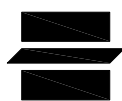




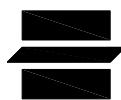
# Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture, Trasporti e Mobilità sostenibile



## FERROVIENORD

FNMGROUP



## NORD\_ING

FNMGROUP

CODICE  
COMMESSA

F 3 1

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.  
207/10

b

PROGRESSIVO  
ELABORATO

0 0 8

CATEGORIA  
OPERA

- -

NUMERO  
OPERA

- -

REVISIONE

R 0

SCALA

===

### LINEA MILANO - VARESE - LAVENO RADDOPPIO SELETTIVO GEMONIO - CITTIGLIO *Progetto Definitivo*

### Relazione Indagini Strutturali Risultati prove in situ su manufatti esistenti

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Settembre 2022	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

NORD\_ING Srl  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Luca Erba

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE (a.i.)  
Dott. Enrico Bellavia

Progettista



NORD\_ING  
FNMGROUP

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LECCO  
Sez. A Settori:  
a) civile e ambientale  
b) industriale  
c) dell'informazione  
n° A 639

Collaborazione



TECNOSTUDIO  
Società di ingegneria

REDATTO

Freddo

CONTROLLATO

Tosetto

APPROVATO

Fornasiero

DATA

08/09/2022

CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

22042

AGG.

**NORD\_ING S.R.L.**

**GEMONIO (VA) – CITTIGLIO (VA)**

**Relazione Strutturale**

REVISIONE N° 00

DATA DI EMISSIONE: 08/09/2022

REDATTA DA: dott. A. Freddo geologo



APPROVATA DA: dott. E. Fornasiero ingegnere  
Direttore Tecnico



## SOMMARIO

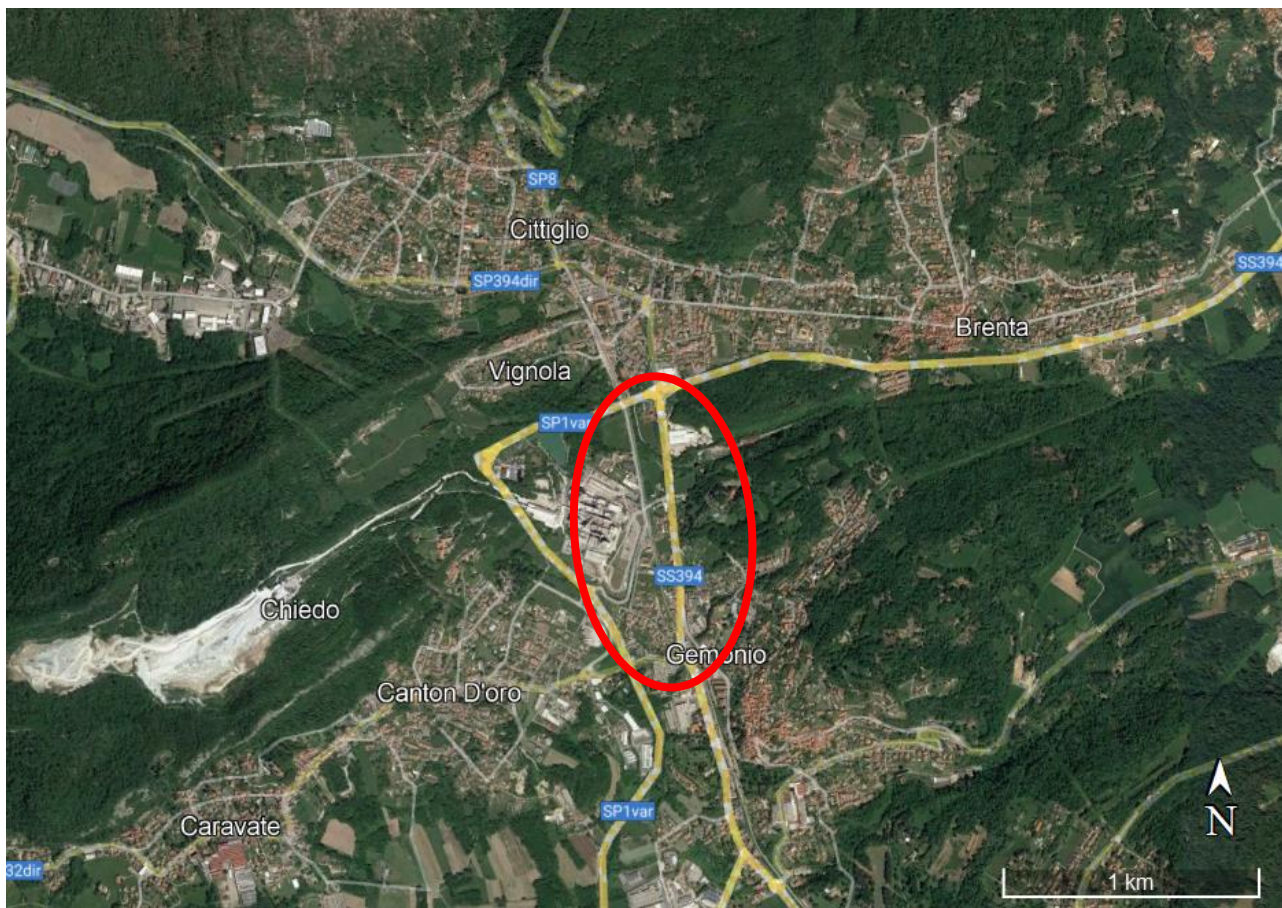
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. GEOREFERENZIAZIONE GPS DEI PUNTI INDAGATI .....</b>	<b>5</b>
<b>3. OPN 644 – TOMBINO .....</b>	<b>6</b>
3.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini .....	6
3.2. Report dei punti georeferenziati .....	7
3.3. Report fotografico .....	8
<b>4. OPN 646 – TOMBINO .....</b>	<b>10</b>
4.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini .....	10
4.2. Report dei punti georeferenziati .....	10
4.3. Report fotografico .....	11
<b>5. OPN 647 – SOTTOVIA SS394.....</b>	<b>12</b>
<b>6. OPN 650 – TOMBINO .....</b>	<b>13</b>
6.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini .....	13
6.2. Report GPS.....	14
6.3. Report fotografico .....	14
<b>7. OPN 652 – TOMBINO .....</b>	<b>15</b>
7.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini .....	15
7.2. Report GPS.....	15
7.3. Report fotografico .....	16

