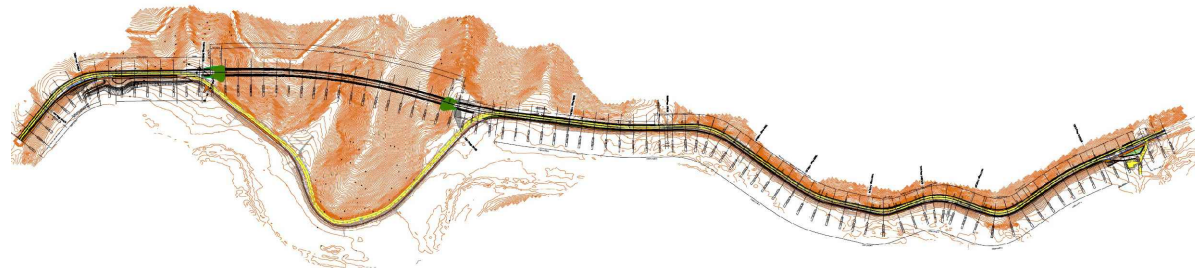


S.S. 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"

RETTIFICA DEL TRACCIATO E ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 41+500 al km 51+500
STRALCIO 1 - LAVORI DI ADEGUAMENTO ALLA SEZ. TIPO C2 DAL km 49+300 al km 51+500



PROGETTO DEFINITIVO

IMPRESA ESECUTRICE



GRUPPO DI LAVORO ANAS

PROGETTAZIONE



RESPONSABILE DEI LAVORI

IL PROGETTISTA

Ing. Valerio BAJETTI
 Ordine degli Ingegneri della
 provincia di Roma n° A26211
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA
 IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio BAJETTI
 Ordine degli Ingegneri della
 provincia di Roma n° 10112
 (Diretto tecnico Ingegneria del Territorio)



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro MICHELI

PROTOCOLLO

DATA

N. ELABORATO:

G001

G - PROGETTO STRUTTURALE

G0 - PARTE GENERALE

RELAZIONE TECNICA SULLE STRUTTURE

CODICE PROGETTO

PROGETTO

PG0374D2201

NOME FILE

G001-T00OM00STRRE01_A.dwg

REVISIONE

SCALA:

CODICE
 ELAB.

T00OM00STRRE01

A

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

FEBBRAIO
 2023

ING. VALERIO
 BAJETTI

ING. GIANCARLO
 TANZI

ING. VALERIO
 BAJETTI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSE.....	2
2	MATERIALI.....	2
2.1	CALCESTRUZZI.....	2
2.1.1	Calcestruzzo per opere di sottofondazione.....	2
2.1.2	Calcestruzzo per fondazione muri.....	2
2.1.3	Calcestruzzo per opere di elevazione.....	3
2.1.4	Calcestruzzo per soletta di ripartizione tombino scatolare.....	3
2.2	ELEMENTI METALLICI.....	4
2.2.1	Acciaio per armatura lenta per opere di fondazione e sottostrutture.....	4
3	LA STRATEGIA SISMICA.....	5
3.1	IDENTIFICAZIONE DELLA LOCALITÀ E DEI PARAMETRI SISMICI GENERALI.....	5
3.2	PARAMETRI SISMICI DI PERICOLOSITÀ DI BASE.....	7
3.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	9
3.4	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	10
3.5	FATTORI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA.....	10
3.6	SPEKTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER LO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA.....	11
4	LE OPERE IDRAULICHE.....	14
4.1	I TOMBINI CIRCOLARI Ø1500.....	14
4.1.1	Il Tombino TM01.....	16
4.1.2	Il Tombino TM02.....	17
4.1.3	Il Tombino TM05.....	18
4.1.4	Il Tombino TM07.....	19
4.1.5	Il Tombino TM08.....	20
4.1.6	Il Tombino TM09.....	21
4.1.7	Il Tombino TM10.....	22
4.1.8	Il Tombino TM11.....	23
4.1.9	Il Tombino TM12.....	24
4.2	IL TOMBINO SCATOLARE 350X200CM.....	25
4.3	IL PONTICELLO ALLA PROGRESSIVA 1+315.....	27
4.4	LE OPERE DI SOSTEGNO.....	28

1 PREMESSE

La presente relazione riporta la descrizione delle opere minori (attraversamenti idraulici e muri di sostegno) presenti nel progetto definitivo.

2 MATERIALI

Le strutture sono state previste realizzate con materiali altamente performanti e tali da assicurare elevata durabilità all'opera.

Per tutti i dettagli di rinvia all'allegato G002-T000M00STRSC01 Tabella materiali

2.1 CALCESTRUZZI

2.1.1 CALCESTRUZZO PER OPERE DI SOTTOFONDAZIONE

Per le opere di sottofondazione si prevede un calcestruzzo con classe di resistenza **C12/15** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C12/15	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	15,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	12,45	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	20,45	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	7,06	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	1,61	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,13	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	0,75	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	22.076,01	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	25.978,94	[N/mm ²]

2.1.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE MURI

Per la soletta superiore è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C35/45** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C35/45	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	45,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	37,35	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	45,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	21,17	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,35	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,56	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	38.236,76	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	33.877,87	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC4/XD3/XA2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,45**

- Contenuto minimo di cemento: **400 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **20 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

2.1.3 CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE

Per i baggioli di appoggio, i ritegni sismici trasversali e tutti i getti in opera è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C35/45** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C35/45	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	45,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	37,35	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	45,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	21,17	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,35	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,56	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	38.236,76	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	33.877,87	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC4/XD3/XA2/XF4**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,45**
- Contenuto minimo di cemento: **400 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **20 mm**
- Copriferro netto minimo: **55 mm**

2.1.4 CALCESTRUZZO PER SOLETTA DI RIPARTIZIONE TOMBINO SCATOLARE

Per i baggioli di appoggio, i ritegni sismici trasversali e tutti i getti in opera è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C25/30** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **32 mm**
- Copriferro netto minimo: **75 mm**

2.2 ELEMENTI METALLICI

2.2.1 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA PER OPERE DI FONDAZIONE E SOTTOSTRUTTURE

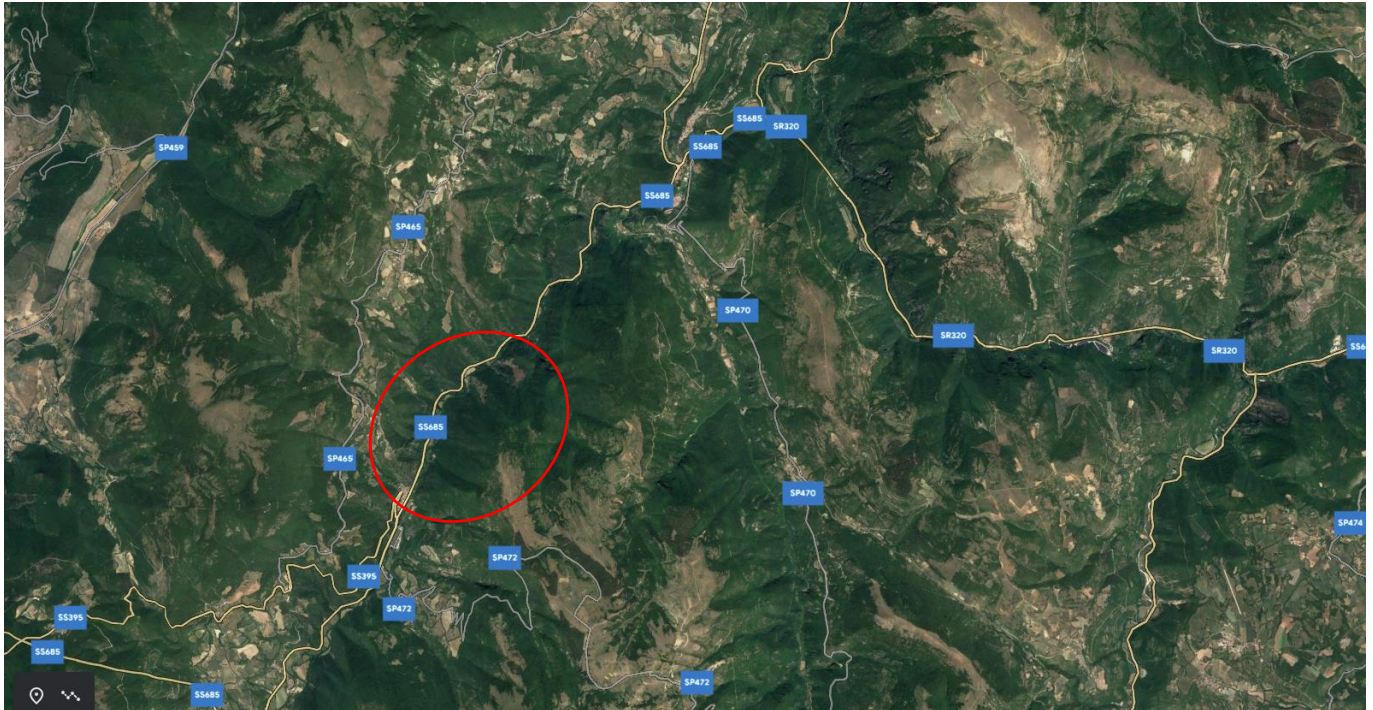
Per le armature lente delle opere di fondazione e delle elevazioni delle sottostrutture esistenti è stato previsto un acciaio del tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k}$ = 540,00 N/mm² (tensione caratteristica di rottura)
- $f_{y,k}$ = 450,00 N/mm² (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d}$ = 391,30 N/mm² (resistenza di calcolo - $\gamma_s=1,15$)
- E_s = 210.000,00 N/mm² (modulo elastico istantaneo)

3 LA STRATEGIA SISMICA

3.1 IDENTIFICAZIONE DELLA LOCALITÀ E DEI PARAMETRI SISMICI GENERALI

L'area oggetto del presente intervento ricade all'interno del territorio del Comune di Vallo di Nera e Sant'Anatolia di Narco in Provincia di Perugia.



