

## S.S.195 "SULCITANA"

**COMPLETAMENTO ITINERARIO CAGLIARI - PULA LOTTO 2**  
**COLLEGAMENTO CON LA S.S 130 E AEROPORTO CAGLIARI ELMAS**  
**DAL Km 21+488,70 AL Km 23+900,00**  
**RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA12

PROGETTAZIONE: ANAS – DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

**PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. M. RASIMELLI  
 Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A632

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

Ing. D. BONADIES                      Ing. M. TANZINI  
 Ing. P. LOSPENNATO                  Ing. A. LUCIA  
 Ing. S. PELLEGRINI  
 Ing. A. POLLI  
 Ing. C. CASTELLANO  
 Ing. G.N. GUERRINI

**IL GEOLOGO**

Dott. S. PIAZZOLI

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

Ing. L. IOVINE

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

Ing. M. COGHE

PROTOCOLLO

DATA:

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**



Str. del Colle, 1/a - Fraz. Fontana  
 06132 Perugia - Italia



UNI ISO 9001:2008



UNI EN ISO 14001:2004

MANDATARIA



**PINI SWISS ENGINEERS SA**  
 Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



**PINI SWISS ENGINEERS Srl**  
 Via Cavour, 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

## ELABORATI GENERALI

Relazione generale descrittiva

CODICE PROGETTO

NOME FILE  
 T00EG00GENRE02A

REVISIONE

PAG.

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

D P C A 1 2    D    2 0 0 1

CODICE ELAB.

T 0 0    E G 0 0    G E N    R E 0 2

A

1 di 106

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

GIUGNO 2020

C. CASTELLANO

A. POLLI

RASIMELLI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 2 di 106</b></p>
---	---

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>GEOLOGIA</b>	<b>10</b>
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE	10
3.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
3.3	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE	11
3.4	ASPETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	13
3.5	COMPLESSI IDROGEOLOGICI	14
3.6	SISMICITÀ DELL'AREA	14
<b>4</b>	<b>GEOTECNICA</b>	<b>16</b>
4.1	SISMICITÀ DELL'AREA	17
4.2	UNITÀ GEOTECNICHE E STRATIGRAFIE	18
4.3	INTERVENTI DI RISANAMENTO DEI RILEVATI ESISTENTI	19
4.4	ANALISI DI STABILITÀ	20
4.5	MONITORAGGIO GEOTECNICO	22
<b>5</b>	<b>IDROLOGIA</b>	<b>25</b>
5.1	ANALISI PLUVIOMETRICA	26
5.2	ANALISI GEOMORFOLOGICA	31
5.3	ANALISI IDROLOGICA	33
<b>6</b>	<b>IDRAULICA</b>	<b>39</b>
6.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	39
6.2	MODELLAZIONE IDRODINAMICA	39
6.3	SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	40
6.3.1.	Analisi idrologiche	40
6.3.2.	Fossi di guardia e tubazioni	41
6.3.3.	Elementi di collegamento tra piattaforma e rete di drenaggio	42
6.3.4.	Opere particolari in corrispondenza dello svincolo per Sarroch	43
6.3.5.	Fossi di protezione della trincea stradale	43
6.4	TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	45

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 3 di 106</b></p>
---	---

6.5	APPRESTAMENTI IDRAULICI IN FASE DI CANTIERE	45
<b>7</b>	<b>PROGETTO STRADALE</b>	<b>47</b>
7.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	47
7.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	47
7.3	DATI DI TRAFFICO	48
7.3.1.	Offerta e domanda locale	49
7.3.2.	Livelli di servizio	49
7.3.3.	Scenari di progetto (anni 2026 e 2036)	50
7.4	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	52
7.5	SEZIONI TIPO DI PROGETTO	53
7.5.1.	Asse principale	53
7.5.2.	Piazzole di sosta	54
7.5.3.	Rampe monodirezionali	54
7.5.4.	Viabilità secondaria	54
7.6	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	55
7.6.1.	Elementi planimetrici asse principale	55
7.6.2.	Elementi altimetrici asse principale	55
7.6.3.	Elementi planimetrici secondaria	56
7.6.4.	Elementi altimetrici secondaria	57
7.7	DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ E DI VISIBILITÀ	58
7.8	DISPOSITIVI DI RITENUTA	58
7.9	PAVIMENTAZIONI	61
<b>8</b>	<b>OPERE D'ARTE</b>	<b>63</b>
8.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	63
8.2	INTERVENTI SULLE STRUTTURE ESISTENTI	63
8.3	NUOVE OPERE D'ARTE	64
8.3.1.	Tombini	66
<b>9</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE, FASI ESECUTIVE E CRONOPROGRAMMA</b>	<b>69</b>
9.1	AREE DI CANTIERE	69
9.2	VIABILITÀ	71

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 4 di 106</b></p>
---	---

9.3	TEMPI D'ESECUZIONE	71
9.4	SITI DI APPROVVIGIONAMENTO E SMALTIMENTO	71
<b>10</b>	<b>GESTIONE MATERIE</b>	<b>77</b>
10.1	VINCOLISTICA	77
10.2	MODALITÀ DI SCAVO E VOLUMETRIE	79
<b>11</b>	<b>BONIFICA ORDIGNI BELLICI</b>	<b>83</b>
<b>12</b>	<b>IMPIANTI</b>	<b>84</b>
12.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	84
12.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	85
12.3	CRITERI PROGETTUALI GENERALI	87
<b>13</b>	<b>INTERFERENZE</b>	<b>89</b>
<b>14</b>	<b>ESPROPRI</b>	<b>90</b>
14.1	INDENNITÀ D'ESPROPRIO	90
14.2	INDENNITÀ OCCUPAZIONE TEMPORANEA	91
<b>15</b>	<b>INTERVENTI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE</b>	<b>92</b>
15.1	OPERE A VERDE	92
15.2	RIPRISTINO DELL'AREA DI CANTIERE	95
<b>16</b>	<b>MONITORAGGIO RUMORE</b>	<b>96</b>
<b>17</b>	<b>RECEPIMENTO PRESCRIZIONI VIA</b>	<b>101</b>

ANAS S.p.A.

S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la  
S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2

RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA

**PROGETTO DEFINITIVO**

*T00EG00GENRE02A*  
*Relazione generale descrittiva*

**File:**

***T00EG00GENRE02A.doc***

**Data: *Giugno 2020***

**Pag. 5 di 106**

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 6 di 106</b></p>
---	---

## 1 PREMESSA

La S.S. 195 "Sulcitana" si sviluppa su una lunghezza complessiva di 19,816 km, tra le città di Cagliari e Pula, attraversa il territorio dei comuni di Cagliari, Assemini, Capoterra, Sarroch, Villa San Pietro e Pula.

Riveste primaria importanza per i flussi di traffico legati alle attività commerciali, accedendo ai rilevanti complessi industriali del CASIC e di Sarroch, e per i flussi turistici. Fondamentale è il ruolo che la strada svolge ai fini del traffico pendolare che, quotidianamente, si muove fra Cagliari e gli importanti centri della provincia serviti dall'infrastruttura.

La strada presenta le caratteristiche delle strade tipo III CNR 78/80, due corsie per senso di marcia e banchine laterali. Presenta, inoltre, una serie di svincoli per riconnettersi con la maglia stradale secondaria.

L'intervento fa parte della realizzazione del nuovo itinerario della SS195 tra Cagliari e Pula, suddiviso in 3 lotti di quale il 1° ed il 3° sono in esecuzione.



Figura 1 – Inquadramento dell'intervento

Il progetto relativo al 2° lotto, dal km 18+350 al km 23+900 della S.S.195 "Sulcitana", interposto tra i due lotti in costruzione, di lunghezza 5,55 km circa, consiste nell'adeguamento del tratto di strada a 4 corsie già esistente - a suo tempo realizzata dal Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CACIP) quale dorsale consortile industriale, e di proprietà dello stesso Ente, ad una sezione trasversale per la piattaforma stradale corri-

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 7 di 106</b></p>
---	---

spondente alle strade tipo "B" del D.M. 5/11/2001 , con velocità di progetto comprese tra i 70 Km/h e i 120 Km/h, avente due corsie per senso marcia – ciascuna larga 3,75 m, piattaforma pavimentata di larghezza pari a 22,00 m.

L'intervento in oggetto è inserito nel Contratto di Programma 2016-2020 tra Anas e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, approvato con Delibere CIPE 25/2016 e 54/2016.

Per l'intero itinerario Cagliari-Pula, sono stati redatti da progettisti incaricati dalla Regione il Progetto Preliminare ed il Progetto Definitivo, sul quale sono stati acquisiti la compatibilità ambientale, con prescrizioni, a marzo 2007.

Tale Progetto Definitivo è stato quindi aggiornato nel 2008 – 2009 in riferimento alle prescrizioni e suddiviso in lotti correlati ai finanziamenti disponibili, proseguendo poi nella successiva fase di affidamento tramite appalto integrato per i soli lotti 1° e 3° finanziati.

A partire da tale progetto definitivo, le prime ipotesi di interventi di restyling con manutenzioni mirate, condivise in prima istanza con la Regione, sono state superate da lavori di rifacimento della sovrastruttura eseguiti nel 2018 dall'ente proprietario CACIP.

Il presente progetto definitivo è stato sviluppato sulla scorta di campagne di indagini di campo geognostiche, di caratterizzazione ambientale e sulle strutture esistenti, atte a consentire la migliore definizione delle opere da realizzarsi ed è limitato allo stralcio denominato 2C, che va dal km 21+488 al km 23+900.

Sul progetto definitivo dell'intero itinerario Cagliari-Pula, a seguito della domanda ANAS del 02.12.2004 con protocollo DSA/26892, è stata acquisita la compatibilità ambientale con prescrizioni in data 30.03.2007, rilasciata da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con protocollo DSADEC- 2007-259 attualmente in corso di validità.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 8 di 106</b></p>
--	---

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La strada oggetto d'intervento S.S. 195 Sulcitana, denominata nel tratto tra il km 18+071 e il km 25+250 "Perimetrale Consortile", fu realizzata con funzione di variante alla strada statale esistente in una zona interessata da numerosi insediamenti industriali e in cui ricade l'abitato di Sarroch.

Questo intervento, che rientra come detto in precedenza, all'interno di uno più vasto della tratta di S.S.195 "Sulcitana" tra Cagliari e Pula, consentirà l'innalzamento degli standard di sicurezza e tempi di percorrenza inferiori tra Cagliari e le località costiere del sud-ovest dell'Isola.

La sezione tipologica esistente è di Tipo III secondo le norme CNR 80, di larghezza complessiva pari a 18,60 metri, costituita da due corsie per senso di marcia da 3,50 metri, due banchine da 1,50 metri di larghezza, un'intervia da 1,10 metri.



Figura 2: Stato attuale tratta "Perimetrale Consortile"

L'intervento oggetto della presente (stralcio 2C del lotto completo 2) si estende per circa 2,40 km nel comune di Sarroch, a partire dal sedime esistente della "Perimetrale Consortile" (S.S.195 Sulcitana) come adeguamento della stessa e termina a nord, in corrispondenza del viadotto Bacchelinna al km 21+488 e a sud al km 23+900 in corrispondenza del limite d'intervento del Lotto 3.

Lo stesso intervento andrà a completare gli interventi realizzati per il lotto 3 e, in corso di realizzazione, per il lotto 1.

Il tratto si sviluppa in rettilineo in discesa con una pendenza longitudinale di circa 1% fino alla progressiva 23+000 circa, in cui si sviluppa in leggera salita alternando tratti in trincea e tratti in rilevato. Alla progressiva 23+100 circa, è situato lo svincolo Saras che conduce verso Sarroch e verso la S.S. 195 esistente che corre lungo la costa.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data:</b> <b>Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 9 di 106</b></p>
--	---

L'intervento sulla strada esistente nasce dall'esigenza di adeguamento alla sezione tipo B "extraurbana principale" secondo la nuova normativa sulle strade DM.05.11.2001 e presuppone quindi un allargamento di 1.70 m di pavimentato per ciascuna carreggiata e la realizzazione di adeguate piazzole di sosta.

Nella zona dello svincolo Saras, anch'esso adeguato alla normativa vigente DM 19/004/2006 (rampe immissione e diversione) e interessato dall'allargamento della piattaforma stradale, l'intervento di progetto prevede il rifacimento del cavalcavia di svincolo posto sulla viabilità secondaria.

In corrispondenza della zona di svincolo si prevede inoltre la ricucitura e l'adeguamento della viabilità esistente interferita.

Completano gli interventi l'adeguamento delle opere minori (sottovia e tombini idraulici) e la realizzazione di nuovi attraversamenti idraulici.

Particolare attenzione è stata posta alle problematiche relative ad alcune ratte dei rilevati esistenti i quali, nel corso degli anni, hanno manifestato cedimenti importanti del piano stradale. Sulla base dei dati di base e delle indagini geognostiche disponibili, al fine di approfondire le problematiche dei rilevati esistenti, si è condotto uno studio specifico congiunto geotecnico e idraulico delle tratte considerate maggiormente critiche, per le quali si prevede una bonifica superficiale della parte sommitale del rilevato esistente al di sotto della piattaforma stradale.

Le suddette tratte di rilevato sono, nello specifico, quattro e indicate di seguito:

- R1: dal km 21+490 al km 21+600;
- R2: dal km 21+900 al km 22+050;
- R3: dal km 22+300 al km 22+650;
- R4: dal km 23+700 al km 23+900.

Nel seguito sono descritti gli studi alla base della progettazione e gli aspetti tecnici principali, rimandando alle relazioni ed agli elaborati specialistici per ulteriori approfondimenti.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 10 di 106</b></p>
---	--

### 3 GEOLOGIA

Per la stesura del presente progetto riguardante lo stralcio 2C della "S.S. 195 "Sulcitana" sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti in situ e, nello specifico le attività svolte si sono sviluppate secondo le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi condotti su ortofoto;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, in conformità con gli standard metodologici di maggior rilievo a livello nazionale, come quelli dell'ISPRA;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche disponibili ed appositamente realizzate nell'area di interesse progettuale;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.

#### 3.1 Inquadramento generale

L'area di studio si colloca nella porzione più meridionale della Sardegna, lungo la S.S. 195 "Sulcitana", tra i km 21+488 e km 23+900, interessando il comune di Sarroch. Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area di studio è individuabile all'interno del Foglio 234 (Cagliari) in scala 1:100000, nelle Tavole 234-III-SO (Pula) e 234-III-NO (Villa d'Orri), in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sardegna, nelle sezioni 565120 e 566090, in scala 1:10000.

L'area di studio appartiene alla fascia collinare e pedemontana che contorna il bordo sudorientale dell'entroterra montano del Sulcis e che poi prosegue, verso la linea di costa, con le colline vulcanico-andesitiche di Sarroch-Pula-Santa Margherita. Dal punto di vista orografico il tracciato in esame impegna settori di territorio posti a quote comprese tra 45 m s.l.m. e 86 m s.l.m. circa. Dal punto di vista morfologico, invece, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di una estesa superficie sub-pianeggiante blandamente immergente verso il Golfo di Cagliari ad est, costituita da una serie di terrazzi morfologici elevati di pochi metri rispetto al fondovalle attuale. Tale settore è delimitato ad ovest e nord-ovest dall'Iglesiente, a est dal Golfo di Cagliari e a sud dal Riu Mannu.

Il principale corso d'acqua dell'area di studio è costituito dal Riu Mannu, immissario del Riu di Pula che sfocia nel Golfo di Cagliari, posto più a sud del tracciato in esame. Gli elementi idrografici che interessano direttamente la tratta in esame sono rappresentati, da nord a sud, dal Canale Giaccu e da Riu s'Acqua de Ferru. Ad essi si aggiungono una serie di corsi d'acqua secondari, a carattere stagionale e/o torrentizio, e numerosi solchi da ruscellamento concentrato attivi solo in concomitanza con eventi meteorici particolarmente intensi.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 11 di 106</b></p>
---	--

### 3.2 Indagini geognostiche

Nel corso dello studio sono state consultate e analizzate tutte le indagini geognostiche appositamente realizzate nel settore di territorio interessato dagli interventi in progetto. L'intero set di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di approfondimento progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei termini litologici interessati dalle opere in progetto.

Nel corso delle campagne indagini sino ad oggi espletate (campagne 2019 e 2007), lungo la tratta in esame compresa tra il km 21+488 e km 23+900, sono state realizzate indagini dirette e indirette. Complessivamente sono state analizzate le seguenti indagini di sito:

- n. 16 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo di cui 9 non attrezzati, 2 strumentati con piezometro e 5 attrezzati per sismica in foro;
- n. 6 pozzetti esplorativi;
- n. 1 stendimento sismico MASW.

Il numero totale dei campioni prelevati è di 113, mentre quello delle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio è di 89.

Le indagini di progetto eseguite sono costituite da:

- sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo; in tutti i sondaggi sono state effettuate sistematicamente prove penetrometriche SPT per un totale di 89 prove;
- installazione in sondaggi di piezometri a tubo aperto da 2";
- prove geofisiche down-hole condotte in corrispondenza di sondaggi a carotaggio continuo
- prelievi di campioni da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico;
- prove di permeabilità Lefranc;
- pozzetti esplorativi geotecnici;
- prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi;
- prova geofisica MASW.

I punti di ubicazione delle prove sono riportati nell'allegata "Planimetria ubicazione indagini geognostiche" (elaborato T00GE00GEOPU01A).

### 3.3 Assetto geologico locale

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotoin-

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p><i>Relazione generale descrittiva</i></p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 12 di 106</b></p>
--	--

terpre-tazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o appositamente realizzate per il presente studio. Nei settori di stretto interesse progettuale, quindi, sono state individuate e perimetrare numerose unità geologiche, di seguito descritte dal basso verso l'alto stratigrafico.

Nel settore nord-occidentale si presentano sequenze metamorfiche paleozoiche rappresentate da una singola formazione; i suddetti litotipi poggiano in discordanza stratigrafica su unità geologiche non affioranti nell'area.

Nel settore nord-occidentale dell'area di studio affiorano, in località Su Moddizraxiu e Su Mori De Sa Serra Nou, formazioni di Pala Manna. Si tratta di rocce metamorfiche derivanti da una successione sedimentaria di bacino sinorogenico, costituita da due distinte litofacies a composizione metarena-ceo-metasiltitica e quarziticca. Poggiano in contatto stratigrafico concordante su unità non affioranti nell'area.

Il complesso intrusivo e filoniano tardo-paleozoico è formato da una singola formazione, è affiorante localmente nel settore nord-occidentale. I suddetti litotipi risultano intrusi all'interno del basamento metamorfico con contatti più o meno verticali. Unità intrusive di Villacidro affiorano localmente nel settore nord-occidentale dell'area di studio, in località Su Nura-scheddu. Si tratta di rocce magmatiche prevalentemente acide, costituite da una singola litofacies a composizione sienogranitico-monzogranitica. Risultano intrusi all'interno del basamento metamorfico con contatti più o meno verticali. Tali depositi presentano uno spessore massimo non determinabile e sono ascrivibili al Carbonifero superiore – Permiano. Si segnala la presenza di Successioni sedimentarie paleogeniche che formano l'ossatura di questo settore, e sono formati da una singola formazione. I termini litologici delle successioni paleogeniche poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche. La formazione del Cixerri affiora localmente nei settori nord-occidentali dell'area di studio nei pressi della Raffineria Saras Sarroch. Si tratta di depositi continentali di piana alluvionale, costituiti da una singola litofacies a composizione arenaceo-conglomeratica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche. Tale unità presenta uno spessore massimo di circa 30 m ed è ascrivibile al periodo Eocene medio – Oligocene.

Andesiti di Monte Arrubiu affiorano localmente nel settore meridionale e nord-orientale dell'area di studio, nei pressi di Cuccuru Pinna, Cuccuru S. Marco e località Bacchellina; Depositi continentali quaternari, composti da quattro differenti unità continentali quaternarie, affiorano ampiamente in tutta l'area di studio. Tali depositi poggiano in discordanza stratigrafica sulle unità geologiche più antiche. Nel settore centrale dell'area di studio, in località Concheddu e Accheddus affiorano depositi Subsinema di Portoscuso, di carattere fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile, costituiti da tre distinte litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-limosa e limoso-argilloso-sabbiosa.

Inoltre, depositi alluvionali terrazzati, si rinvencono diffusamente nell'area di studio, in corrispondenza della parte alta dei versanti che bordano la costiera. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale,

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 13 di 106</b></p>
---	--

argine, conoide alluvionale e piana inondabile, costituiti da una singola litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa. Depositi alluvionali recenti e attuali affiorano in lembi di ridotta estensione in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area di intervento, così come depositi eluvio-colluviali si rinvengono diffusamente in tutta l'area di studio, alla base delle principali scarpate morfologiche. Si tratta di depositi continentali di versante e di alterazione del substrato, costituiti da una singola litofacies a composizione limoso-sabbiosa.

Per una descrizione dettagliata delle formazioni geologiche attraversate e loro caratteristiche stratigrafiche si rimanda agli elaborati geologici allegati al progetto (Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica T00EG00GEORE01A, carta geologica e profilo geologico T00EG00GEOCG02A).

### 3.4 Aspetto geomorfologico locale

Dal punto di vista morfologico, invece, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di una estesa superficie sub-pianeggiante blandamente immergente verso il Golfo di Cagliari ad est, costituita da una serie di terrazzi morfologici elevati di pochi metri rispetto al fondovalle attuale. Tale settore è delimitato ad ovest e nord-ovest dall'Iglesiente, a est dal Golfo di Cagliari e a sud dal Riu Mannu. Dal punto di vista orografico, invece, il tracciato in esame impegna settori di territorio posti a quote comprese tra 45 m s.l.m. e 86 m s.l.m. circa. In generale, il reticolo idrografico presenta uno sviluppo abbastanza articolato ed un pattern sub-angolare che segue in buona sostanza le principali direttrici tettoniche dell'area. La struttura della rete idrografica, pertanto, risulta fortemente condizionata sia dall'assetto giaciturale dei termini litologici affioranti che dagli elementi strutturali che li hanno interessati.

Il principale corso d'acqua dell'area di studio è costituito dal Riu Mannu, immissario del Riu di Pula che sfocia nel Golfo di Cagliari, posto più a sud del tracciato in esame. Gli elementi idrografici che interessano direttamente la tratta in esame sono rappresentati, da nord a sud, dal Canale Giaccu e da Riu s'Acqua de Ferru. Ad essi si aggiungono una serie di corsi d'acqua secondari, a carattere stagionale e/o torrentizio, e numerosi solchi da ruscellamento concentrato attivi solo in concomitanza con eventi meteorici particolarmente intensi. In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e secondariamente lungo gli alvei dei loro affluenti maggiori, si rinvengono inoltre vistose scarpate di erosione fluviale e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre gli alvei più importanti sono caratterizzati da zone in approfondimento e settori di prevalente deposizione. Gli elementi connessi con l'attività antropica sul territorio sono piuttosto rari e, in genere, limitati ai manufatti realizzati in corrispondenza delle principali infrastrutture a rete. Essi sono pertanto localizzati prevalentemente in corrispondenza delle principali strade di collegamento. In corrispondenza delle principali infrastrutture a rete si rinvengono estesi terreni di riporto provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati sia nei termini litologici del substrato che nei depositi di copertura continenti. Infine, ai suddetti elementi si aggiungono numerosi tagli e scarpate antropiche realizzate sia lungo le principali arterie stradali che in corrispondenza di alcuni insediamenti agricoli e abitativi. Inoltre, nel settore centro-settentrionale è presente una discarica inattiva.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 14 di 106</b></p>
---	--

### 3.5 Complessi idrogeologici

Nei settori di intervento sono stati individuati sei complessi idrogeologici, distinti sulla base delle differenti caratteristiche di permeabilità e del tipo di circolazione idrica che li caratterizza. Nello specifico, la definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari complessi presenti nell'area è stata compiuta in considerazione delle prove di permeabilità (Lefranc) disponibili realizzate nei fori di sondaggio nel corso della campagna di indagine del 2019 e sulla base del grado di aggregazione, fratturazione e alterazione.

Le analisi condotte e le ricostruzioni degli assetti geologico-strutturali riportati in carta hanno permesso di definire, in maniera commisurata al grado di approfondimento del progetto in corso, il contesto geo-logico di riferimento e tutti gli elementi di potenziale criticità per le opere in questione.

### 3.6 Sismicità dell'area

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, per tutto il territorio della Sardegna si assumono i parametri spettrali contenuti nella tabella 2 dell'allegato Isole. Per i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 (come previsto dalle NTC 2018 cfr. paragr. 3.2). I parametri forniti possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale. I parametri forniti, in funzione di quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale. La normativa citata prevede, relativamente alla caratterizzazione sismica di un sito (D.M. 17/01/2018 – G.U. Serie Generale n. 42 del 20-2-2018), la determinazione dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s) per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m e considerando le proprietà degli strati di ter-reno fino a tale profondità. Sulla scorta dei dati a disposizione, tale determinazione è stata effettuata attraverso indagini di tipo geofisico, quali prove down-hole e prospezioni sismiche MASW, che forniscono indicazioni dirette relativamente al valore di  $V_{S,eq}$ . Nell'ambito del presente studio, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento sono state definite in funzione di n. 1 prova MASW e n. 2 prove Down-Hole (cfr. T00EG00GEORE07A). la tabella seguente riporta una sintesi delle prove effettuate e dei valori  $V_{S,eq}$  determinati, la categoria di sottosuolo corrispondente e una sintesi dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza della prova.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 15 di 106</b></p>
---	--

sigla	tipologia	Vs,eq m/s	H m	categoria di sottosuolo	unità geologiche
Masw1	Masw	505	30	B	PVM2a1/MAB1/MAB
S06_DH	Down-Hole	440	30	B	h/PVM2a1/PVM2a3
S08_DH	Down-Hole	542	19	B	h/PVM2a2/MAB1/MAB

Tabella 1: Sintesi dei risultati delle prove sismiche realizzate nell'ambito della campagna indagini del progetto esecutivo 2019.

In relazione a quanto emerso dalle analisi geofisiche precedentemente riportate, per i settori di studio si suggerisce l'adozione di una Categoria di sottosuolo B (Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa mediamente molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 16 di 106</b></p>
---	--

## 4 GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione è stata effettuata attraverso le campagne d'indagine appositamente predisposte negli anni 2003 e 2018.

Per la campagna geognostica condotta tra Aprile e Luglio del 2003, nello stralcio 2C oggetto del presente documento, sono state effettuati sondaggi a carotaggio continuo con prove penetrometriche dinamiche con prelievo di campioni disturbati e pozzetti esplorativi; sui campioni di terreno prelevati sono state eseguite analisi granulometriche e limiti di Atterberg.

La campagna indagini integrativa del 2018 è stata effettuata attraverso

indagini geotecniche appositamente predisposte, consistenti in sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati e litoidi, prove in foro tipo SPT, sondaggi in piezometri, prove geofisiche down-hole, prova geofisica MASW, prove di carico su piastra e prove di permeabilità.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati campioni sia rimaneggiati, in corrispondenza delle prove SPT, sui quali sono state effettuate delle analisi granulometriche per vagliatura e sedimentazione, sia campioni indisturbati, prelevati dai livelli più coesivi sui quali sono state effettuate delle determinazioni dei limiti di Atterberg, delle prove triassiali, di taglio diretto ed edometriche. Inoltre, sono stati prelevati anche campioni di roccia sui quali sono state effettuate delle prove di compressione monoassiale.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla specifica relazione specialistica geotecnica (elaborato T00GE00GETRE01A).

L'area interessata dal tracciato, che si sviluppa principalmente parallelamente alla costa, è interessata morfologicamente, dalla piana di Capoterra-Sarroch-Pula che rappresenta un settore mediamente sprofondato tra la fossa tettonica (Graben) campidanese verso mare ed il rispettivo pilastro (Horst) paleozoico a monte. Alla base delle scarpate si sviluppano, in direzione della costa, conoidi alluvionali e depositi di pendio del quaternario modellati a glacia. A valle i depositi di glacia sfumano talvolta nelle piane alluvionali generate dalle esondazioni antiche e recenti dei corsi d'acqua principali, altre volte giungono sino al mare in modo più o meno graduale. Verso il mare, quasi all'estremità nord-orientale della regione in esame, svettanti sulla planarità dei depositi quaternari appena descritti, si ergono i rilievi andesitici oligomiocenici di Sarroch, termini vulcanici ascrivibili al terziario, ben visibili lungo la trincea esistente al km 23+800 circa del tracciato. Si tratta generalmente di rocce a consistenza lapidea le quali, però spesso mostrano bande di alterazione spesse 2-3 metri. In alcune zone, l'alterazione ha provocato la formazione di vere e proprie breccie andesitiche.

Da un punto idrogeologico, l'area è caratterizzata dalla presenza di terreni che, in generale, presentano una permeabilità modesta ma che localmente può aumentare in funzione della granulometria o dello stato di fratturazione. Nella Carta Idrogeologica sono riportate le classi di permeabilità in relazione ai terreni presenti. In essa sono state individuate tre classi di permeabilità:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 17 di 106</b></p>
---	--

1. Complessi alluvionali quaternari recenti a media permeabilità;
2. Complessi alluvionali quaternari antichi (glacis) a bassa o nulla permeabilità
3. Complessi vulcanici terziari a bassa o media permeabilità
4. Complesso granitico-scistoso paleozoico a bassa permeabilità.

#### 4.1 Sismicità dell'area

La definizione della pericolosità sismica di base, in accordo all'Allegato B delle NTC2008 cui fa riferimento NTC2018, è rappresentato nella figura sottostante. In essa sono riportate tutte le informazioni sulla pericolosità sismica della zona nella quale è situato lo Stralcio 2c della S.S. 195 "Sulcitana" nel tratto Pula – Cagliari.

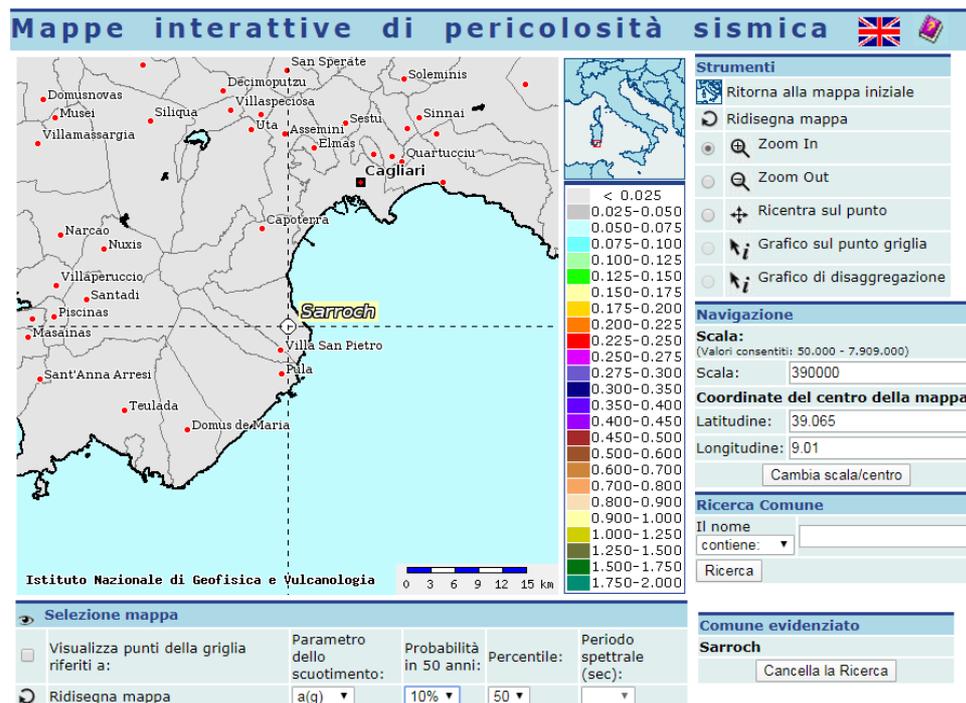


Figura 3 - Maglia del reticolo di riferimento per il sito di Sarroch, con indicati i valori di ag con probabilità di occorrenza del 10% in 50 anni

Nell'area oggetto del progetto si ottiene un valore dell'accelerazione orizzontale massima del terreno compresa tra 0.025 g e 0.05 g (TR=475 anni). In funzione delle indagini in situ svolte (prove down-hole), è stato possibile determinare il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$

I parametri sismici principali sono riassunti nella seguente tabella (le accelerazioni di riferimento sono riportate all'allegato 2 del DM2008 cui il DM2018 rimanda).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 18 di 106</b></p>
---	--

Tabella 2: Valori dei parametri per la definizione del sismo di progetto

	P <sub>VR</sub> [%]	T <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>0</sub> [-]	T <sub>C</sub> * [s]
SLO	81%	60	0,0254	2,685	0,300
SLD	63%	101	0,0313	2,730	0,307
SLV	10%	949	0,0599	2,976	0,371
SLC	5%	1950	0,0707	3,061	0,393

## 4.2 Unità geotecniche e stratigrafie

L'insieme delle indagini in sito ed in laboratorio ha fornito un quadro esaustivo della situazione litostratigrafica dei terreni interessati dal tracciato ed alle loro caratteristiche tecniche.