## **ALLEGATI**

- Rapporti di prova strutturali eseguiti su OPN 647

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico di **Nord\_Ing S.r.l.**, nella presente relazione si riportano i risultati ottenuti dall'indagine strutturale eseguita nei comuni di Gemonio (VA) e Cittiglio (VA), in corrispondenza dei manufatti interessati dalla realizzazione del raddoppio selettivo tra le stazioni di Gemonio e Cittiglio (F31), sulla linea Saronno – Varese – Laveno.



*Vista aerea del sito (Google Earth)*

Finalità dell'indagine è l'individuazione delle caratteristiche geometriche e meccaniche delle opere d'arte di seguito elencate:

### **66+393 OPN 644 – Tombino**

- N° 2 Ispezioni geometriche visive dei tombini;
- Rilievo GPS del manufatto;
- Rilievo fotografico.

### **66+549 OPN 646 – Tombino**

- N° 1 Ispezione geometrica visiva del tombino;
- Rilievo GPS del manufatto;
- Rilievo fotografico.



**66+621 OPN 647 – Sottovia SS394**

- N° 6 carotaggi;
- N° 6 rilievi pacometrici;
- N° 6 microcarotaggi per indagini endoscopiche;
- Rilievo fotografico.

**67+151 OPN 650 – Tombino**

- N° 1 Ispezione geometrica visiva del tombino;
- Rilievo GPS del manufatto;
- Rilievo fotografico.

**67+588 OPN 652 – Tombino**

- N° 1 Ispezione geometrica visiva del tombino;
- Rilievo GPS del manufatto;
- Rilievo fotografico.



*Ortofoto con individuazione dell'area d'indagine (Google Earth)*

## 2. GEOREFERENZIAZIONE GPS DEI PUNTI INDAGATI

Le misure sono state effettuate con procedure satellitari (GPS) con l'utilizzo dello strumento GPS: **Geomax Zenith06**.



### SPECIFICHE DEL RICEVITORE

Affidabilità	99.9%
Motore di misurazione	u-Blox, 184 canali, doppia frequenza, multi-costellazione
Tracciamento GPS	L1 C/A, L2C
Tracciamento GLONASS	L1OF, L2OF
Tracciamento Galileo	E1 B/C, E5b
Tracciamento BeiDou	B1I, B2I
Tracciamento QZSS	L1 C/A, L2C
Frequenza di posizionamento	10 Hz

### PRECISIONE E PRESTAZIONI DEL RICEVITORE \*

RTK	Hz 2 cm + 1 ppm V: 3 cm + 1 ppm
Statica	Hz 2 cm + 1 ppm V: 3 cm + 1 ppm
Inizializzazione del GNSS	Avvio a freddo: 24 s Requisizione: 2 s