L'opera è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 42,75064
- Longitudine: 12,84592

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

12,84592

LATITUDINE

42,75064

Ricerca per comune

REGIONE

Umbria

PROVINCIA

Perugia

COMUNE

Sant'Anatolia di Narc

Elaborazioni grafiche

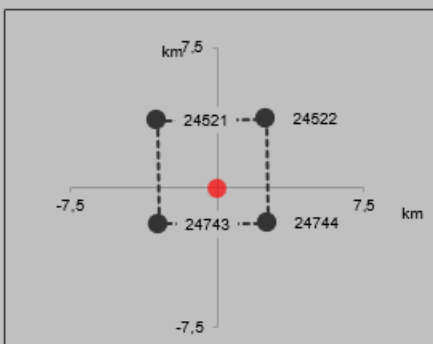
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

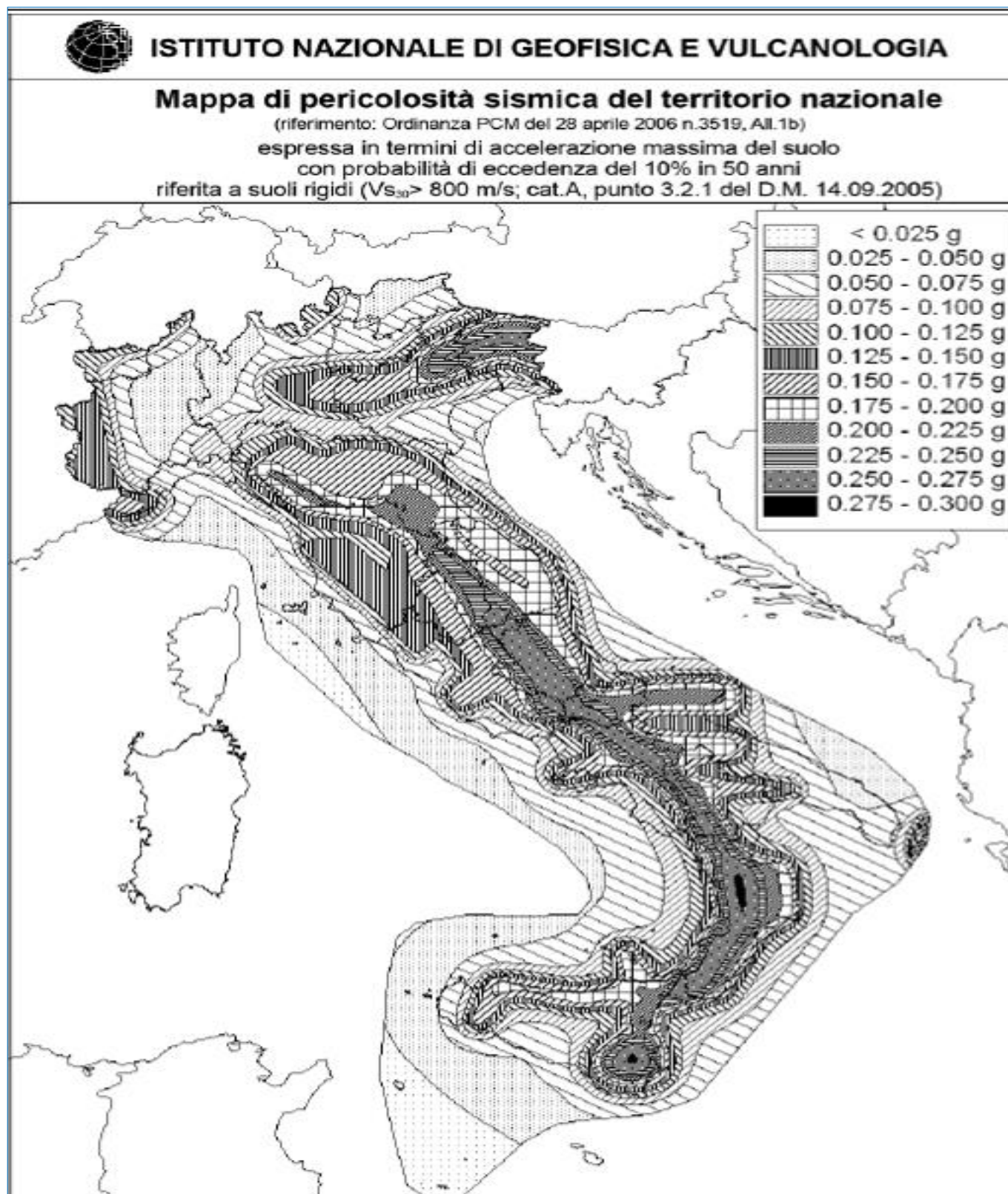
FASE 1

FASE 2

FASE 3

3.2 PARAMETRI SISMICI DI PERICOLOSITÀ DI BASE

I parametri sismici della pericolosità di base del sito sono ricavati partendo dai dati della "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale" aggiornata dal gruppo di lavoro dell'I.N.G.V. adottata con l'Ordinanza n. 3519 del 28/04/2006 del Presidente del Consiglio dei Ministri (la figura seguente rappresenta la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale).



Per dedurre secondo le NTC 2018 i parametri sismici di base dei vari siti dalla pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale, sono stati considerati per ogni zona di sbarramento i seguenti parametri:

- "Classe d'uso dell'edificio" IV (cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 2,00;

<i>Classe I:</i>	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

- V_N : "vita nominale di progetto" (numero di anni in cui è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali) pari a **100 anni**, valore definito dalla committenza, concorde con quanto definito nelle NTC 2018 per costruzioni esistenti con livelli di prestazioni ordinarie;
- V_R : "periodo di riferimento" per l'azione sismica = $V_N \cdot C_U = 200$ anni
- P_{VR} : "probabilità di superamento" funzione dello stato limite considerato necessario al calcolo del tempo di ritorno T_R , come dalla seguente tabella tratta dalle NTC 2018:

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

- T_R : "tempo di ritorno" relativo ad ogni stato limite, funzione del periodo di riferimento e della probabilità di superamento secondo la seguente relazione tratta dalle NTC 2018:

Questi ultimi parametri sono costanti per tutte le aree esaminate, in quanto dipendono solo dal tipo di opera e dalle relative prestazioni attese. Con questi dati sono poi stati calcolati, per ogni sito esaminato, i parametri di pericolosità sismica di base riferiti a sito rigido orizzontale che permettono di ottenere i coefficienti di risposta sismica locale:

- a_g (o PGA: accelerazione orizzontale massima al sito) [g/10]
- F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) [n.p.]
- T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) [s]

Essi sono stati stimati per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun stato limite da applicare per il sito in esame. I valori che seguono relativi alla pericolosità di base sono comuni a tutti i calcoli dei vari coefficienti sismici di risposta sismica locale

- Classe: IV
- Vita nominale : 100 anni

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	120	0,143	2,322	0,291
SLD	201	0,177	2,312	0,305
SLV	1898	0,388	2,381	0,351
SLC	2475	0,423	2,391	0,356

3.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Sulla base di quanto riportato nelle NTC del 17.01.2018, ai fini della definizione della azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie del suolo di fondazione:

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO CHE PERMETTONO L'UTILIZZO DELL'APPROCCIO SEMPLIFICATO	
Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente $V_{S,eq}$ riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Come da relazione geotecnica si è considerato un suolo tipo C per tutte le opere a favore di sicurezza avendo riscontrato sia tratte con suolo tipo B che tratte con suolo tipo C

3.4 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per quanto concerne le caratteristiche delle superficie topografica, il suolo presenta forti pendenze sul lato di monte e più pianeggiante sul lato di valle.

Le opere in esame (in funzioen della loro posizione) ricadono in categoria **T2** o **T1** come definita nella seguente tabella tratta dalle NTC 2018.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

3.5 FATTORI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA

Questi coefficienti sono necessari alla valutazione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a_{max}), dei coefficienti sismici orizzontale e verticale (k_h , k_v) e dello spettro di risposta elastico in accelerazione per l'azione sismica calcolata con metodi pseudostatici.

Amplificazione stratigrafica

Sulla base di quando riportato nelle NTC del 17.01.2018, il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s ed il coefficiente C_c possono essere calcolati secondo le formule della seguente tabella.

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_s e di C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità e T_C^* è espresso in secondi.

Per l'area in esame corrispondono valori del coefficiente C_c e di S_s di amplificazione stratigrafica variabili per ogni Stato Limite.

Amplificazione topografica

Alla categoria T2 (la più sfavorevole) precedentemente definita per la zona studiata corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $S_T=1,20$. La tabella che segue è tratta dalle NTC 2018 e mostra la relazione tra categorie topografiche e relativo coefficiente

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove S_T assume valore unitario.

3.6 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO PER LO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

Di seguito è riportato lo spettro di risposta elastico per lo Stato Limite SLV

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato SLV info

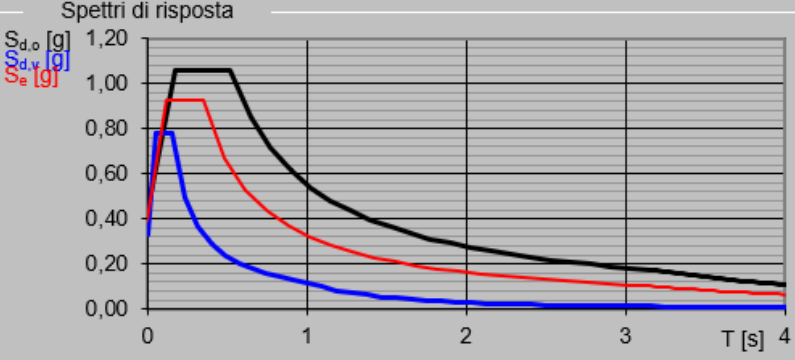
Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo C info $S_S =$ 1,145 $C_C =$ 1,483 info
 Categoria topografica T2 info $h/H =$ 0,000 $S_T =$ 1,000 info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1,000 info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 1 Regol. in altezza si info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta =$ 1,000 info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta ▶▶▶
 Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