I sondaggi e le prove in foro effettuati, unitamente ai rilievi di superficie eseguiti, ci permettono di suddividere i terreni incontrati lungo l'asse (vedi profilo geotecnico), o interessati dalle fondazioni delle opere d'arte, in differenti unità geotecniche. Per quanto riguarda il terreno vegetale ed i livelli pedogenizzati, essi sono stati rilevati sistematicamente durante i sondaggi, con spessori variabili fra 0,2 e 1,0 m. Tale coltre, che maschera quasi totalmente le osservazioni dirette delle varie unità, non è stata riportata nel profilo geotecnico.

Le unità geotecniche individuate sono le seguenti:

- Unità geotecnica n. 1 – Alluvioni antiche grossolane, rossastre, fortemente addensate, in matrice argillosa;
- Unità geotecnica n. 2 – Depositi vulcanici di natura andesitica, non alterati, di consistenza lapidea;
- Unità geotecnica n. 2a – Depositi vulcanici: tufi e tufiti di natura andesitica a luoghi alterati fino ad argillificati;
- Unità geotecnica n. 3 – Rilevati riporti e riempimenti.

La campagna geognostica condotta alla fine del 2008 ha permesso di integrare le informazioni per la definizione della stratigrafia lungo il tracciato. I sondaggi sono stati eseguiti tutti in corrispondenza dei rilevati e dalle monografie di ogni sondaggio unitamente alle analisi granulometriche stato possibile definire gli spessori dei rilevati stessi.

Dalle informazioni disponibili si è potuto stabilire che tutti i rilevati poggiano generalmente sull'unità 1 ad esclusione del rilevato compreso tra le progressive 23+700 e 23+900 poggiate in parte sulla roccia andesitica di base (unità 2) e in parte sull'unità 1.

I sondaggi hanno messo in evidenza la presenza, al di sotto dell'unità 1, di terreni argillosi e limo sabbiosi saturi e molto compressibili, dovuti prevalentemente alla completa alterazione del substrato roccioso. Nelle zone in cui non sono presenti i rilevati è generalmente presente con spessori variabili fra

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 19 di 106</b></p>
---	--

0,2 e 1,0 m uno strato di coltre vegetale, che maschera quasi totalmente le osservazioni dirette delle varie unità.

Il profilo geotecnico, unitamente alle diverse sezioni geotecniche riportano in dettaglio la stratigrafia di progetto delle opere (elaborati T00GE00GETFG01A e T00GE00GETSG01A).

### 4.3 Interventi di risanamento dei rilevati esistenti

Tra gli interventi alla base del presente progetto di adeguamento della S.S. 195 "Sulcitana" nello stralcio denominato 2C, rientrano quelli di risanamento di alcune tratte di rilevato esistente che hanno manifestato cedimenti assoluti e differenziali nel corso degli anni e, in corrispondenza dei quali, si sono concentrati interventi di rifacimento localizzato della pavimentazione.

Questi tratti di rilevato sono individuati, sulla base dei dati forniti da Anas, nella tabella seguente:

<b>Rilevato R1</b>	<i>dal km 21+490 al Km 21+600 (L = 135 m)</i>
<b>Rilevato R2</b>	<i>dal km 21+900 al Km 22+050 (L = 125 m)</i>
<b>Rilevato R3</b>	<i>dal km 22+300 al Km 22+650 (L = 325 m)</i>
<b>Rilevato R4</b>	<i>dal km 23+700 al Km 23+900 (L = 275 m)</i>

Di seguito si riassumono le indagini geotecniche disponibili in riferimento alle tratte di rilevato precedentemente determinate:

Tabella 3–Rilevati e indagini geotecniche disponibili relativamente alla campagna geognostica 2003-2005 e 2018.

<b>Rilevato - intervento</b>	<b>Indagini geotecniche disponibili</b>
<b>Rilevato R1</b> - dal km 21+490 al Km 21+600	Sondaggi S04 e S05_PZ
<b>Rilevato R2</b> - dal km 21+900 al Km 22+050	Sondaggio S06_DH, pozzetto Pz5 e sondaggio S31 (campagna geognostica 2003-2006)
<b>Rilevato R3</b> - dal km 22+300 al Km 22+650	Sondaggi S7, S08_DH, S09_PZ, pozzetto Pz6 e sondaggio S32 e pozzetti P1, P2 e P3 (campagna geognostica 2003-2006)
<b>Rilevato R4</b> - dal km 23+700 al Km 23+900	Sondaggi S11, S12, pozzetto Pz8

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati campioni sia rimaneggiati, in corrispondenza delle prove SPT, sui quali sono state effettuate delle analisi granulometriche per vagliatura e sedimentazione, sia campioni indisturbati, prelevati dai livelli più coesivi sui quali sono state effettuate delle

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 20 di 106</b></p>
---	--

determinazioni dei limiti di Atterberg, delle prove triassiali, di taglio diretto ed edometriche. Inoltre, sui campioni di roccia sono state effettuate delle prove di compressione monoassiale.

Le prove Down Hole effettuate in 4 sondaggi hanno permesso di ottenere la velocità delle onde di taglio,  $V_s$  e, conseguentemente, i valori del modulo di taglio,  $G_0$ , e di Young,  $E_0$ , a piccole deformazioni. I 3 piezometri a tubo aperto installati nei sondaggi S01\_PZ, S05\_PZ e S09\_PZ hanno consentito di misurare il livello della falda che è risultata presente a profondità comprese fra 1 e 6 m dal p.c. originario. Infine, le prove penetrometriche dinamiche SPT hanno consentito di ricavare i valori di resistenza al taglio e deformabilità, adottando le seguenti correlazioni.

Sulla base di questi dati, per ciascuna di tratta di rilevato (R1-R4), l'interpretazione dei risultati ottenuti ha permesso la determinazione di: densità relativa, angolo di resistenza al taglio, modulo di deformabilità (risultati delle analisi contenute nel documento T00EG00GETRE02A relazione geotecnica e di calcolo del rilevato stradale) utilizzati per le verifiche di stabilità di ciascun rilevato, sia in riferimento agli interventi di allargamento della piattaforma esistente, sia in riferimento ai problemi di cedimento.

#### 4.4 Analisi di stabilità

Le verifiche sono state svolte in riferimento alla normativa cogente (Norme Tecniche per le Costruzioni "NTC2018"), secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, attraverso l'utilizzo di un programma di calcolo che valuta le condizioni di stabilità di un pendio naturale o di una scarpata artificiale ricercando per tentativi la superficie di scivolamento "critica" (ossia quella a cui compete il coefficiente di sicurezza  $F_s$  minimo).

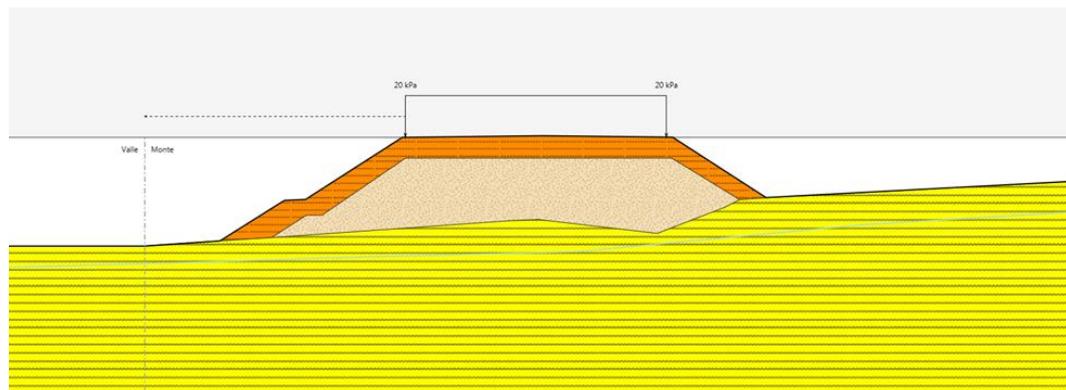


Figura 4 – Modello di calcolo stabilità rilevati

Per ciascuno dei rilevati è stata verificata la sezione più critica e rappresentativa del rilevato per le condizioni geotecniche, in relazione a:

- stabilità in condizioni statiche del solo corpo rilevato allargato (adeguamento alla sezione tipo B "extraurbana principale" secondo DM 05.11.2001) relativamente alla superficie di potenziale scorrimento più critica;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 21 di 106</b></p>
---	--

- stabilità in condizioni statiche dell'insieme corpo rilevato- terreno di fondazione relativamente alla superficie di potenziale scorrimento più critica.

Per ciascuno dei rilevati è stata inoltre verificata la stabilità del sistema rilevato-terreno anche dal punto di vista sismico.

I risultati delle verifiche di stabilità, i valori dei coefficienti di sicurezza delle superfici di potenziale scorrimento più critiche, sia per quanto concerne il corpo del rilevato sia l'insieme corpo del rilevato – terreno di fondazione, per una sezione che è stata scelta per essere la più rappresentativa per le condizioni geotecniche presenti hanno portato a valori superiori a quelli minimi indicati dalla normativa. Ciò a conferma dei dati relativi ai valori di resistenza al taglio sia dei terreni di fondazione dei rilevati sia che dei rilevati stessi mostrati dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche e dalle analisi granulometriche effettuate. Anche la classificazione dei terreni costituenti i rilevati conferma, a meno di qualche raro caso oltre una certa profondità da p.c., l'idoneità e le buone caratteristiche geomeccaniche dei terreni costituenti i rilevati. Questi risultati permettono quindi di escludere la necessità di realizzazione di opere di rinforzo (paratie di pali e/o muri di sostegno) ai piedi dei rilevati oggetto di cedimenti.

Tutti i materiali rilevati rientrano nelle classi usuali e previste dai capitolati per la costruzione di rilevati strutturali; oververosia si tratta principalmente di terreni a grana grossa con assenza di percentuali significative di terreni fini e argillosi.

Inoltre, tutte le prove penetrometriche SPT effettuate nel corpo rilevato mostrano localmente delle zone in cui il materiale è poco addensato; tuttavia, tenendo conto della natura granulare dei terreni lo scarso addensamento riscontrato in alcune prove può avere causato degli assestamenti nel tempo della piattaforma stradale ma di entità non particolarmente elevata. Si ritiene che tali assestamenti abbiano raggiunto, nell'ormai lungo tempo di esercizio dei rilevati, un sufficientemente grado di addensamento.

I valori del modulo edometrico, della permeabilità e dei coefficienti di consolidazione rilevati in seguito alle analisi, sono bassi; i cedimenti calcolati, che per gli strati coesivi sono da intendersi come dei cedimenti a breve termine, hanno poi avuto nel tempo una quota parte di ulteriore cedimento, dovuto alla consolidazione primaria e anche secondaria, elevati che possono spiegare gli assestamenti che tali rilevati hanno manifestato nel tempo in funzione del grado di consolidazione raggiunto.

In conclusione, gli approfondimenti dei risultati dell'indagine geotecnica effettuata nel 2018 hanno evidenziato come sicuramente la quota parte più importante dei cedimenti registrati nel tempo siano stati causati da cedimenti nei terreni di fondazione e non nel corpo del rilevato.

Sulla base di queste considerazioni, la soluzione di risanamento proposta, che esclude la necessità di demolizione e ricostruzione dei rilevati, propone il rifacimento della parte sommitale dei rilevati e la realizzazione della piattaforma stradale.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 22 di 106</b></p>
---	--

L'intervento prevede la bonifica superficiale della parte di sommità dei rilevati esistenti, al di sotto della attuale piattaforma stradale, con la realizzazione di uno strato di spessore pari a 1 m. Tale strato sarà costituito da terreni appartenenti al gruppo A1, compattati in strati dello spessore di  $0\div 0.3$  m, con un rullo da 20 ton. Le modalità di compattazione e le prove di controllo del modulo di deformabilità saranno prese in accordo al capitolato Anas. Al di sopra di tale strato sarà realizzata la pavimentazione comprendente uno spessore di misto granulare non legato e uno spessore di misto cementato.

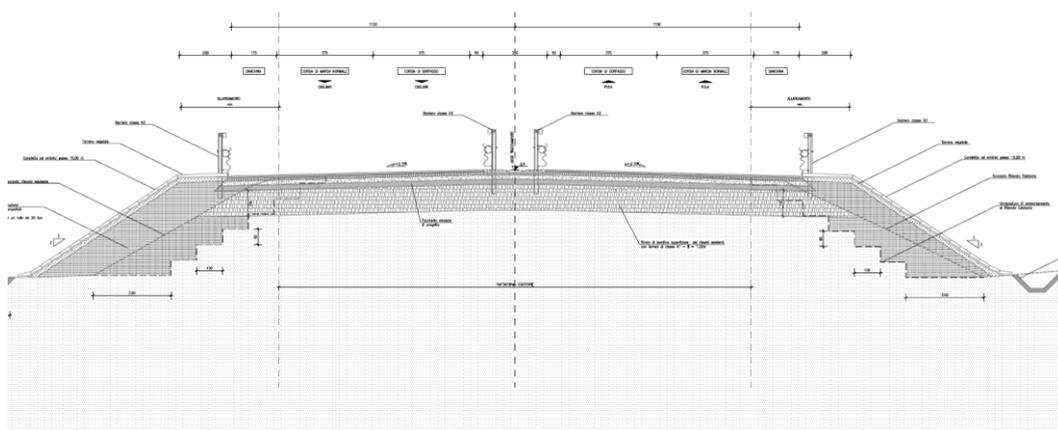


Figura 5 - Sezione tipologica interventi risanamento rilevati

Di seguito si riportano tutte le opportune analisi di sicurezza e funzionalità a supporto di tale soluzione sulla base delle campagne geotecniche effettuate.

#### 4.5 Monitoraggio geotecnico

Le tratte di rilevato indagate mediante la campagna geotecnica integrativa condotta nel 2018, che ha permesso di ricostruire nel dettaglio le caratteristiche dei materiali che costituiscono i rilevati e le condizioni stratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione, saranno oggetto, una volta conclusi i lavori, di una campagna di monitoraggio.

Le prescrizioni previste per il monitoraggio sono conformi alle Linee Guida sul Monitoraggio Geotecnico predisposte da Anas.

La strumentazione prescelta per il monitoraggio permetterà di determinare, in qualsiasi momento, lo stato deformativo e le condizioni di stabilità dei rilevati. Il sistema posto sotto monitoraggio è costituito dalla piattaforma stradale, dalle scarpate dei rilevati, dall'insieme corpo del rilevato – terreno di fondazione.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 23 di 106</b></p>
---	--

Le misure che saranno eseguite sono quelle sugli spostamenti, continue e complementari tra i vari componenti, in modo da verificare le condizioni di stabilità delle opere interra durante l'esercizio relativamente agli stati limite di servizio e ultimi.

Il sistema di monitoraggio previsto comprende la seguente strumentazione:

1. La misura dell'andamento del livello di falda sarà effettuata mediante piezometri elettrici;
2. Gli spostamenti orizzontali sulla verticale verranno monitorati mediante tubazioni inclinometriche. Le tubazioni dotate di 4 guide a 90° servono per far scorrere il sistema inclinometriche con letture manuali ogni 0.5 m o 1 m registra le variazioni di inclinazione tra la lettura di zero e le successive;
3. I cedimenti del terreno verranno monitorati mediante tubazioni estenso-inclinometriche. Le tubazioni estenso-inclinometriche, rispetto a quelle inclinometriche hanno degli anelli magnetici esterni che possono scivolare trascinate dal materiale al contorno. Tale cedimento viene letto da un opportuno sistema che esegue delle misurazioni ogni metro, ottenendo i cedimenti differenziali lungo la verticale;
4. Gli spostamenti tridimensionali delle superfici dei rilevati verranno monitorati tramite target tape normalmente impiegati per il monitoraggio dei movimenti con misure topografiche. I target tape dovranno essere solidarizzati a basamenti in cemento o strutture similari in modo da muoversi con la superficie del rilevato. Le misure verranno eseguite tramite stazione totale (teodolite).

Una volta effettuata l'installazione ed il collaudo della strumentazione, le frequenze indicative delle letture per la durata dei primi 12 mesi post opera potranno essere pari, per tutti gli strumenti, a 1 volta ogni due mesi, in accordo anche alle indicazioni fornite dalle linee guida sul Monitoraggio Geotecnico ANAS.

Per maggiori dettagli, anche in riferimento alle caratteristiche della strumentazione da utilizzare, si faccia riferimento al documento specifico "Relazione piano di monitoraggio rilevati" (T00GE01GEORE01A).

L'ubicazione e le caratteristiche di installazione di tale strumentazione è mostrata negli elaborati grafici di progetto (T00GE01GEOST01A – Sezione tipo monitoraggio e T00GE01GEOPU01A – Planimetria ubicazione delle indagini di monitoraggio).

Il monitoraggio geotecnico dei rilevati esistenti è principalmente basato su target tape, distribuiti lungo lo sviluppo delle opere in terra, che consentano di verificare, sulla base dell'allargamento della piattaforma stradale e dell'intervento di bonifica al di sotto della piattaforma stradale esistente, l'entità dei cedimenti della stessa piattaforma a lavori terminati e durante il nuovo esercizio dell'infrastruttura. Inoltre, in corrispondenza delle massime altezze dei rilevati, con riferimento anche ai sondaggi effettuati, sono stati ubicati alcuni inclinometri allo scopo di valutare nel tempo eventuali spostamenti sia del corpo dei rilevati sia dei terreni di fondazione e, conseguentemente, di verificarne il grado di sicurezza delle opere in terra. In alcuni casi alcuni inclinometri sono stati attrezzati con estensimetri (esten-

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 24 di 106</b></p>
---	--

so-inclinometro) per misurare eventuali assestamenti non solo alla sommità del rilevato (target tale) ma anche in profondità.

Una volta effettuata l'installazione ed il collaudo della strumentazione, le frequenze indicative delle letture per la durata dei primi 6 mesi post opera potranno essere pari, per tutti gli strumenti, a 1 volta al mese mentre per i successivi sei mesi è sufficiente 1 lettura ogni 2 mesi. Unitamente alla lettura dei target dovrà sempre essere rilevata la lettura topografica delle teste degli strumenti.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 25 di 106</b></p>
---	--

## 5 IDROLOGIA

Oggetto dello studio idrologico-idraulico è la definizione dei valori di colmo delle portate di piena, di fissato tempo di ritorno, da porre a base dello studio necessario per il corretto dimensionamento delle opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua, e per la verifica della compatibilità idraulica delle opere proposte con l'assetto idrogeologico delle aste fluviali, così come definito nell'ambito delle vigenti norme, direttive e strumenti di pianificazione di bacino.

Nella "Relazione Idrologica" e nella "Relazione Idraulica" (elaborati T00ID00IDRRE01A e T00ID00IDRRE03A), alle quali si rimanda per gli aspetti di dettaglio, viene fornita una caratterizzazione idrologico-idraulica dell'area d'interesse e vengono individuate le principali problematiche legate all'interazione tra l'infrastruttura e il sistema delle acque superficiali.

In particolare, vengono affrontati i seguenti punti:

- caratterizzazione dell'area e individuazione delle principali problematiche dal punto di vista idrologico e idraulico;
- individuazione dei principali bacini idrografici interagenti con l'opera di progetto e loro caratterizzazione idrologica e morfometrica;
- delineazione dello studio idrologico finalizzato alla determinazione delle portate massime attese con diversi tempi di ritorno in corrispondenza degli attraversamenti principali;
- delineazione dello studio idraulico nella configurazione ante e post operam;
- analisi dell'interferenza tra la viabilità di progetto e l'idrografia superficiale;
- studio del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma stradale.

Il tratto stradale di intervento è collocato dal punto di vista amministrativo nel comune di Sarroch, il cui centro abitato è localizzato in corrispondenza dell'estremità meridionale dell'ambito di intervento, mentre ad Est si può osservare la presenza del vasto stabilimento di raffinazione petrolifera Saras.

L'idrografia è caratterizzata dalla presenza di corsi d'acqua minori che intercettano l'asse stradale nel tratto di interesse, mentre esternamente allo stesso si osserva la presenza di attraversamenti di corsi d'acqua più importanti, ovvero il Riu di Bacchelina a Nord e il Riu di Pula a Sud. I corsi d'acqua che intercettano l'ambito di intervento sono rii minori a regime torrentizio, spesso completamente asciutti ma capaci di generare deflussi significativi in breve tempo se soggetti a precipitazioni intense. La conformazione geomorfologica dei bacini imbriferi di tali corsi d'acqua minori è caratterizzata da pendenze elevate per la maggior parte del loro percorso, con tratti vallivi brevi che si sviluppano nei conoidi di deiezione o nelle piane alluvionali. Di conseguenza nelle parti montane si verificano intensi processi erosivi dell'alveo, mentre nei tratti di valle si osservano fenomeni di sovralluvionamento che danno luogo a sezioni poco incise con frequenti fenomeni di instabilità planimetrica anche per portate non particolarmente elevate. Tale fenomeno trova inoltre riscontro nella tessitura dei terreni che evidenzia

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 26 di 106</b></p>
---	--

la presenza di terreni meno coesivi nella parte pianeggiante, con frequenti depositi di materiale altamente permeabile che fungono da materassi filtranti.

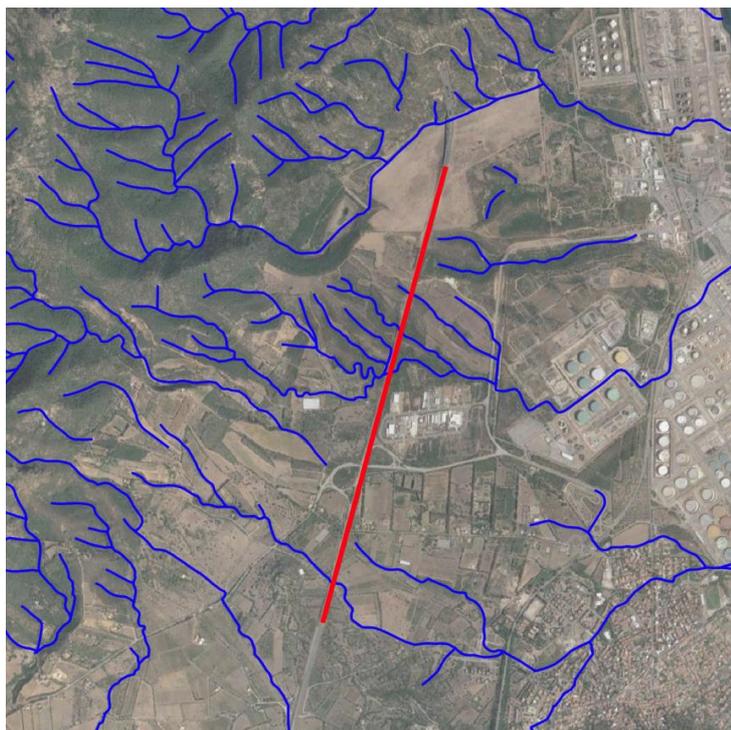


Figura 6: Inquadramento idrografico

## 5.1 Analisi pluviometrica

Le analisi pluviometriche per la stima delle precipitazioni intense sono state condotte in accordo con quanto riportato nelle "Linee Guida per l'attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia" (agosto 2000) e nel documento "Metodologie di analisi" propedeutico alla predisposizione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) approvato con Delibera n. 2 del 17/12/2015 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna. Secondo tali documenti, è possibile stimare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sulla base di una analisi regionalizzata, condotta sulle precipitazioni intense di breve durata per le circa 200 stazioni con almeno 40 an-ni di osservazione nel periodo 1922-1980. Lo studio qui citato è stato realizzato nell'ambito del progetto "VAPI Sardegna".

Le curve segnalatrici permettono di stimare l'altezza di precipitazione, in funzione della durata di pioggia per un determinato tempo di ritorno. Tutte le relazioni proposte in letteratura evidenziano la legge fisica in base alla quale l'intensità di pioggia diminuisce con la durata  $t$  del fenomeno. Una delle formule più diffuse ha struttura a due parametri:

$$h_T(t) = a t^n$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

T00EG00GENRE02A

Relazione generale descrittiva

**File:****T00EG00GENRE02A.doc****Data: Giugno 2020****Pag. 27 di 106**

che restituisce il valore di precipitazione atteso da un evento di durata  $t$  e fissato un tempo di ritorno ( $T$ , o, similmente, una frequenza di accadimento particolarmente ridotta). Recenti studi sulle precipitazioni in regione Sardegna, hanno mostrato che il modello probabilistico Two-Component Extreme Value (TCEV, di Versace et al. 1984) ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche disponibili in regione. L'analisi regionalizzata permette quindi di riformulare l'equazione che definisce la curva segnalatrice di possibilità pluviometrica come prodotto tra una curva di crescita  $KT$ , adimensionale e costante all'interno di sottozone omogenee per un fissato tempo di ritorno  $T$ , e di una grandezza indice  $\mu$  sito-specifica.

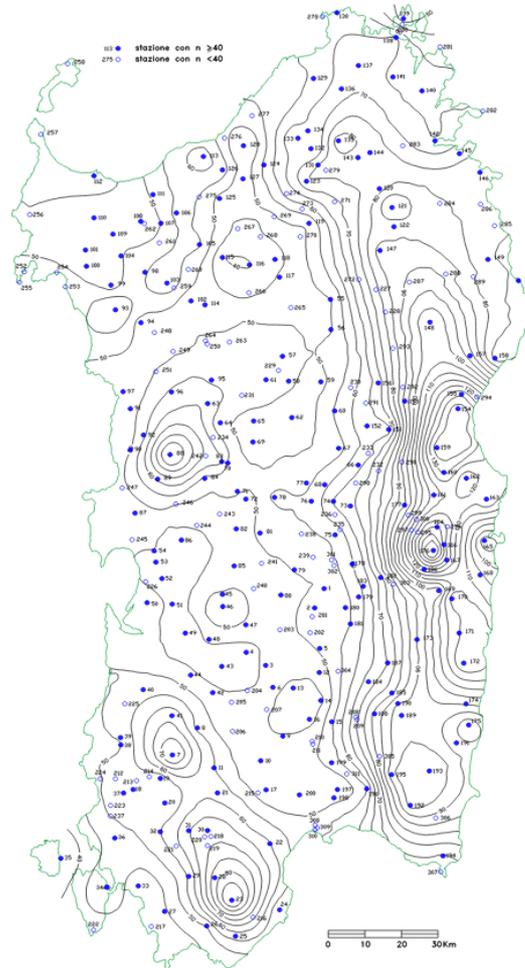


Figura 7: Distribuzione spaziale dell'altezza media di pioggia giornaliera in Sardegna (da Deidda ed Al., Quad. Ricerca n°9 dell'Università di Cagliari, 1997).

Data la limitata estensione del progetto, se raffrontata alle dimensioni dei fenomeni meteorologici, si ritiene appropriata l'ipotesi di utilizzare le stesse curve di possibilità pluviometrica per l'intero ambito

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 28 di 106</b></p>
---	--

di intervento. Di seguito, sono riportate, dapprima in formato tabellare e successivamente in grafico, le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno.

Tabella 1 - Altezze attese di precipitazione per diversi tempi di ritorno e durate di pioggia.

Durata	Altezza attesa di precipitazione [mm]					
	T = 20 anni	T = 30 anni	T = 50 anni	T = 100 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
5 min	14.2	14.7	15.3	16.1	16.9	18.2
10 min	19.1	20.1	21.3	23.0	24.6	26.9
15 min	22.7	24.1	25.9	28.3	30.6	33.9
30 min	30.4	32.9	36.1	40.3	44.5	50.1
45 min	36.1	39.5	43.8	49.5	55.3	62.9
1 ora	40.7	44.9	50.2	57.4	64.6	74.0
2 ore	46.8	51.6	57.7	65.9	74.0	84.9
3 ore	51.6	56.9	63.6	72.6	81.6	93.5
4 ore	55.7	61.4	68.6	78.3	88.0	100.8
5 ore	59.3	65.4	73.0	83.3	93.6	107.2
6 ore	65.5	72.1	80.5	91.9	103.2	118.1
9 ore	70.7	77.9	86.9	99.1	111.3	127.3
12 ore	75.2	82.9	92.5	105.4	118.4	135.4
18 ore	86.4	95.2	106.2	121.0	135.8	155.2
24 ore	95.4	105.0	117.1	133.4	149.6	170.9

**PROGETTO DEFINITIVO**

T00EG00GENRE02A

Relazione generale descrittiva

**File:**

**T00EG00GENRE02A.doc**

**Data: Giugno 2020**

**Pag. 29 di 106**

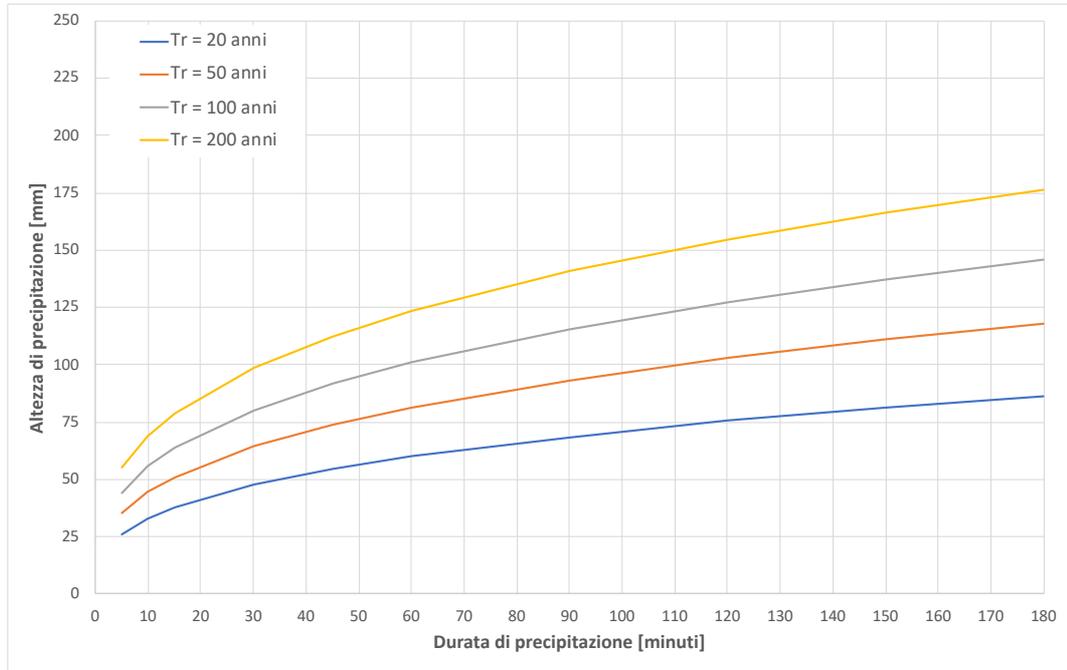


Figura 4 - Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate di pioggia inferiori a 1 ora.