### 3. OPN 644 – TOMBINO

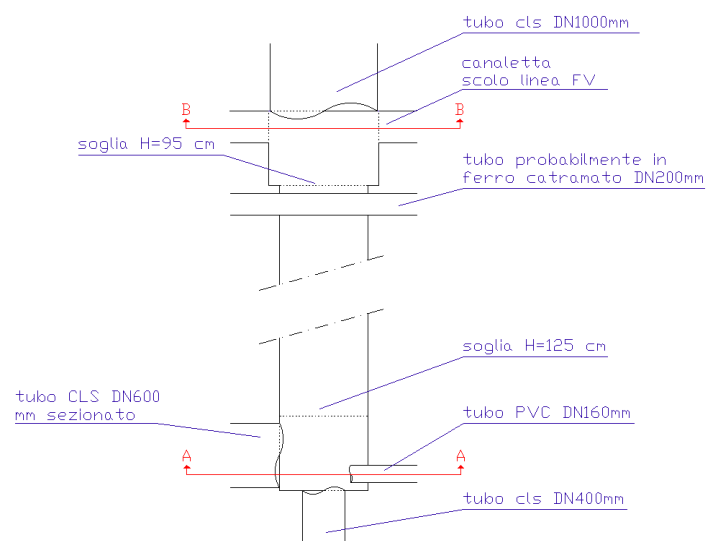


#### **3.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini**

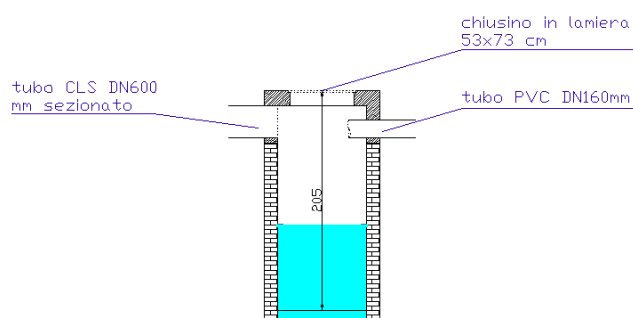
Opera consiste in una serie di tombini collegati tra loro per il deflusso delle acque meteoriche provenienti per lo più dalla carreggiata e dalla linea ferroviaria.

Il primo pozzetto ispezionato (P100) è stato realizzato in mattoni pieni alla base e in sommità in cemento. Il secondo pozzetto ispezionato è realizzato interamente in mattoni pieni.

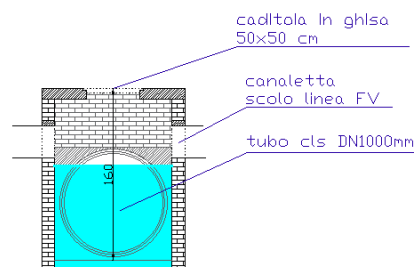
## PLANIMETRIA



SEZIONE A-A  
POZZETTO P100



SEZIONE B-B  
POZZETTO P101



### 3.2. Report dei punti georeferenziati

Punto	Descrizione	Latitudine	Longitudine	Quota m s.l.m.
P100	Pozzetto	N 45°52'50.5901"	E 8°40'21.2190"	309.944m
P101	Pozzetto	N 45°52'50.5818"	E 8°40'20.9879"	309.619m



