influenzato principalmente da:

- condizioni di umidità del calcestruzzo in superficie;
- presenza di uno strato superficiale carbonato;
- età del calcestruzzo;
- inclinazione dello strumento rispetto alla verticale;
- tipologia (dimensioni e natura) degli aggregati.

Poiché le misure sono influenzate dalle condizioni locali del punto d'impatto, prima di utilizzare lo sclerometro si dovrà osservare che la zona di prova sia priva di: forti porosità, rilevanti irregolarità; eventuale strato d'intonaco e/o di vernice, ferri d'armatura in prossimità della stessa. Inoltre, qualora la zona presenti uno strato di superficie degradato o irregolare, esso deve essere asportato (ad es., con uno smerigliatore) e la superficie di test deve quindi risultare pulita e lisciata. Operativamente, cioè, dovrà essere seguita la seguente procedura:

- esecuzione di un opportuno numero di battute all'interno della zona di misura, definendo preliminarmente una "griglia" e "battendo" perpendicolarmente al punto di prova; qualora lo strumento fosse inclinato, va segnato l'angolo d'inclinazione ed in base a tale angolo si deve modificare il valore ottenuto;
- calcolare il valore medio degli indici di rimbalzo N ed accettare il risultato se almeno l'80% dei valori non è "distante" dal valore medio per più di 6 unità.

Il report delle prove sclerometriche deve contenere una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in opportuna scala di rappresentazione. Per ciascuna area indagata devono essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, gli indici di rimbalzo di tutte le battute, il valore dell'indice di rimbalzo medio, la posizione dello strumento (verticale, orizzontale, inclinata) e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

2.1.2 Prova sonica

Nel caso del conglomerato cementizio il metodo ultrasonico è utilizzato per valutare l'omogeneità in situ e stimare la resistenza degli elementi strutturali.

Oltre che per la stima della resistenza meccanica del calcestruzzo, le prove ultrasoniche consentono di rilevare:

- il grado di omogeneità materiale;
- la presenza di vuoti, lesioni o discontinuità delle strutture;
- i difetti di getto;
- le eventuali variazioni di proprietà nel tempo causate dalla storia dell'elemento (manutenzione, sollecitazioni, degrado, ecc.).

La normativa di riferimento per le prove ultrasoniche è la UNI EN 12504-4:2005 "prove sul calcestruzzo nelle strutture – Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici".

In esito alle prove soniche il tecnico deve produrre una relazione contenente una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in opportuna scala di rappresentazione. Per ciascuna area indagata devono essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, le velocità misurate e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

2.1.3 Prova combinata sclerometro-ultrasuoni (metodo Sonreb)

Il metodo Sonreb consiste nella combinazione dei risultati dell'indagine ultrasonica e sclerometrica con l'obiettivo di ottenere risultati più attendibili sulla stima della resistenza a compressione del calcestruzzo. Il metodo consente di superare gli errori che si ottengono utilizzando separatamente il metodo sclerometrico, che è un metodo di indagine superficiale, e il metodo ultrasonico, che invece è un metodo di indagine volumetrico. In pratica la combinazione delle due tecniche di indagine permette di correlare la resistenza meccanica misurata in superficie (prova sclerometrica) con la tessitura strutturale in profondità (trasmissione ultrasuoni), coinvolgendo in definitiva l'intero corpo della struttura indagata.

Per il report dei risultati si può far riferimento a quanto richiesto separatamente per le singole prove ma, in aggiunta deve essere indicata, per ogni area di indagine la resistenza stimata del calcestruzzo ottenuta combinando i risultati dei due metodi mediante formule di letteratura, di comprovata validità, di cui si dovrà indicare il riferimento bibliografico.

2.1.4 Carotaggi e relative prove

La valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera si basa comunemente sulla determinazione della resistenza a compressione mediante una prova di compressione monoassiale eseguita in laboratorio su provini cilindrici estratti da elementi strutturali di edifici esistenti.

Per quanto riguarda le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione si può fare riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2009 "Prelievo sul calcestruzzi nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione".

L'operazione di carotaggio deve essere eseguita in modo tale da minimizzare l'influenza del carotaggio stesso sui risultati della prova di compressione.

I risultati delle prove devono essere riportati in rapporti di prova emessi da laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.380/2001.

Nota il risultato delle prove di compressione, la restituzione della resistenza cubica e cilindrica del calcestruzzo in opera avviene mediante il ricorso a correlazioni di letteratura di comprovata validità; i risultati delle prove di compressione sulle carote saranno corretti tenendo conto dell'influenza della geometria del campione e di tutti i fattori perturbativi che caratterizzano il prelievo. Noti i valori medi delle resistenze in sito, i valori caratteristici delle resistenze cubiche e cilindriche si possono dedurre dalle correlazioni proposte nelle NTC2018 e s.m.i..