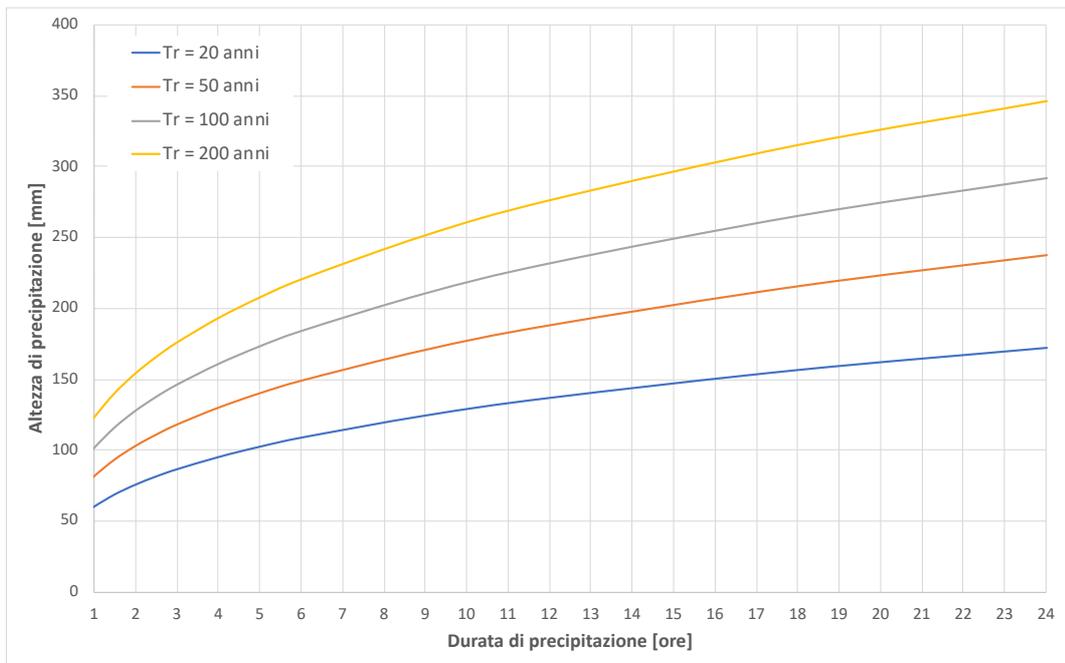


Figura 5 - Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate di pioggia superiori a 1 ora.

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 <b>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <i>T00EG00GENRE02A</i> <i>Relazione generale descrittiva</i>	<b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b>  <b>Data: Giugno 2020</b>  <b>Pag. 30 di 106</b>
---	---

Si è proceduto inoltre a valutare i dati massimi osservati alle diverse scale temporali a Capoterra in occasione dell'evento alluvionale del 22 ottobre 2008 negli stessi grafici che riportano le curve di possibilità pluviometrica ufficiali per tempi di ritorno di 20 anni, 50 anni, 100 anni e 200 anni. I dati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 4 - Valori massimi di altezza di pioggia cumulata su diverse scale temporali osservati a Capoterra – Poggio dei Pini in occasione dell'evento alluvionale.

Intervallo temporale	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min	3 ore
Altezza di pioggia cumulata [mm]	28	50	71	117	178	332

Il grafico nella figura sottostante evidenzia l'eccezionalità dell'evento alluvionale che eccede abbondantemente i valori attesi dalle curve segnalatrici per un tempo di ritorno di 200 anni (anche le curve per  $T = 500$  anni sono abbondantemente superate, anche se non sono visualizzate nel grafico). Si è quindi proceduto a stimare una nuova curva segnalatrice di possibilità pluviometrica sulla base dei valori osservati per le durate di pioggia disponibili, assumendo che tali eventi siano caratterizzati dal medesimo tempo di ritorno.

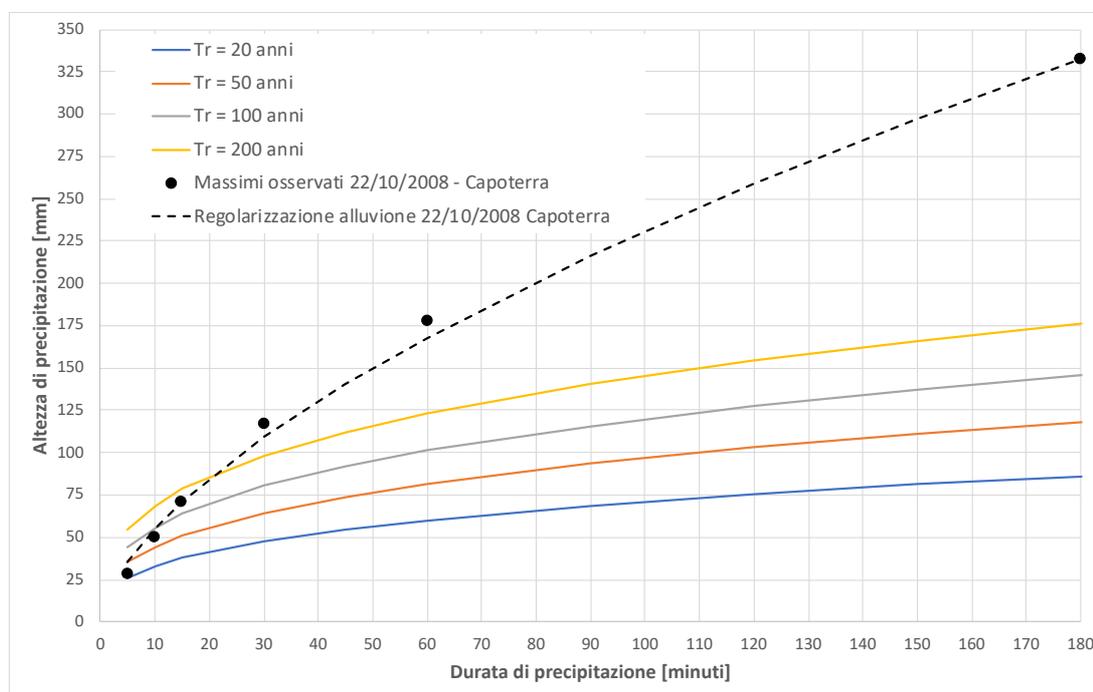


Figura 7 - Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate di pioggia fino a 3 ore con evidenziati i massimi di precipitazione cumulata osservati a Capoterra in occasione dell'evento alluvionale del 22 ottobre 2008.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 31 di 106</b></p>
---	--

## 5.2 Analisi geomorfologica

Le mappe digitali del terreno (DTM, Digital Terrain Map) hanno reso possibile l'analisi obiettiva delle proprietà geomorfologiche in bacini anche di piccola estensione. Le rappresentazioni digitali delle reti idrografiche che le mappe digitali hanno consentito di ottenere sono inoltre di centrale interesse in quanto contengono molte informazioni utili sulle modalità secondo cui il flusso idrologico si organizza e trasferisce massa ed energia verso la sezione di chiusura di un bacino.

Il DTM utilizzato ha permesso l'individuazione della quota altimetrica in una griglia regolare di elementi (pixel) in cui viene discretizzata un'area. La quota media è ricavata per mezzo di interpolazioni di mappe analogiche tradizionali o da rilievi laser altimetrici. Nel caso presente, la regione Sardegna attraverso il proprio Geoportale mette a disposizione un DTM di lato pari a 1 m dell'intero territorio regionale, utilizzato per le presenti analisi.

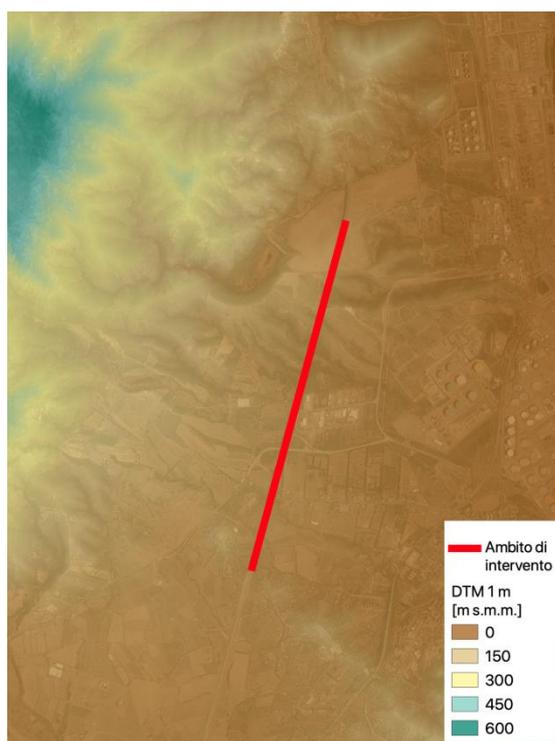


Figura 7 - Mapa digitale del terreno dell'area di intervento (scala 1:25000). Fonte: Geoportale regione Sardegna.

Il risultato delle analisi ha permesso di individuare tre bacini principali, identificati con i numeri 25, 31 e 33 nella tabella sottostante, corrispondenti rispettivamente al Riu di Bacchelina, al canale Giaccu e al Riu s'Acqua de Ferru. Il primo di questi interessa solo parzialmente il lotto oggetto del presente intervento e inoltre, nel punto di intersezione con l'infrastruttura stradale, la stessa è sopraelevata rispetto al piano campagna per mezzo del viadotto omonimo. Tale attraversamento comunque è esterno al presente ambito di intervento e non sarà quindi oggetto di apposite valutazioni idrauliche. Negli mag-

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 32 di 106</b></p>
---	--

gior parte dei casi si tratta di bacini di ridotte dimensioni che non sono caratterizzati da rete sco-lante vera e propria, ma a cui comunque sono state associate distinte opere di attraversamento dell'infrastruttura stradale per la canalizzazione dei deflussi superficiali a valle della sede stradale.

Tabella 5 - Caratteristiche morfologiche dei bacini afferenti agli attraversamenti dell'infrastruttura stradale di progetto

ID bacino	Nome bacino	Area [m <sup>2</sup> ]	Quota media [m s.m.m.]	Quota max [m s.m.m.]	Pendenza media [%]
25	Riu di Bacchelina	2251334	212.0	590.4	8.05
26		37430	93.8	103.3	5.47
27		49582	102.8	114.6	3.40
28	Riu Brillante	79800	96.7	124.2	4.67
29		36478	89.9	113.1	5.05
30		62734	96.4	132.8	4.49
31	Canale Giaccu	652817	127.4	248.2	5.03
32		1330429	260.5	551.9	9.61
33	Riu s'Acqua de Ferru	813968	172.4	502.8	5.48
34		44943	84.4	103.6	3.68

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 33 di 106</b></p>
---	--

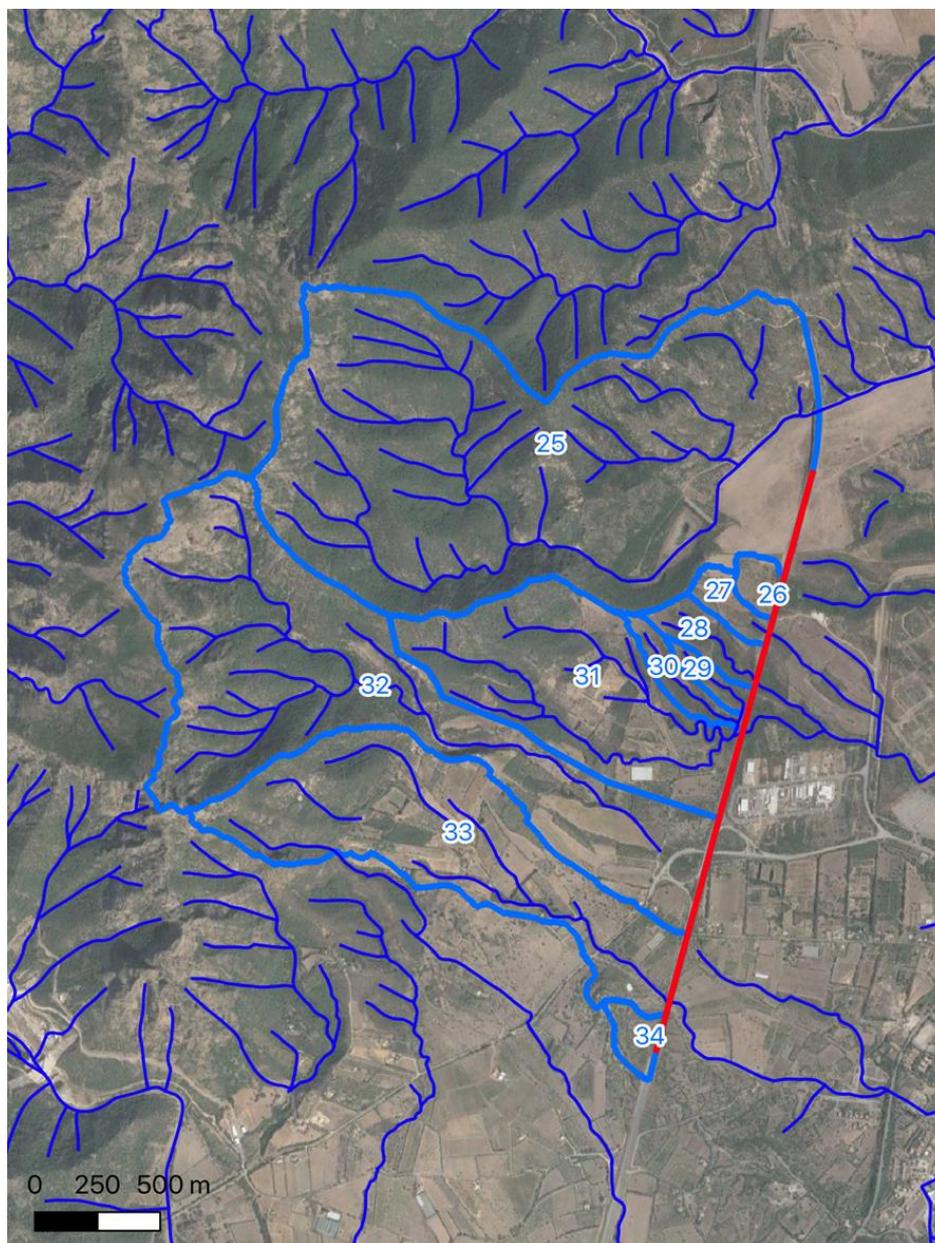


Figura 9 - Individuazione dei bacini afferenti agli attraversamenti dell'infrastruttura stradale di progetto (scala 1:25000).

### 5.3 Analisi idrologica

La stima delle portate di piena per ciascuno dei bacini idrografici individuato al capitolo precedente si basa sulle indicazioni contenute nel documento "Linee guida per l'attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia" e nel

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 34 di 106</b></p>
---	--

documento "Metodologie di analisi" propedeutico alla predisposizione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF).

Per la separazione dei deflussi tra infiltrazione e ruscellamento superficiale, si è fatto riferimento al metodo Curve Number del Soil Conservation Center (SCS-CN). Tale metodo individua il volume di precipitazione netta (o efficace) Q a partire dall'altezza di precipitazione totale P, in funzione del volume complessivo immagazzinabile nel terreno S. Tutte le variabili sono espresse in mm. Nelle ipotesi del metodo, il deflusso è inizialmente nullo, fino a che l'afflusso meteorico P non raggiunge un valore di soglia pari al 20% del volume immagazzinabile nel terreno S. Dopo tale fase, una parte dell'apporto meteorico si trasforma in pioggia efficace, in proporzione sempre crescente, man mano che l'evento procede. Il parametro S è sostituito nella pratica corrente da un indice adimensionale, chiamato Curve Number, che varia tra 0 e 100.

Le equazioni del metodo SCS da applicare sono le seguenti:

$$Q = \begin{cases} 0 & P \leq 0.20 S \\ \frac{(P - 0.20 S)^2}{P + 0.80 S} & P > 0.20 S \end{cases} \quad S = \frac{25400}{CN} - 254$$

con Q deflusso (o precipitazione efficace) in mm

P precipitazione in mm

S volume immagazzinabile nel terreno in mm

CN Curve Number caratteristico del bacino considerato.

Si definiscono poi i meccanismi di formazione del deflusso, ovvero i meccanismi di formazione del deflusso rappresentano quei processi di trasporto relativi alle diverse componenti del deflusso (o precipitazione efficace) che hanno luogo all'interno dei versanti (o al di sopra di essi) nei sottobacini idrografici e terminano al raggiungimento della rete idrografica.

Nella modellazione idrologica proposta, si è considerato che la frazione di precipitazione al suolo che non riesce ad infiltrarsi subisce infatti una traslazione dal punto di origine verso la rete idrografica. Una volta raggiunta la rete idrografica, la sua intensità iniziale si sarà necessariamente attenuata fungendo l'ampia superficie del versante da bacino di laminazione, seppure temporaneo e per brevi durate.

La stima dell'idrogramma di piena per portata al colmo assegnata viene condotta in ipotesi di forma triangolare dell'idrogramma e volume pari alla precipitazione di durata pari a quella critica e di assegnato tempo di ritorno. Tale metodo è proposto dal Soil Conservation Service ed è schematicamente riassunto nella figura seguente.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 35 di 106</b></p>
---	--

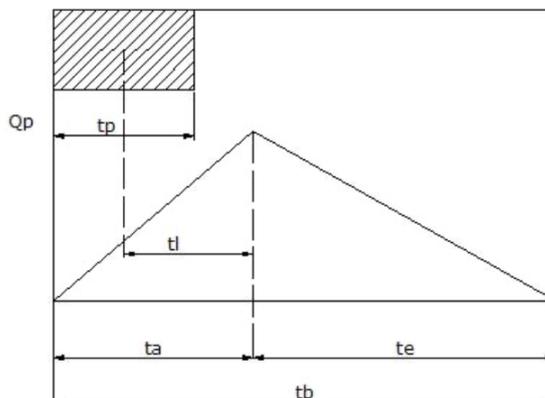


Figura 11 - Idrogramma di forma triangolare proposto dal metodo SCS.

Si ottiene quindi la portata di massima piena  $Q_p$ :

$$Q_P = 0.208 \frac{Q A}{t_a}$$

dove

- $Q_P$  è la portata massima di piena, espressa in  $[m^3/s]$ ;
- $Q$  è il volume totale di precipitazione netta stimato con le tecniche evidenziate al punto precedente, espresso in  $[mm]$ ;
- $A$  è la superficie del bacino idrografico alla sezione di chiusura di interesse, espressa in  $[km^2]$ ;
- $t_a$  è la durata della fase ascendente dell'evento di piena, espresso in  $[ore]$ .

La stima della durata della fase ascendente dell'evento di piena è condotta considerando un tempo di lag (ritardo) medio tra i punti di formazione del deflusso superficiale nel bacino idrografico e la sezione di chiusura di interesse, utilizzando la formula di Mockus.

$$t_a = 0.5 t_P + t_L$$

$$t_L = 0.342 \frac{L^{0.8}}{\sqrt{s}} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

Dove:

- $L$  è la lunghezza della rete idrografica all'interno del bacino idrografico, espressa in  $[km]$ ;
- $S$  è la pendenza media all'interno del bacino idrografico, espressa in percentuale  $[\%]$ .
- $CN$  è il Curve Number medio all'interno del bacino idrografico  $[-]$ .

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b></p> <p><b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 36 di 106</b></p>
---	--

L'approccio descritto permette quindi, a partire dalla quantificazione del volume totale di precipitazione netta, di individuare la portata massima secondo l'ipotesi di idrogramma di forma triangolare.

Il parametro CN per ciascun bacino è stato calcolato come media pesata dei valori caratteristici delle diverse aree, identificate secondo i dati ufficiali messi a disposizione che di seguito vengono presentati. Per quanto riguarda la tipologia di uso del suolo si è fatto riferimento a fonti ufficiali elaborate da regione Sardegna; si osserva, nel presente caso, la prevalenza, nei bacini idrografici di interesse, di usi del suolo naturali, con prevalenza di ambienti con vegetazione arbustiva/erbacea in evoluzione, aree boscate. Sulla base delle informazioni provenienti dal portale cartografico ufficiali di regione Sardegna, si è provveduto a calcolare i Curve Number nell'area di interesse secondo diverse combinazioni possibili.

Per giungere alla stima delle portate di piena attese su ciascuno degli attraversamenti della SS195 oggetto del presente progetto, si sono introdotti alcuni parametri che consentano di riprodurre l'idrogramma triangolare secondo la teoria del metodo SCS. I parametri da definire sono:

- Tempo di lag, (formula di Mockus);
- Tempo di pioggia

La stima del tempo di lag attraverso la formula di Mockus richiede la definizione di:

- Lunghezza della rete idrografica all'interno del bacino idrografico, espressa in [km];
- Pendenza media all'interno del bacino idrografico, espressa in percentuale [%].
- Curve Number medio all'interno del bacino idrografico [-].

Si ottiene quindi la stima delle portate di picco riassunta nelle tabelle che seguono. Si sono considerati diversi tempi di ritorno della forzante meteorica: 50 anni, 100 anni, 200 anni e 500 anni.

Tabella 6: Stima delle portate di piena per tempi di ritorno pari a 50 anni.

ID bacino	Nome bacino	Area totale [km <sup>2</sup> ]	Altezza totale di pioggia [mm]	Altezza netta di pioggia [mm]	Portata di piena attesa [m <sup>3</sup> /s]	Portata di piena specifica [l/s/ha]
25	Riu di Bacchelina	2.25	79.9	45.6	20.554	91.3
26		0.04	43.3	17.5	0.808	215.8
27		0.05	34.7	6.6	0.778	157.0
28	Riu Brillante	0.08	67.9	7.2	0.186	23.3
29		0.04	59.2	9.9	0.176	48.4
30		0.06	62.3	16.5	0.434	69.3
31	Canale Giaccu	0.65	77.6	21.7	3.098	47.4
32		1.33	94.9	54.0	8.648	65.0
33	Riu s'Acqua de Ferru	0.81	70.9	30.8	7.165	88.0
34		0.04	36.5	10.2	0.946	210.5

Tabella 7: Stima delle portate di piena per tempi di ritorno pari a 100 anni.

ID bacino	Nome bacino	Area totale [km <sup>2</sup> ]	Altezza totale di pioggia [mm]	Altezza netta di pioggia [mm]	Portata di piena attesa [m <sup>3</sup> /s]	Portata di piena specifica [l/s/ha]
25	Riu di Bacchelina	2.25	99.2	62.7	28.272	125.6
26		0.04	54.1	25.8	1.195	319.3
27		0.05	43.5	11.4	1.339	270.1
28	Riu Brillante	0.08	84.5	13.9	0.359	45.0
29		0.04	73.7	17.2	0.307	84.3
30		0.06	77.5	26.1	0.689	109.9
31	Canale Giaccu	0.65	96.3	33.9	4.840	74.1
32		1.33	117.5	74.1	11.867	89.2
33	Riu s'Acqua de Ferru	0.81	88.2	44.6	10.358	127.3
34		0.04	45.7	16.3	1.503	334.4

Tabella 8: Stima delle portate di piena per tempi di ritorno pari a 200 anni.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 38 di 106</b></p>
---	--

ID bacino	Nome bacino	Area totale [km <sup>2</sup> ]	Altezza totale di pioggia [mm]	Altezza netta di pioggia [mm]	Portata di piena attesa [m <sup>3</sup> /s]	Portata di piena specifica [l/s/ha]
25	Riu di Bacchelina	2.25	121.1	82.7	37.294	165.7
26		0.04	67.0	36.5	1.688	451.0
27		0.05	54.2	18.0	2.127	429.0
28	Riu Brillante	0.08	103.5	23.3	0.602	75.5
29		0.04	90.6	27.2	0.486	133.1
30		0.06	95.1	38.6	1.018	162.3
31	Canale Giaccu	0.65	117.6	49.2	7.032	107.7
32		1.33	142.8	97.2	15.575	117.1
33	Riu s'Acqua de Ferru	0.81	107.9	61.2	14.231	174.8
34		0.04	56.8	24.4	2.250	500.5

Tabella 9: Stima delle portate di piena per tempi di ritorno pari a 500 anni.

ID bacino	Nome bacino	Area totale [km <sup>2</sup> ]	Altezza totale di pioggia [mm]	Altezza netta di pioggia [mm]	Portata di piena attesa [m <sup>3</sup> /s]	Portata di piena specifica [l/s/ha]
25	Riu di Bacchelina	2.25	150.3	110.2	49.691	220.7
26		0.04	84.4	51.7	2.392	639.0
27		0.05	68.6	28.3	3.334	672.5
28	Riu Brillante	0.08	129.0	38.2	0.988	123.9
29		0.04	113.3	42.5	0.758	207.9
30		0.06	118.8	56.9	1.502	239.3
31	Canale Giaccu	0.65	146.1	71.6	10.223	156.6
32		1.33	176.6	128.9	20.658	155.3
33	Riu s'Acqua de Ferru	0.81	134.3	84.6	19.673	241.7
34		0.04	71.9	36.3	3.353	746.1

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 39 di 106</b></p>
---	---

## 6 IDRAULICA

### 6.1 Riferimenti normativi

Il principale strumento normativo considerato per la modellazione idraulica di cui alla presente relazione è rappresentato dalle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico che, con la deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 27 febbraio 2018, sono state modificate ed integrate le norme di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna.

### 6.2 Modellazione idrodinamica

Il modello matematico-numerico utilizzato per le simulazioni del sistema idraulico oggetto di studio è il codice commerciale "HEC-RAS River Analysis System", sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineering – Hydrologic Engineering Center. Il modello consente il calcolo idraulico monodimensionale di canali naturali ed artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori, etc.) eventualmente presenti nel sistema. Sia canali singoli che reti di canali naturali od artificiali, chiuse od aperte, possono essere modellati. Profili di corrente lenta, veloce e di tipo "misto" possono essere integrati dal modello.

Nell'ambito del presente progetto è stata utilizzata la modellazione monodimensionale per la verifica degli attraversamenti dell'infrastruttura stradale nuovi o esistenti.

Nell'ambito del presente progetto il reticolo idrografico ufficiale regionale è stato utilizzato come traccia per la definizione della rete a monte e a valle di ciascun attraversamento. Le tracce ufficiali dei corsi d'acqua hanno trovato riscontro anche dall'analisi del Modello Digitale del Terreno a cella spaziale 1 m x 1 m da Lidar messo a disposizione nel geoportale regionale. Il Lidar è stato utilizzato per la definizione delle sezioni trasversali lungo la rete utilizzate dal modello monodimensionale per il calcolo del profilo della corrente. Si è considerato un interesse tra sezioni trasversali pari a circa 20 m. Per i bacini minori, in cui manca la traccia del reticolo nel tema ufficiale, si è proceduto a tracciare la rete manualmente riconoscendo l'incisione esistente nel modello digitale del terreno.

In corrispondenza dell'intersezione con l'infrastruttura stradale, si sono considerate le quote rilevate in occasione di un rilievo condotto ai fini della presente progettazione a gennaio 2020. Tali rilevazioni, pur limitate entro una distanza contenuta rispetto all'opera progettuale, consentono una modellazione più fedele del comportamento in avvicinamento e uscita dall'opera stradale. Si sono inoltre considerati gli attraversamenti esistenti/da prolungare e di nuova realizzazione. Essi sono stati inseriti nel modello come tombini (culvert) su strutture interferenti con l'asse idraulico di altezza pari alla quota stradale. Per la verifica degli attraversamenti esistenti/da prolungare, il rilievo ha permesso anche di disporre di dati geometrici precisi sulle opere di attraversamento esistenti.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 40 di 106</b></p>
---	--

Le simulazioni idrodinamiche sono state condotte in regime di moto permanente, in linea con le raccomandazioni regionali sul tema. I tempi di ritorno considerati sono gli stessi analizzati nella Relazione Idrologica: 50 anni, 100 anni, 200 anni e 500 anni.

Si rimanda all'elaborato T00ID00IDRRE03A per le verifiche effettuate su ciascun attraversamento idraulico.

### 6.3 Sistema di drenaggio del corpo stradale

Il presente paragrafo illustra la metodologia e i risultati del dimensionamento delle opere necessarie a garantire l'allontanamento delle acque di origine meteorica incidenti sulla piattaforma stradale e sulle opere stradali accessorie. Il sistema di drenaggio consiste in:

- Fossi di guardia ai piedi della piattaforma stradale in corrispondenza di sezioni in rilevato rispetto al piano campagna circostante, alimentati tramite un sistema di embrici disposte su ambo i lati ad interasse costante;
- Tubazioni al di sotto del manto stradale in corrispondenza di sezioni in trincea rispetto al piano campagna circostante, alimentate tramite un sistema di caditoie disposte su ambo i lati ad interasse costante;
- Cunetta laterale su entrambi i lati della piattaforma stradale, in sezioni sia in rilevato che in trincea, necessaria a convogliare le acque drenate dalla piattaforma al sistema di embrici o di caditoie descritto in precedenza;
- Opere speciali di scarico delle acque convogliate dal sistema di drenaggio al fondo della trincea in corrispondenza dello svincolo per il centro abitato di Sarroch.

Il dimensionamento del sistema sopra descritto ha richiesto alcune valutazioni preliminari di tipo idrologico, riportate nel paragrafo che segue.

#### 6.3.1. Analisi idrologiche

La forzante meteorica considerata deriva dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica descritte al capitolo relativo all'Idrologia.

I parametri della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica sono quelli relativi a precipitazioni di durata inferiore all'ora, infatti si può stimare che l'intero sistema di drenaggio della piattaforma sia caratterizzato da tempi critici inferiori all'ora. Si è inoltre considerato un tempo di ritorno di riferimento per gli eventi meteorici intensi da smaltire pari a 50 anni.

La stima delle portate di picco attese su ciascun ramo del sistema di drenaggio è stata ottenuta applicando la nota formula razionale, secondo cui:

$$Q = \frac{\phi S h}{\tau}$$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 41 di 106</b></p>
---	--

Dove:

- $\Phi$  è il coefficiente di deflusso del bacino a monte di un ramo del sistema di drenaggio;
- $S$  è la superficie del bacino a monte di un ramo del sistema di drenaggio;
- $h$  è l'altezza di precipitazione attesa per un tempo di ritorno pari a 50 anni e per una durata di pioggia  $\tau$ ;
- $\tau$  è il tempo critico del bacino a monte di un ramo del sistema di drenaggio.

Secondo la formulazione teorica del metodo utilizzato, la portata di picco attesa su ciascun ramo del sistema di drenaggio è determinata da una pioggia di durata pari al tempo di corrivazione del bacino sotteso. I tempi di corrivazione calcolati variano da un minimo di 3.2 minuti a un massimo di 12.4 minuti, con un valore medio pari a 6 minuti.