### 3.3. Report fotografico

Pozzetto P100



Vista panoramica



Veduta dall'alto pozzetto P100



Vista E interno pozzetto



Vista S interno pozzetto

Pozzetto P101



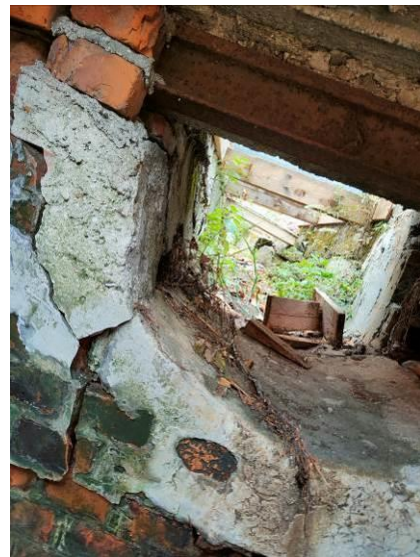
Vista panoramica



Veduta dall'alto pozzetto P100



Vista E interno pozzetto



Vista S interno pozzetto



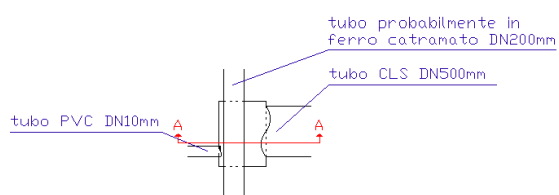
#### 4. OPN 646 – TOMBINO



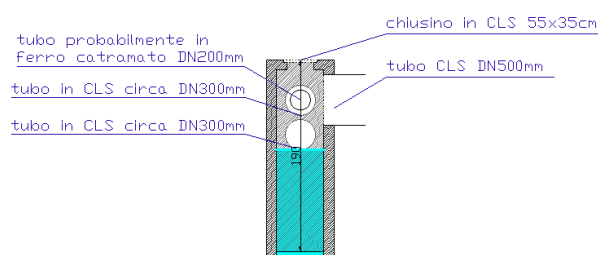
##### 4.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini

Il tombino risulta difficilmente localizzabile a causa dell'elevata vegetazione presente ai margini della linea ferroviaria. Il pozzetto ispezionato è realizzato interamente in calcestruzzo.

PLANIMETRIA





SEZIONE A-A  
POZZETTO P102



##### 4.2. Report dei punti georeferenziati

Punto	Descrizione	Latitudine	Longitudine	Quota m s.l.m.
P102	Pozzetto	N 45°52'55.2721"	E 8°40'18.4596"	307.085m

#### 4.3. Report fotografico

Pozzetto P102	
 <p>A panoramic view of the P102 manhole. The manhole is a square concrete structure partially buried in a rocky area with dense green vegetation and ferns. A white arrow points down towards the manhole opening.</p>	 <p>A view from inside the P102 manhole looking up. The image shows the rough concrete walls and a large, dark, circular opening in the wall, possibly a pipe or another access point.</p>



5. OPN 647 – SOTTOVIA SS394





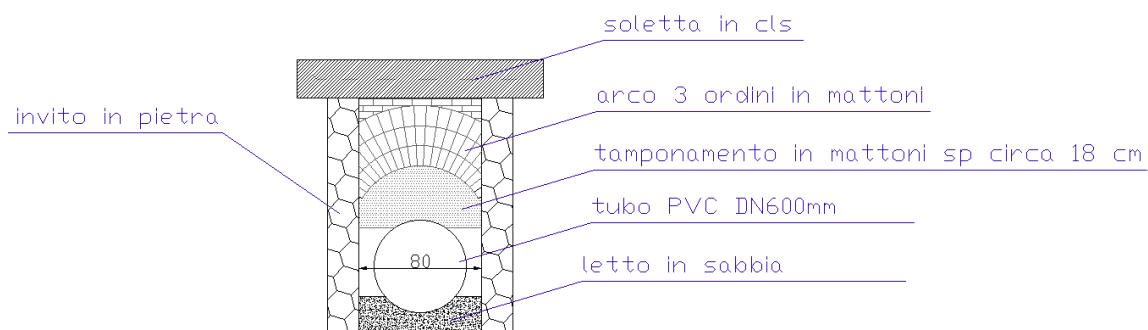
## 6. OPN 650 – TOMBINO



### 6.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini

Il manufatto in oggetto è composto da un arco in mattoni che attraversa la linea ferroviaria. Nei lati di testa del manufatto è presente un muro di tamponamento realizzato anch'esso in mattoni con malta dello spessore di circa 18 cm.



PROSPETTO □ VEST



## 6.2. Report GPS

Punto	Descrizione	Latitudine	Longitudine	Quota m s.l.m.
P104	Limite soletta	N 45°53'13.4098"	E 8°40'09.8155"	297.414m
P105	Limite soletta	N 45°53'13.5328"	E 8°40'09.7821"	297.419m
P106	Limite soletta	N 45°53'13.5901"	E 8°40'10.0587"	297.425m
P107	Limite soletta	N 45°53'13.4437"	E 8°40'10.0974"	297.428m
P103	Quota sup. tubo	--	--	295.856m
P108	Quota binario	--	--	297.719m

## 6.3. Report fotografico

Tombino OPN650	
 <p>Vista panoramica</p>	



## 7. OPN 652 – TOMBINO



### 7.1. Ispezione geometrica – visiva dei tombini

L'opera in oggetto non è stata del tutto localizzata a causa della folta vegetazione in corrispondenza del probabile punto di arrivo. Si presume che l'opera che attraversa la linea ferroviaria sia un tubo scatolare della larghezza di circa 60cm, analogamente al tubo che attraversa via baraggia (punto inizio tombino)