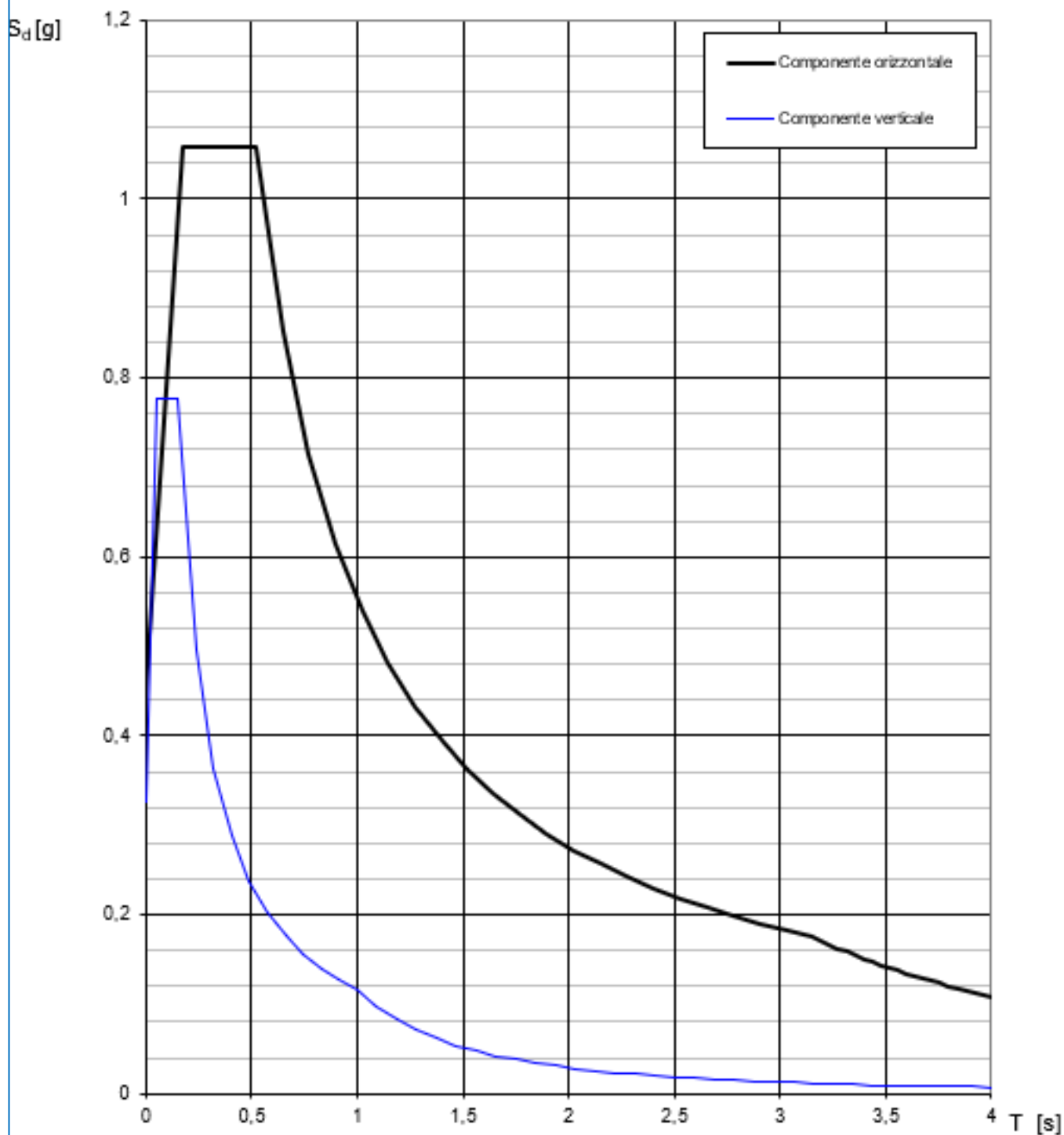
Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,327 g
F_o	2,422
T_c	0,362 s
S_s	1,225
C_o	1,469
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,225
η	1,000
T_B	0,177 s
T_C	0,531 s
T_D	2,906 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_o \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,400
$T_B \leftarrow$	0,177	0,969
$T_C \leftarrow$	0,531	0,969
	0,644	0,799
	0,757	0,680
	0,870	0,591
	0,984	0,523
	1,097	0,469
	1,210	0,426
	1,323	0,389
	1,436	0,359
	1,549	0,332
	1,662	0,310
	1,775	0,290
	1,888	0,273
	2,002	0,257
	2,115	0,243
	2,228	0,231
	2,341	0,220
	2,454	0,210
	2,567	0,201
	2,680	0,192
	2,793	0,184
$T_D \leftarrow$	2,906	0,177
	2,958	0,171
	3,011	0,165
	3,063	0,160
	3,115	0,154
	3,167	0,149
	3,219	0,144
	3,271	0,140
	3,323	0,135
	3,375	0,131
	3,427	0,127
	3,479	0,124
	3,531	0,120
	3,583	0,117
	3,635	0,113
	3,688	0,110
	3,740	0,107
	3,792	0,104
	3,844	0,101
	3,896	0,099
	3,948	0,096
	4,000	0,094

4 LE OPERE IDRAULICHE

4.1 I TOMBINI CIRCOLARI Ø1500

Per il corretto smaltimento delle acque sia di versante che id piattaforma è prevista la realizzazione di numerose opere idrauliche trasversali (12 in totale). Di queste n.10 sono previste realizzate con tombini circolari Ø1500 interni disposti in senso trasversale a tutta larghezza con superamento sia della nuova carreggiata stradale sia della pista ciclabile in terra esistente in generale presente sul lato di valle dell'infrastruttura.

In particolare i tombini raccolgono sul lato di monte sia

- la canaletta in c.a. (a sezione rettangolare) prefabbricata, posta monte della cunetta alla francese a spalla alta (canaletta deputata alla raccolta delle acque di versante)
- i collettori di raccolta delle acque di piattaforma posti al di sotto della cunetta alla francese a spalla alta (collettori deputati alla raccolta delle acque di piattaforma)

Ambedue questi elementi convergono in un grosso pozzetto di monte sagomato all'uopo previsto.

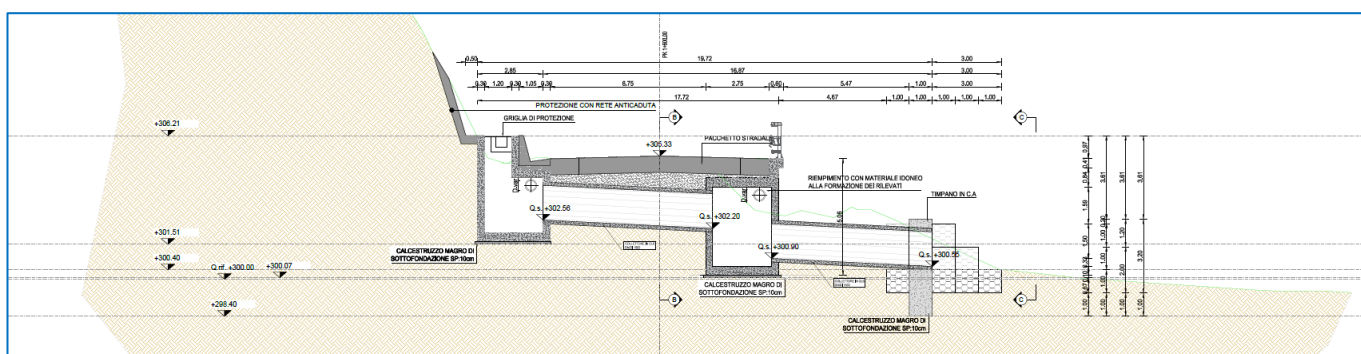
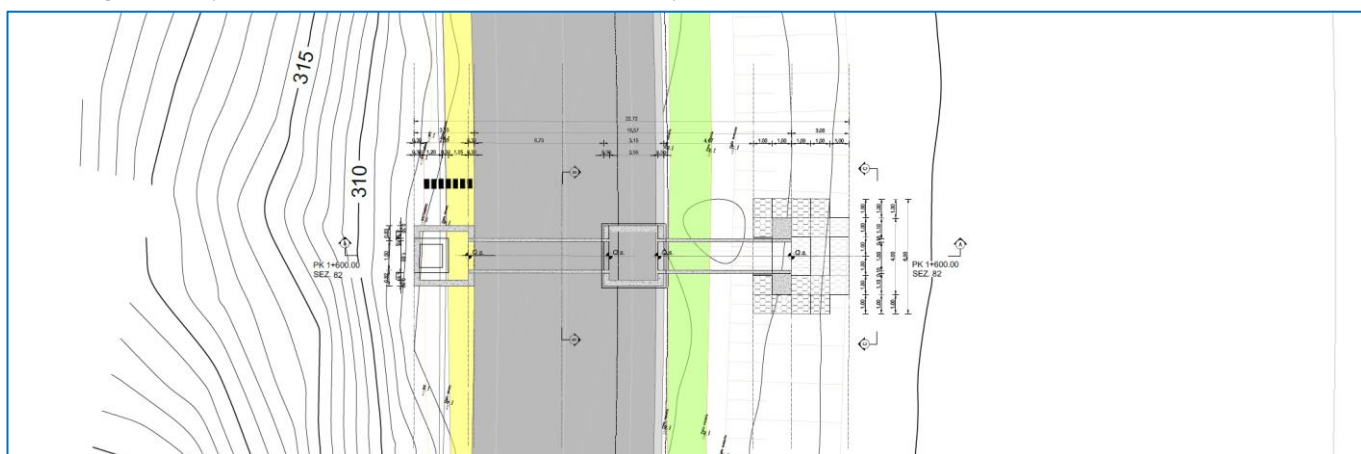
Sul lato di valle è invece prevista la realizzazione di una cameretta in cemento armato a pianta quadrata nella quale convergono esclusivamente i collettori di raccolta delle acque di piattaforma posti sul lato di valle dell'infrastruttura.

Tale cameretta è anche deputata alla realizzazione di un salto del collettore Ø1500 ove necessario (in caso di elevato dislivello tra strada carrabile e pista ciclabile in terra).

Ambedue i manufatti sopra descritti sono previsti realizzati in opera in c.a. e sono completamente invisibili dal punto di vista paesaggistico

Il manufatto di sbocco lato Nera è invece stato previsto in gabbioni (prowisto comunque di un setto / taglione in c.a. per la stabilità della zona di sbocco) così da assicurare un gradevole inserimento paesaggistico dell'opera.

Qui a seguire si riporta uno stralcio di un tombino esemplificativo



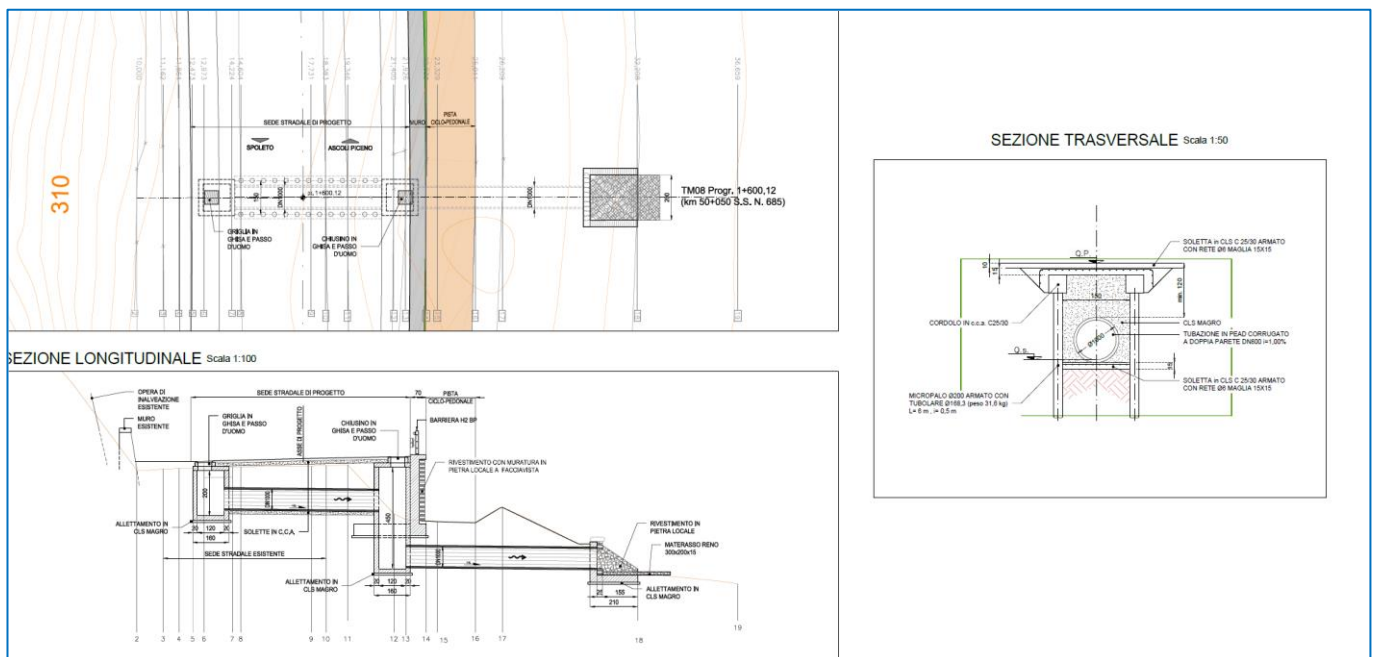
Il collettore Ø1500 previsto in c.a.v. con giunti a spessore, è previsto realizzato con scavo a sezione obbligato e rinfiacato in materiale selezionato comunque conforme per la realizzazione dei rilevati stradali.