### 6.3.2. Fossi di guardia e tubazioni

Il sistema di drenaggio considerato è composto da canalette a cielo aperto in calcestruzzo e da condotte, sempre in calcestruzzo, di diametro nominale minimo pari a 400 mm.

L'utilizzo delle canalette è previsto in corrispondenza di sezioni dove la piattaforma stradale si trova in rilevato rispetto al piano campagna circostante. Il punto di inserimento planimetrico corrisponde a quello dove la scarpa del rilevato stradale intercetta il piano campagna.

Le tipologie di canalette in calcestruzzo utilizzate possono ricondursi a tre sezioni tipo di forma trapezia:

- Fosso tipo FC1: fondo di larghezza 0.5 m, altezza massima 0.5 m e sponde con scarpa 1:1;
- Fosso tipo FC2: fondo di larghezza 0.75 m, altezza massima 0.75 m e sponde con scarpa 1:1;
- Fosso tipo FC3: fondo di larghezza 1 m, altezza massima 1 m e sponde con scarpa 1:1.

Si ipotizza inoltre l'inserimento di condotte di drenaggio al di sotto del piano stradale. Tale inserimento può convenientemente avvenire al di sotto della cunetta laterale presente su ambo i lati della sede stradale, con collegamenti tra i due sistemi tramite caditoie posizionate a intervalli longitudinali regolari. Tale scelta inoltre si rivela conveniente nel caso di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, e riduce anche i carichi verticali che le condotte stesse devono sopportare. I diametri utilizzati sono 400 mm, 500 mm e 600 mm, e in fase di progettazione si è cercato di mantenere un ricoprimento minimo, tra il cielo della condotta e la superficie stradale pari a 30 cm.

Il dimensionamento delle opere di drenaggio è stato condotto, considerando un moto uniforme della corrente, sulla base della nota formula di Gauckler-Strickler (o di Manning):

$$Q = K_s A R_H^{2/3} i^{1/2}$$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 42 di 106</b></p>
---	---

Dove:

- $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler, assunto pari a  $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per moto all'interno di sezioni in calcestruzzo;
- $A$  è l'area in sezione bagnata dalla corrente;
- $RH$  è il raggio idraulico;
- $i$  è la pendenza del tratto considerato.

A favore di sicurezza, è stato imposto il deflusso della portata prevista per  $T_r$  50 anni con un grado di riempimento massimo del 70%.

In corrispondenza degli attraversamenti illustrati nel capitolo precedente, sono previsti gli scarichi della rete di drenaggio della piattaforma alla rete idrografica naturale. Una diversa configurazione è prevista per lo scarico delle acque dal fondo del tratto stradale in trincea.

In corrispondenza di nodi importanti della rete di drenaggio, come ad esempio in corrispondenza di cambi di diametro o di pendenza del tracciato, è previsto l'inserimento di pozzetti di raccordo con funzione anche di dissipazione di eventuali eccessi di energia cinetica tramite l'utilizzo di salti di fondo. L'utilizzo di salti di fondo è stato previsto anche in corrispondenza degli imbocchi dei tombini di attraversamento, spesso anticipati da un breve tratto a pendenza accentuata, in modo tale che la corrente scaricata dai fossi di guardia possa dissipare completamente il suo carico energetico e defluire poi attraverso la rete idrografica naturale.

L'utilizzo di salti di fondo è stato previsto anche in corrispondenza degli imbocchi dei tombini di attraversamento, spesso anticipati da un breve tratto a pendenza accentuata, in modo tale che la corrente scaricata dai fossi di guardia possa dissipare completamente il suo carico energetico e defluire poi attraverso la rete idrografica naturale.

### **6.3.3. Elementi di collegamento tra piattaforma e rete di drenaggio**

Il collegamento tra la piattaforma stradale e la rete di drenaggio è previsto per mezzo di embrici nel caso di sezioni stradali in rilevato e attraverso caditoie nel caso di sezioni stradali in trincea in cui il drenaggio è previsto per mezzo di condotte. Le acque ricadenti sulla piattaforma stradale sono direzionate verso la banchina stradale.

Il dimensionamento dell'interasse tra gli elementi che raccordano la banchina stradale alla rete di drenaggio è stato basato sul criterio più stringente tra la superficie servita dalla capacità di portata della banchina e la capacità di scarico degli elementi di raccordo.

Sono diverse le configurazioni previste per gli elementi idraulici marginali in banchina stradale.

- Sezioni in rilevato: cordolo di ritenuta di una lama d'acqua in banchina stradale svuotata a intervalli regolari per mezzo di embrici verso i fossi di guardia al piede della scarpata.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 43 di 106</b></p>
---	---

- Sezioni in trincea senza barriera laterale di protezione: cunetta laterale triangolare svuotata a intervalli regolari per mezzo di caditoie che destinano le acque convogliate dalla cunetta verso le tubazioni di drenaggio.
- Sezioni in trincea con barriera laterale di protezione: cordolo di ritenuta di una lama d'acqua in banchina stradale svuotata a intervalli regolari per mezzo di caditoie che destinano le acque convogliate dalla cunetta verso le tubazioni di drenaggio. Per motivi di sicurezza, le caditoie saranno posizionate oltre la barriera stradale di protezione, e collegate alla banchina attraverso interruzioni del cordolo di ritenuta idraulica.
- Sezioni in trincea in corrispondenza al cavalcavia da realizzare per lo svincolo di Sarroch: cordolo di ritenuta di una lama d'acqua in banchina stradale svuotata a intervalli regolari per mezzo di caditoie che destinano le acque convogliate dalla cunetta verso le tubazioni di drenaggio. Per motivi di sicurezza, le caditoie saranno posizionate oltre la barriera stradale di protezione, e collegate alla banchina attraverso interruzioni del cordolo di ritenuta idraulica.

#### **6.3.4. Opere particolari in corrispondenza dello svincolo per Sarroch**

Le portate convogliate dalla rete di drenaggio stradale nel tratto in trincea sono allontanate per mezzo di una condotta in calcestruzzo DN 1000 posata con pendenza 1%. È inoltre previsto l'inserimento di una condotta in calcestruzzo DN 800, posata con uguale pendenza, per mettere in collegamento la linea di tubazioni sulla banchina della carreggiata in direzione Pula (lato Ovest della piattaforma stradale) con la linea di tubazioni sulla banchina della carreggiata in direzione Cagliari (lato Est della piattaforma stradale). Dalla banchina orientale è previsto lo stacco del collettore di scarico DN 1000.

Tale collettore di scarico indirizza le acque al sistema di laminazione progettato per rispettare il principio di invarianza idraulica e che determinerà un forte beneficio in termini di riduzione delle portate recapitate al recettore finale rispetto allo stato di fatto. Tale aspetto viene dettagliatamente descritto nella Relazione di Compatibilità Idraulica e nelle planimetrie e profili di progetto (elaborati T00ID00IDRRE02A, T00ID00IDRFP01A, T00ID00IDRFP02A).

#### **6.3.5. Fossi di protezione della trincea stradale**

È previsto l'inserimento di fossi di guardia in sommità della scarpata di tratti in trincea al fine di intercettare le acque provenienti dal versante verso strada ed evitare in questo modo il loro sversamento direttamente sulla sede stradale. Tale situazione è quanto avviene nello stato di fatto, determinando un aggravio notevole per la rete di scolo della piattaforma stradale.

Richiede invece valutazioni più dettagliate il fosso di guardia a protezione della trincea nel tratto tra lo svincolo per Sarroch, in direzione Nord, fino all'intersezione con il reticolo idrografico di riferimento regionale, in particolare con il canale Giaccu. Tale fosso di guardia infatti avrà la funzione di drenare le portate in arrivo verso la

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 44 di 106</b></p>
---	--

trincea in forma diffusa lungo il versante afferente, ma anche le portate che si vengono a concentrare in corrispondenza dello svincolo, dove è tracciato un ramo del reticolo idrografico di riferimento.

La figura seguente mostra l'inserimento planimetrico del fosso di protezione della trincea, unitamente al ramo di reticolo idrografico di riferimento che verrà deviato verso nord.



Figura 8 – Schema planimetrico del fosso Nord (foto a sinistra) e fosso Sud (foto a destra) di protezione della trincea lato Ovest.

La sezione con cui si prevede di realizzare il fossato corrisponde alla sezione tipo FC3 Anas. Si tratta di una sezione trapezia con larghezza al fondo pari a 1 m e sponde con scarpa 1:1. Il fosso di guardia presenta un primo tratto in affiancamento al cavalcavia esistente, con una pendenza pari a circa 3%. Nel tratto in cui scorre parallelo alla trincea stradale, si prevede di realizzare la posa con una pendenza del 0.7%. Tale pendenza infatti permette sia il naturale deflusso delle acque verso l'attraversamento al km 22583, ma anche di contenere il volume di scavo.

Nell' tratto compreso tra le progressive 22950 e 22750 (la direzione del flusso è inversa rispetto alla progressione delle progressive chilometriche) si prevede di sostituire il canale a cielo aperto di sezione tipo FC3 con scottolari caratterizzati da una sezione liquida disponibile il più possibile equivalente.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 45 di 106</b></p>
---	---

#### 6.4 Trattamento acque di prima pioggia

La Regione Autonoma della Sardegna, in attuazione dell'art. 44 del D.Lgs 11 maggio 1999 n. 152 e s.m.i. e dell'art. 2 della L.R. luglio 2000, n. 14, ha approvato, su proposta dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente, il Piano di Tutela delle Acque (PTA) con Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006. Nel 2008, viene poi approvata la direttiva che contiene le norme regolamentari riguardanti le materie trattate al Titolo III delle Norme Tecniche di Attuazione del PTA in merito alla tutela qualitativa delle risorse idriche. Tale direttiva è denominata "Disciplina degli scarichi di acque reflue" (Disciplina scarichi). Alle acque di prima pioggia, la Disciplina scarichi dedica il Capo V "Acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne" (art. 22-24). L'art. 22, comma 1, stabilisce che il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle superfici scolanti sono soggetti alle disposizioni del presente capo qualora tali acque provengano da stabilimenti o insediamenti di attività di produzione di beni e servizi, le cui aree esterne, siano adibite al deposito e stoccaggio di materie prime o rifiuti, ed in generale allo svolgimento di fasi di lavorazione ovvero ad altri usi per i quali vi sia la possibilità di dilavamento dalle superfici scoperte di sostanze inquinanti.

Sulla base del quadro normativo sopra presentato in materia di acque di prima pioggia, si è ritenuto che tali principi non siano applicabili nel caso dell'intervento oggetto della presente progettazione.

#### 6.5 Apprestamenti idraulici in fase di cantiere

In sede di realizzazione di tutte le lavorazioni insistenti sul reticolo idrografico naturale, compresi i nuovi attraversamenti e i prolungamenti delle luci esistenti, si suggerisce pertanto di adottare i seguenti provvedimenti:

- strutturare il cronoprogramma dei lavori collocando per quanto possibile le lavorazioni nei mesi da marzo a settembre, in modo tale da poter intervenire con portate fluenti ridotte o nulle. giorni;
- attrezzare ogni ambito di cantiere relativo agli attraversamenti con un piccolo dispositivo di sollevamento. Si suggerisce in particolare la realizzazione a monte del cantiere di una tura trasversale lungo l'alveo e/o il posizionamento di un pozzetto di servizio in calcestruzzo in grado di raccogliere gli apporti provenienti da monte. La capacità di portata dell'impianto di sollevamento dovrà essere correlata con portate di carattere ordinario, dell'ordine di 100 l/s per ogni km<sup>2</sup> di bacino sotteso. L'eventuale tura dovrà avere la minima dimensione utile a raccogliere le portate e consentire il corretto funzionamento della pompa: in tal modo l'arrivo di una piena improvvisa comporterà la rimozione di modeste quantità di materiale. Nel caso di attraversamenti esistenti le eventuali portate sollevate potranno essere veicolate lungo l'attraversamento entro apposite tubazioni mobili (come per impianti di well point) e rilasciate a valle della zona interessata dalle lavorazioni. Per i nuovi attraversamenti, che sottendono bacini estremamente piccoli, qualora non sia possibile superare da monte il rilevato stradale, lo scarico di alcuni litri al secondo potrà avvenire per dispersione al suolo oppure, laddove già presenti strutture di drenaggio, lungo la banchina della strada;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 46 di 106</b></p>
---	--

- prevedere a cura dell'impresa e sentita la DL una procedura di allarme, che confronti le previsioni meteo ed eventuali sistemi di nowcasting con soglie pluviometriche di riferimento e indichi da un lato l'opportunità di programmare in maniera opportuna lo sviluppo delle lavorazioni e dall'altro la necessità di interrompere le lavorazioni e mettere in sicurezza l'area di cantiere, con l'opportuno preavviso.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 47 di 106</b></p>
---	---

## 7 PROGETTO STRADALE

### 7.1 Riferimenti normativi

Il presente progetto, relativamente agli aspetti stradali, è stato redatto sulla base dei seguenti riferimenti normativi:

- D.L. 30.04.1992 n.285 "Nuovo Codice della Strada" 8G.U. 18.05.1992 n.114 suppl.) Modificato ed integrato dal D.L. 10.10.1993 n.360 (G.U. 15.09.1993 n.217 suppl.);
- D.P.R. 16.12.1992 n.495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" (G.U. 28.12.1992 n.303 suppl.);
- D.P.R. 16.09.1996 n.610 "Regolamento recante modifiche al D.P.R. 16.12.1992 n.495, concernente il regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della strada" e s.m.i.;
- D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22.04.2004 "Modifica del decreto 05.11.2001 n.6792, relativo alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- L. 29 luglio 2010 n.210 – "Disposizioni in materia di sicurezza stradale";
- Direttiva LL.PP. 24.10.2000 – "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" (G.U.28.12.2000 n.301);
- D.M. 18.02.1992 n.223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza "e s.m.i.;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21/07/2010 n. 62032 – Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- D.M. 17.01.2018– Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

### 7.2 Descrizione dell'intervento

L'intervento in oggetto di adeguamento della S.S.195 "Sulcitana" nella tratta denominata "Perimetrale Consortile", si presenta come intervento all'interno del Lotto2 (dal km 18+350 al km 23+900), dell'adeguamento più esteso della Strada Statale tra Cagliari e Pula. Questo intervento consentirà l'innalzamento degli standard di sicurezza e tempi di percorrenza inferiori tra Cagliari e le località costiere del sud-ovest dell'Isola.

Il presente intervento di adeguamento a sezione tipo B secondo DM 5.11.2001 ha origine al km 21+488 circa in prossimità del viadotto esistente Bacchelina (non interessato dagli interventi) e termina al km 23+900, dopo

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 48 di 106</b></p>
---	--

aver interessato lo svincolo Saras, al km 23+900, interfaccia con il lotto 3, già interessato dai lavori di adeguamento.

Il tracciato si estende per circa 2,4 km e attraversa il territorio del comune di Sarroch e comprende l'adeguamento di un'intersezione a raso (svincolo Saras) con la viabilità esistente.



Figura 9: Limiti intervento di progetto

### 7.3 Dati di traffico

Lo studio di traffico (elaborato T00EG00GENRE03A) svolto nell'ambito del presente progetto definitivo si basa sui dati forniti dal Modello Trasportistico Stradale DSS opportunamente adattato ad una scala territoriale locale, più dettagliata e funzionale per la valutazione dei risultati che esso fornisce. Per stimare i flussi attratti dalla nuova infrastruttura è stato estratto un modello regionale a partire dal Modello Trasportistico DSS su scala nazionale implementato da ANAS. Il modello è stato calibrato su 93 sezioni di conteggio di traffico distribuite sul territorio relative al censimento annuale ANAS del traffico del 2018.

Per le verifiche dell'impatto del nuovo Lotto di progetto, è stato definito uno scenario infrastrutturale di analisi, nell'anno di entrata in esercizio dell'intervento, in cui si prevede, oltre al Lotto stesso, il completamento dei Lotti 1 e 3 della variante alla S.S.195 "Sulcitana" posta a nord dell'attuale statale. Il corridoio completato fungerà da infrastruttura prioritaria per i collegamenti tra Cagliari e zone limitrofe con la costa Sud-Ovest dell'Isola, spostando su di esso i collegamenti di media lunga percorrenza dell'area e lasciando sull'attuale S.S.195 i soli traffici locali.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 49 di 106</b></p>
---	---

### **7.3.1. Offerta e domanda locale**

Nell'ambito territoriale in cui è stata ricostruita l'offerta di trasporto stradale è stata dettagliata, coerentemente con tale offerta, la zonizzazione interna all'area che determina le matrici di domanda di trasporto che simulano la mobilità passeggeri e merci in modo da ben riprodurre la mobilità interessata dal progetto in analisi. Le matrici regionali di partenza sono state calibrate in base ai conteggi di traffico su 93 sezioni di conteggio permanente ANAS del traffico distribuite sull'intera regione, per le quali sono disponibili i dati di traffico da rapporto annuale 2018 del Censimento ANAS. In particolare, sono state individuate tre sezioni lungo la S.S.195 e una sulla S.S.195racc utili a fornire indicazioni sulla mobilità che caratterizzerà l'asse di progetto. I flussi rilevati più significativi sono quelli della postazione 900007 localizzata al km 14+556 della S.S.195 che è quella più a ridosso del progetto e che ha registrato un TGM medio totale di circa 14.900 veicoli.

Inoltre, è stato condotto un ulteriore studio circa l'impatto della stagionalità sui flussi di traffico attesi. Come era facile aspettarsi, i traffici più sostenuti si evidenziano nel periodo estivo (terzo trimestre); l'incremento di traffico nel terzo trimestre ha fornito, in percentuale, l'incremento stagionale che, applicato ai volumi di traffico medi annui ottenuti dall'assegnazione al 2026, permette di acquisire i volumi che caratterizzano le tratte di progetto nel periodo estivo quindi nel periodo di maggiore congestione a causa del massimo afflusso turistico.

La procedura di assegnazione utilizzata per la calibrazione del modello di rete, e per le analisi dei traffici che insistono sulle infrastrutture stradali implementate nel modello, è la MMA-Assignment, ovvero l'assegnazione multimodale e multiclasse che consente di assegnare simultaneamente più matrici a diverse porzioni di rete tenendo quindi in considerazione più tipologie di utenti o veicoli e differenti reti.

Le matrici di domanda ottenute dalla calibrazione sono da ritenersi significative, per l'area di studio, degli spostamenti tra le zone di un giorno feriale medio, all'anno di riferimento 2018. Complessivamente la domanda di trasporto, a seguito della calibrazione, è caratterizzata da:

- 296.375 spostamenti di veicoli leggeri passeggeri tra le diverse zone di traffico;
- 10.285 spostamenti di veicoli pesanti merci tra le diverse zone di traffico.

### **7.3.2. Livelli di servizio**

Determinate e calibrate le matrici Origine–Destinazione della domanda, è stata effettuata l'assegnazione dei veicoli al grafo stradale attuale, ottenendo le informazioni sui flussi di traffico in rete.

La procedura che effettua l'assegnazione alla rete stradale della domanda merci e passeggeri determina i valori delle seguenti variabili:

- ✓ gli attributi del modo trasporto sulla base delle caratteristiche tecniche e funzionali della rete stradale nei periodi di riferimento;
- ✓ i flussi di traffico (numero dei veicoli) prodotti sulla rete stradale dalla suddetta domanda;
- ✓ i livelli di servizio della rete espressi dalle caratteristiche.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 50 di 106</b></p>
---	---

Sul tratto di studio, che ricordiamo comprendere anche i lotti 1 e 3 adiacenti a quello oggetto del presente rapporto, è stata verificata la funzionalità delle infrastrutture stradali attraverso 'analisi dei Livelli di Servizio. Nello specifico l'analisi è stata svolta per la S.S.195 nel tratto sotteso dai tre Lotti oggetto del presente studio al fine di verificarne le criticità attuali e verificare l'impatto futuro sull'infrastruttura dell'alternativa di progetto che si sta analizzando. Una volta adeguato il Lotto 2, quest'ultimo costituirà insieme al Lotto 1 e al Lotto 3 un corridoio alternativo all'attuale S.S.195 che si vedrà a sua volta sgravare dei traffici di media e lunga percorrenza.

Applicando la procedura di calcolo del Livello di Servizio al tratto della S.S.195 attuale (TGM di 13.941 leggeri e 589 pesanti), si ottengono i seguenti risultati:

Anno 2018	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Livello di Servizio
S.S.195	13.941	589	1.424	66,6	79,69	D

risultati evidenziando uno stato della mobilità dell'infrastruttura che per le ore di punta registra un Livello di Servizio di poco inferiore rispetto a quanto richiesto dalla norma.

La situazione peggiora ulteriormente se si ripete la procedura sullo stesso tratto della S.S.195 attuale ma nel periodo estivo (terzo trimestre) in cui si registra un incremento medio dei traffici del 20%.

Anno 2018 Terzo trimestre	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Veicoli Ora Punta Totali	Velocità media viaggio (Km/h)	Percentuale tempo in coda	Livello di Servizio
S.S.195	16.975	645	1.727	63,2	83,43	E

### 7.3.3. Scenari di progetto (anni 2026 e 2036)

Al fine di valutare l'entità dei flussi che potranno interessare i territori compresi nell'Area di Studio e di Piano, si sono ricostruiti gli orizzonti temporali futuri di crescita della domanda. In particolare, si sono ricostruiti gli orizzonti temporali di crescita della domanda all'anno 2026, in cui si prevede l'entrata in esercizio dell'infrastruttura di progetto, fino a 10 anni dall'entrata in esercizio dell'intervento.

Gli scenari di Riferimento, ovvero a domanda proiettata negli anni ed offerta di trasporto senza infrastruttura di progetto, sono funzionali a stimare la crescita della congestione nell'area di Studio e sull'asse più strettamente interessato all'intervento e fornire gli indicatori di area (veicoli\*Km e veicoli\*h) da mettere a confronto con gli scenari infrastrutturali di progetto alle stesse annualità di input all'Analisi Costi Benefici.

Nello scenario di Riferimento dal punto di vista infrastrutturale si è comunque ipotizzata una variazione dell'offerta di mobilità che prevede la realizzazione del Lotto 1 e del Lotto 3.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 51 di 106</b></p>
---	---

Le tabelle seguenti mostrano i risultati di area ai due orizzonti temporali analizzati dello scenario di progetto.

<b>Scenario di Progetto–indicatori di area giornalieri</b>		
<b>Indicatori</b>	<b>Anno 2026</b>	<b>Anno 2036</b>
Leggeri Veicoli*Km	6.022.002	7.169.471
Leggeri Veicoli*h	111.611	133.273
Pesanti Veicoli*Km	245.715	299.206
Pesanti Veicoli*h	4.972	6.103
Velocità Leggeri (km/h)	54,0	53,8
Velocità Pesanti (km/h)	49,4	49,0

Elemento di valutazione dell'utilità sociale dell'intervento è la determinazione dell'impatto che la realizzazione dello stesso ha sul territorio. A tal fine sono state confrontate le percorrenze complessive di area, ed i relativi tempi, nello scenario di riferimento ed in quello di progetto.

I risultati evidenziano al 2026, per i veicoli leggeri, un leggero incremento degli spostamenti passeggeri (+0,12% circa) ed una riduzione della durata media degli stessi (-1,13% circa); al 2036 l'infrastruttura di progetto tende a servire una quota di domanda maggiore rispetto al 2026, determinando un piccolo incremento della riduzione della durata media degli stessi rispetto all'anno 2026. L'effetto dell'intervento determina quindi un leggero incremento delle percorrenze (veicoli\*km) sia per gli spostamenti passeggeri che per il traffico merci ed una riduzione dei tempi di percorrenza (veicoli\*h).

flussi simulati da modello sull'Lotto 2 restituiscono all'entrata in esercizio dei valori di traffico giornaliero medio totale di circa 13.550 veicoli/giorno.

Considerando i flussi che insistono sul tratto esistente della S.S.195 all'entrata in esercizio della variante si nota come, nel funzionamento complessivo del nuovo asse, esso costituisca una alternativa valida all'attuale S.S.195 identificando di fatto un nuovo corridoio di transito che scarica parzialmente l'esistente statale e sarà privilegiata dai traffici di media e lunga percorrenza collegando l'area metropolitana a ovest di Cagliari e gli agglomerati industriali della zona di Sarroch, inserendosi inoltre nell'importante contesto ad elevato carattere turistico di Pula, Chia e Santa Margherita.

Dal confronto tra lo scenario di riferimento e lo scenario di progetto si nota che il sistema stradale formato dalla nuova variante, grazie all'adeguamento del Lotto 2, genera un incremento dei flussi catturati totali ed una deviazione di una quota importante di traffico dall'attuale S.S.195 proprio per la presenza del nuovo asse più veloce e più sicuro.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 52 di 106</b></p>
---	--

Denominazione	Estesa (km)	Leggeri (veic./giorno)	Pesanti (veic./giorno)	Totali (veic./giorno)	Anno
Lotto 2 adeguato	5,5	12.947	603	13.550	2026
SS195 tratto sotteso	18,5	4.916	166	5.081	2026

A questo punto, ottenuti i flussi simulati da modello, si è proceduto alla verifica del livello di servizio, metodo solitamente utilizzato per dimensionare la sezione stradale da adottare. L'analisi è stata svolta sulla tratta di progetto, Lotto 2 adeguato, al 2026 ed al 2036 in sezione tipo B, e sulla S.S.195 sottesa dall'intervento in sezione tipo C1 mettendo in evidenza un miglioramento delle prestazioni della statale per la presenza della nuova infrastruttura che sposterà su di essa i collegamenti di media lunga percorrenza dell'area lasciando sull'attuale S.S.195 i soli traffici locali.

Nelle tabelle seguenti si evidenziano i valori di traffico e il Livello di Servizio atteso nella tratta di progetto considerando il valore medio annuo all'entrata in esercizio ed a dieci anni dalla realizzazione e quello riferito al terzo trimestre, utilizzati nel dimensionamento degli elementi geometrici del tracciato stradale.

Tratta	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Densità veicolare	Livello di Servizio	ANNO
Lotto 2	12.947	603	4,7	<b>A</b>	2026
Lotto 2	15.414	734	5,7	<b>A</b>	2036

Figura 10 – Dati di traffico e LOS medio annuo

Tratta	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Densità veicolare	Livello di Servizio	ANNO
Lotto 2	15.765	660	5,7	<b>A</b>	2026
Lotto 2	18.769	804	6,8	<b>B</b>	2036

Figura 11 – Dati di traffico e LOS terzo trimestre

Nello specifico si fa osservare che, per i dimensionamenti degli elementi stradali, sono stati considerati i valori del traffico di punta del trimestre di maggior carico.

#### 7.4 Caratteristiche geometriche

La geometrizzazione della linea d'asse è stata effettuata con riferimento ai criteri del DM 5.11.01, utilizzando una successione di rettili e cerchi, raccordati da curve di transizione (clotoidi) opportunamente dimensionate.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 53 di 106</b></p>
---	---

Trattandosi di una strada extraurbana principale l'intervallo di velocità di progetto risulta essere 70-120 km/h; l'intervento di progetto dello stralcio 2C oggetto del presente progetto, ha origine in corrispondenza del viadotto Bacchelinna alla prog. 21+488; esso si sviluppa in direzione sud sul sedime della statale esistente S.S.195 denominata "Perimetrale Consortile", dallo svincolo Saras fino al limite sud in corrispondenza della prog. 23+900.

Il profilo longitudinale dell'asse principale è stato geometrizzato tramite livellette e raccordi parabolici, nel pieno rispetto dei criteri di normativa.

Date le modeste pendenze dell'infrastruttura esistente da adeguare, non sussistono criticità ed i valori dei raccordi altimetrici sono sempre superiori ai minimi di normativa. L'intervento sostanzialmente ricalca il sedime esistente, con punto di inizio a quota 77 m e punto di arrivo a quota 78 m s.l.m.

Da un punto di vista geometrico si sono utilizzati elementi rispondenti alla normativa cogente DM 05.11.2001 per una strada di categoria B.

In ottemperanza a quanto indicato nel D.M. 5/11/2001 sono previste n° 2 piazzole di sosta in carreggiata Sud e n° 2 piazzole di sosta in carreggiata Nord.

Il dettaglio delle verifiche degli elementi geometrici planimetrici e altimetrici del tracciato è riportato nella relazione tecnica del progetto stradale (elaborato P00PS00TRARE01A).

## 7.5 Sezioni tipo di progetto

### 7.5.1. Asse principale

La sezione tipo adottata per l'asse principale è riferibile alla Categoria B del DM 05/11/2001, relativa alle strade extraurbane principali; essa presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 22,00 m; in dettaglio, la sezione è costituita da:

- spartitraffico di larghezza 2,50 m;
- banchine interne da 0,50 m;
- banchine esterne da 1,75 m;
- n.4 corsie (2 per senso di marcia) di modulo 3,75 m ciascuna;
- eventuale corsia specializzata (ingresso/uscita) di modulo 3,75 m;
- arginello di larghezza 2,00 m.

La pendenza delle scarpate delle sezioni tipologiche in rilevato è di 2/3 (rapporto altezza/larghezza); come da prassi consolidata, le scarpate sono interrotte da banche orizzontali di larghezza pari a 2,00 m, ogni 5 m di altezza in caso di altezza: il duplice effetto benefico che se ne ottiene è, da un lato, l'incremento della stabilità del rilevato, riducendo la pendenza media della scarpata, dall'altro, la riduzione della velocità di ruscellamento superficiale delle acque di pioggia, il che contribuisce a minimizzare problemi di erosione superficiale.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 54 di 106</b></p>
---	--

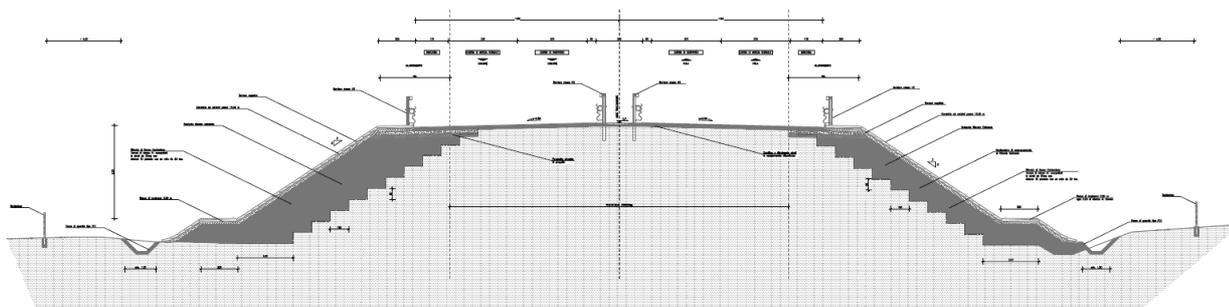


Figura 12: Sezioni tipo asse principale

### 7.5.2. Piazzole di sosta

Lungo l'asse principale sono previste n. 2 piazzole per direzione, di dimensioni pari a quelle minime previste:

Direzione	Piazzola	Progressiva
Sud	Piazzola 1	Km 22+250
	Piazzola 2	Km 23+850
Nord	Piazzola 3	Km 22+250
	Piazzola 4	Km 23+500

Tabella 10 – Posizionamento piazzole di sosta

### 7.5.3. Rampe monodirezionali

Le rampe monodirezionali presentano una piattaforma pavimentata di larghezza minima pari a 7,00 m, la cui sezione è costituita dai seguenti elementi:

- Banchina in sinistra da 1,00 m;
- corsia da 4,00 m;
- arginello di larghezza totale pari a 2,00 m.