### 7.2. Report GPS

Punto	Descrizione	Latitudine	Longitudine	Quota m s.l.m.
P109	Limite soletta	N 45°53'27.3060"	E 8°40'05.8374"	292.099m
P110	Limite soletta	N 45°53'27.3793"	E 8°40'05.7904"	292.108m



### 7.3. Report fotografico

Tombino OPN652



Vista panoramica



Punto inizio tombino



Samarate, 22/08/2022

**RAPPORTO DI PROVA**

**CND 187/22**

<b>COMMITTENTE:</b>	<b>ALER BERGAMO LECCO E SONDRIO</b> <b>VIA GIUSEPPE MAZZINI 32/A</b> <b>24128 – BERGAMO (BG)</b>
<b>OGGETTO DELLE PROVE</b>	<b>INDAGINI STRUTTURALI E DIAGNOSTICHE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE</b>
<b>PROVE RICHIESTE:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- CAROTAGGI SU STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER PROVE A COMPRESSIONE SECONDO D.M. 17/01/2018</li><li>- RILIEVI PACOMETRICI SU STRUTTURE IN C.A. PER DETERMINAZIONE PRESENZA E PASSO BARRE D'ARMATURA</li><li>- MICROCAROTAGGI PER INDAGINI ENDOSCOPICHE</li></ul>
<b>CANTIERE:</b>	<b>SOTTOVIA SS394 GEMONIO</b>
<b>DATA DELLE PROVE IN SITO:</b>	<b>05/08/2022</b>

(Il presente rapporto di prova si compone di n. 12 pagine)



## 1. INTRODUZIONE

In data 05/08/2022, tecnici di questo laboratorio hanno eseguito, presso l'opera in oggetto le seguenti prove :

- N.6 carotaggi su strutture in conglomerato cementizio armato per prove a compressione;
- N.6 prove pacometriche e per determinazione presenza e passi ferri d'armatura
- N.6 microcarotaggi per indagini endoscopiche

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove è la seguente:

1. N.1 carotatrice di marca "HILTI DD 160" con carotiere HILTI  $\Phi$  interno 94 mm e tasselli HILTI modello HKD M12x50 bucket;
2. N.1 Pacometro HILTI modello Ferrosan PS 200 S;
3. N. 1 sistema videoendoscopico BOSCH con sonda semirigida di lunghezza 1.50 mt

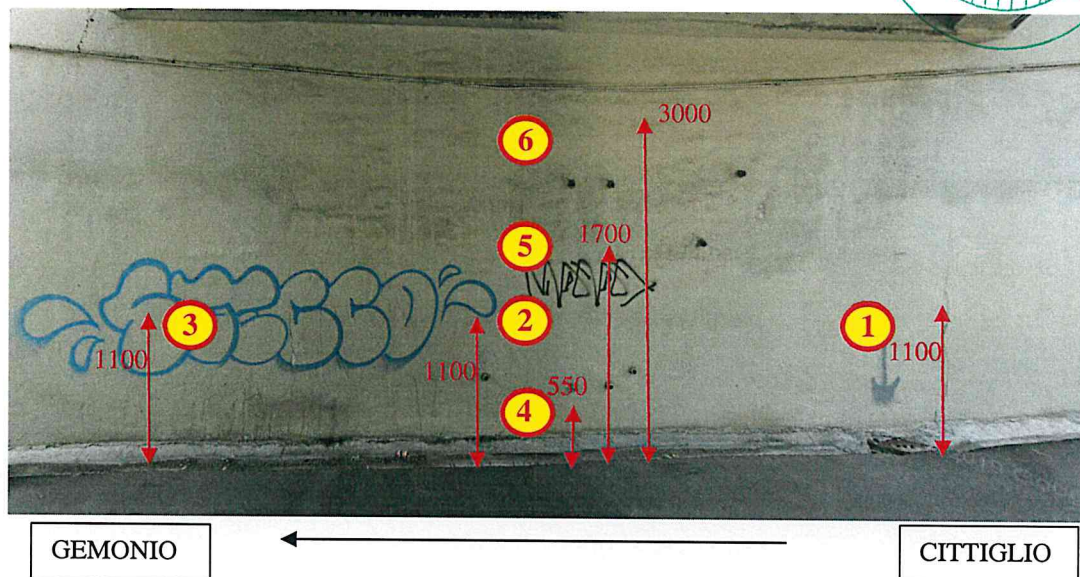
L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione di laboratorio è la seguente:

- Prove di compressione cls - Macchina CONTROLS modello C93Z00 matricola 18009675