A livello cantieristico è stata prevista un'apposita sequenza trasversale utile a consentire il mantenimento del transito (a senso unico alternato) lungo l'infrastruttura in esame.

I tombini sono stati confermati sostanzialmente nella posizione di quelli attuali (leggermente spostati per evitare che in fase cantieristica venga a mancare la necessaria trasparenza idraulica) e nella sostanza confermati rispetto alle previsioni del progetto di fattibilità tecnico economica)

Rispetto al livello progettuale precedente i collettori sono però stati aumentati di diametro (il preliminare prevedeva il ricorso a tubazione Ø1000 / Ø800) in conformità ai più moderni orientamenti progettuali e normativi al fine di garantire un adeguato franco e l'ispezionabilità delle opere.

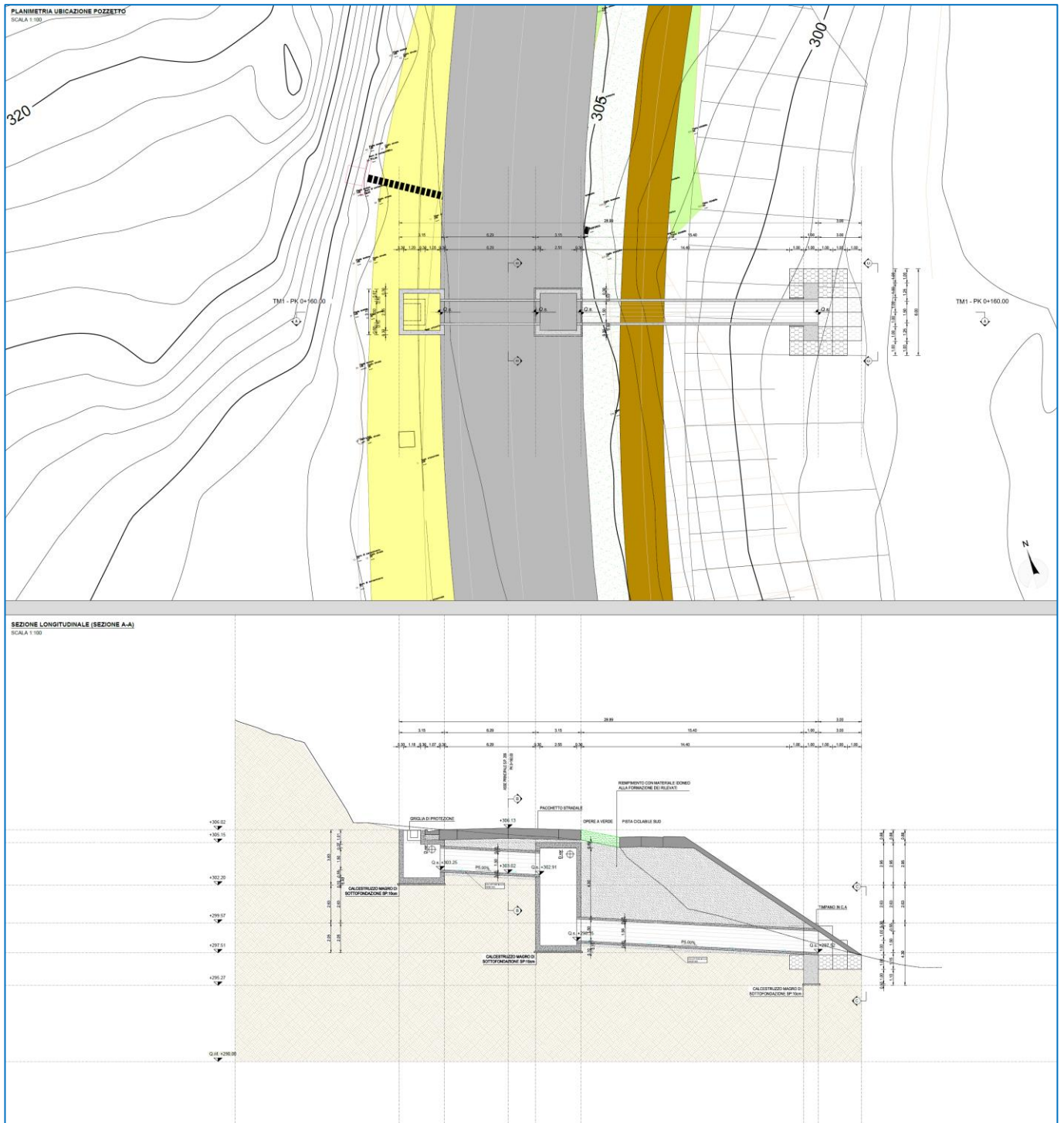
La modifica del diametro ha comportato altresì la modifica del materiale in quanto si è privilegiato l'utilizzo di elementi in c.a.v. prefabbricati. Tale scelta consente anche di realizzare più comodamente i manufatti secondo un'adeguata sequenza trasversale.



Vengono altresì eliminate tutte le opere provvisionale previste.