### 7.5.4. Viabilità secondaria

Con riferimento a quanto previsto dall'art. 2 del Nuovo Codice della Strada, la viabilità di progetto è classificata come una strada di tipo "C2 –Extraurbana Secondaria": strada ad unica carreggiata con una corsia di marcia per direzione e banchina pavimentata a destra.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 55 di 106</b></p>
---	---

La piattaforma di progetto presenta n.2 corsie da 3.50 m con banchina esterna da 1.25 m.

I limiti dell'intervallo di velocità di progetto sono 60 km/h e 100 km/h.

Dal punto di vista trasversale, la pendenza delle careggiate per consentire l'allontanamento dell'acqua superficiale, è pari al 2.50 % verso l'esterno, mentre in curva è pari al 7.00 % verso l'interno.

## 7.6 Caratteristiche geometriche

La piattaforma stradale, con riferimento al D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", è di tipo "B – Extraurbana principale" dotata di n.2 corsie per careggiata. La geometrizzazione della linea d'asse è stata effettuata con riferimento alla suddetta normativa.

### 7.6.1. Elementi planimetrici asse principale

La viabilità di progetto presenta un asse caratterizzato da un tratto in rettilineo di lunghezza complessiva pari a 2'315.70 m tra la progressiva km 21+584.30 e km 23+900. Nel tratto iniziale, tra la progressiva km 21+488 e km 21+584.30, è presente una clotoide con parametro A pari a 393.64 che collega il tratto in rettilineo con la curva circolare di progetto di raggio planimetrico pari a 1.000 m in corrispondenza del via-dotto Bacchelinna.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa degli elementi del tracciato (si ricorda che la presente relazione tratta lo stralcio 2C, tra la progressiva km 21+488 e la progressiva km 23+900):

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
ARCO	21400.000	21429.355	29.355	0.000	1000.000	1000.000	Dx	-5.402	5.402	120
CLOTOIDE	21429.355	21584.306	154.951	393.638	1000.000	0.000	Dx	0.000	0.000	120
RETTIFILO	21584.306	23999.866	2415.560	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120

Figura 13 - Tabella 11 – Elementi base tracciato asse principale

Nel tratto a nord, in prossimità del viadotto Bacchelinna (prog. km 21+488), è previsto il raccordo con la viabilità esistente, il quale si estende per una lunghezza complessiva di circa 145 m (tra prog. km 21+488 e km 21+650).

In base ai dati di tracciamento il diagramma delle velocità è tale per cui tutto il tracciato oggetto di intervento viene percorso alla Vp max pari a 120 km/h.

### 7.6.2. Elementi altimetrici asse principale

Dal punto di vista altimetrico, l'asse stradale è costituito da livellette tali da aderire il più possibile al profilo altimetrico esistente. Nella tabella sottostante sono indicate le pendenze longitudinali delle livellette di progetto; si può notare come ogni pendenza risulti essere minore della pendenza massima longitudinale prevista dalla normativa (p<6.00%).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 56 di 106</b></p>
---	--

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito
0	21500.0005	77.0814	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	○
1	21682.3533	84.1932	182.3528	6.9778	3.9000	7.1118	182.4915	6.9832	●
2	21965.2203	86.5976	282.8669	2.9919	0.8500	2.4044	282.8772	2.9920	●
3	22914.7525	73.7789	949.5322	811.2822	-1.3500	-12.8187	949.6188	811.3562	●
4	23197.1777	73.7789	282.4251	231.1751	0.0000	0.0000	282.4251	231.1751	●
5	23808.7672	78.0600	611.5895	576.5895	0.7000	4.2811	611.6045	576.6036	●
6	23961.0380	78.0600	152.2708	76.2944	0.0000	0.0000	152.2708	76.2944	●
7	24126.5000	76.4474	165.4620	106.9856	-0.9746	-1.6126	165.4699	106.9907	●

Figura 14 – Livellette di progetto

Si precisa che le livellette n. 6 e 7 sono relative al profilo stradale dell'asse del Lotto n.3, inserite per consentire il raccordo verticale con la viabilità di progetto.

Le livellette di progetto sono tra di loro raccordate da raccordi verticali concavi e convessi. Si riporta di seguito una tabella riepilogativa, precisando che il raccordo n.6 è relativo al Lotto 3.

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
1	Parabolico	11500.0000	-3.0500	350.8625	21506.9783	21857.7283	350.7500
2	Parabolico	9500.0000	-2.2000	209.0049	21860.7203	22069.7203	209.0000
3	Parabolico	5000.0000	1.3500	67.5021	22881.0025	22948.5025	67.5000
4	Parabolico	5000.0000	0.7000	35.0003	23179.6777	23214.6777	35.0000
5	Parabolico	5000.0000	-0.7000	35.0003	23791.2672	23826.2672	35.0000
6	Parabolico	12000.0000	-0.9746	116.9546	23902.5616	24019.5144	116.9528

Figura 15 - Raccordi verticali di progetto

### 7.6.3. Elementi planimetrici secondaria

Alla luce dei vincoli geometrici presenti allo stato di fatto e ricadendo nel caso di adeguamento di un'intersezione esistente; ferma restando la classificazione della SS195 "Sulcitana" come strada di tipo "B – Extraurbana principale" il presente progetto, in corrispondenza dello svincolo Saras, prevede un'intersezione a livelli sfalsati con incroci a raso progettando la viabilità secondaria classificata comunque come una strada di tipo "C2 – Extraurbana Secondaria".

L'intersezione a livelli sfalsati prevede in definitiva:

- n. 2 corsie di uscita dalla SS195 "Sulcitana" (una per direzione);
- n. 2 corsie di entrata verso la SS195 "Sulcitana" (una per direzione);
- n. 1 viabilità di progetto caratterizzata da piattaforma stradale di tipo "C2 – Extraurbana Secondaria";
- n. 2 intersezioni a raso tra le corsie di entrata ed uscita dalla SS195 "Sulcitana" e la viabilità secondaria di progetto.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 57 di 106</b></p>
---	--

La viabilità secondaria di progetto è caratterizzata da un asse costituito da una successione di rettifili e curve circolari a raggio costante, collegati tra di loro da curve a raggio variabile. Si riporta di seguito una tabella indicante le caratteristiche degli elementi base del tracciato stradale:

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
RETTIFILO	0.000	67.392	67.392	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	100
CLOTOIDE	67.392	129.619	62.227	185.000	0.000	550.000	Dx	0.000	0.000	100
ARCO	129.619	210.414	80.795	0.000	550.000	550.000	Dx	-6.046	6.046	100
CLOTOIDE	210.414	272.641	62.227	185.000	550.000	0.000	Dx	0.000	0.000	100
RETTIFILO	272.641	524.414	251.773	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	100
CLOTOIDE	524.414	630.888	106.474	119.000	0.000	133.000	Sx	0.000	0.000	76
ARCO	630.888	682.658	51.770	0.000	133.000	133.000	Sx	7.000	-7.000	63
CLOTOIDE	682.658	790.929	108.271	120.000	133.000	0.000	Sx	0.000	0.000	78
RETTIFILO	790.929	838.961	48.032	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	85

Figura 16 - Elementi base tracciato viabilità secondaria

Il tracciato è stato progettato in base all'intervallo di Vp per una strada di tipo "C2 – Extraurbana Secondaria" compreso tra 60 e 100 km/h.

#### 7.6.4. Elementi altimetrici secondaria

Dal punto di vista altimetrico, alla luce dei vincoli esistenti rappresentati dai punti di attacco alla viabilità in essere, l'asse stradale è stato progettato ai sensi della normativa vigente attraverso la predisposizione di un nuovo cavalcavia e rispettiva viabilità di avvicinamento.

Nella tabella sottostante sono indicate le pendenze longitudinali delle livellette di progetto; si può notare come ogni pendenza risulti essere minore della pendenza massima longitudinale prevista dalla normativa ( $p < 10.00\%$ ).

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i [%]	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito
0	208.6875	68.2014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	●
1	351.9068	76.2239	143.2192	81.3176	5.6015	8.0225	143.4438	81.4451	●
2	523.1694	83.4613	171.2626	2.6680	4.2260	7.2375	171.4154	2.6704	●
3	716.5606	84.1309	193.3913	57.8255	0.3462	0.6695	193.3924	57.8258	●
4	838.9600	88.0886	122.3994	93.5266	3.2335	3.9578	122.4633	93.5754	●

Tabella 11 - Livellette di progetto viabilità secondaria

Le livellette di progetto sono tra di loro raccordate da raccordi verticali concavi e convessi. Si riporta di seguito una tabella riepilogativa:

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i [%]	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
1	Parabolico	9000.0000	-1.3756	123.9535	290.0052	413.8084	123.8032
2	Parabolico	5500.0000	-3.8797	213.4551	416.4764	629.8624	213.3860
3	Parabolico	2000.0000	2.8873	57.7569	687.6878	745.4334	57.7456

Tabella 12 - Raccordi verticali di progetto

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 58 di 106</b></p>
---	---

## 7.7 Diagramma delle velocità e di visibilità

Le verifiche di visibilità sono state condotte confrontando i valori delle distanze di visibilità del tracciato con i valori minimi richiesti dalla normativa. In particolare, sono state verificate le seguenti distanze:

- Distanza di visibilità per l'arresto;
- Distanza di visibilità per la manovra del cambiamento di corsia.

La verifica è stata condotta effettuando una analisi in continuo tenendo conto dell'andamento plano-altimetrico del tracciato.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento POOPS00TRARE03A "Relazione tecnica del tracciato stradale".

## 7.8 Dispositivi di ritenuta

Il presente paragrafo illustra i criteri di installazione delle barriere di sicurezza stradali relative all'asse principale, i rami di svincolo e le viabilità secondarie.

La definizione della classe minima di barriere nelle diverse situazioni è fissata dal D.M. 21.6.2004 in funzione della tipologia di strada e del livello di traffico.

È opportuno segnalare che, nei casi in cui la classe e delle barriere di sicurezza da installare rientri nelle tipologie disponibili tra le barriere "tipo Anas", se ne prevedrà l'impiego solo nei tratti di relativa competenza, escludendone pertanto l'installazione nel caso di interventi riguardanti strade di altri gestori.

Ai fini della scelta della tipologia di barriere di sicurezza da adottare nel presente progetto sono stati considerati i seguenti elementi:

- Traffico Giornaliero Medio (TGM);
- percentuale di veicoli con massa > 3500 kg;
- pendenza delle scarpate;
- altezza del rilevato stradale.

Il dimensionamento delle barriere richiede in primo luogo la conoscenza del traffico che, in una mirata prospettiva temporale, interesserà l'infrastruttura. Per determinare quindi la classe di contenimento ci si è avvalsi dello studio del traffico per il completamento dell'itinerario Cagliari-Pula. Esso contempla due orizzonti temporali (anno 2026 in cui è prevista l'entrata in esercizio dell'infrastruttura e anno 2036 a dieci anni dalla realizzazione) secondo due scenari riferiti al livello medio annuo e al valore del terzo trimestre che statisticamente risulta quello con flussi maggiori.

Lo scenario a lungo termine riferito al terzo trimestre riporta 18.769 veicoli/giorno e 804 veicoli pesanti/giorno con una percentuale di mezzi pesanti quindi del 4.1% circa.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 59 di 106</b></p>
---	--

In ragione dell'ammodernamento previsto dal progetto e dal conseguente aumento del traffico pesante futuro si assume che il traffico sia classificato di tipo I.

Livello di traffico	TGM	% veicoli con massa > 3,5 t
I	≤ 1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

Tabella 13 – Livello di traffico considerato per la scelta della barriera stradale

Il livello di traffico I scelto impone una classe minima H1, tuttavia, alla luce della richiesta di utilizzo di barriere tipo ANAS per l'asse principale la scelta progettuale impone l'utilizzo di barriere tipo H2BL o H2BP. Si osserva che tutte le opere interferenti sull'asse principale hanno luce inferiore a 10 m e pertanto sono tutte equiparate a "bordo laterale" con conseguente classe minima H2.

Il livello di severità assunto dovrà essere pari ad A; potrà essere utilizzata una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi rientranti nella classe A, compatibili con le specifiche di progetto.

A seguito della scelta progettuale impiantistica di ammodernamento gli elementi principali da proteggere a bordo rilevato sono rappresentati dai nuovi pali di illuminazione e portali segnaletica verticale.

Caratteristiche di progetto per tratti in **rilevato ed in sterro**:

- Classe H2BL;
- larghezza operativa normalizzata  $W_n \leq 1.70$  m;
- intrusione veicolo normalizzata  $V_{In} \leq 2.30$  m;
- Severità d'urto pari ad A;
- THIV ≤ 33 km/h.

Caratteristiche di progetto per i tratti di rampe **in sterro non in affiancamento all'asse principale**:

- Classe H2BL;
- larghezza operativa normalizzata  $W_n = 1.70$  m;
- intrusione veicolo normalizzata  $V_{In} = 2.30$  m;
- Severità d'urto pari ad A;
- THIV ≤ 33 km/h.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 60 di 106</b></p>
---	--

Caratteristiche di progetto per tratti in corrispondenza **rampe svincolo Saras** in affiancamento all'asse principale:

- Classe H2BP;
- larghezza operativa normalizzata  $W_n = 1.20$  m;
- intrusione veicolo normalizzata  $V_{In} = 1.00$  m;
- Severità d'urto pari ad A;
- $THIV \leq 33$  km/h.

Lungo la **viabilità secondaria**:

- Classe H2;
- larghezza operativa normalizzata  $W_n \leq 2.10$  m;
- intrusione veicolo normalizzata  $V_{In} \leq 2.10$  m;
- Severità d'urto pari ad A;
- $THIV \leq 33$  km/h.

Al fine di proteggere tutti gli ostacoli lungo il margine laterale la scelta progettuale adottata è così identificata:

- -Classe H2;
- larghezza operativa normalizzata  $W_n \leq 1.70$  m;
- intrusione veicolo normalizzata  $V_{In} \leq 1.70$  m;
- -Severità d'urto pari ad A;
- $THIV \leq 33$  km/h

Lungo lo **spartitraffico**:

- Classe H2BL;
- larghezza operativa normalizzata  $W_n = 1.70$  m;
- intrusione veicolo normalizzata  $V_{In} = 2.30$  m;
- Severità d'urto pari ad A;
- $THIV \leq 33$  km/h.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 61 di 106</b></p>
---	---

Due varchi di lunghezza pari a 50 m sono previsti alle progressive 21+650, in corrispondenza della testata del viadotto Bacchelina a seguito del tratto di collegamento con le barriere esistenti e alla prog. 23+650.

Per la protezione degli ostacoli frontali come le cuspidi dei rami di svincolo saranno installati dispositivi attenuatori d'urto, così come previsto dal D.M. 21/6/2004. Lungo l'asse, in corrispondenza delle cuspidi di decelerazione, considerando una velocità imposta compresa tra 70 e 120 km/h, sarà prevista l'installazione di un dispositivo con le seguenti caratteristiche:

- Classe di contenimento 80, tipo redirettivo;
- Severità d'urto al massimo pari ad A;
- THIV  $\leq$  44 km/h per le prove 1-2-3 regolate dalla Norma UNI EN 1317-3;
- THIV  $\leq$  33 km/h per le prove 4-5 regolate dalla Norma UNI EN 1317-3.

A protezione della cuspidi posizionata all'ingresso tra le rampe A e B dello svincolo Saras, in cui la velocità imposta è inferiore a 40 km/h, sarà prevista l'installazione di un dispositivo con le seguenti caratteristiche:

- Classe di contenimento 50, tipo redirettivo;
- Severità d'urto pari ad A
- THIV  $\leq$  44 km/h, consigliato 33 km/h
- PHD  $\leq$  20 g

Per la descrizione in dettaglio del tracciato di progetto, gli elementi di tracciamento, le verifiche di visibilità, l'adozione dei dispositivi di ritenuta e le caratteristiche delle pavimentazioni, si rimanda alla specifica "Relazione tecnica progetto stradale" e "Relazione tecnica barriere di sicurezza (P00PS00TRARE03A e P00PS00TRARE01A).

## 7.9 Pavimentazioni

Le pavimentazioni del progetto definitivo sono state verificate valutando le prestazioni che la sovrastruttura potrà offrire nel tempo quando soggetta alle condizioni di traffico previste in progetto e nelle condizioni climatiche della zona. Utilizzando la procedura di analisi basata sull'impiego di metodi empirico-razionale prodotta dal NCHRP per l'AASHTO (Metodo M-E PDG).

I riferimenti normativi sono:

NCHRP "Guide for mechanistic-empirical design of new and rehabilitated pavement structures" ed. 2004 (metodo M-E PDG)

CNR 178/95 "Catalogo delle pavimentazioni stradali".

Nelle verifiche svolte le condizioni meteo sono caratterizzate mediante i valori orari delle seguenti entità:

- temperatura

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 62 di 106</b></p>
---	--

- velocità del vento
- umidità relativa dell'aria
- altezza di pioggia
- percentuale di insolazione

Le pavimentazioni sono state verificate con riferimento ad un periodo di analisi di 20 anni.

La stratigrafia della pavimentazione lungo l'**asse principale** è rappresentata nella tabella sottostante:

STRATO	SPESSORE
Usura in conglomerato bituminoso drenante	4 cm
Binder in conglomerato bituminoso	6 cm
Base in conglomerato bituminoso	10 cm
Misto cementato	18 cm
Misto granulare	20 cm
Rilevato	100 cm

Per la **viabilità secondaria**, il periodo di analisi considerato è sempre di 20 anni. La stratigrafia di progetto è la seguente:

STRATO	SPESSORE
Usura in conglomerato bituminoso usura	3 cm
Binder in conglomerato bituminoso	4 cm
Base in conglomerato bituminoso	10 cm
Misto granulare	30 cm
Terreno semispazio infinito	-

Per la descrizione in dettaglio del tracciato di progetto, gli elementi di tracciamento, le verifiche di visibilità, l'adozione dei dispositivi di ritenuta e le caratteristiche delle pavimentazioni, si rimanda alla specifica "Relazione tecnica progetto stradale" e "Relazione tecnica barriere di sicurezza (P00PS00TRARE03A e P00PS00TRARE01A) e alla relazione P00PS00TRARE02A "Relazione di calcolo della sovrastruttura".

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 63 di 106</b></p>
---	---

## 8 OPERE D'ARTE

Il progetto di adeguamento alla categoria B "extraurbana principale" si realizza attraverso l'allargamento della carreggiata esistente.

Si espongono di seguito in breve i contenuti degli elaborati prodotti per gli aspetti strutturali del progetto definitivo. Gli elaborati strutturali riguardano sia le nuove opere d'arte previste per l'adeguamento della nuova carreggiata sia gli interventi di manutenzione sulle opere d'arte dell'infrastruttura esistente.

Nello specifico, si tratta di un nuovo cavalcavia in corrispondenza dello svincolo Saras oltre alla realizzazione di opere d'arte minori (tombini idraulici), opere di sostegno (muro di sostegno in c.a.) e il prolungamento di opere minori (tombini e sottovia esistenti).

### 8.1 Riferimenti normativi

Il progetto delle opere d'arte è stato redatto nel rispetto delle vigenti Normative; si citano, in particolare, le seguenti:

- D.M. del 17 Gennaio 2018: Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare n. 617 del 2 Febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- EC 1-1-5: Azioni sulle strutture; Azioni in generale – Azioni termiche;
- EC 2-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo; Regole generali e regole per gli edifici;
- EC 2-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo; Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi;
- EC 8-1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica; Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- EC 8-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica; Ponti.

### 8.2 Interventi sulle strutture esistenti

Le strutture scatolari esistenti sono in generale oggetto di prolungamento a seguito dell'ampliamento complessivo della struttura viaria principale. Tali opere sono verificate con agenti carichi accidentali e le azioni sismiche da normativa e sono realizzate in cemento armato gettato in opera aventi una soletta inferiore di spessore 0.50 m, delle pareti laterali e la soletta inferiore di spessore dello spessore di 0.40 m.

I manufatti esistenti oggetto di prolungamento, tutti a singola fornice, sono riassunti nella tabella seguente:

<b>ANAS S.p.A.</b> S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 <b>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <i>T00EG00GENRE02A</i> <i>Relazione generale descrittiva</i>	<b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b>  <b>Data: Giugno 2020</b>  <b>Pag. 64 di 106</b>
--	---

Opera	Progressiva
Sottovia	Km 22+398
Tombino	Km 22+583
Sottovia	Km 23+703
Tombino	Km 23+890

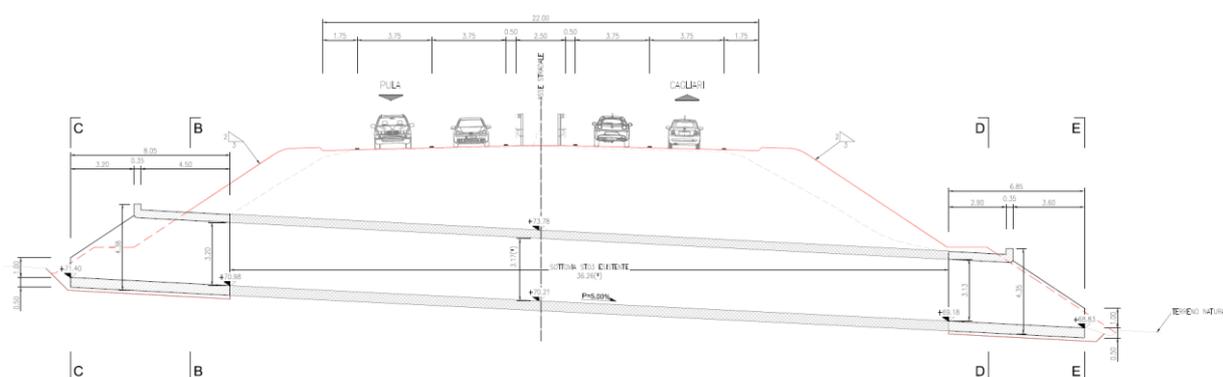


Figura 17 – Esempio di una sezione longitudinale del prolungamento del sottovia

### 8.3 Nuove opere d'arte

L'adeguamento della carreggiata stradale ha richiesto la realizzazione di 1 nuovo cavalcavia in corrispondenza dello svincolo Saras e 5 nuovi tombini idraulici ai km 21+959, km 22+159, km 22+470, km 22+545 e km 23+680.

Il cavalcavia, posto in affiancamento a quello esistente che verrà demolito a causa dell'incompatibilità con il nuovo calibro stradale, è posto in corrispondenza del km 23+096 dell'autostrada.

L'impalcato del cavalcavia è costituito da n°4 travi prefabbricate in c.a.p. a trefoli aderenti a sezione a V di luce di calcolo L=35m ed è completato con una soletta in cemento armato ordinario gettato in opera di spessore minimo 25 cm e spessore medio 30 cm circa (comprensivo dello spessore delle predalles). Le travi hanno altezza pari a 1.80 m e una larghezza superiore e inferiore rispettivamente pari a 2.40 m e 1.20 m. È prevista inoltre la realizzazione di traversi in c.a. gettati in opera in corrispondenza di entrambi gli assi appoggi. L'impalcato ha larghezza trasversale totale pari a 11.5 m. La larghezza della carreggiata è pari a 9.5m ed è delimitata lateralmente da due cordoli avente larghezza 0.75 m ciascuno, oltre alla canaletta per lo smaltimento delle acque piovane dell'impalcato di 0.25m di larghezza. L'impalcato ha geometria in pianta lievemente obliqua, con angolo tra asse cavalcavia e asse strada SS195 pari a 76° circa. Per le spalle sono previsti 12 pali in c.a. del diametro di 1200 mm posti ad interasse 3,6m. La spalla indicata con S1 è la spalla fissa mentre quella indicata con S2 è la spalla mobile. I plinti di fondazione hanno spessore pari a 1.80 m. Il muro frontale delle spalle ha spessore di 1.70 m, le altezze del muro sono rispettivamente 7.28 m per il muro della spalla S1 e 6.35 m per il muro della spalla S2. I

ANAS S.p.A.

S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2

RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA

**PROGETTO DEFINITIVO**

T00EG00GENRE02A

Relazione generale descrittiva

**File:**

**T00EG00GENRE02A.doc**

**Data: Giugno 2020**

**Pag. 65 di 106**

muri d'ala o muri andatori hanno spessore di 0.75m. Il muro paraghiaia ha spessore di 40 cm e altezza pari a 2.6 m circa.

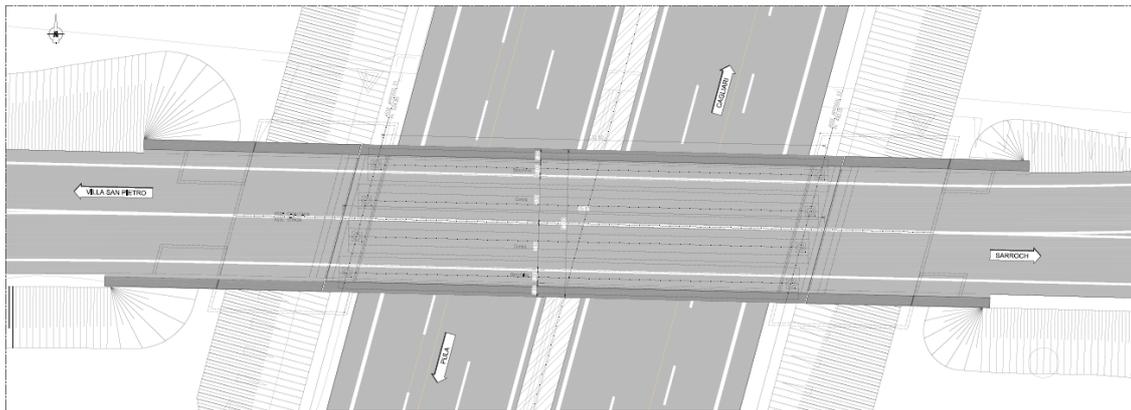


Figura 18- Inquadramento planimetrico cavalcavia

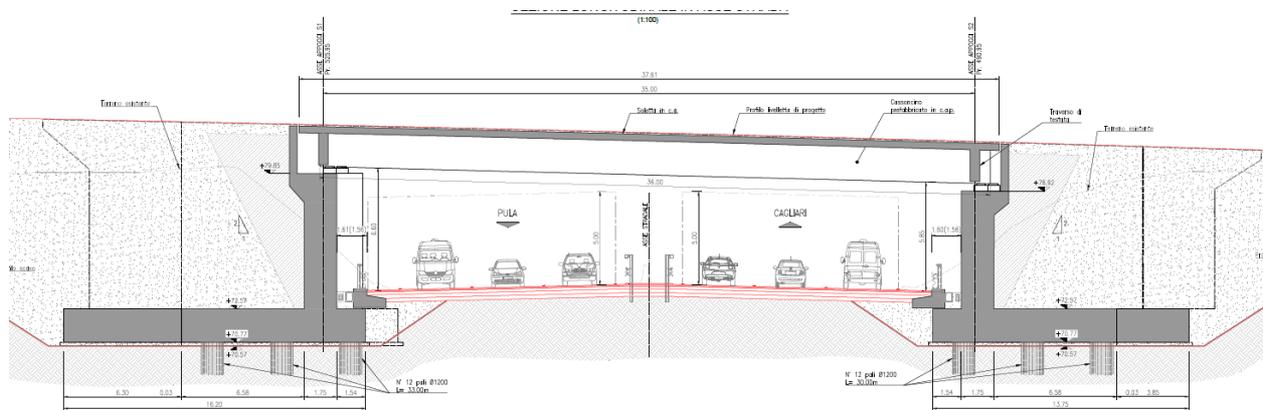
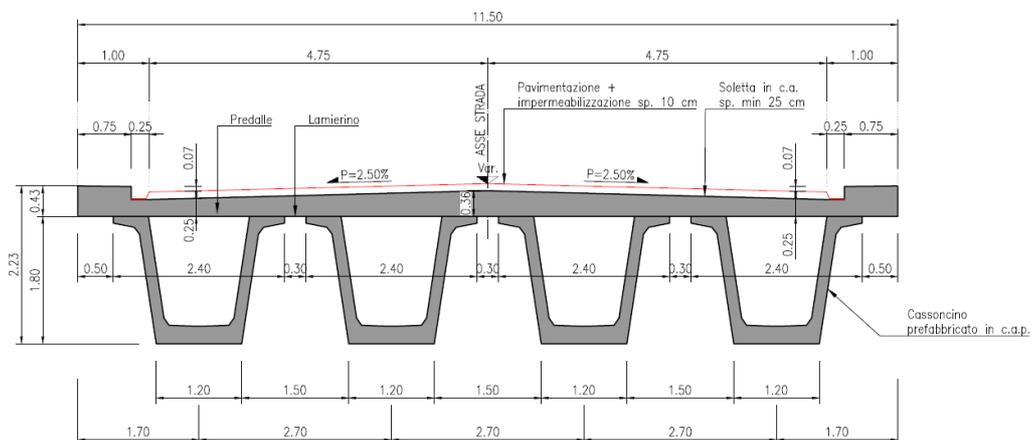


Figura 19- Sezione longitudinale cavalcavia



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 66 di 106</b></p>
---	--

Figura 20- Sezione trasversale

Come anticipato, lungo il tracciato sono previste 5 nuove strutture scatolari/circolari, ovvero tombini idraulici. Si riporta di seguito la descrizione delle 2 casistiche significative di dette strutture, che rappresentano tutte le diverse casistiche presenti in progetto.

### 8.3.1. Tombini

Il sistema strutturale principale è costituito da strutture scatolari rettangolari e circolari di adeguata lunghezza e posti al di sotto della quota di progetto dell'asse stradale e degli eventuali muri andatori realizzati in opera. Gli scatolari ed i relativi muri sono previsti con sezioni di calcolo differenti e saranno adagiati su un letto di calcestruzzo a basso dosaggio "magrone".

I tombini di nuova realizzazione verranno realizzati con diverse metodologie in funzione della possibilità/impossibilità di deviare il traffico e dell'importanza degli scavi e opere di sostegno da effettuare.

#### **Tombini scatolari**

I nuovi tombini scatolari di questa tipologia sono collocati alle progressive 22+159 e 23+680. Si tratta di nuove strutture scatolari idrauliche a singola canna di lunghezza rispettivamente 20 m e 32 m. Tali opere sono realizzate in cemento armato gettato in opera aventi una soletta inferiore di spessore 0.50 m, delle pareti laterali e la soletta inferiore di spessore dello spessore di 0.40 m. Tali opere sono verificate con un ricoprimento di 6.5m e con agenti carichi accidentali e le azioni sismiche di normativa.