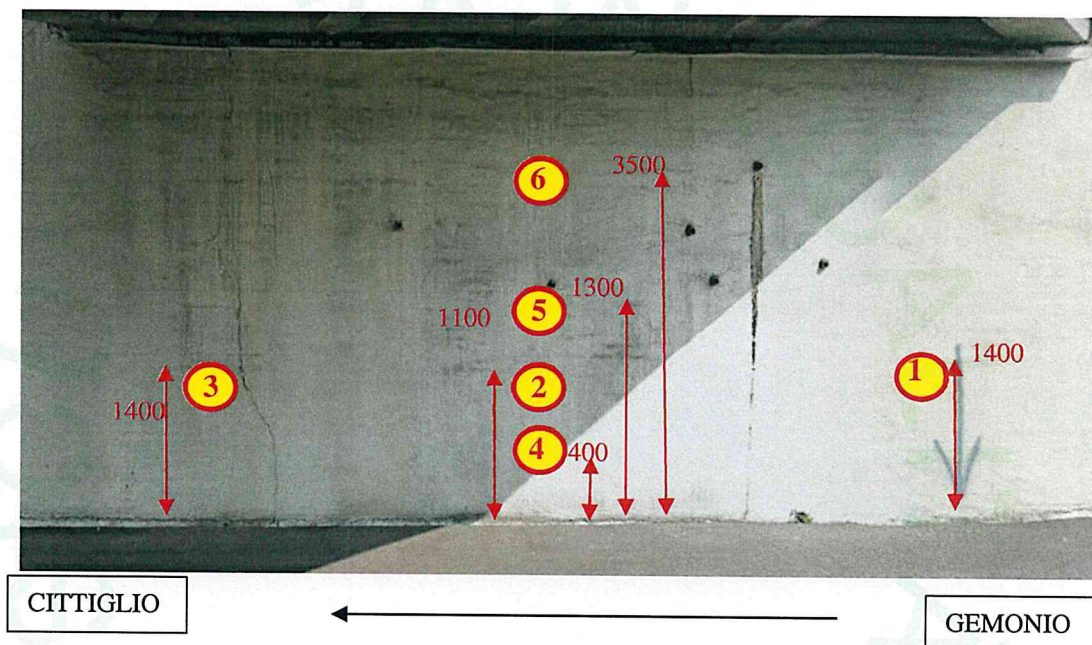


## 1. INDICAZIONE PUNTI DI PROVA SPALLA DIREZIONE GEMONIO



*Immagine 1: Indicazione punti di prova spalla direzione Gemonio*

## SPALLA DIREZIONE CITTIGLIO



*Immagine 2: Indicazione punti di prova spalla direzione Cittiglio*





## 1.1.RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

SPALLA DIREZIONE GEMONIO		
PUTNI DI PROVA	INDAGINI ESEGUITE	SIGLA
1	CAROTAGGIO PER PROVA A COMPRESSIONE INDAGINE PACOMETRICA	C1- P1
2	CAROTAGGIO PER PROVA A COMPRESSIONE INDAGINE PACOMETRICA	C2-P2
3	CAROTAGGIO PER PROVA A COMPRESSIONE INDAGINE PACOMETRICA	C3-P3
4	MICROCAROTAGGIO PER INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA	E4
5	MICROCAROTAGGIO PER INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA	E5
6	MICROCAROTAGGIO PER INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA	E6
SPALLA DIREZIONE CITTIGLIO		
PUTNI DI PROVA	INDAGINI ESEGUITE	SIGLA
1	CAROTAGGIO PER PROVA A COMPRESSIONE INDAGINE PACOMETRICA	C1- P1
2	CAROTAGGIO PER PROVA A COMPRESSIONE INDAGINE PACOMETRICA	C2-P2
3	CAROTAGGIO PER PROVA A COMPRESSIONE INDAGINE PACOMETRICA	C3-P3
4	MICROCAROTAGGIO PER INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA	E4
5	MICROCAROTAGGIO PER INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA	E5
6	MICROCAROTAGGIO PER INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA	E6



### 3. RISULTATI DELLE PROVE

#### 3.1. DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE (Norma di riferimento UNI EN 12504-1)

Le carote estratte in sito sono state conservate nelle condizioni di cui alla norma UNI 6131. Dalle carote sono stati ricavati i campioni da sottoporre alla prova, mediante taglio con sega a disco diamantato e guide fisse per l'ortogonalità delle basi rispetto all'altezza. Per la prova a compressione, onde ottenere la perfetta planarità delle facce e l'ortogonalità tra le stesse e l'altezza, sui provini è stata effettuata la spianatura con apposito macchinario e qualora necessario ulteriore cappatura a zolfo.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche fisico-geometriche dei provini ricavati, i valori di resistenza risultanti dalle prove a compressione (Resistenza cilindrica), i coefficienti correttivi e i risultati finali derivanti dall'applicazione di questi coefficienti.