In esito alle prove di compressione il tecnico dovrà produrre una relazione con il procedimento adottato per la determinazione della resistenza in opera, le formule di correlazione adottate e i relativi riferimenti bibliografici. Alla relazione dovrà essere allegata la documentazione fotografica relativa a ogni carota appena estratta e a ogni prova di compressione con particolare riferimento al punto di rottura.

2.1.5 Prova pacometrica

La prova pacometrica è finalizzata al rilievo delle armature su manufatti per i quali non è nota la disposizione delle armature e consente di conoscere la loro effettiva posizione e il loro numero, senza danneggiare la struttura in esame.

L'utilizzo del pacometro, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalle norme BS 1881-204:1988 "Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters".

Il report delle prove pacometriche deve contenere una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti in opportuna scala di rappresentazione. Inoltre, per ciascun elemento strutturale devono essere rappresentate in opportuna scala di rappresentazione tutte le sezioni indagate con le misure delle sezioni di calcestruzzo e l'indicazione del copriferro e delle armature longitudinali e trasversali rilevate.

Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

2.1.6 Prova di estrazione o pull-out

La prova di estrazione o di pull-out è finalizzata alla valutazione della resistenza media a compressione del calcestruzzo attraverso l'inserimento e la successiva estrazione di tasselli metallici ad espansione standardizzati.

La normativa di riferimento per le prove di estrazione è la UNI EN 12504-3:2005 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Determinazione della forza di estrazione".

Il report delle prove di estrazione deve contenere una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti in opportuna scala di rappresentazione. Per ciascuna area indagata devono essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto della prova, la forza di estrazione e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la

documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

2.1.7 Misura del potenziale di corrosione

La mappatura del potenziale di corrosione consente in modo non distruttivo di valutare lo stato corrosivo delle armature di elementi in calcestruzzo armato.

Le norme di riferimento per le misure sono le UNI 10174:1993 "Istruzioni per l'ispezione delle strutture di cemento armato esposte all'atmosfera mediante mappatura di potenziale", le UNI 9535 "Determinazione del potenziale dei ferri di armatura" e le ASTM C876:09 "Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete".

Le zone indagate dovranno essere individuate in piante, sezioni e prospetti in opportuna scala di rappresentazione e, per ciascuna misura, dovranno essere riportate le mappe di potenziale. La relazione finale dovrà raccogliere, per ogni area di prova i risultati in forma tabellare con l'indicazione dei valori minimi, medi e massimi del potenziale. Sulla base della norma di riferimento utilizzata dovranno essere indicate per ogni area la probabilità di corrosione.

2.1.8 Prova di carbonatazione

La prova di carbonatazione è finalizzata alla determinazione dello spessore carbonatato di calcestruzzo sulle carote appena estratte. Si può fare riferimento alle norme UNI 9944 "Corrosione protezione dell'armatura del calcestruzzo".

I risultati della prova devono essere rappresentati in forma tabellare e contenere l'indicazione dell'elemento strutturale oggetto di prelievo, della posizione di prelievo e del campione, della sigla identificativa del campione e degli spessori di calcestruzzo carbonatato misurati a partire dalle due estremità della carota.

Le ubicazioni delle aree di prova dovranno essere chiaramente indicate su piante, sezioni e prospetti in opportuna scala di rappresentazione. L'indagine dovrà essere documentata da immagini fotografiche di ogni campione con particolare riferimento ai momenti prima e dopo l'esecuzione della prova.

2.2 Valutazione della vulnerabilità sismica

Le modalità di svolgimento della valutazione di vulnerabilità sismica dovranno essere le seguenti:

- analisi storico-critica;
- rilievo geometrico-strutturale;
- caratterizzazione meccanica dei materiali;
- definizione dei livelli di conoscenza e dei conseguenti fattori di confidenza;
- definizione delle azioni e della relativa analisi strutturale;
- determinazione della vulnerabilità delle strutture esistenti;
- proposta di eventuali interventi di adeguamento e valutazione del rapporto costi/benefici ottimale.

Tutti gli elaborati prodotti dovranno essere sottoscritti dal Contraente e, per le parti di competenza, più specificamente dal Geologo.

Il servizio sarà articolato nelle seguenti macro-fasi:

FASE I - Conoscenza dell'opera

- Presentazione del Piano di Indagine;
- Raccolta e analisi della documentazione esistente;
- Conoscenza geometrica e prestazionale del manufatto;
- Indagini strumentali;

FASE II - Modellazione strutturale e verifiche di vulnerabilità

- Modellazione strutturale;
- Verifiche di vulnerabilità;

FASE III - Ipotesi di intervento strutturale

- Definizione delle strategie di intervento proposte;
- Dimensionamento preliminare degli interventi proposti.