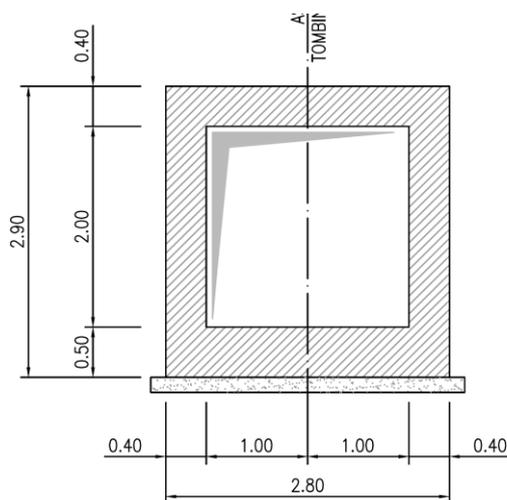


Figura 21 – Sezione trasversale scatolari ai km 22+159 e 23+680

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 67 di 106</b></p>
---	--

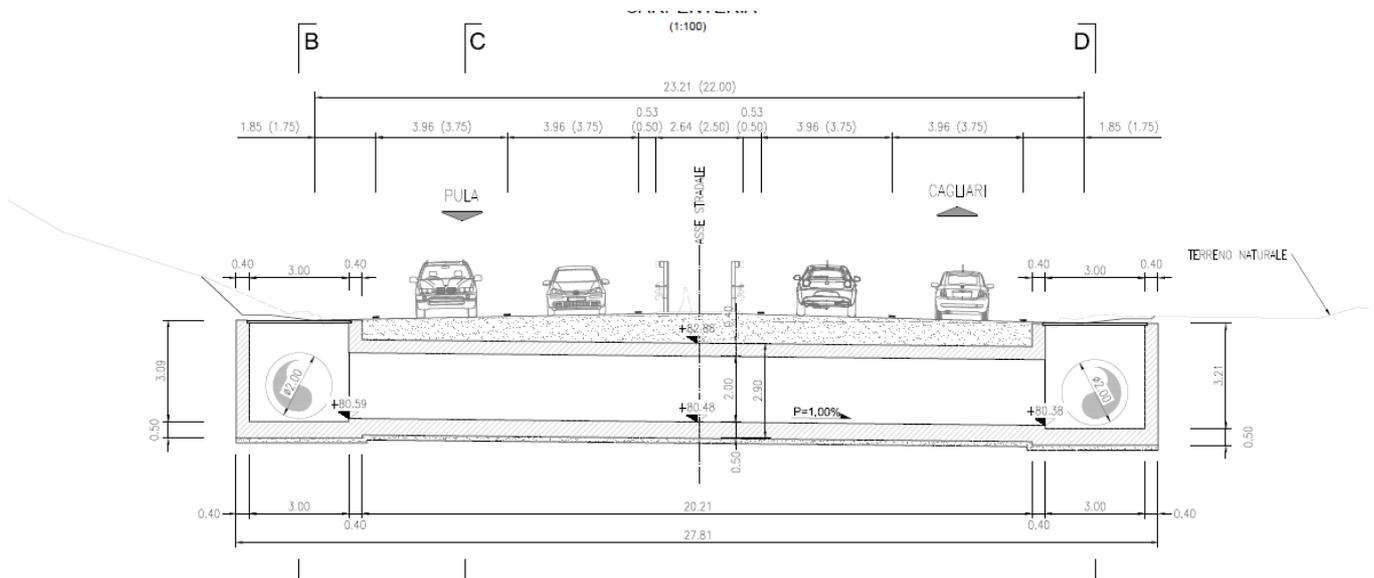


Figura 22 – Sezione longitudinale scatolari

**Tombini circolari tipo DN 200 cm**

I nuovi tombini circolari sono collocati alle progressive 21+959, km 22+470 e km 22+545. Per evitare la chiusura dell'esercizio, i tombini verranno realizzati tramite elementi circolari prefabbricati posizionati al di sotto del rilevato tramite la tecnologia dello spingitubo. Lo scavo con "spingitubo" necessita di due paratie, una a monte e una a valle del rilevato da cui rispettivamente inizia e finisce la messa in opera degli elementi prefabbricati. Nella zona a monte è necessario mettere in opera sia un muro reggispinta in grado di sostenere le forze esercitate dai martinetti di spinta sia una platea di varo necessaria per far scorrere la macchina di spinta e i relativi conci prefabbricati.

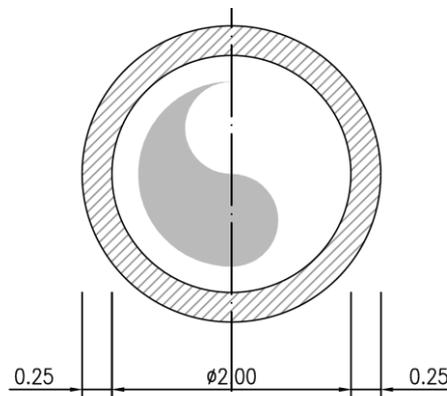


Figura 23 – Sezione trasversale tombini circolari km 21+959, km 22+470 e km 22+545

ANAS S.p.A.

S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2

RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA

**PROGETTO DEFINITIVO**

T00EG00GENRE02A

Relazione generale descrittiva

**File:**

**T00EG00GENRE02A.doc**

**Data: Giugno 2020**

**Pag. 68 di 106**

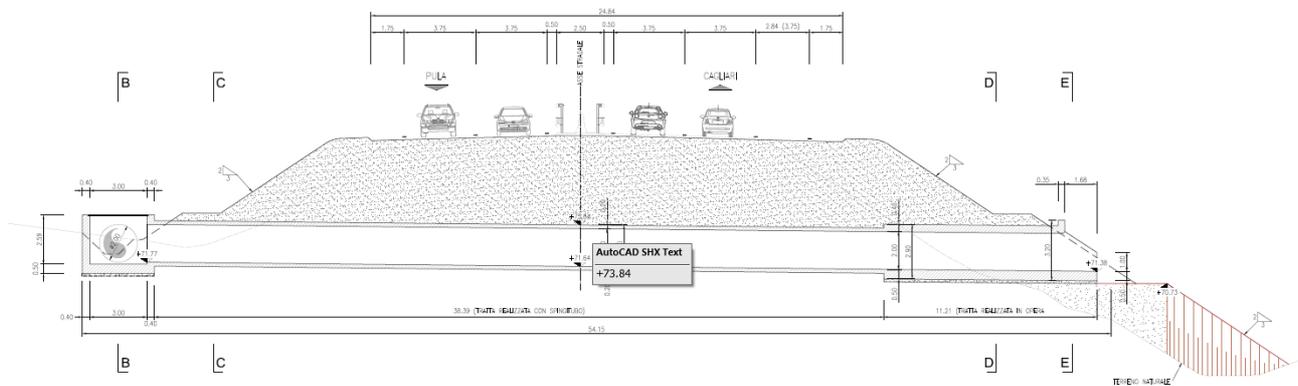


Figura 24 – Sezione longitudinale tombino circolare km 22+545

L'intervento include inoltre l'esecuzione di un muro in cemento armato a sostegno del rilevato stradale dell'asse secondario per uno sviluppo di circa 125 m.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 69 di 106</b></p>
---	---

## 9 CANTIERIZZAZIONE, FASI ESECUTIVE E CRONOPROGRAMMA

### 9.1 Aree di cantiere

Per la realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto, in considerazione dell'estensione dell'intervento, dell'ubicazione delle opere di progetto e del sistema di accessibilità e di mobilità interno al cantiere, si prevede di realizzare un'area cantiere avente le funzioni di cantiere base e cantiere operativo, localizzata in prossimità dello svincolo Saras.

Il progetto definisce i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando l'organizzazione e le eventuali criticità di questo; va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere.

La cantierizzazione ha approfondito i seguenti temi:

- descrizione sintetica delle opere da realizzare;
- fasi realizzative e gestione del traffico durante i lavori;
- bilancio dei principali materiali da costruzione;
- viabilità interessata dal transito dei mezzi di cantiere;
- criteri di progettazione dei cantieri;

Le aree da destinare a cantiere sono state individuate in modo da soddisfare, in linea generale, ai requisiti in termini di dimensioni areali, prossimità a vie di comunicazioni, preesistenza di strade minori per gli accessi, onde evitarne il più possibile l'apertura di nuove, buona disponibilità idrica ed energetica, lontananza da zone residenziali e da ricettori critici (scuole, ospedali, etc.) e adiacenza alle opere da realizzare.

L'area di cantiere, situata nei pressi dello svincolo Saras e accessibile dalla viabilità esistente (Strada Vicinale Bia Monti) sarà funzionale alla realizzazione delle opere principali (cavalcavia e nuova configurazione svincolo Saras) vista la sua prossimità alle aree di intervento.

Il cantiere costituisce il recapito ufficiale dell'affidatario dei lavori e resterà in funzione per tutta la durata dei lavori fino al definitivo smantellamento. Sarà recintato lungo l'intero perimetro e servito da un accesso carrabile e pedonale.

Il cantiere Base e Operativo è posizionato in prossimità dello svincolo Saras nel comune di Sarroch alla pk 23+080 circa ed è accessibile dalla strada vicinale Bia Monti.

Nell'ambito di tale cantiere è prevista la localizzazione degli allestimenti logistici destinate ai servizi per il personale addetto all'esecuzione dei lavori (servizi igienici, spogliatoi, primo soccorso, etc.) ma anche di zone destinate ad ospitare alcune attrezzature necessarie alla esecuzione del lavoro, oltre che allo stoccaggio dei materiali.

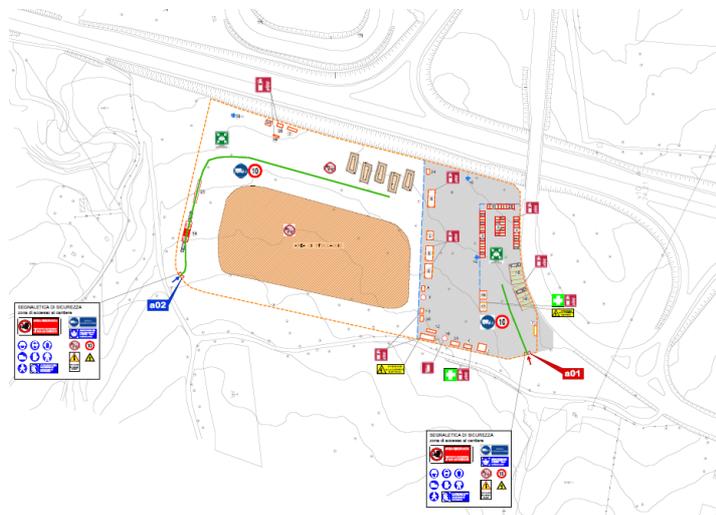
<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 70 di 106</b></p>
---	--

In particolare, nel Cantiere Base saranno installate le strutture e gli impianti che vengono di seguito indicati:

- Guardiania;
- Box locale spogliatoi e servizi igienici;
- Locali infermeria, soccorso tecnico VVF;
- Locali uffici per la Direzione Lavori e la Direzione del cantiere;
- Locali mensa;
- Parcheggio delle autovetture
- zona per lo stoccaggio dei rifiuti assimilabili agli urbani;

Vengono di seguito riportate le principali attrezzature e gli impianti funzionali alle lavorazioni che verranno localizzati nella zona operativa:

- parcheggio automezzi di cantiere;
- pesa;
- locali magazzino;
- deposito provvisorio dei materiali da costruzione e trattamento del materiale proveniente dagli scavi;
- vasca lavaggio canale autobetoniera;
- vasca lavaggio ruote automezzi per ingresso sulla viabilità pubblica;
- parcheggi mezzi operativi.



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 71 di 106</b></p>
---	---

Per quanto concerne i baraccamenti, questi saranno prevalentemente di tipo prefabbricato, con pannellature sia in legno che metalliche componibili o, in alcuni casi, con struttura portante modulare (box singoli o accostabili).

Gli edifici devono inoltre essere dotati di impianto antincendio, consistente in estintori a polvere e manichette complete di lancia, alloggiati in cassette metalliche con vetro a rompere.

Qualora non vi sia la possibilità di allaccio alla rete fognaria pubblica per lo scarico delle acque nere, il cantiere dovrà essere dotato di impianto proprio per il trattamento delle proprie acque reflue nere. È inoltre prevista la realizzazione di reti di raccolta delle acque meteoriche e di scolo per i piazzali e la viabilità interna. Per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico di acqua potabile, il Cantiere sarà allacciato agli acquedotti esistenti; ove ciò non risulta possibile, si dovrà prevedere il ricorso a fonti alternative.

## 9.2 Viabilità

Per l'accesso all'area di cantiere e alle aree di lavorazione si prevede l'utilizzo della viabilità esistente che consente di arrivare lungo il tracciato interessato dagli interventi senza nuove viabilità provvisorie.

Durante i lavori di realizzazione delle rampe dello svincolo Saras, il traffico veicolare durante il periodo dei lavori sarà deviato sulla viabilità esistente tra lo svincolo di Sarroch e lo svincolo di Villa d'Orri, senza necessità di prevedere viabilità provvisorie.

## 9.3 Tempi d'esecuzione

Il tempo complessivo per l'esecuzione dei lavori viene stabilito in 23 mesi (2 anni) circa.

Per la descrizione di dettaglio del progetto, si rimanda alla specifica "Relazione sulla cantierizzazione" (codice elaborato T00CA00CANRE01A) ed al relativo "Cronoprogramma dei lavori" (codice elaborato T00CA00CANCRO1A).

## 9.4 Siti di approvvigionamento e smaltimento

A seguito dell'analisi territoriale, sviluppata in un ambito sufficientemente esteso intorno all'area di interesse, sono stati individuati i siti estrattivi e gli impianti conferimento definitivo e deposito definitivo per ripristino morfologico attivi utilizzabili, rispettivamente, per l'approvvigionamento materie utili per la realizzazione delle opere previste e per lo smaltimento dei materiali non riutilizzati nell'ambito dell'intervento stesso. Nel seguente paragrafo vengono indicate sia la localizzazione, sia le caratteristiche dei siti selezionati e ritenuti, al momento, più idonei in termini di vicinanza dal sito e capacità produttività.

Si riporta di seguito l'ubicazione dei siti selezionati per l'approvvigionamento e lo smaltimento del materiale da costruzione:

ANAS S.p.A.

S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2

RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA

**PROGETTO DEFINITIVO**

T00EG00GENRE02A

Relazione generale descrittiva

**File:**

**T00EG00GENRE02A.doc**

**Data: Giugno 2020**

**Pag. 72 di 106**

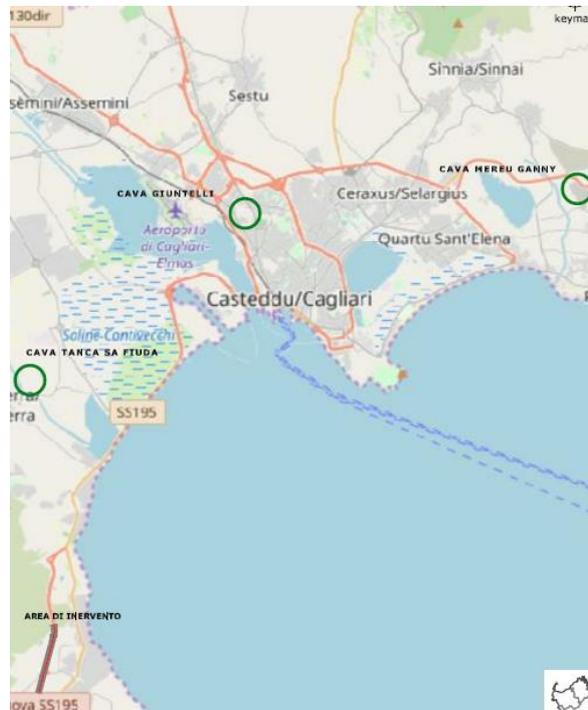


Figura 25 – Siti di deposito definitivo terre e rocce da scavo (ripristino morfologico)

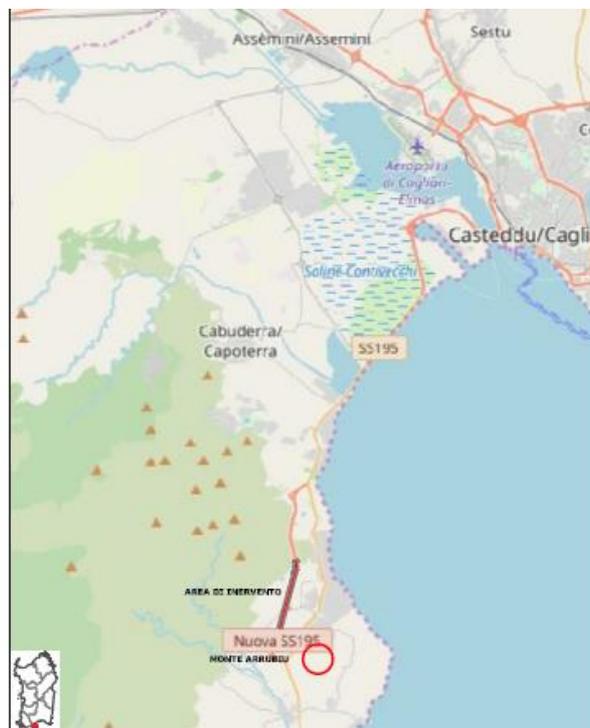


Figura 26 – Siti di approvvigionamento materie

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 73 di 106</b></p>
---	---



Figura 27 – Impianti conferimento definitivo

#### SITI DI DEPOSITO DEFINITIVO TERRE E ROCCE DA SCAVO (RIPRISTINO MORFOLOGICO)

Il sito di *Tanca sa Fiuda* si configura come un'area depressa e degradata ricadente in Comune di Capoterra, in sinistra idrografica del Rio Santa Lucia, quasi al confine amministrativo con Assemini, tra le strade vicinali s'Enna Manna e Tanca sa Fiuda. Ricade entro il Sito di Interesse Nazionale per le Bonifiche del Sulcis-Iglesiente-Guspinese (Figura 15), la cui perimetrazione definitiva è stata sancita con la Deliberazione D.M. 27.072016 del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.

Non è compreso entro le aree del "Parco Geominerario Storico ed Ambientale della Sardegna" come da Modificazioni al Decreto Istitutivo del 16.10.2001. Non interferisce con Siti di Interesse Comunitario (SIC) e neanche di Zone di Protezione Speciale (ZPS) o altre aree naturali protette. In merito alla sussistenza di altri vincoli il sito è gravato da vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/04 comma 1 e dell'art. 17 comma 3 delle N.A del P.P.R. lettera h in ragione della presenza del Rio Santa Lucia benché a fatti, quest'ultimo, è stato oggetto storicamente oggetto di pesanti trasformazioni antropiche.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 74 di 106</b></p>
---	---

Fino agli anni Settanta la connotazione del sito è stata agricola e solo alla fine del medesimo decennio inizia lo sfruttamento delle alluvioni fluviali.

Allo stato attuale il sito ospita un impianto di vagliatura e di frantumazione.

La *Cava Giuntelli* ricade in zona industriale di Cagliari, località Cabitzudu, lungo il Viale Monastir di collegamento tra il centro urbano e la Strada Statale 131. La "Cava Giuntelli" ricade nell'Ambito di Paesaggio N. 1 «Golfo di Cagliari» di cui all'art.14 del Piano Paesaggistico della Regione Sardegna.

Non è compreso entro la perimetrazione del Parco Geominerario della Sardegna né delle aree SIN (Siti di Interesse Nazionale per la bonifica).

É altresì esterno a:

- zone di protezione speciale (ZPS)
- siti di interesse comunitario (SIC),
- aree di protezione regionale,
- zone Ramsar,
- aree d'interesse naturalistico istituzionalmente tutelate e/o individuate,
- oasi permanenti di Protezione e Cattura,
- aree soggette ad uso civico,
- vincolo archeologico,
- vincolo idrogeologico,
- vincolo paesaggistico.

Il sito estrattivo è sorto per l'estrazione delle sabbie prima e poi delle argille. Nel 1950 viene realizzato un impianto per la fabbricazione di prodotti ceramici tutt'ora in esercizio, attraverso una filiera altamente industrializzata ed automatizzata. Attualmente un solo settore (Sito B) della cava è oggetto di coltivazione di argilla, che avviene esclusivamente con mezzi meccanici (pala gommata e ruspa cingolata) mentre l'altro (Sito A) è oggetto di recupero ambientale.

Sempre nelle pertinenze della cava esistono un laghetto di accumulo delle acque meteoriche, un'area per lo stoccaggio dell'argilla, una per i prodotti finiti e una per la messa in riserva CER 190902.

La *cava Mereu Ganny*, ricade in Comune di Quartu Sant'Elena, località Ganny, al km 15+750 della S.S. 125 "Orientale Sarda". La "Cava Mereu Ganny" ricade nell'Ambito di Paesaggio N. 27 «Golfo orientale di Cagliari» di cui all'art.14 del Piano Paesaggistico della Regione Sardegna ed è identificato come "area estrattiva di II categoria" (Id. 13994).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 75 di 106</b></p>
---	---

Non è compreso entro la perimetrazione del Parco Geominerario della Sardegna né delle aree SIN (Siti di Interesse Nazionale per la bonifica).

É altresì esterno a:

- zone di protezione speciale (ZPS)
- siti di interesse comunitario (SIC),
- aree di protezione regionale,
- zone Ramsar,
- aree d'interesse naturalistico istituzionalmente tutelate e/o individuate,
- oasi permanenti di Protezione e Cattura,
- aree soggette ad uso civico,
- vincolo archeologico,
- vincolo idrogeologico,
- vincolo paesaggistico.

Il core business del sito è l'estrazione di sabbie per usi civili, come nella vocazione originaria.

L'attività in essere è stata ampliata con la realizzazione di un impianto per il recupero di rifiuti inerti valorizzabili, provenienti da demolizioni edili civili, da impiegare anche all'interno della stessa cava per le previste opere di ripristino ambientale. É in possesso dell'autorizzazione a ricevere terre e rocce da scavo per la sistemazione morfologica delle aree non produttive della cava.

Al contorno, il territorio si caratterizza per la forte urbanizzazione e la compresenza di campi da colture stagionali (vigne, frutteti ed oliveti) con residenze e giardini. È pressoché assente la macchia mediterranea, che resiste solo in ridottissimi areali e perlopiù in forma di radi cespugli di lentischio.

#### SITI DI APPROVVIGIONAMENTO MATERIE

La cosiddetta "Cava Monte Arrubiu" è ubicata in località Sa Rocca Lisa a Sarroch, in corrispondenza del versante meridionale di Monte Arrubiu poco più di un chilometro a sud del centro abitato. La "cava Monte Arrubiu" è esterna al Sito di Interesse Nazionale per le Bonifiche del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, così come al Parco Geominerario Storico ed Ambientale della Sardegna". Ricade altresì all'interno del SIC ITB041105 "Foresta di Monte Arcosu" ma è esterno alla relativa Zona di Protezione Speciale (ZPS) o altre aree naturali protette. Dalla consultazione delle mappe disponibili sul geoportale della R.A.S. non si evince la presenza di ulteriori vincoli, compresi quelli del P.A.I. e del P.P.F.F..

La cava è dotata di impianti per la produzione di:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 76 di 106</b></p>
---	---

- inerti per calcestruzzi preconfezionati,
- conglomerati bituminosi,
- pietrisco per massicciate ferroviarie.

É inoltre dotata di impianto per la produzione di "misto stabilizzato" 0/63 da frantumazione e vagliatura di misto di cava. Il materiale è un aggregato di origine naturale (roccia andesitica) di colore grigio scuro, grigioverde, grigio violacea, scevra da sostanze organiche. Il materiale prodotto non presente plasticità ed è certificato appartenere al gruppo A1 a della norma CNR UNI 10006, adatto per la realizzazione dello strato di fondazione della massicciata stradale. È sottoposto a marcatura CE, attestata con sistema 2+ dall'organismo notificato Istituto Giordano S.p.A., con certificato di conformità 0407-CPR-509 (IG-014-2012) Rev. 4 del 20.03.2019, che assicura la conformità a tutti i requisiti prescritti dal Regolamento 305/2011/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 09.03.2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione o CPR). Il sistema di controllo, effettuato con frequenze temporali definite, verifica la qualità delle materie prime utilizzate nel ciclo produttivo e le caratteristiche chimico fisiche dell'aggregato finito.

#### IMPIANTI DI CONFERIMENTO DEFINITIVO

per i quantitativi non altrimenti utilizzabili non soddisfacendo i requisiti prestazionali e/o quelli richiesti per essere assimilati alla qualifica di "sottoprodotto", verranno gestiti come "rifiuto" e per questo conferiti in impianto di riciclaggio e/o discarica per la specifica categoria:

- *Impianto s'Abixedda: Trattasi di una discarica per il trattamento di rifiuti rientranti CER 17 01 01, CER 17 01 02, CER 17 01 03, CER 17 01 07, CER 20 02 02, CER 17 05 04.*
- *Impianto Giampera: Trattasi di un impianto di recupero inerti e riciclaggio di materia prima secondaria che, recentemente, si è dotato di una piattaforma per rifiuti compastabili per la produzione di compost di qualità.*
- *Impianto Macchiareddu: Trattasi di un impianto di recupero con capacità per il trattamento di rifiuti inerti CER 17 01 01, CER 17 01 02, CER 17 01 03, CER 17 01 07, CER 17 08 02, CER 17 09 04 e CER 17 03 02 con capacità complessiva di 60.000 tonnellate annue.*
- *Stabilimento se Trand: Ubicato in Zona Industriale di Settimo San Pietro, questo stabilimento fornisce servizi di trasporto, stoccaggio, trattamento e smaltimento di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi, esegue bonifiche di siti contaminati e bonifiche amianto.*

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 77 di 106</b></p>
---	--

## 10 GESTIONE MATERIE

In relazione alla gestione delle materie sono state effettuate valutazioni sia in termini di volumi generati dalla attività di scavo che di volumi da approvvigionare; pertanto sono state adeguate le stime di progetto dei materiali di risulta provenienti dagli scavi e del fabbisogno.

### 10.1 Vincolistica

Il tratto oggetto della presente, compreso tra il km 21+800 al km 23+100, interferisce parzialmente con il Sito di Interesse Nazionale per le Bonifiche del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, la cui perimetrazione definitiva è stata sancita con la Deliberazione D.M. 27.072016 del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare.

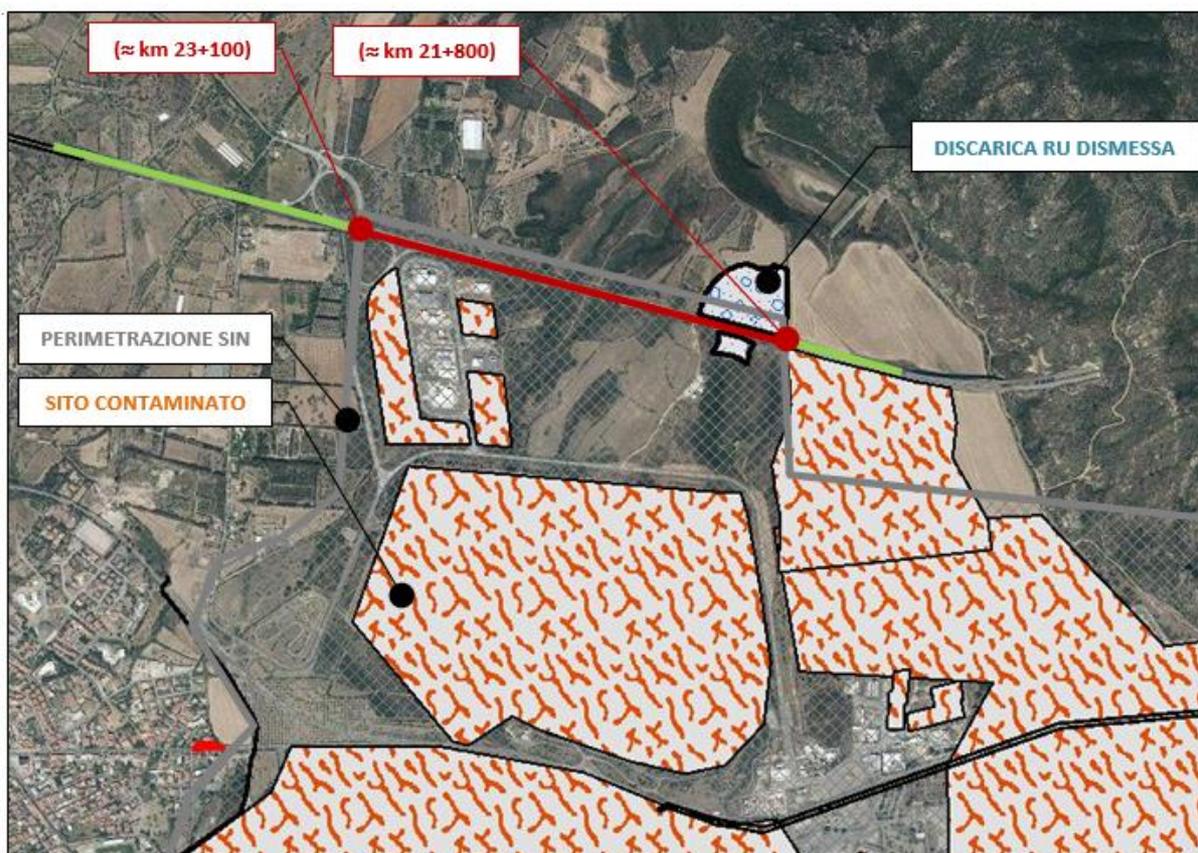


Figura 28 – Ubicazione stralcio 2C rispetto all'area SIN Sulcis -Iglesiente-Guspinese

Non è altresì compreso entro le aree del "Parco Geominerario Storico ed Ambientale della Sardegna" come da Modificazioni al Decreto Istitutivo del 16.10.2001. Non ricade all'interno di Siti di Interesse Comunitario (SIC) e neanche di Zone di Protezione Speciale (ZPS) o altre aree naturali protette.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 78 di 106</b></p>
---	---

Riguardo le problematiche in ordine alla pericolosità da frana e da alluvione, la tratta stradale – appartenente al sub bacino 7 "Flumendosa - Campidano - Cixerri" – non interferisce in aree perimetrate dalla cartografia regionale PAI per pericolo da frana o alluvione, né in quelle inondabili individuate dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali 2015 (PSFF).

Per le terre e rocce da scavo prodotte dalle varie lavorazioni, fatto salvo il possesso dei requisiti di "sottoprodotto" è stato previsto il loro utilizzo nell'ambito dello stesso cantiere ("in situ") che all'esterno ("ex situ") per quanto concerne gli esuberi. Le terre e rocce prodotte dagli scavi nella tratta IN SIN saranno reimpiegate esclusivamente in situ, così come quelle provenienti da siti riconosciuti contaminati o sottoposti a procedimenti di bonifica.

Saranno sempre gestiti come rifiuti:

- le terre e rocce da scavo anche con un solo esubero delle CSC per lo specifico impiego,
- i materiali provenienti dalle demolizioni della struttura stradale o delle superfici artificiali in generale,
- le terre naturali rimaneggiate con contenuto di elementi antropici 20% in peso,

I materiali, intesi come terre e rocce da scavo, non comprese in queste categorie purché in possesso dei requisiti prestazionali dal punto di vista geotecnico, saranno impiegate per nell'ambito del medesimo cantiere per le seguenti lavorazioni:

- costruzione dei rilevati;
- esecuzione di rinterri e riempimenti;
- all'interno dei processi produttivi in sostituzione dei materiali di cava come gli aggregati costituenti il misto stabilizzato granulare ed il misto cementato;

Richiamando integralmente i contenuti della relazione geotecnica a corredo del progetto (**T00GE00GETRE01A**) in ordine alle caratteristiche dei terreni che verranno sbancati, si evince che *«L'intera fascia di territorio interessata dal progetto è formata da terreni a grana grossa appartenenti. I sondaggi hanno attraversato quasi esclusivamente terreni a granulometria prevalentemente ghiaiosa, con matrice a grana sabbioso-limosa. [...] i campioni sono classificabili nel gruppo A1 (spesso nel sottogruppo A1-a) e sono quindi idonei alla formazione di rilevati ai sensi del capitolato»*. *«Dall'analisi delle granulometrie si deduce che i rilevati esistenti sono costruiti con materiali idonei secondo le indicazioni del capitolato Anas (A1 e A2-4 e A2-7). I materiali costituenti la fascia di ammorsamento che verranno scavati possono dunque essere trasportati ad un impianto mobile per essere vagliati e riutilizzati in maniera da separare la frazione plastica e migliorare ulteriormente il materiale destinato ai riempimenti»*. Per i dettagli si rimanda agli elaborati geologici e geotecnici a corredo del progetto.