SIGLA CAMPIONE	STRUTTURA DI PRELIEVO	dimensioni carota					massa volumica carota	carico di rottura	carico unitario fc	$\lambda$	Ceff. correl.	Rc corretto
		$\varnothing$	h	superficie	volume	peso						
		mm	mm	mm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	g						
C1	SPALLA DIR.GEMONIO	94	188,0	6940	1305	2991	2.292,52	199.620	28,76	2,00	1,25	35,96
C2	SPALLA DIR.GEMONIO	94	94,0	6940	652	1464	2.244,23	162.310	23,39	1,00	1,00	23,39
C3	SPALLA DIR.GEMONIO	94	94,0	6940	652	1398	2.143,06	202.370	29,16	1,00	1,00	29,16
C1	SPALLA DIR.CITTIGLIO	94	94,0	6940	652	1404	2.152,25	139.100	20,04	1,00	1,00	20,04
C2	SPALLA DIR.CITTIGLIO	94	188,0	6940	1305	3008	2.305,55	123.950	19,86	2,00	1,25	24,83
C3	SPALLA DIR.CITTIGLIO	94	94,0	6940	652	1549	2.374,53	160.070	23,07	1,00	1,00	23,07

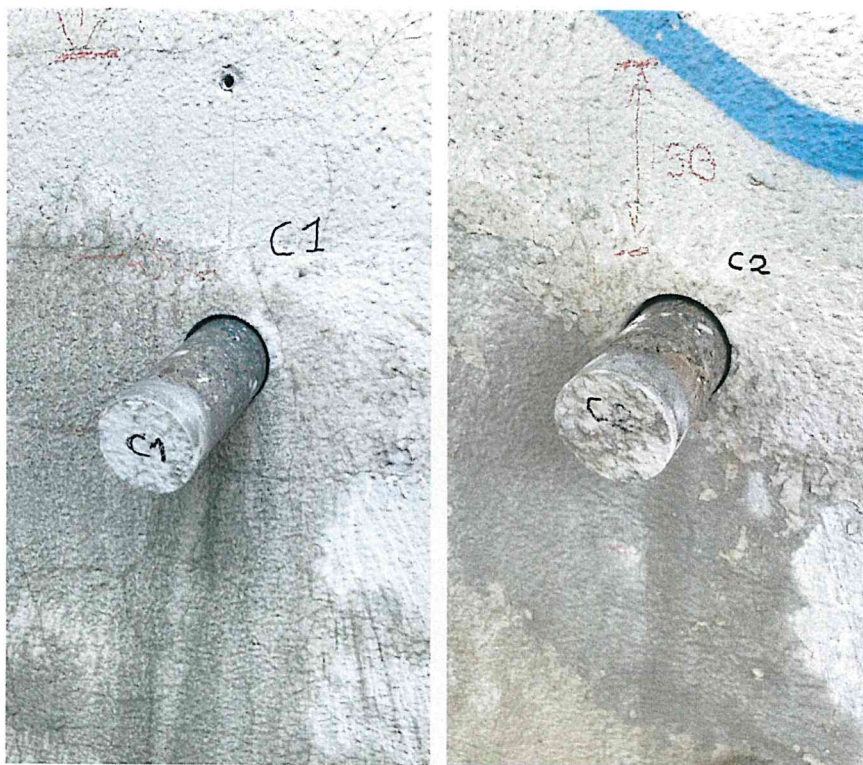
**N.B.:** a) il diametro è la media dei due diametri, misurati ortogonalmente, su ambedue le facce della carota.  
b) l'altezza è la media delle quattro altezze, misurate in punti diversi (diametralmente opposti), dopo il taglio e la spianatura

Nell'espressione dei risultati relativi alla prova di compressione sulle carote, sono stati inseriti dei coefficienti correttivi che tengono conto del coefficiente di forma delle carote; in merito all'effetto di disturbo dovuto alla rotazione durante le operazioni di prelievo se ne può tener conto, maggiorando i risultati di un valore compreso tra 0 - 10% a discrezione del Tecnico Incaricato.