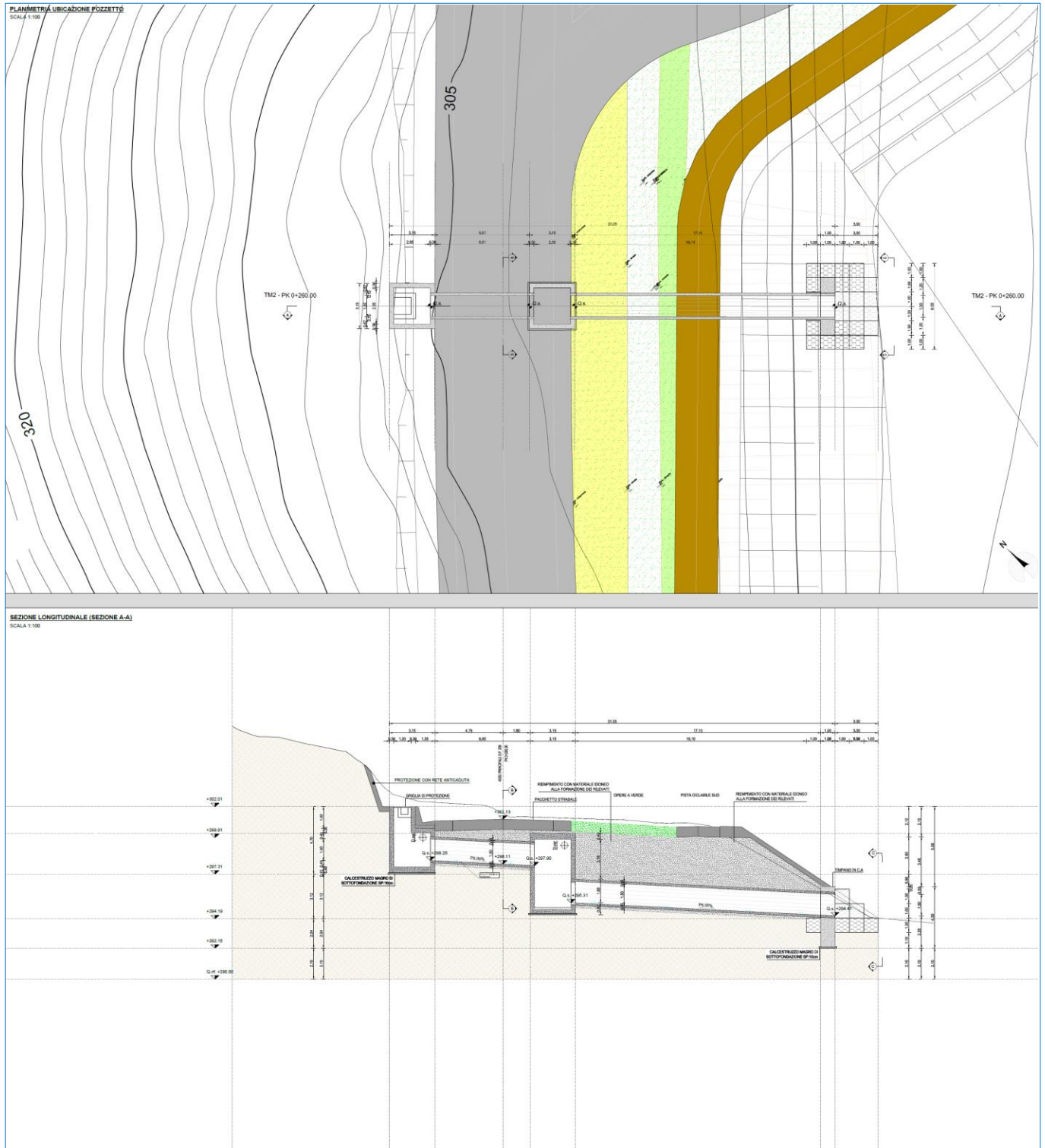
4.1.1 IL TOMBINO TM01

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM01



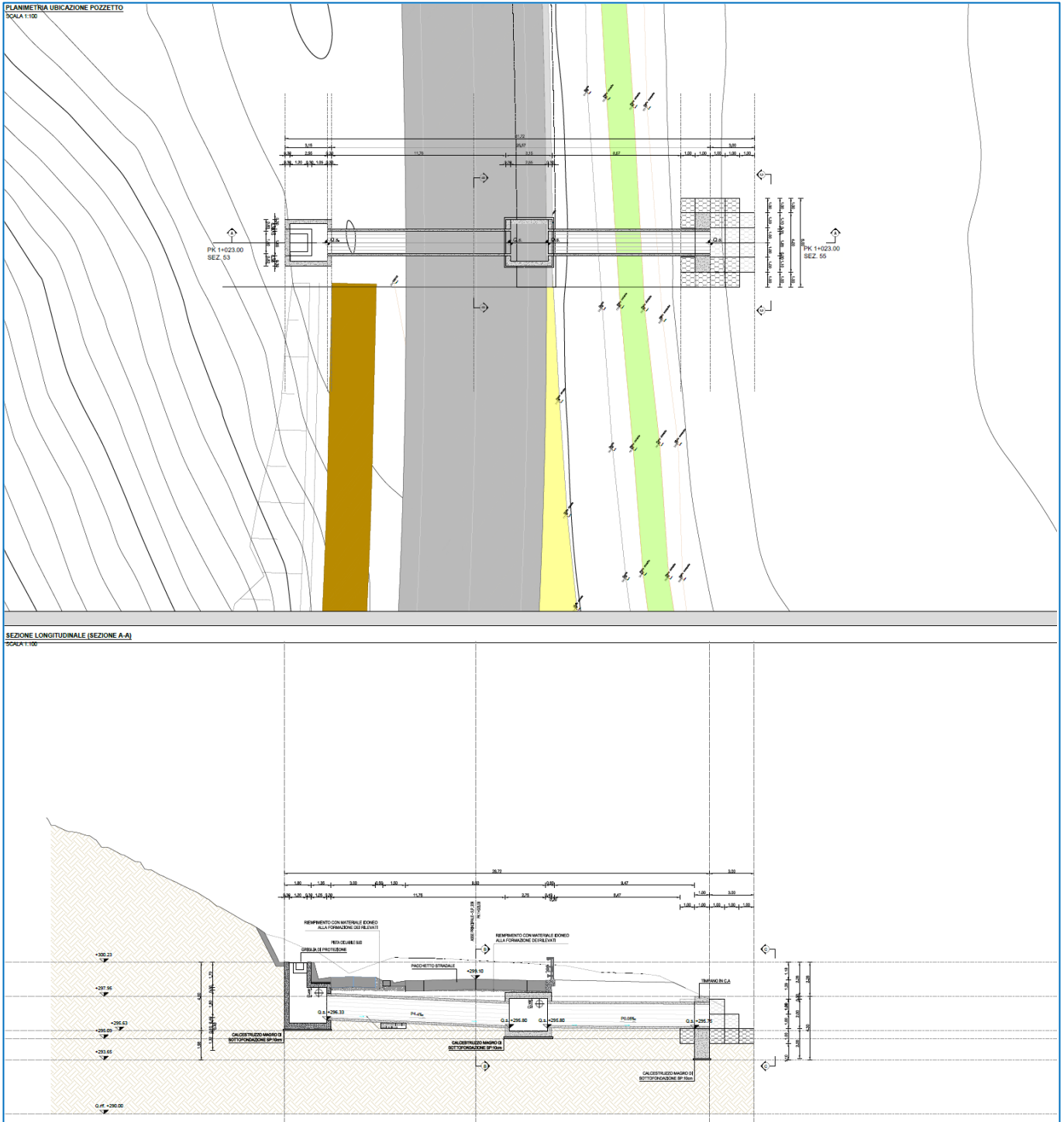
4.1.2 IL TOMBINO TM02

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM02



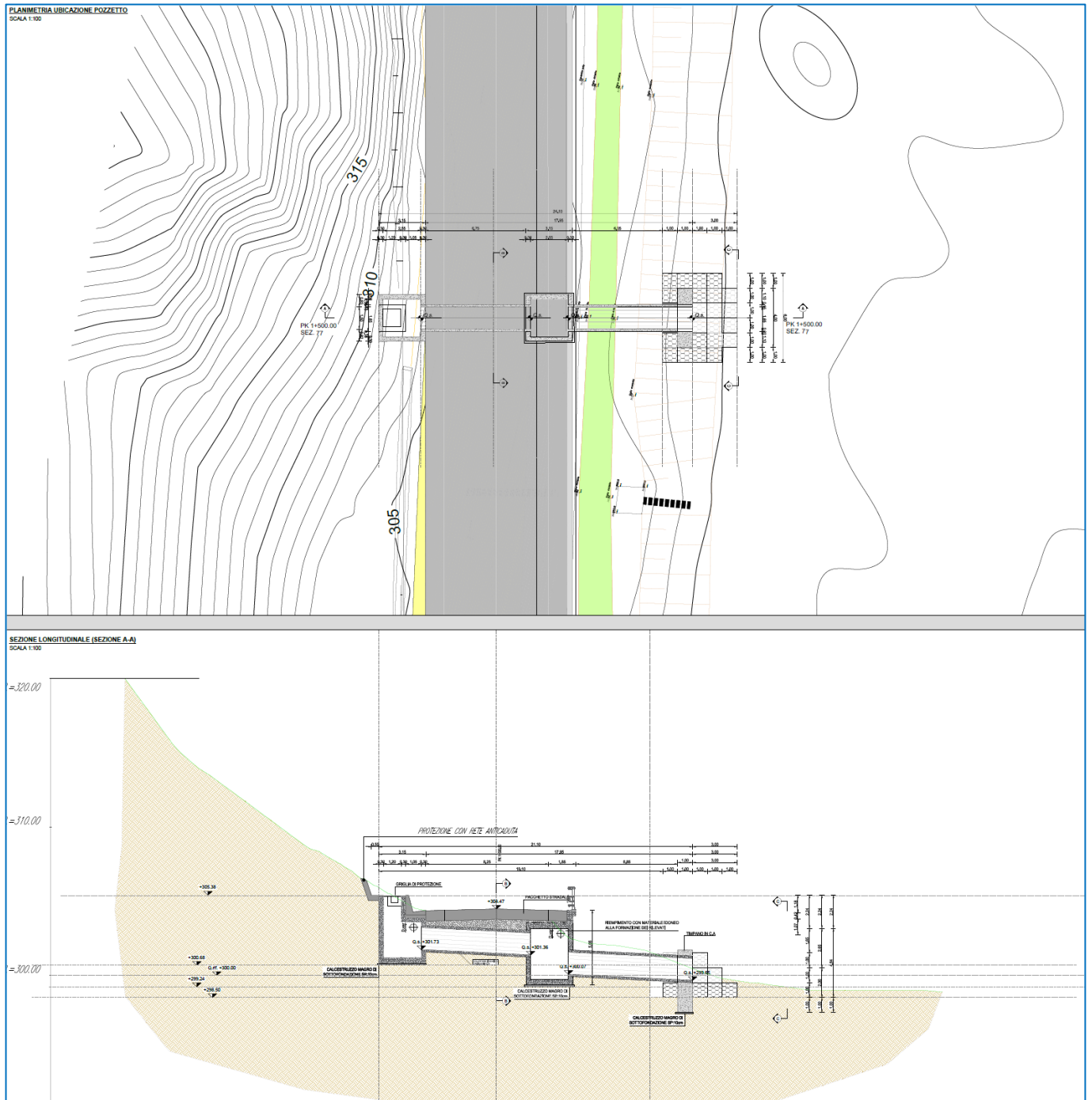
4.1.3 IL TOMBINO TM05

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM05



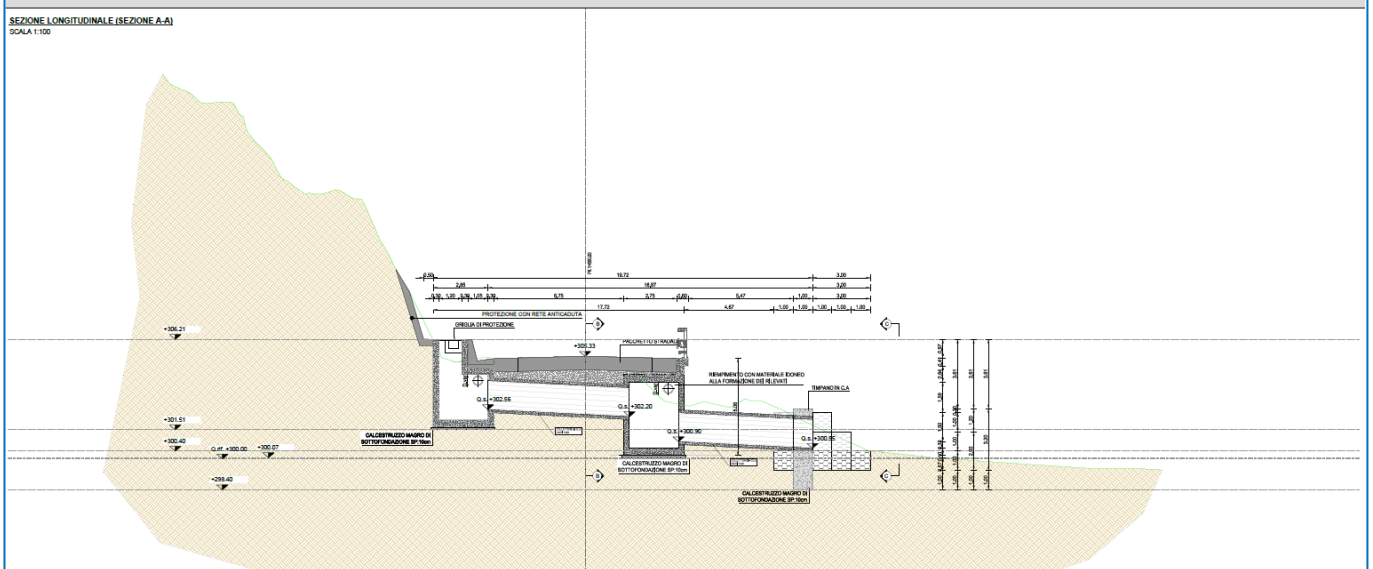
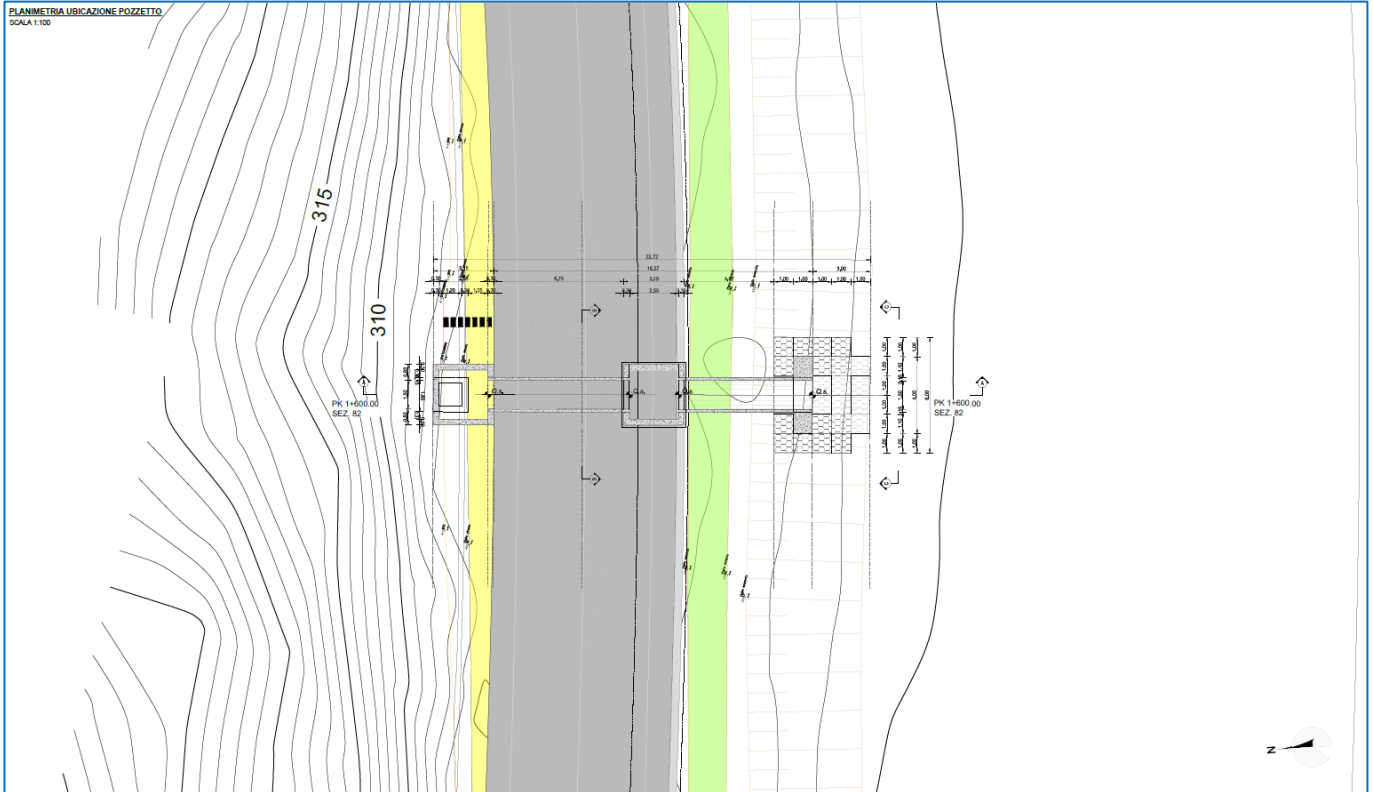
4.1.4 IL TOMBINO TM07