In sintesi, quindi, le terre prodotte dagli scavi sui glacis quaternari sono risultati idonei per il reimpiego tal quale, mentre quelle dalla bonifica dell'attuale rilevato necessiteranno di trattamento rientrante nella normale pratica industriale, mediante vagliatura con impianto mobile.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 79 di 106</b></p>
---	--

Gli esuberi saranno conferiti presso soggetti esterni autorizzati al ricevimento dello stesso.

## 10.2 Modalità di scavo e volumetrie

Per la tipologia di opere in programma (realizzazione di svincoli e rampe, allargamento della sede stradale), gli scavi potranno essere eseguiti con escavatori, pale meccaniche, martelloni demolitori, senza il ricorso a opere specialistiche di preconsolidamento o di stabilizzazione. Pertanto, si potrà operare senza l'ausilio di cementi e/o additivi, esplosivi, sostanze chimiche o qualsiasi altra tecnica potenzialmente in grado di contaminare il terreno sottoposto a lavoro, tale da garantire il reimpiego delle terre e rocce da scavo prodotte fin dalla fase di produzione.

Le volumetrie di scavo sono state estrapolate direttamente dai computi di progetto, suddivisi per carreggiata nord, carreggiata sud, svincolo nord, svincolo sud e viabilità secondaria; ulteriore elemento di distinzione non marginale è stata l'interferenza o meno della tratta con l'area SIN, ovvero:

- ✓ Tratta A] da PK 21+488 ÷ 21+800 OUT SIN
- ✓ Tratta B] da PK 21+800 ÷ 23+100 IN SIN
- ✓ Tratta A] da PK 23+100 ÷ 23+900 OUT SIN

INTERVENTO	VOLUMETRIE (m <sup>3</sup> )						
	DEMOLIZIONI			SCAVI			
	BO (bonifica)	DN (Neri)	DP (Pacchetto)	SC (Scotico)	SG (Gradonatura)	SR (Risanamento)	SV (Scavo)
Carreggiata nord	92,40	590,74	1.181,84	438,28	404,00	1.295,92	1.084,00
Carreggiata sud	67,60	212,39	1.158,90	700,19	109,80	1.287,80	633,60
Svincolo nord	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Svincolo sud	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Viabilità secondaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>160,00</b>	<b>803,13</b>	<b>2.340,74</b>	<b>1.138,47</b>	<b>513,80</b>	<b>2.583,72</b>	<b>1717,60</b>

**Tabella 14** – OUT SIN] Volumetrie di materie prodotte da demolizioni e scavi (da km 21+488 a km 21+800).

INTERVENTO	VOLUMETRIE (m <sup>3</sup> )						
	DEMOLIZIONI			SCAVI			
	BO (bonifica)	DN (Neri)	DP (Pacchetto)	SC (Scotico)	SG (Gradonatura)	SR (Risanamento)	SV (Scavo)
Carreggiata nord	331,90	2.393,00	4.050,27	3.598,00	3.904,00	5.298,00	11.115,60
Carreggiata sud	273,00	2.391,00	4.791,00	1.943,00	2380,00	5659,00	4.916,00
Rampe A e B	239,600	513,972	961,259	2.944,505	0,000	0,000	6.602,944
Viabilità secondaria	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>TOTALE</b>	<b>844,5</b>	<b>5.297,97</b>	<b>9.802,529</b>	<b>8.485,505</b>	<b>6284</b>	<b>10.957</b>	<b>22.634,544</b>

**Tabella 15** – IN SIN] Volumetrie di materie prodotte da demolizioni e scavi (da km 21+800 a km 23+100).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 80 di 106</b></p>
---	---

INTERVENTO	VOLUMETRIE (m <sup>3</sup> )						
	DEMOLIZIONI			SCAVI			
	BO (bonifica)	DN (Neri)	DP (Pacchetto)	SC (Scotico)	SG (Gradonatura)	SR (Risanamento)	SV (Scavo)
Carreggiata nord	201,00	1.476,20	2.956,50	608,50	1.126,40	1.919,80	530,80
Carreggiata sud	220,80	1.474,80	2.950,80	1.863,60	1.632,70	2.076,20	43.671,80
Rampe C e D	0,000	742,364	1.329,016	3.525,538	0,000	0,000	13.604,863
Viabilità secondaria	1.685,20	730,100	1.057,300	1.678,300	0,000	0,000	911,300
<b>TOTALE</b>	<b>2.107,00</b>	<b>4.423,46</b>	<b>8.293,616</b>	<b>7.675,938</b>	<b>2.759,10</b>	<b>3.996,00</b>	<b>58.718,763</b>

**Tabella 16 – OUT SIN] Volumetrie di materie prodotte da demolizioni e scavi (da km 21+800 a km 23+100).**

Dai dati riportati nelle precedenti tabelle, si ricavano nel complesso le seguenti volumetrie di scavo:

**demolizioni**

- ⇒ 3.111,50 m<sup>3</sup> **BO** bonifica
- ⇒ 10.524,57 m<sup>3</sup> **DN** neri
- ⇒ 20.436,89 m<sup>3</sup> **DP** pacchetto stradale

**scavi**

- ⇒ 17.299,91 m<sup>3</sup> **SC** scotico
- ⇒ 9.556,90 m<sup>3</sup> **SG** gradonatura rilevato esistente
- ⇒ 17.536,72 m<sup>3</sup> **SR** risanamento rilevato esistente
- ⇒ 83.070,91 m<sup>3</sup> **SV** scavo terre e rocce

Tralasciando i prodotti delle demolizioni, i quantitativi di terre e rocce da scavo distinte funzionalmente alla provenienza dalle tratte IN SIN / OUT SIN sono:

**Tratta A**

- ⇒ 1.138,47 m<sup>3</sup> **SC** scotico
- ⇒ 513,80 m<sup>3</sup> **SG** gradonatura rilevato esistente
- ⇒ 2.583,72 m<sup>3</sup> **SR** risanamento rilevato esistente
- ⇒ 1.717,16 m<sup>3</sup> **SV** scavo terre e rocce

**Tratta B**

- ⇒ 8.485,505 m<sup>3</sup> **SC** scotico
- ⇒ 6.284,00 m<sup>3</sup> **SG** gradonatura rilevato esistente
- ⇒ 10.957,00 m<sup>3</sup> **SR** risanamento rilevato esistente
- ⇒ 22.634,544 m<sup>3</sup> **SV** scavo terre e rocce

**Tratta C**

- ⇒ 7.7675,938 m<sup>3</sup> **SC** scotico

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 81 di 106</b></p>
---	---

⇒	2.759,1 m <sup>3</sup>	<b>SG</b>	gradonatura rilevato esistente
⇒	3.396,0 m <sup>3</sup>	<b>SR</b>	risanamento rilevato esistente
⇒	58.718,763 m <sup>3</sup>	<b>SV</b>	scavo terre e rocce

Le terre prodotte dalla realizzazione degli scavi, opportunamente selezionati, saranno conferite presso il sito del deposito temporaneo e gestiti secondo il seguente schema:

- accantonamento del materiale di primo scotico eliminando dall'accumulo i materiali terrigeni da riutilizzare per l'inerbimento delle aree a verde, il cotico erboso, le ceppaie, il legname e quant'altro legato alla vegetazione esistente abbattuta non riconferibile in alcuna misura in loco,
- selezione di eventuali materiali di rifiuto eventualmente rilevate all'atto degli scavi e loro conferimento a discarica autorizzata,
- riutilizzo in situ,
- conferimento presso il deposito di destinazione per ripristino morfologico.

I terreni con le migliori caratteristiche meccaniche, di cui si prevede un'elevata percentuale di riutilizzo "tal quale", sono quelli prodotti dagli scavi nei depositi alluvionali recenti [bna] ed antiche [PVM2a] e nelle litologie vulcaniche [MAB]. Le suddette, trattate come "sottoprodotto", saranno impiegate per la costituzione dei nuovi rilevati e piuttosto che il risanamento del primo metro di quelli preesistenti.

Le terre rimaneggiate [h1] prodotte dal risanamento e gradonatura dell'attuale rilevato saranno conferite nel sito di deposito temporaneo ove verrà installato un impianto mobile di vagliatura per la separazione della frazione fine.

Al netto dell'aliquota da conferire a discarica, i volumi disponibili di terre e rocce da scavo sono:

✓	Tratta A]	OUT SIN 3.852,10 m <sup>3</sup>
✓	Tratta B]	IN SIN 27.680,00 m <sup>3</sup>
✓	Tratta A]	OUT SIN 52.379,09 m <sup>3</sup>

a fronte di un fabbisogno pari a:

✓	Tratta A]	OUT SIN 3.903,70 m <sup>3</sup>
✓	Tratta B]	IN SIN 34.772,13 m <sup>3</sup>
✓	Tratta A]	OUT SIN 24.380,45 m <sup>3</sup>

da cui risultano i seguenti deficit/esuberi parziali:

✓	Tratta A]	OUT SIN -51,60 m <sup>3</sup>
✓	Tratta B]	IN SIN -7.091,29 m <sup>3</sup>
✓	Tratta A]	OUT SIN +27.998,64 m <sup>3</sup>

che saranno reciprocamente compensati.

Dalla compensazione tra le volumetrie di scavo delle terre e rocce da scavo (SG + SR + SV) e quelle del reimpiego in situ, risulterà un esubero complessivo di 20.855,74 m<sup>3</sup>, tutti provenienti dalla Tratta A.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 82 di 106</b></p>
---	---

Salvo che non si tratti di materiali da gestire come rifiuti e smaltire ai sensi di legge (compresi quelli prodotti nella tratta IN SIN), per le volumetrie in esubero è stato previsto il riutilizzo "ex situ" per interventi di ripristino morfologico e/o colmata.

Per i materiali di scavo non annoverabili alla tipologia di "terre e rocce da scavo", quali quelli derivanti dalla demolizione del pacchetto stradale (BO+ DN + DP  $\approx$  34.072,95 m<sup>3</sup>), dallo scarto derivante dalla vagliatura delle terre prodotte dallo scavo dell'attuale rilevato è stato previsto in conferimento in discarica piuttosto che in impianto di riciclo.

In considerazione del fatto che gli sbancamenti interferiranno con la ex discarica comunale di Sarroch, non si esclude che potranno essere prodotti rifiuti annoverabili nella categoria "speciali" per eventuale presenza di eternit. Di fatto i rapporti analitici della caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/2006 non hanno evidenziato la presenza di criticità sostanziali, ma non si dispone al momento di riscontri specifici sulla categoria dell'eventuale rifiuto.

In ogni caso l'impresa esecutrice (produttore) avrà l'obbligo di effettuare la caratterizzazione di base di ciascuna tipologia di materiale inerte conferita in impianto, secondo la vigente normativa in materia di rifiuti. Il materiale, classificato come rifiuto speciale, dovrà essere valutato ai fini della classificazione di pericolosità e sarà identificato con il relativo Codice Europeo dei Rifiuti (CER).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 83 di 106</b></p>
---	--

## 11 BONIFICA ORDIGNI BELLCI

In considerazione del tipo di mezzi che vengono impiegati per le lavorazioni e tenuto conto delle profondità di scavo, si ritiene di intervenire con le seguenti tecniche di bonifica.

Si distinguono le seguenti diverse tipologie di bonifica:

- taglio della vegetazione erbacea ed arbustiva che dovesse ostacolare la corretta esecuzione del-la
- bonifica;
- bonifica superficiale (BST-S), da ordigni residuati bellici, fino a mt 1.00 di profondità dal piano campagna, delle aree interessate dai lavori di ogni tipo, comprese quelle di cantiere e di piste di servizio;
- bonifica profonda (BST-P), mirata ad individuare gli eventuali ordigni presenti nel volume di terreno interessato da scavi, o da altre azioni di natura invasiva come il movimento dei mezzi meccanici, che possono causare l'esplosione involontaria degli stessi, effettuata mediante trivellazioni spinte fino a mt 3.00/5.00/7.00 di profondità dal piano campagna (Direttiva GEN-BST-001 Ed. 2020), con garanzia di 1 mt. oltre tale profondità.

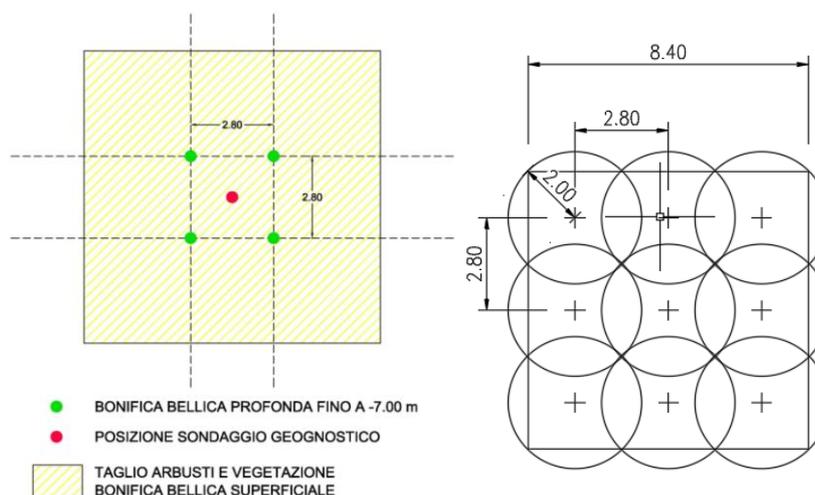


Figura 29 – Dettagli progettazione maglia

Complessivamente le superfici da assoggettare a bonifica risultano:

BONIFICA BELLICA	Superficie [mq]
Bonifica superficiale	160'450
Bonifica profonda fino a 3 m	160'450
Bonifica profonda fino a 7 m	4'450

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 84 di 106</b></p>
---	---

## 12 IMPIANTI

L'intervento comprende la realizzazione dell'impianto di illuminazione dell'intersezione stradale (svincolo Saras) previsti nell'ambito dell'intervento di adeguamento della S.S.195 Sulcitana, suddiviso in due impianti separati, denominati Saras Est e Saras Ovest, ciascuno con proprio quadro elettrico e punto di consegna ENEL.

I lavori hanno per oggetto le seguenti principali attività:

- Fornitura e posa in opera, di nuovi pali di illuminazione di altezza f.t. (da piano stradale) 10.50m con lampade a Led da 14.000 fino 20.000lm, per garantire i valori di illuminamento previsti dalla norma per la viabilità stradale.
- Fornitura e posa in opera di cavidotti realizzati con tubi corrugati a doppia parete DN160 e DN50, di pozzetti 60x60x h120 con chiusino in ghisa D400, di plinti prefabbricati per pali con pozzetti 40x40 e chiusino in ghisa C250, degli scavi e rinterri a servizio delle vie cavi.
- Fornitura e posa di armadi stradali in vetroresina per il contenimento delle apparecchiature di protezione e controllo completi di cabina prefabbricata in cls con proprio plinto.
- Fornitura e posa, per ciascun impianto Est ed Ovest, di un sistema di controllo, con tecnologia radio, dell'illuminazione stradale compreso periferica da installare nel corpo lampade.

La progettazione di detti impianti è stata inoltre indirizzata ad ottimizzare i consumi energetici in funzione delle prestazioni richieste, ad assicurare condizioni di sicurezza e prevenzione degli infortuni nell'esercizio degli impianti, alla facilità di gestione e di manutenzione.

### 12.1 Normativa di riferimento

Il presente progetto è stato elaborato nel rispetto di tutte le norme tecniche vigenti ed attinenti all'esecuzione delle opere. Si riportano qui di seguito le principali norme tecniche di riferimento impiegate:

- UNI EN 11248:2016 "Selezione delle categorie illuminotecniche nelle strade";
- UNI EN 13201-1:2015 "Individuazione delle classi illuminotecniche";
- UNI EN 12464-1:2011 "Illuminazione dei luoghi di lavoro in interno"
- UNI EN 12464-2:2011 "Illuminazione dei luoghi di lavoro in esterno"
- Rapporto tecnico CEN/TR 1320 I-I " Illuminazione stradale - Parte I : selezione delle classi di illuminazione";
- UNI I0819 "Illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 85 di 106</b></p>
---	---

- CEI 8-6 "Tensione nominale per i sistemi di distribuzione pubblica dell'energia elettrica a bassa tensione";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- CEI 11-27 "Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 11-28 "Guida d' applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI EN 61439 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- Cavi elettrici: Normativa CPR sui cavi elettrici in vigore dal 01/07/2017.
- CEI 20-40 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione";
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V In corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- CEI-UNEL 35026 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o tenoplastica per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500V in corrente continua";
- Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica (approvato con DM 27 settembre 2017, in G.U. n 244 del 18 ottobre 2017);
- Linee Guida Regione Sardegna (ART. 19 COMMA 1. L.R. 29 MAGGIO 2007, N. 2).

## 12.2 Descrizione delle opere in progetto

Le opere da eseguire sono sintetizzate di seguito:

- Realizzazione di scavi per posa di cavidotti;
- Posa di cavidotto per rete di illuminazione e distribuzione, con tubazioni in Pead a doppia parete corrugati esternamente e lisci internamente, del diametro pari a 160 mm e resistenza 450N;
- Posa in opera di plinti prefabbricati per pali di illuminazione con pozzetti dim 40x40x40 e chiusini in ghisa C250;
- Posa in opera di pozzetti, con chiusino in ghisa D400, di dimensione 60x60x60;
- Giunzioni per la derivazione delle corde di fase e di neutro, per ogni palo di illuminazione, realizzati con giunto a gel posto nel pozzetto;
- Sigillatura dei tubi corrugati, in ogni pozzetto, con schiuma antiroditore;
- Installazione di pali in acciaio hft 10.50m, equipaggiati con lampade a LED;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 86 di 106</b></p>
---	---

Al fine di razionalizzare e ridurre i costi di gestione e nel contempo di migliorare l'affidabilità e l'efficienza del servizio, si è prevista altresì la realizzazione di un sistema di gestione dell'impianto di illuminazione tramite sistema radio.

Per tali opere si prevede n°2 allacciamenti elettrico trifase di potenza 3,00kW, uno per ogni quadro elettrico. Sono previsti due quadri elettrici:

1. AL-GEq-1 – Quadro elettrico generale svincolo Saras Est
2. AL-GEq-2 – Quadro elettrico generale svincolo Saras Ovest

Ogni quadro elettrico è composto da due colonne, sarà ospitato all'interno di una nicchia in c.a. di dimensioni indicative 1900x1900x700mm. La prima colonna avrà due scomparti: Uno scomparto superiore riservato al contattore ENEL, ed uno scomparto inferiore riservato al quadro utente.

Ogni quadro sarà costituito da n° 2 armadi.

Si prevede l'utilizzo di pali con le seguenti caratteristiche:

- Palo tronco conico diritto realizzato in acciaio S355 UNI EN 10025, con zincatura a caldo spessore 140 micron e trattamento superficiale di tipo TRIPLEX compreso immersione in bagno di zinco fuso in accordo con la Norme UNI EN ISO 1461 (EN 40-5) e verniciatura, idoneo per aree industriali e zone costiere con alta salinità di classe C5, con durata di 35 anni.
- Altezza fuori terra 10,50m, Senza sbraccio (altezza totale fino a 12m)

Nella zona mediana di incastro del palo, per prevenirne la corrosione, è prevista una guaina termorestringente in poliolefina dalla lunghezza almeno di 40 cm (quest'ultima da applicare a caldo dopo l.a zincatura).

Per quanto riguarda i cavi elettrici, saranno rispondenti al (CPR) regolamento prodotti da costruzione EU 305/2011 con caratteristiche per livello di rischio e classe di prestazione specifico come da elenco voci di progetto (FG16OM16 - FG16M16 0,6/1 kV CPR Cca-s1b,d1,a1), per le alimentazioni dei pali di illuminazione e rispondenti al (CPR) regolamento prodotti da costruzione EU 305/2011 con caratteristiche per livello di rischio e classe di prestazione specifico come da elenco voci di progetto ( FS17 0,6/1 kV CPR Cca - s3, d1, a3), per le corde di terra.

Per ogni lato dello svincolo (Est ed Ovest) gli impianti di illuminazione fanno capo ad un quadro generale localizzato nella zona di intersezione con la viabilità secondaria. Gli impianti sono stati divisi nei seguenti:

- Circuito pali pari
- Circuito pali dispari

Ognuno dei due circuiti inoltre è suddiviso in 3 rami distinti quadripolari.

Non è prevista la messa a terra dei pali e delle lampade stradali in quanto sia il corpo lampada, che la morsettiera alla base di pale sono di CLASSE II, ovvero a doppio isolamento. Anche il cavo utilizzato sia per raggiungere la

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 87 di 106</b></p>
---	---

morsettiera dal pozzetto, sia per collegare il corpo lampada in testa al palo è a doppio isolamento. La messa a terra è prevista invece per i quadri elettrici tramite punta zincata in acciaio.

Tutti i corpi illuminanti saranno dotati di interfaccia ad onde radio. La centrale di controllo è prevista all'interno del quadro elettrico stradale e consente di gestire tutti i punti luminosi. Tramite il sistema radio dovranno essere programmate le seguenti funzionalità: impostazione della riduzione di flusso per ciascuna lampada in modo garantire il rispetto dei valori di calcolo illuminotecnico, le fasce orarie di riduzione notturna ed il valore di riduzione, gli scenari che saranno specificati in fase esecutiva.

In alternativa (o in caso di guasto) del sistema radio, nel quadro elettrico è presente una gestione elettromeccanica delle accensioni tramite interruttori crepuscolari, asserviti anche da sistema con orologio astronomico e giornaliero. Questo sistema potrà essere utilizzato in backup in caso di fuori servizio del sistema radio.

### 12.3 Criteri progettuali generali

Nella individuazione delle nuove lampade di illuminazione pubblica si è tenuto conto dei requisiti normativi di quantità e qualità dell'illuminazione stradale e pedonale. Tali requisiti sono espressi in termini di livello ed uniformità di luminanza del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata, limitazione dell'abbagliamento.

Per le verifiche illuminotecniche degli impianti sono stati utilizzati software forniti dalle principali case produttrici di apparecchi illuminanti. Ne consegue che ci sono alcuni riferimenti a modelli specifici delle case suddette. I risultati dei calcoli sono comunque da ritenersi validi per tutti quei corpi illuminanti che possiedono ottiche con caratteristiche fotometriche simili a quelle degli apparecchi prescelti.

Considerata la categoria dell'asse principale di progetto (CAT.B - "extraurbana principale") e della viabilità secondaria afferente allo svincolo Saras, si valuta per la strada un movimento di transito e distribuzione sulla rete secondaria e un'entità degli spostamenti è di media e lunga distanza.

La categoria illuminotecnica di progetto considerata è quella d'ingresso (M3), avente i seguenti valori caratteristici:

Classe illuminotecnica	Valore di Luminanza media $L_m$ [cd x m <sup>2</sup> ]	Uniformità minima $U_0$ %	Uniformità minima $U_1$ %	Valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante TI %
<b>M3</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>15</b>

In riferimento invece alle intersezioni con la viabilità secondaria, considerate le caratteristiche geometriche e funzionali, si è prevista l'applicazione delle categorie illuminotecniche della serie C. In particolare

si è assunta la categoria illuminotecnica C3, con le seguenti caratteristiche:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 88 di 106</b></p>
---	---

Classe illuminotecnica	Valore di Illuminamento medio $E_m$ [Lux]	Uniformità minima $U_o$ %	Valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante TI %
<b>C3</b>	<b>15</b>	<b>40</b>	<b>15</b>

Si prevede la seguente tipologia di impianto di illuminazione:

- Pali stradali di altezza fuori terra (da livello stradale) di 10.5m senza sbraccio posti alla distanza di 2.50m dal filo interna della barriera (o dal bordo strada);
- Plinti prefabbricati per pali di illuminazione, di dimensione minima 1.2m x 1.2m x 0,95m con pozzetto 40x40x40 e chiusino in ghisa C250;
- Proiettori a LED di potenza variabile a seconda della tipologia di strada con sistema di telecontrollo e dimmerazione ad onde radio.

Si rimanda alla Relazione Tecnica specifica e agli elaborati grafici redatti per l'approfondimento delle tematiche impiantistiche e i calcoli illuminotecnici di dettaglio.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 89 di 106</b></p>
---	---

### 13 INTERFERENZE

In questa fase progettuale si è proceduto all'individuazione delle possibili interferenze contattando gli enti gestori delle reti.

Gli enti interpellati sono:

Telecom;

- ABBANOVA (Servizio Idrico Integrato della Sardegna)
- CACIP (Consorzio Industriale Provincia di Cagliari);
- ENAS (ente Acque della Sardegna);
- ENEL Distribuzione;
- TELECOM;
- TERNA;
- COMUNE DI SARROCH.

Tra tutti gli enti contattati solamente il comune di Sarroch ha fornito riscontro alla richiesta, non segnalando però la presenza di reti interferenti con il progetto.

Nel corso della progettazione, prima del rilievo visivo operato nell'ambito del sopralluogo, si è provveduto alla verifica dell'interferenza segnalata nell'ambito del progetto del 2007 della Regione Sardegna nel tratto di strada interessata dal progetto del Lotto 2 – stralcio 2C.

Nello specifico, si segnalava al km 21+900 la presenza di un elettrodotto attraversante la sede stradale di proprietà ENEL TERNA. In questo tratto la strada presenta una sezione in trincea e, come indicato nella scheda relativa all'interferenza presente nel progetto definitivo redatto da regione Sardegna nel 2007, la distanza dei tralicci è maggiore di 15 m e l'altezza della catenaria rispetto alla strada è superiore a 9.25 m (tensione di esercizio linea indicata: 150.000 V).

Per tale linea tecnologica non è quindi segnalata interferenza, né previsti interventi o costi relativi per la risoluzione.

Analogamente, si è proceduto con la linea segnalata al km 22+600 per la quale si precisa che già in passato non si segnalava interferenza delle lavorazioni con tali linee e per la linea rilevata in seguito a sopralluogo visivo in corrispondenza dello svincolo Saras; esse vengono evidenziate nella tavola di riferimento al fine di verificare, attraverso i gestori, l'esatta posizione e altezza dell'impianto.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 90 di 106</b></p>
---	---

## 14 ESPROPRI

Il Piano di Esproprio comprende le aree direttamente interessate dai lavori di adeguamento stradale, non-ché le aree individuate quali siti per gli apprestamenti di cantiere.

Il comune interessato è quello di Sarroch.

Le aree sono prevalentemente a destinazione agricola ed incolto sterile mentre alcune risultano edificabili. In particolare, ricadenti in zona D2 e D1 del vigente Piano Urbanistico Comunale.

Dal punto di vista morfologico, il territorio interessato è di tipo pianeggiante in prossimità di una zona marina.

La determinazione delle linee di esproprio è stata fatta in maniera tale da comprendere tutte le aree necessarie per la realizzazione dei lavori.

Le aree sono distinte in:

- *Aree da espropriare*: che riguardano i mappali su cui avverrà la realizzazione delle opere.
- *Aree oggetto di occupazione temporanea*: definite da aree di cantiere e relativa viabilità provvisoria, aree per depositi di risulta.

Per la definizione geometrica delle sezioni trasversali di ingombro si è operato secondo i seguenti criteri:

In presenza di rilevato/trincea la fascia di esproprio è pari a ml 5,00 a destra e a sinistra della sede stradale, ove per sede stradale si intende il limite esterno del fosso di guardia. Tale limite risente della configurazione della sezione tipo, approntata affinché sia presente, al piede dei rilevati nello spazio tra il fosso di guardia e la recinzione esistente, una fascia di circa 4 m da utilizzarsi come piste di manutenzione e accesso per il corpo stradale e le opere presenti lungo il tracciato.

L'occupazione temporanea è stata prevista per l'area di cantiere e nei casi in cui l'esecuzione a regola d'arte renda necessario l'utilizzo di spazi per deviazioni provvisorie di viabilità esistente. In questa sede non si assumono valori di franco laterale rispetto al limite massimo di occupazione permanente.

### 14.1 Indennità d'esproprio

Per la valutazione delle indennità delle aree agricole coinvolte si è tenuto conto della sentenza n.181 del 10 giugno 2011 della Corte costituzionale, con la quale sono stati dichiarati costituzionalmente illegittimi i commi 2 e 3 dell'art. 40 del TU Espropri.

Per quanto sopra, al fine di stabilire il valore agricolo effettivo (V.A.E.) del bene, in base alle risultanze dell'Agenzia del Territorio della Regione Sardegna – provincia di Cagliari, per i V.A.M. si fa riferimento all'ultima annualità disponibile (anno 2007).

Per quanto riguarda i VAM il comune è classificato in regione agraria n° 9.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 91 di 106</b></p>
---	---

Al proprietario coltivatore diretto o imprenditore agricolo a titolo principale spetta un'indennità aggiuntiva, determinata in misura pari al valore agricolo medio corrispondente al tipo di coltura effettivamente praticata.

L'indennità aggiuntiva è determinata ai sensi dell'articolo 40, comma 4, (V.A.M. x Superficie) ed è corrisposta a seguito di una dichiarazione dell'interessato e di un riscontro della effettiva sussistenza dei relativi presupposti.

I terreni edificabili oggetto di esproprio ricadono in zona D2 e D1 del vigente Piano Urbanistico Comunale. Il loro valore è stato calcolato in base ai costi/mq indicati dal Il Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari.

## **14.2 Indennità occupazione temporanea**

Riguardo all'occupazione temporanea si è fatto riferimento ad un periodo temporale di 24 mesi (2 anni).

La già menzionata indennità è calcolata secondo l'art.50 del DPR 327/2001, testo Unico in materia di espropriazioni ed è pari ad un dodicesimo di quanto sarebbe dovuto nel caso di esproprio dell'area per ogni anno di espropriazione.

Per la descrizione di dettaglio del progetto, si rimanda alla specifica "Relazione sulle espropriazioni" (codice elaborato T00 ES00 ESP RE01).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 92 di 106</b></p>
---	---

## 15 INTERVENTI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

Gli interventi di inserimento paesaggistico e ambientale descritti hanno l'obiettivo di favorire l'inserimento dell'intervento progettuale nell'ambiente in cui esso si colloca, sia da un punto di vista paesaggistico, che in relazione alla salvaguardia del territorio, inteso nelle sue diverse componenti ambientali.

Per il contenimento delle ripercussioni ambientali del progetto in esame, pertanto, sono state previste le seguenti tipologie di intervento:

### Opere a verde:

- la finalità di tali interventi è la rinaturalizzazione delle aree interferite dalla realizzazione del progetto, nonché la schermatura di elementi di progetto al fine di un corretto inserimento paesaggistico-ambientale. La definizione delle differenti opere a verde previste lungo il tracciato di progetto, ha visto, in primo luogo, la scelta di opportune specie vegetali (erbacee, arbustive, arboree), sulla base delle quali sono state individuate diverse tipologie di opere a verde.

### Interventi di ripristino delle aree di cantiere:

- la finalità di tali interventi è ripristinare alla condizione originaria le aree utilizzate durante la fase di cantierizzazione del progetto. Pertanto, come specificato nel prosieguo della trattazione, si prevede il ripristino ad uso agricolo delle superfici utilizzate come cantiere base e come cantieri operativi, nonché un ripristino, ove possibile, alle condizioni del terreno prima all'inizio dei lavori per tutte le aree tecniche previste in corrispondenza delle opere d'arte.