*Foto 1-6: esempi di prelievo campioni attraverso carotaggio*







**Foto 7-12:** esempi di misurazione della carbonatazione



## 2.6. RILIEVI PACOMETRICI E RILIEVI GEOMETRICI SU STRUTTURE IN C.A.

È stato richiesto di determinare mediante rilievi pacometrici la presenza di ferri di armatura, lo spessore di copriferro presente nelle strutture, inoltre nei punti indicati sono stati eseguiti dei micro carotaggi per esame videoendoscopico al fine di rilevare lo spessore del paramento.

Di seguito si riporta quanto riscontrato in sito:

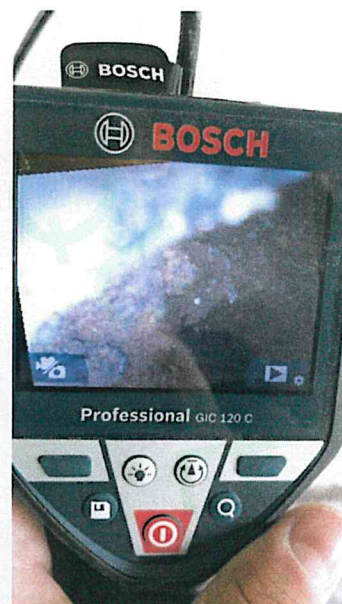
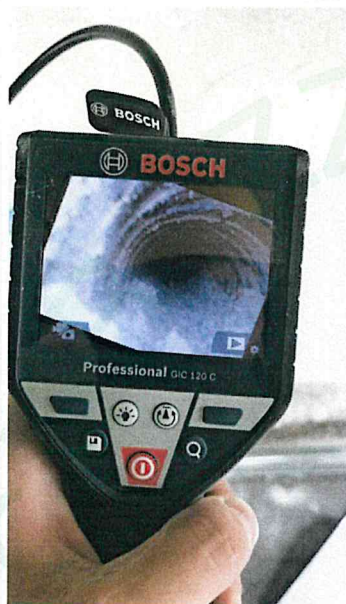
<b>SPALLA DIREZIONE GEMONIO</b>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 1 – eseguito carotaggio e rilievo pacometrico</i></b>	
<u>Armatura rilevata:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verticale passo 150 mm copriferro minimo 30mm</li> <li>- Orizzontale passo 150 mm copriferro minimo 25mm</li> </ul>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 2 – eseguito carotaggio e rilievo pacometrico</i></b>	
<u>Armatura rilevata:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verticale passo 150 mm copriferro minimo 30mm</li> <li>- Orizzontale passo 150 mm copriferro minimo 25 mm</li> </ul>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 3 – eseguito carotaggio e rilievo pacometrico</i></b>	
<u>Armatura rilevata:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verticale passo 150 mm copriferro minimo 30m</li> <li>- Orizzontale passo 150 mm copriferro minimo 25 mm</li> </ul>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 4 – eseguito microcarotaggio per indagine videoendoscopica</i></b>	
<u>Spessore del paramento 800 mm</u>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 5 – eseguito microcarotaggio per indagine videoendoscopica</i></b>	
<u>Spessore del paramento 800 mm</u>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 6 – eseguito microcarotaggio per indagine videoendoscopica</i></b>	
<u>Spessore del paramento 800 mm</u>	





<b>SPALLA DIREZIONE CITTIGLIO</b>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 1 – eseguito carotaggio e rilievo pacometrico</i></b>	
<u>Armatura rilevata:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verticale passo 150 mm copriferro minimo 30mm</li> <li>- Orizzontale passo 150 mm copriferro minimo 25mm</li> </ul>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 2 – eseguito carotaggio e rilievo pacometrico</i></b>	
<u>Armatura rilevata:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verticale passo 150 mm copriferro minimo 30mm</li> <li>- Orizzontale passo 150 mm copriferro minimo 25 mm</li> </ul>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 3 – eseguito carotaggio e rilievo pacometrico</i></b>	
<u>Armatura rilevata:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verticale passo 150 mm copriferro minimo 30m</li> <li>- Orizzontale passo 150 mm copriferro minimo 25 mm</li> </ul>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 4 – eseguito microcarotaggio per indagine videoendoscopica</i></b>	
<u>Spessore del paramento 800 mm</u>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 5 – eseguito microcarotaggio per indagine videoendoscopica</i></b>	
<u>Spessore del paramento 800 mm</u>	
<b><i>PUNTO DI PROVA 6 – eseguito microcarotaggio per indagine videoendoscopica</i></b>	
<u>Spessore del paramento 800 mm</u>	







Il Tecnico Sperimentatore  
(Ing Michele Petagine)

Il Direttore del Laboratorio  
(dott. ing. Giuseppe Palombella)