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM07



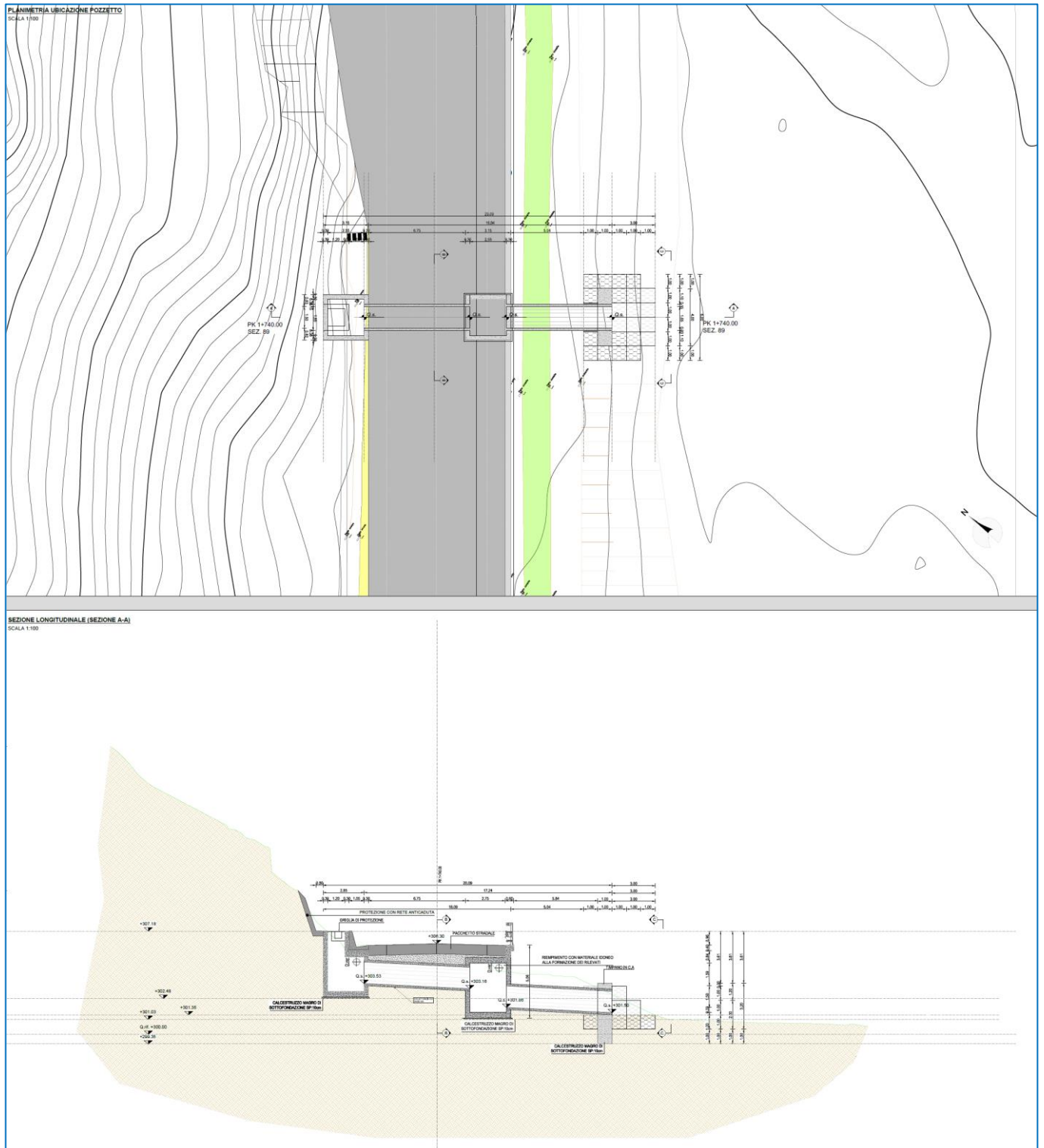
4.1.5 IL TOMBINO TM08

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM08



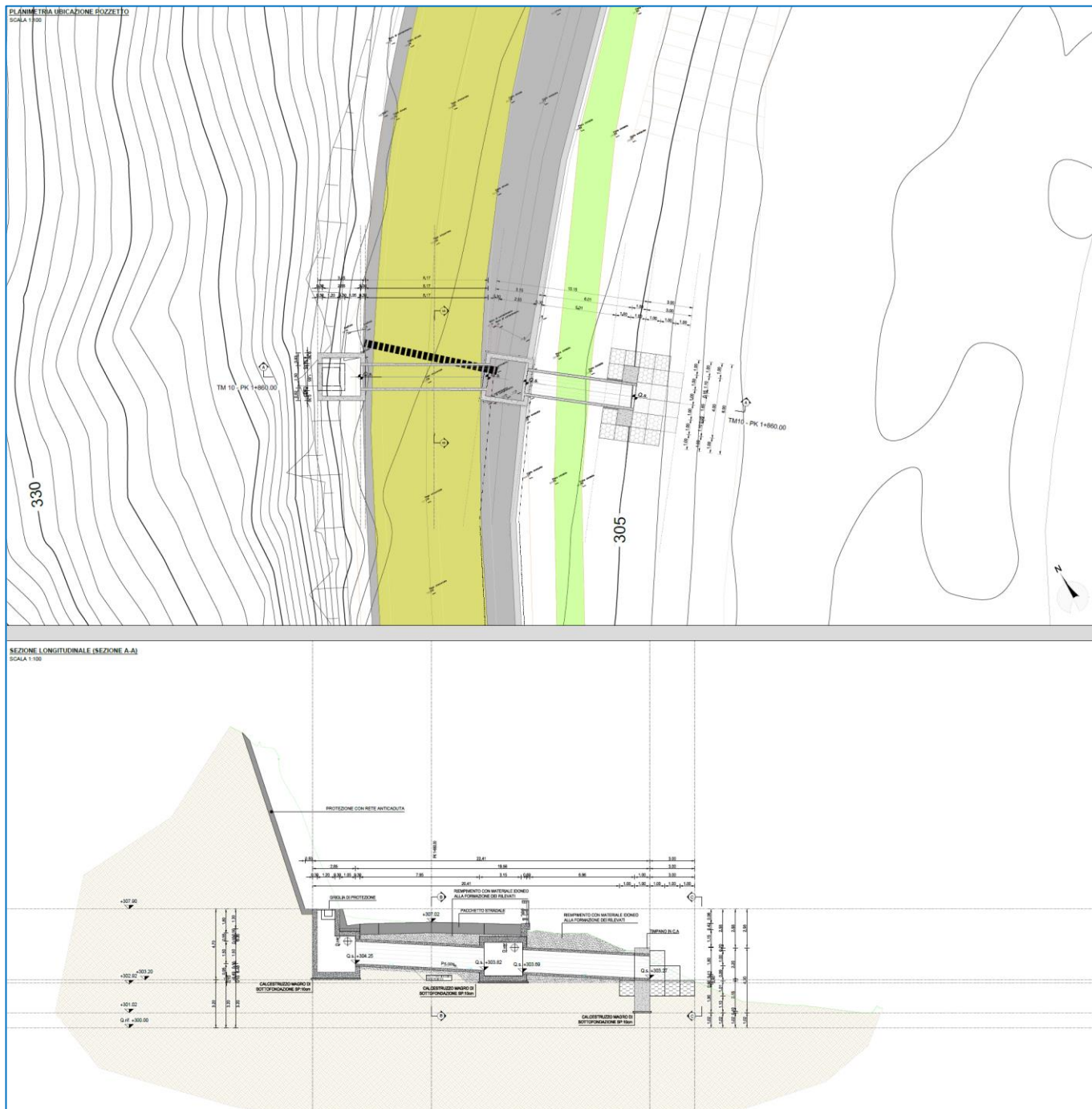
4.1.6 IL TOMBINO TM09

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM09



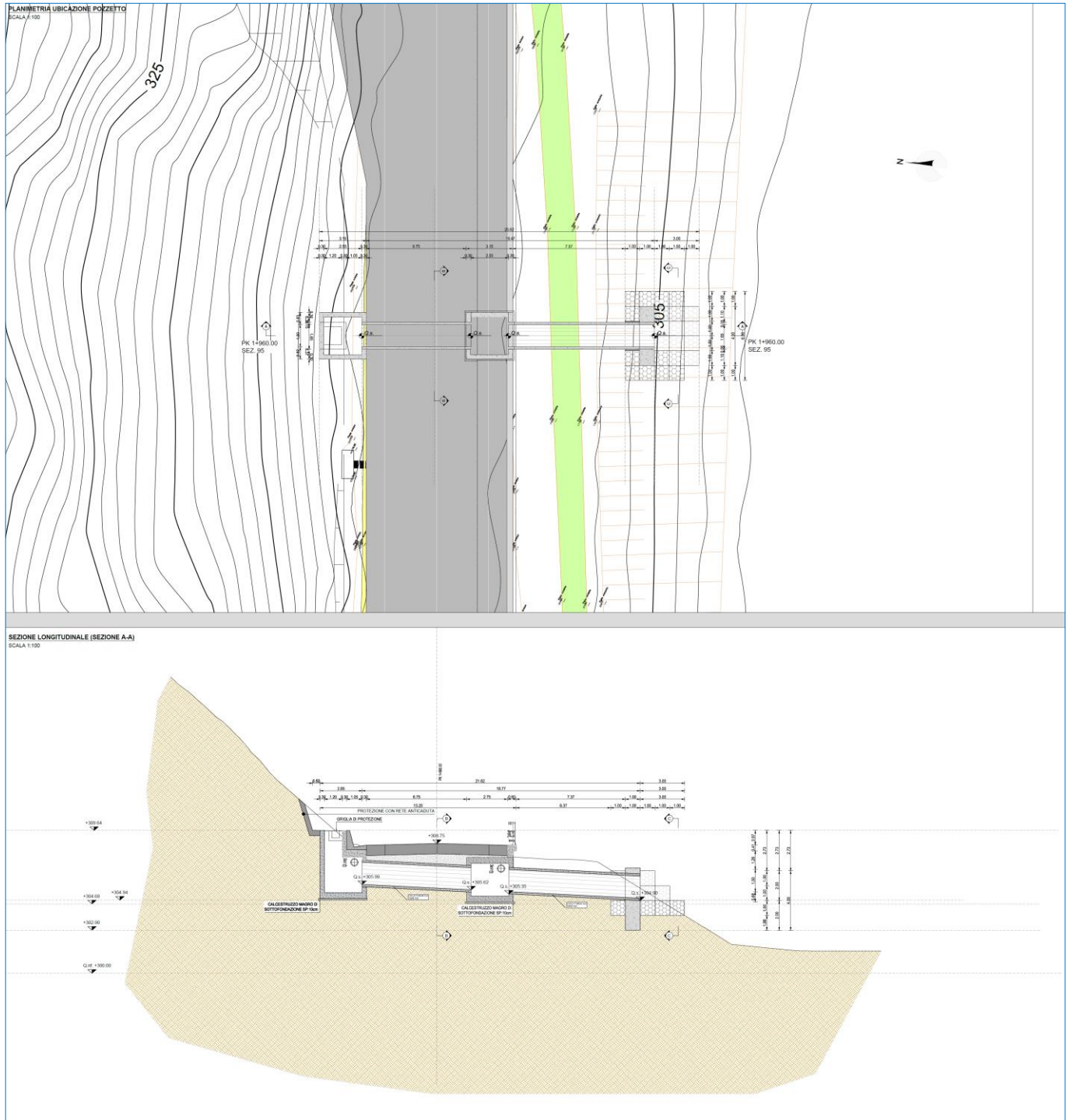
4.1.7 IL TOMBINO TM10

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM10



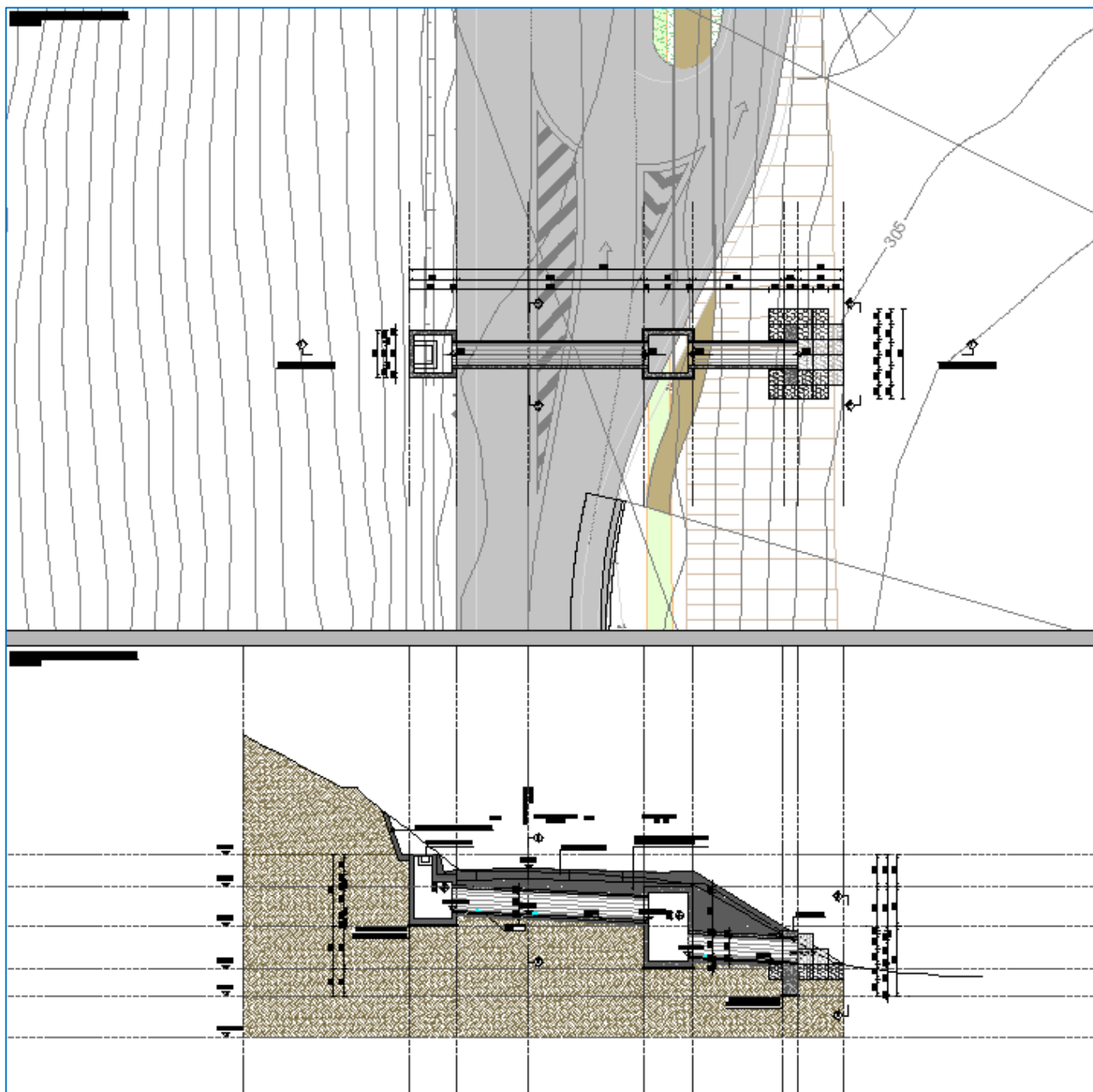
4.1.8 IL TOMBINO TM11

Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM11



4.1.9 IL TOMBINO TM12

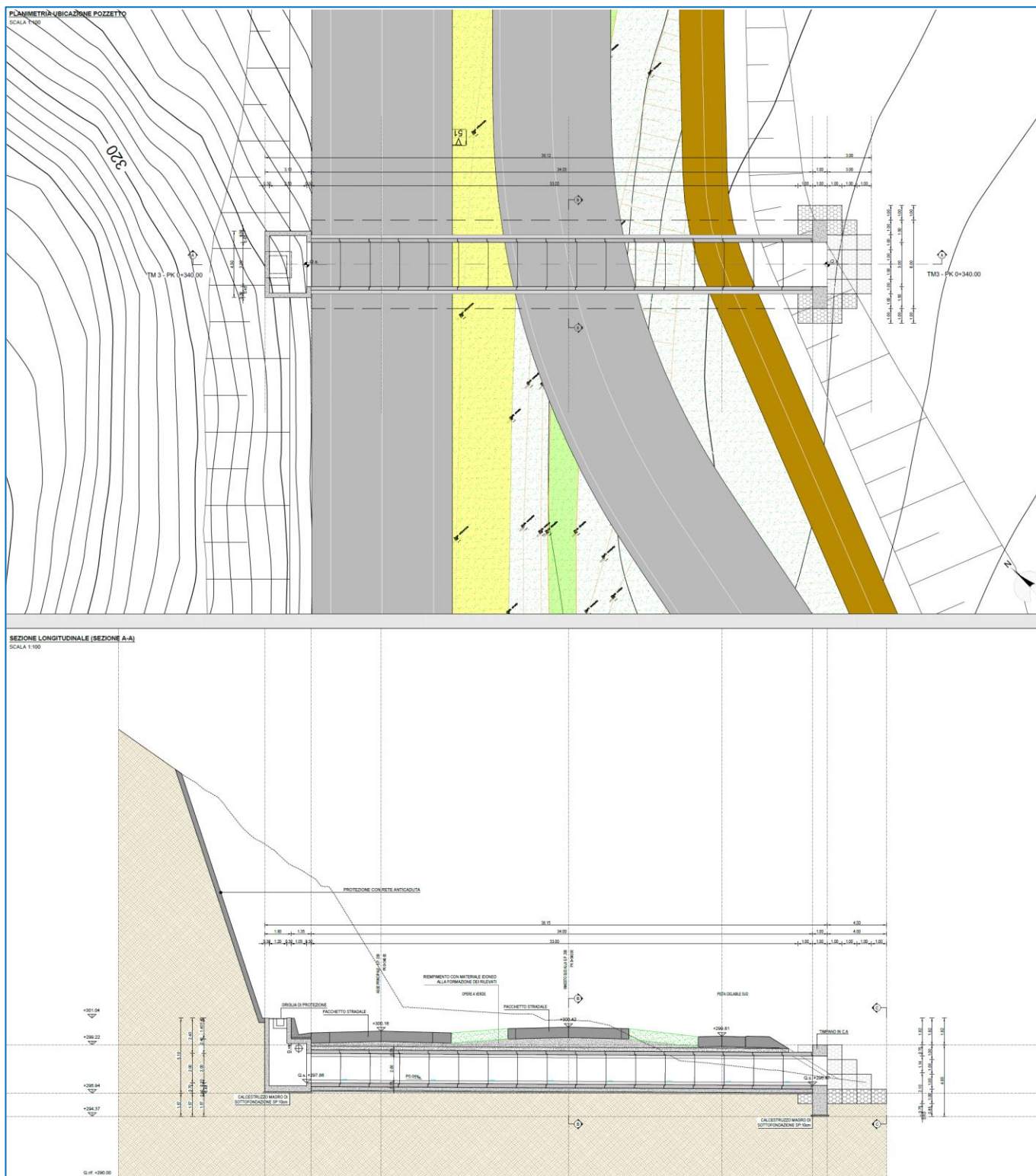
Qui a seguire si riporta la pianta e la sezione longitudinale del tombino TM12



4.2 IL TOMBINO SCATOLARE 350X200CM

In Corrispondenza della sezione alla progressiva 0+340 è prevista la realizzazione di un tombino scatolare il quale attraversa sia la viabilità di progetto che il ramo di svicolo di riconnessione alla viabilità locale di accesso al cimitero sia la pista ciclabile in terra di nuova realizzazione.