### 15.1 Opere a verde

Le sistemazioni con opere a verde prevedono interventi diversificati in funzione delle tipologie costruttive previste dal progetto e dalle condizioni ambientali di inserimento. In particolare, le tipologie di intervento previste sono le seguenti:

- Inerbimento (tutte le aree di lavorazione);
- Messa a dimora di specie arbustive (trincee e rilevati bassi);
- Messa a dimora di fasce arboreo-arbustive (rilevati alti)
- Vegetazione d'invito (al margine dell'ingresso degli scatolari idraulici)

Nel prosieguo della trattazione sono dapprima descritte le specie vegetali scelte e quindi le tipologie di intervento suddette, nonché sono fornite alcune indicazioni sulla manutenzione delle opere a verde una volta messe a dimora. Per maggiore chiarezza, soprattutto in riferimento alla lettura degli elaborati grafici allegati, ciascuna tipologia di intervento è identificata con una sigla e con un numero.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 93 di 106</b></p>
---	---

### Criteri di scelta delle specie vegetali

La scelta delle specie vegetali è avvenuta a seguito delle analisi, studi e sopralluoghi effettuati cercando di individuare le piante che potessero essere il più possibile coerenti con i seguenti criteri:

- coerenza con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area;
- compatibilità ecologica con i caratteri stagionali (clima, substrato, morfologia, ecc.) dell'area di intervento;
- caratteristiche biotecniche;
- facilità di approvvigionamento nei vivai locali;
- facilità di attecchimento e ridotta manutenzione;
- valore estetico e paesaggistico.

La necessità di utilizzare specie autoctone per gli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale per riproporre fitocenosi coerenti con la vegetazione autoctona è un criterio fondamentale da adottare anche per scongiurare il pericolo di introduzione di specie alloctone; inoltre, la realizzazione degli impianti con criteri di alta affinità alle cenosi naturali autoctone può determinare habitat di particolare valore anche per la componente faunistica, di norma strettamente collegata alle caratteristiche cenologiche delle comunità vegetali. Tra le altre funzioni, la copertura vegetale svolge una importante funzione nella di-fesa del suolo contrastando l'azione disgregatrice degli agenti atmosferici, tramite azioni di tipo meccanico ed idrologico. Le azioni di tipo meccanico indotte dalle piante sui versanti consistono nella protezione antierosiva dalle acque dilavanti unitamente alla stabilizzazione dello strato superiore del suolo ad opera degli apparati radicali, con la riduzione dell'erosione e del trasporto solido a valle. La conoscenza dei contatti seriali e catenali delle serie di vegetazione e dei singoli stadi che compongono le varie tipologie vegetazionali presenti nel territorio consente l'individuazione dello stadio della serie a cui riferirsi per il progetto, permettendo inoltre di prevederne la sua evoluzione nel tempo, anche in funzione degli interventi di manutenzione necessari. A seconda degli obiettivi imposti al progetto si deve, di volta in volta, privilegiare le comunità che rappresentano gli stadi iniziali della serie (generalmente cenosi erbacee), quelli intermedi (generalmente cenosi arbustive), o gli stadi maturi (generalmente cenosi forestali).

In tal senso, le specie vegetali previste nell'ambito del presente progetto sono impiegate nei loro tre stadi: specie erbacee, arbustive ed arboree, al fine di rendere gli interventi delle opere a verde coerenti con le comunità vegetazionali caratteristiche del sito di intervento.

### Le specie erbacee

L'uso delle specie erbacee per l'inerbimento è stato adottato in tutti quei casi in cui sono coinvolti sistemi ambientali di prateria, in associazione a piantumazione di specie arboree e arbustive o dove proprio la piantuma-

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 94 di 106</b></p>
---	---

zione di specie arboree e arbustive non è consentita per ragioni di substrato o pendenza o da vincoli connessi alla distanza di sicurezza.

La miscela delle sementi è stata definita in base alla capacità di formare un rivestimento rapido e continuo e di migliorare il terreno e in base al contesto ambientale di riferimento (caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali), in attesa che le specie spontanee dell'area colonizzino le superfici.

Si sono individuate e scelte piante pioniere, a rapido insediamento annuale, con sostenuti ritmi di crescita invernali, capacità autorisemanti (annuali) e dormienza estiva (perenni). Tali specie sono in grado di sopravvivere su terreni impoveriti ed esposti a forte irraggiamento solare dovuto all'assenza di copertura arborea, siccità prolungata nel periodo estivo, sbalzi di temperatura, chimismo alterato del suolo.

#### Le specie arbustive

Le siepi e la componente arbustiva rappresentano, nel processo di successione, uno stadio dinamico più evoluto rispetto alle comunità erbacee, e con il tempo, se lasciati indisturbati, possono in molti casi evolvere nelle formazioni arboree di riferimento. I cespuglieti e le siepi assumono inoltre un ruolo importante nella funzionalità delle reti ecologiche; possono, infatti, rappresentare zone di rifugio per gli animali che frequentano praterie e ambiti agricoli.

Le specie arbustive oltre ad un uso diffuso negli interventi di recupero effettuati su morfologie stabili, sono le specie più adatte per gli interventi di stabilizzazione del suolo lungo i versanti.

Gli arbusti pionieri autoctoni possiedono apparati radicali in grado di stabilizzare, in media, fino ad uno spessore di circa 0,3-0,6 metri di substrato; a tale azione puntuale o lineare stabilizzante va, comunque, unita un'azione di protezione anti-erosiva areale tramite inerbimento con le specie erbacee che agiscono tipicamente nei primi decimetri di suolo. Nell'ambito del presente progetto, l'utilizzo di specie arbustive è previsto nella piantumazione di siepi arbustive aventi finalità di mitigare le trincee e i rilevati bassi con l'obiettivo di mascherare l'opera e migliorare il profilo ecologico dell'area.

#### Le specie arboree

Le comunità arboree rappresentano lo stadio strutturale più complesso delle tipologie vegetazionali negli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale. Gli alberi vengono piantati ove la morfologia e i vincoli connessi alla distanza di sicurezza lo consentono.

Gli ambiti territoriali con caratteristiche morfologiche ed ecologiche difficili, quali ad esempio i versanti instabili con suoli poco evoluti o assenti sono, in genere, poco idonei all'impianto degli alberi, che richiedono condizioni più favorevoli e, comunque, con il loro peso possono creare problemi di instabilità.

Nell'ambito del presente progetto l'utilizzo di specie arboree è previsto nella piantumazione di filari con lo scopo di mascherare i rilevati alti e le opere principali oltre a ripristinare o riconnettere formazioni arboree interfeite.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 95 di 106</b></p>
---	---

## 15.2 Ripristino dell'area di cantiere

Alla base del ripristino c'è l'intento di ricostruire i caratteri generali ambientali e naturalistici dell'area in rapporto con la situazione preesistente e circostante, riproponendo sia la morfologia del suolo che la tipologia di utilizzo, che nel caso in esame dei tre cantieri sopra riportati è un uso agricolo.

Pertanto, per il ripristino dei terreni ad uso agricolo si vuole riportare nel più breve tempo possibile la fertilità del terreno, per fare in modo di restituirlo al loro precedente utilizzo. Si interviene, quindi, mediante le seguenti azioni:

- pulizia del terreno;
- apporto di terreno vegetale;
- lavorazione superficiale del terreno per una profondità di circa 15-40 cm;
- semina con sementi di sole leguminose, che grazie alla presenza di batteri azoto fissatori nelle radici sono capaci di migliorare la qualità dei suoli;
- nel momento in cui il prato si è sviluppato si interviene con un'ulteriore lavorazione superficiale del terreno per fare in modo di rovesciare e interrare le zolle inerbite facendo sì che le leguminose interrate ricostituiscano la fertilità del suolo (tecnica del sovescio).

Per le aree tecniche, invece, il ripristino sarà effettuato rispettando le condizioni attuali del suolo, ove possibile.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 96 di 106</b></p>
---	---

## 16 MONITORAGGIO RUMORE

In termini generali, il monitoraggio ambientale è volto ad affrontare, in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente dall'esercizio di un'opera in progetto e dalla sua realizzazione.

Lo scopo principale è quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Gli obiettivi principali si possono riassumere quindi come segue:

- documentare la situazione attuale al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto;
- individuare le eventuali anomalie ambientali che si manifestano nell'esercizio dell'infrastruttura in modo da intervenire immediatamente ed evitare lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti la qualità ambientale;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull'ambiente e risolvere eventuali impatti residui;
- verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto dell'esercizio degli interventi infrastrutturali, distinguendole dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio;
- fornire agli Enti di Controllo competenti gli elementi per la verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

Il monitoraggio acustico finalizzato alla verifica dei livelli di rumore indotti dal traffico veicolare consiste in una serie di rilevamenti fonometrici in specifici punti individuati sulla base delle risultanze della modellazione acustica.

Il Piano di monitoraggio ambientale è articolato in tre fasi temporali, ciascuna delle quali contraddistinta da uno specifico obiettivo, così sintetizzabile:

<i>Fase</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Obiettivi</i>
<b>Ante-ram</b>	Periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere.	Obiettivo del monitoraggio risiede nel conoscere lo stato ambientale della porzione territoriale che sarà interessata dalle azioni di progetto relative alla realizzazione dell'opera ed al suo esercizio, prima che queste siano poste in essere.
<b>Corso</b>	Periodo che comprende le attività di	Le attività sono rivolte a misurare gli effetti

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 97 di 106</b></p>
---	---

**d'Opera** cantiere per la realizzazione dell'opera determinati dalla fase di cantierizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi. dall'opera in progetto, a partire dall'approntamento delle aree di cantiere sino al loro funzionamento a regime. L'entità di tali effetti è determinata mediante il confronto tra i dati acquisiti in detta fase ed in quella di Ante Operam.

<p><b>Post Operam</b></p>	<p>Periodo che comprende le fasi di esercizio e quindi riferibile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo;</li> <li>• all'esercizio dell'opera eventualmente articolato a sua volta in diversi orizzonti temporali (breve, medio, lungo periodo).</li> </ul>	<p>Il monitoraggio è finalizzato a verificare l'entità degli impatti ambientali dovuti al funzionamento dell'opera in progetto, e ad evidenziare la eventuale necessità di porre in essere misure ed interventi di mitigazione integrative.</p>
---------------------------	---	---

Tabella 17 Fasi temporali del monitoraggio

In corrispondenza dei ricettori per i quali si prevede il monitoraggio, la campagna fonometrica consiste in un rilievo settimanale in ambiente esterno. Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito "box" ovvero postazioni mobili tipo "automezzi attrezzati".

Preliminarmente all'attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura (coordinate geografiche, Comune, toponimo, indirizzo, tipologia e numero piani del ricettore, documentazione fotografica) e del territorio circostante (destinazione d'uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 -Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro/analizzatore stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB.

Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998, ovvero ad una distanza di 1 metro dalla facciata dell'edificio più esposto ai livelli di rumore più elevati e ad una quota rispetto al piano campagna di 4 metri. Qualora l'edificio sia caratterizzato da più livelli, compatibilmente con le caratteristiche fisiche dell'edificio e la disponibilità di accesso, il microfono dovrà essere preferibilmente posizionato al piano superiore.

In accordo a quanto previsto dal DM 16.03.1998, le misure devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s.

La misura è tipo in continuo per una durata di misurazione di una settimana (7 giorni).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 98 di 106</b></p>
---	---

### Rilievi parametri meteo

Durante l'intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento,
- temperatura dell'aria,
- l'umidità relativa,
- la pressione atmosferica,
- le precipitazioni.

Per ogni ciclo di misura verrà predisposto un report contenente i dati di inquadramento territoriale che permettono l'esatta localizzazione sul territorio dei punti di misura, i parametri acustici, meteo e di traffico rilevati, i valori limite propri secondo il quadro normativo di riferimento, i certificati di taratura della strumentazione e il nominativo del Tecnico Competente in Acustica Ambientale ai sensi della L.447/95 che ha effettuato i rilievi.

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Post Operam (PO).

Nell'ambito delle due suddette fasi si procederà rispettivamente alla verifica del clima acustico indotto dall'esercizio dell'opera sia allo stato attuale che a quello di progetto.

Il monitoraggio del rumore stradale allo stato post operam si attiva, quindi, successivamente all'entrata in esercizio dell'infrastruttura stradale e ha una durata di un anno. Nei 12 mesi successivi all'entrata in esercizio si prevede 1 misura fonometrica settimanale ogni trimestre per un totale di 4 rilevamenti.

La scelta dei punti è determinata anche in funzione della localizzazione dei ricettori potenzialmente coinvolti dal rumore di cantiere sulla base delle aree di lavoro. Nella tabella seguente si riporta la localizzazione dei punti individuati. In particolare, il punto RUM\_01 corrisponde al ricettore localizzato in prossimità dell'area di cantiere.

<b>Punti</b>	<b>Longitudine</b>	<b>Latitudine</b>	<b>Ricettore<sup>(*)</sup></b>
<b>RUM_01</b>	8°59'35.94"E	39° 4'17.52"N	R_A09

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 99 di 106</b></p>
---	---

Note: (\*) Codifica da Planimetria ricettori

Tabella 18 Punti di monitoraggio del rumore di cantiere

Il monitoraggio del cantiere si esplica nelle fasi di Corso d'Opera, ovvero per tutto il periodo di realizzazione dell'opera e di Ante Operam.

In fase di Corso d'Opera, per ciascun punto di misura si prevedono misure di 24 ore con frequenza trimestrale e comunque in corrispondenza delle attività di cantiere più critiche.

Nella fase di Ante Operam si esegue una misura di 24 h per ciascun punto prima dell'inizio del cantiere.

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio di rumore queste sono finalizzate alla verifica del rumore stradale e del rumore indotto dalle attività di realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio si svolge attraverso misure fonometriche con strumentazione di classe I secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. Le metodiche di monitoraggio sono funzione della tipologia di indagine.

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
Verifica del rumore stradale in ambiente esterno	RUM_01	AO	1 misura settimanale in ambiente esterno con frequenza annuale per l'anno antecedente all'inizio dei lavori	Time history Leq(A) orari Leq(A) periodo diurno e notturno Livelli percentili Parametri meteo	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo mediante stazione	1
		PO	1 misura settimanale in ambiente esterno con frequenza annuale per l'anno successivo			1

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 100 di 106</b></p>
---	---

Tematica	Punti	Fase	Frequenza e durata	Parametri	Metodologia	Quantità misure (per punto)
			all'entrata in esercizio			
Verifica del rumore indotto dal cantiere	RUM_01	AO	1 misura di 24 h prima dell'inizio dei lavori per punto	Time history Leq(A), Lmax, Lmin e livelli acustici percentili	Misure fonometriche Rilievi parametri meteo mediante stazione	1
		CO	1 misura di 24 h ogni trimestre durante la costruzione	Leq(A) periodo diurno e notturno Analisi spettrale in terzi di ottava Parametri meteo		20

Tabella 19 Quadro sinottico PMA componente rumore

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 101 di 106</b></p>
---	--

## 17 RECEPIMENTO PRESCRIZIONI VIA

Il progetto dell'intero itinerario Cagliari-Pula, a seguito della domanda ANAS del 02.12.2004 con prot.DSA/26892, è stata acquisita la *compatibilità ambientale* con prescrizioni in data 30.03.2007, rilasciata da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con prot.DSADEC- 2007-259 attualmente in corso di validità.

Il progetto definitivo è stato aggiornato nel 2008-2009 alle prescrizioni e suddiviso in lotti e proseguendo poi nella successiva fase di affidamento tramite appalto integrato per i soli lotti 1° e 3°, finanziati e attualmente in esecuzione.

L'intervento oggetto della presente (stralcio 2C del lotto completo 2) si estende per circa 2,40 km nel comune di Sarroch, a partire dal sedime esistente della "Perimetrale Consortile" (S.S.195 Sulcitana) come adeguamento della stessa e termina a nord, in corrispondenza del viadotto Bacchelina al km 21+488 e a sud al km 23+900 in corrispondenza del limite d'intervento del Lotto 3. Lo stesso intervento andrà a completare gli interventi realizzati per il lotto 3 e, in corso di realizzazione, per il lotto 1.

La domanda di pronuncia di compatibilità ambientale concernente il progetto definitivo relativo ai lavori di ammodernamento della S.S. 195 Sulcitana tratto Cagliari Pula, da realizzarsi nei Comuni di Cagliari, Assemi, Capoterra, Sarroch, Villa San Pietro, Pula, (CA) presentata dall'ANAS Compartimento Sardegna con sede in via Biasi 27, 09131 Cagliari, è stata acquisita in data 2 dicembre 2004 con protocollo n. DSA/26892, pubblicata sui quotidiani "Corriere della Sera" e "L'Unione Sarda" in data 27 novembre 2004.

ANAS Compartimento Sardegna ha trasmesso in data 9 dicembre 2005 con protocollo n. 31766, in data 10 aprile 2006 con protocollo n. 10463 e in data 8 settembre 2006 con protocollo n. 23009 documentazione integrativa al Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e Del Mare.

In data 12 settembre 2006 è pervenuta al Ministero la nota n. 28825 della regione Sardegna del 5 settembre 2006 con cui esprime un parere favorevole positivo con prescrizioni. In riferimento ai due lotti adiacenti (lotti 1 e 3) a quello oggetto del presente progetto definitivo, in data 27/08/2007 con prot. n. 7695 è stata trasmessa dal Ministero delle Infrastrutture l'Approvazione del Progetto Definitivo (DI-COTER), nella stessa autorizzazione è stato apposto il "Vincolo preordinato all'esproprio".

In data 30/05/2011 prot. CCA-22307-P l'Anas ha trasmesso agli Enti Competenti: MATTM, MIBAC, SOPRINTENDEnze E RAS, gli elaborati del progetto esecutivo, con richiesta di verifica di ottemperanza alle prescrizioni del DEC/VIA. In data 07/07/2011 con prot. 16348 il MATTM ha trasmesso la verifica di ottemperanza, con Attestazione dell'ottemperanza alle Prescrizioni n. 1, 2, 4, 7, 8, 11; con pari nota il Ministero comunica la mancata ottemperanza e le prescrizioni n. 3, 5, 6, 9, 10, 12. In data 15/09/2011 prot. CCA-36106-P, l'ANAS trasmette agli Enti competenti, la documentazione integrativa o le osservazioni in merito alle prescrizioni non ancora ottemperate (3, 5, 6, 9, 10, 12).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 102 di 106</b></p>
---	---

Nello specifico, le prescrizioni da ottemperare nell'ambito del presente progetto sono riportate nella tabella seguente, nella quale, in verde, si evidenziano quelle di pertinenza della presente fase progettuale e del presente stralcio planimetrico:

<b>1</b>	dovrà essere realizzato il progetto nella configurazione prevista nella documentazione allegata alla nota dell'ANAS prot. CCA-12143-P del 04/04/2006 conseguente alla richiesta di ridefinizione dei limiti dell'intervento del progetto avanzata dall'ANAS con nota n. 45249 del 25/11/2005, con lo stralcio del tratto iniziale e l'adeguamento della viabilità di collegamento esistente;
<b>2</b>	dovrà essere soppresso lo svincolo "Capoterra - Poggio dei Pini" provvedendo ad adeguare la viabilità di collegamento con lo svincolo "Capoterra - La Maddalena", secondo le ipotesi predisposte nei chiarimenti; in particolare si dovrà sviluppare la proposta progettuale riportata nella tavola "Progetto dell'infrastruttura; Planimetria dal Km 3+200 al Km 4+800; Planimetria dal Km 12+800 al Km 14+500" - Codice «A056P00PS00TRA---A», allegata alla nota dell'ANAS n. 45249 del 25/11/2005 assunta al protocollo 31766 del 9 dicembre 2005;
<b>3</b>	in sede di redazione del <i>progetto esecutivo</i> dovrà essere aggiornata la Valutazione di Incidenza alla luce delle varianti progettuali sopra indicate;
<b>4</b>	in sede di <i>progettazione esecutiva</i> dovrà essere prodotto un progetto delle opere di sistemazione a verde e di ripristino ambientale completo delle essenze previste e del sesto di impianto; il progetto dovrà contenere il piano di manutenzione della vegetazione impiantata e la sostituzione delle fallanze per un periodo di 3 anni dalla fine dell'impianto. Le misure devono altresì essere contenute nel quaderno degli oneri;
<b>5</b>	per la sistemazione a verde delle aree di attraversamento dei corsi d'acqua principali, dovrà essere valutata con il Genio Civile di Cagliari, l'opportunità di procedere all'impianto di vegetazione arbustiva nell'alveo di piena, caso per caso. Dovranno, comunque, essere realizzate le vasche di sicurezza idraulica (vasche di prima pioggia) previste in progetto;
<b>6</b>	i progetti relativi alle opere idrauliche ed agli attraversamenti dei corsi d'acqua maggiori dovranno essere approvati dal Genio Civile di Cagliari, o dall'Ente deputato a svolgere le funzioni proprie dell'Autorità di Bacino;
<b>7</b>	prima del <i>progetto esecutivo</i> del Viadotto relativo al superamento del Rio Santa Lucia dovrà essere condotto un rilievo di dettaglio della vegetazione esistente nell'area, della fauna ospitata e delle emergenze ecologiche; il progetto esecutivo terrà, quindi, conto di tali rilievi, anche in merito alla tempistica della realizzazione dell'opera, evitando le lavorazioni nei periodi riproduttivi, qualora i rilievi confermassero la presenza di avifauna importante;
<b>8</b>	dovrà essere predisposto un progetto del cantiere principale "Dorsale CASIC - Capoterra" che preveda un allontanamento dei depositi e dei macchinari dall'area contigua alle saline, trasferendolo, per quanto possibile, ad ovest dell'asse stradale esistente;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 103 di 106</b></p>
---	--

<b>9</b>	<i>tutti i cantieri dovranno essere attrezzati per evitare eventuali sversamenti accidentali possano compromettere l'ambiente idrico sotterraneo o superficiale. In particolare, saranno pavimentate almeno le aree di rifornimento, manutenzione e stazionamento delle macchine operatrici e degli automezzi;</i>
<b>10</b>	<i>il Capitolato d'Appalto dovrà imporre che nei cantieri vengano impiegati veicoli omologati secondo la direttiva 2004/26/CE (Fase IIIA o Fase IIIB) o, in alternativa, veicoli con filtri per il particolato, muniti di attestato di superamento dei test di idoneità del VERT;</i>
<b>11</b>	<p>dovranno essere attuate, prevedendole nel <i>progetto esecutivo</i>, le mitigazioni del rumore riportate nello Studio di Impatto Ambientale e consistenti nell'uso di pavimentazione drenante-fo-noassorbente lungo tutto il tracciato e nell'installazione delle 5 barriere acustiche previste nelle tratte sottoindicate:</p> <p>D 12+810 - 12+950 L=150 m H=3.00 m lato monte (a destra dir Cagliari --&gt; Pula);</p> <p>D 13+140 - 13+290 L=150 m H=3.00 m lato mare (a sinistra dir Cagliari --&gt; Pula);</p> <p>D 13+450 - 13+600 L=150 m H=3.00 m lato mare (a sinistra dir Cagliari --&gt; Pula);</p> <p>D 15+040 - 15+440 L=400 m H=3.00 m lato monte (a destra dir Cagliari --&gt; Pula);</p> <p>D 15+650 - 15+950 L=300 m H=3.00 m lato mare (a sinistra dir Cagliari --&gt; Pula);</p>
<b>12</b>	<i>dovrà essere condotto, in accordo con la Regione Autonoma Sardegna un monitoraggio del rumore lungo tutto il nuovo asse stradale anche per verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e, laddove necessario, modificarli. Il monitoraggio dovrà includere il censimento dei ricettori presenti lungo il tracciato evidenziando quelli sensibili; dovranno essere garantiti i livelli di rumore assoluti e differenziali previsti dalla normativa, anche tenendo conto di eventuali zonizzazioni acustiche nel frattempo intervenute, nelle aree esterne alle fasce di cui al DPR 142 del 30/03/2004;</i>
<b>13</b>	tutte le suddette prescrizioni saranno soggette alla verifica di ottemperanza da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare, del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e della Regione Sardegna, unitamente a quelle espresse da queste ultime amministrazioni nei rispettivi pareri, riportati integralmente nelle premesse;

Si riportano di seguito le prescrizioni del MATMM contenute nel DEC- 2007 – 00002559 del 30/03/2007 connesse allo stralcio 2C del Lotto2 e alla presente fase progettuale (Progetto Definitivo), indicate al par. §2.

<b>Prescrizione n. 6</b>	
<i>Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare</i>	i progetti relativi alle opere idrauliche ed agli attraversamenti dei corsi d'acqua maggiori dovranno essere approvati dal Genio Civile di Cagliari, o dall'Ente depu-

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> T00EG00GENRE02A.doc</p> <p><b>Data:</b> Giugno 2020</p> <p><b>Pag. 104 di 106</b></p>
---	---

	tato a svolgere le funzioni proprie dell'Autorità di Bacino
--	---

#### OTTEMPERANZA

I dettagli degli interventi relativi alle opere idrauliche e degli attraversamenti idraulici minori (tombini idraulici) sono riportati nella *relazione idrologica, relazione di compatibilità idraulica e relazione idraulica del sistema di drenaggio del corpo stradale* (T00ID00IDRRE01A, T00ID00IDRRE02A e T00ID00IDRRE03A) e nelle tavole annesse al capitolo IDROLOGIA ED IDRAULICA.

Il progetto prevede altresì una relazione specifica riguardante il Piano di Manutenzione delle opere idrauliche (tombini e opere di attraversamento, opere di invarianza idraulica e opere di drenaggio longitudinali) presenti lungo la tratta oggetto d'intervento (elaborato T00ID00IDRRE04A).

Questa prescrizione dovrà ritenersi ottemperata a seguito della verifica del Genio Civile di Cagliari e degli Enti deputati.

Prescrizione n. 9	
<i>Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare</i>	tutti i cantieri dovranno essere attrezzati per evitare eventuali sversamenti accidentali possano compromettere l'ambiente idrico sotterraneo o superficiale. In particolare, saranno pavimentate almeno le aree di rifornimento, manutenzione e stazionamento delle macchine operatrici e degli automezzi;

#### OTTEMPERANZA

Questa prescrizione trova riscontro negli elaborati del capitolo CANTIERIZZAZIONE e in particolare nella tavola T00CA00CANPL04A in cui viene indicata la zona pavimentata del cantiere base/operativo posto in corrispondenza delle aree interessate da possibili sversamenti di materiali che possano compromettere la sicurezza e la tutela ambientale.

Prescrizione n. 10	
<i>Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare</i>	il Capitolato d'Appalto dovrà imporre che nei cantieri vengano impiegati veicoli omologati secondo la direttiva 2004/26/CE (Fase IIIA o Fase IIIB) o, in alternativa, veicoli con filtri per il particolato, muniti di attestato di superamento dei test di idoneità del VERT

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 105 di 106</b></p>
---	--

#### OTTEMPERANZA

Questa prescrizione dovrà ritenersi ottemperata a seguito della fase di appalto a cui verrà sottoposto il Progetto Definitivo. Si segnala che alcune prescrizioni preliminari sui veicoli e macchinari utilizzati in cantiere, sono contenuti nei documenti al capitolo *PIANO DI SICUREZZA E BOB* (doc. T00SI00SICRE03A, T00SI00SICRE05A, T00SI00SICRE06A)

Prescrizione n. 12	
<p><i>Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare</i></p>	<p>dovrà essere condotto, in accordo con la Regione Autonoma Sardegna un monitoraggio del rumore lungo tutto il nuovo asse stradale anche per verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e, laddove necessario, modificarli. Il monitoraggio dovrà includere il censimento dei ricettori presenti lungo il tracciato evidenziando quelli sensibili; dovranno essere garantiti i livelli di rumore assoluti e differenziali previsti dalla normativa, anche tenendo conto di eventuali zonizzazioni acustiche nel frattempo intervenute, nelle aree esterne alle fasce di cui al DPR 142 del 30/03/2004</p>

#### OTTEMPERANZA

In termini generali, si prevede un monitoraggio ambientale volto ad affrontare in maniera approfondita e sistematica, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sull'ambiente dall'esercizio di un'opera in progetto e dalla sua realizzazione.

Lo scopo principale è stato quindi quello di esaminare il grado di compatibilità dell'opera stessa, intercettando, sia gli eventuali impatti negativi e le cause per adottare opportune misure di riorientamento, sia gli effetti positivi segnalando azioni meritevoli di ulteriore impulso.

Nel *Piano di monitoraggio ambientale – rumore*, l'obiettivo principale è stato quello di definire gli ambiti di monitoraggio, l'ubicazione dei punti di misura, le modalità operative e le tempistiche.

La postazione per il monitoraggio del rumore stradale attraverso misure in continuo settimanali sono localizzate in prossimità dei ricettori più esposti alla sorgente principale, individuata nel ricettore RUM\_01 (cfr. elaborati T00IA00AMBRE04A e T00IA00AMBPL02A).

In corrispondenza dei ricettori per i quali si prevede il monitoraggio, la campagna fonometrica consiste in un rilievo settimanale in ambiente esterno; concerne i parametri da monitorare mediante strumentazione fonometrica questi sono:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p> <p>T00EG00GENRE02A</p> <p>Relazione generale descrittiva</p>	<p><b>File:</b> <b>T00EG00GENRE02A.doc</b></p> <p><b>Data: Giugno 2020</b></p> <p><b>Pag. 106 di 106</b></p>
---	--

- Time history del Leq(A) con frequenza di campionamento pari a 1 minuto;
- Leq(A) orari;
- Leq(A) nel periodo diurno (6:00-22:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo notturno (22:00-6:00) su base giornaliera;
- Leq(A) nel periodo diurno e notturno medio settimanale;
- Livelli acustici percentili (L99, L95, L90, L50, L10, L1) su base settimanale;
- Parametri meteorologici (temperatura, precipitazioni atmosferiche, velocità e direzione del vento);

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito "box" ovvero postazioni mobili tipo "automezzi attrezzati". In accordo a quanto previsto dal DM 16.03.1998, le misure dovranno essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità inferiore ai 5 m/s. La misura sarà tipo in continuo per una durata di misurazione di una settimana (7 giorni). Durante l'intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

Le attività saranno distinte tra le fasi:

- a. Ante Operam (AO);
- b. Post Operam (PO).

Nell'ambito delle due suddette fasi si procederà rispettivamente alla verifica del clima acustico indotto dall'esercizio dell'opera sia allo stato attuale che a quello di progetto. Il monitoraggio del rumore stradale allo stato post operam si attiva, quindi, successivamente all'entrata in esercizio dell'infrastruttura stradale e ha una durata di un anno. Nei 12 mesi successivi all'entrata in esercizio si prevede 1 misura fonometrica settimanale ogni trimestre per un totale di 4 rilevamenti.

In fase di Corso d'Opera, per ciascun punto di misura si prevedono misure di 24 ore con frequenza trimestrale e comunque in corrispondenza delle attività di cantiere più critiche.

Nella fase di Ante Operam si esegue una misura di 24 h per ciascun punto prima dell'inizio del cantiere.

Al termine di ciascuna campagna di monitoraggio per ciascuna componente ambientale dovranno essere restituiti dei rapporti periodici. Il rapporto descrive le attività svolte nel periodo di riferimento riportando i dati rilevati in corrispondenza delle singole stazioni. Annualmente dovrà essere predisposto un report, che analizza e interpreta le singole componenti sulla base dei dati acquisiti nel periodo precedente all'emissione del rapporto stesso e ha carattere conclusivo per la fase di monitoraggio a cui si riferisce (ante, corso, post).

La prescrizione si ritiene ottemperata e le indicazioni sono contenute nel documento T00IA00AMBRE02A *Piano monitoraggio rumore – relazione* e nel relativo elaborato T00IA00AMBPL04A *Planimetria dei ricettori*