E' stata prevista la messa in opera id una struttura prefabbricata a conci in c.a.v. per velocizzare le attività di cantiere e minimizzare l'impatto ambientale in fase di costruzioni. Vengono infatti minimizzati i rischi di inquinamento del limitrofo Fiume Nera.

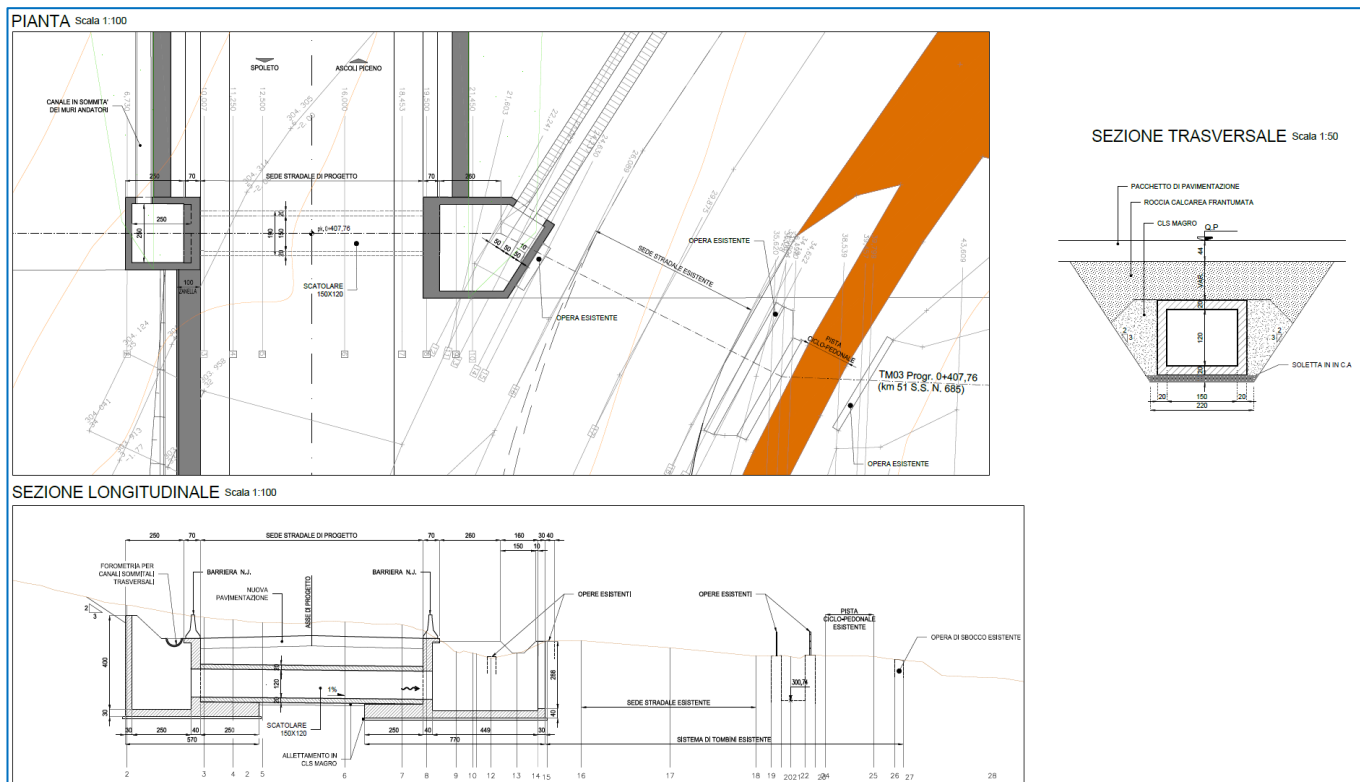


L'opera è prevista fondata su una soletta longitudinale di ripartizione armata con doppio strato di rete elettrosaldata utile a evitare cedimenti differenziali fra i conci.

I manufatti di imbocco e sbocco presentano caratteristiche assolutamente analoghe a quelle già descritte per i tombini circolari.

Lo scatolare è poi previsto rinfiancato in misto cementato per minimizzare i rischi di cedimenti differenziali del manto stradale sovrastante.

Rispetto alla previsione del progetto di fattibilità tecnico-economica tale opera è stata nella sostanza confermata al netto di un incremento delle dimensioni utile a consentire le attività di manutenzione del manufatto stesso.

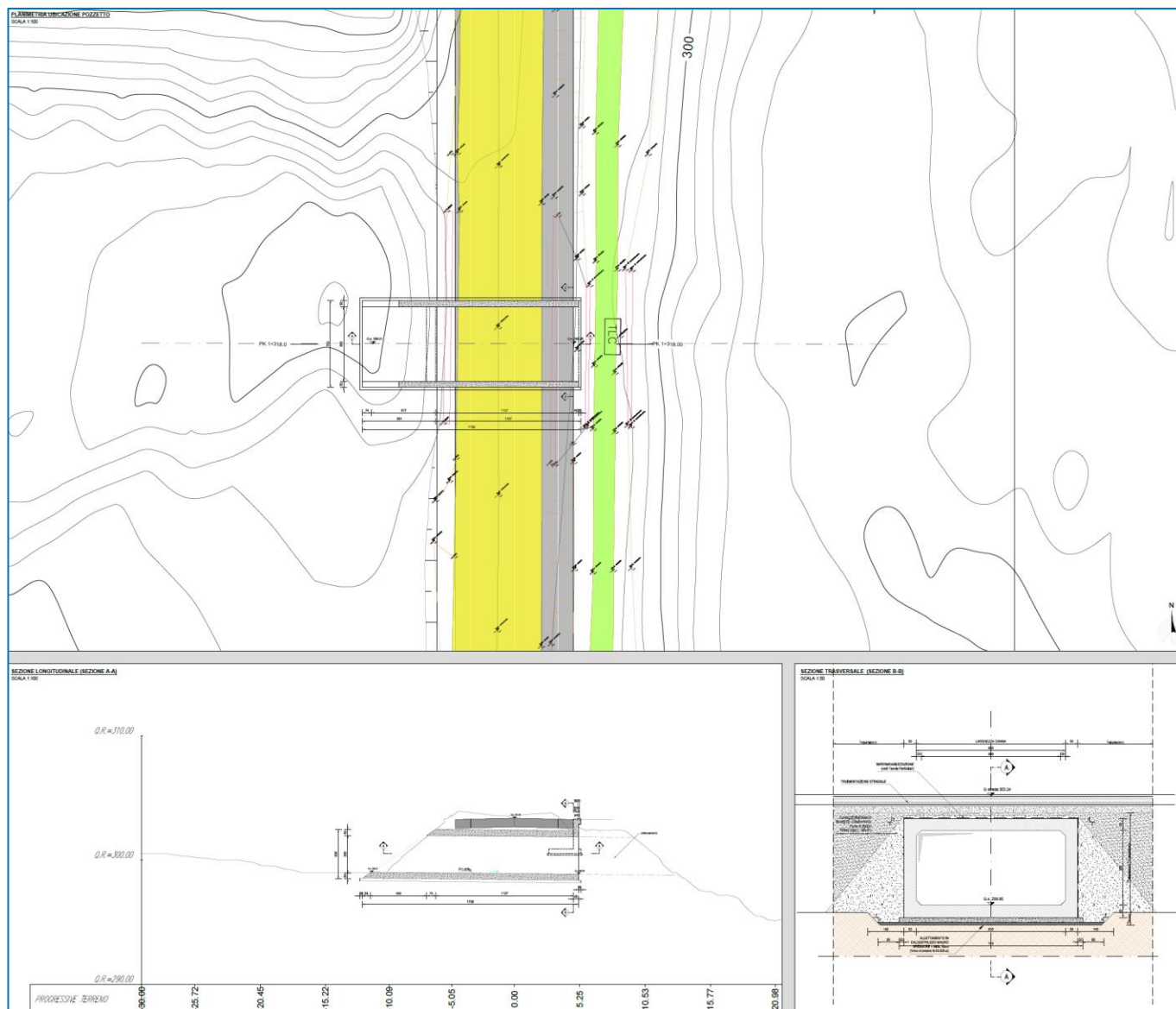


L'opera è stata inoltre leggermente riposizionato verso sud attraversando tutte le 3 sedi viarie e ciclabili presenti. Tale modifica si è resa necessaria anche in considerazione dell'introduzione dei muri a "U" in approccio alla galleria naturale

4.3 IL PONTICELLO ALLA PROGRESSIVA 1+315

Allo stato attuale l'infrastruttura viaria scavalca l'unico impluvio significativo presente nella tratta attraverso un manufatto ad arco di luce pari a circa 6m.

Al fine di garantire il completo adeguamento della tratta viaria in esame dal punto di vista strutturale e sismico, il progetto ne ha previsto il completo rifacimento con una struttura in cemento armato gettata in opera di tipo scatolare. Il rifacimento dell'opera idraulica interessa esclusivamente la carreggiata viaria mentre a valle, sotto la pista ciclabile in terra, non sono stati previsti interventi di sorta sul manufatto esistente.



4.4 LE OPERE DI SOSTEGNO

Lungo il lato di valle dell'infrastruttura a nord della galleria naturale è stata prevista al realizzazione di un lungo muro di sostegno a mensola (realizzato in cemento armato gettato in opera) e rivestito in pietra locale di separazione tra la viabilità in progetto e l'esistente pista ciclabile in terra.

Tale muro segue di fatto le previsioni progettuale del progetto di fattibilità tecnico economica e prevede in testa un cordolo sommitale utile ad alloggiare le barriere laterali bordo ponte.