



COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA

***Lavori di realizzazione strada di collegamento Tempio - strada provinciale per Aglientu - PIA SS 17-19 "Alta Gallura"***

**PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTAZIONE : R.T.I.



**bonifica** S.p.A.



Ing. Angelo Binaghi

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI  
E PROGETTAZIONE STRADALE

*Ing. F. P. Bocchetto (Bonifica)*

PROGETTAZIONE STRUTTURALE

*Ing. A. Leonori – G. Fornari  
(Bonifica)*

ASPETTI AMBIENTALI

*Ing. A. Addis – Ing. M. Magazzeni  
(Bonifica)*

PROGETTAZIONE IDRAULICA

*Ing. F. Galli Ing. U. Galli  
(SGI studio Galli ingegneria)*

IL RESPONSABILE DEL  
PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Giuseppe Pinna*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. M. Crescenzi*

CONSULENZA SPECIALISTICA

*Dott. Geol. A. Melis*

SICUREZZA IN FASE  
DI PROGETTAZIONE

*Ing. A. Binaghi*

*Ing. A. Binaghi*

**ELABORATI GENERALI**

**RELAZIONE GENERALE**

CODICE ELABORATO		SCALA		DATA CONSEGNA	
PD GEN RG - 01		-		ottobre 2006	
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	30.09.2006	F. Battocletti	A. Addis	F.P. Bocchetto
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

## INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	L'INFRASTRUTTURA STRADALE.....	3
2.1	Introduzione .....	3
2.2	Il tracciato.....	3
2.3	La viabilità locale .....	4
2.4	Qualificazione funzionale.....	5
2.5	Caratteristiche geometriche .....	5
2.6	Sezioni stradali .....	7
2.6.1	Sezioni stradali in sede naturale ed elementi marginali e di arredo .....	7
2.6.2	Sezioni stradali in sede artificiale (opere d'arte principali) .....	9
2.7	Documenti di riferimento .....	10
3	OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI.....	11
3.1	Generalità .....	11
3.2	Impalcati, appoggi e giunti .....	11
3.3	Pile e spalle.....	13
3.4	Fondazioni .....	13
3.5	Materiali .....	14
3.6	Normativa di riferimento, con particolare a quella sismica.....	14
4	OPERE D'ARTE MINORI: SOTTOPASSI E MURI .....	15
4.1	Sottopassi .....	15
4.2	Muri.....	15
4.3	Materiali .....	16
5	ANALISI DI VELOCITÀ E DI VISIBILITÀ .....	17
5.1	Premessa.....	17
5.2	Criteri di analisi e definizione dei diagrammi delle velocità .....	17
5.3	Criteri di determinazione delle distanze di arresto .....	19
5.4	Criteri di analisi e verifiche delle distanze di visuale libera .....	20
5.4.1	Analisi di Visibilità planimetrica .....	20
5.4.2	Analisi di visibilità altimetrica.....	21
5.5	Analisi dei risultati .....	22
6	FIGURE E TABELLE.....	23
7	Tabulati di tracciamento.....	5
7.1	Tracciamento planimetrico.....	5
7.2	Tracciamento altimetrico.....	5

## **1 PREMESSA**

La presente relazione ha lo scopo di illustrare i principali aspetti caratterizzanti il Progetto Definitivo per la realizzazione della strada di collegamento Tempio – Strada Provinciale per Aglientu – PIA S.S. n° 17-19 “Alta Gallura”. Si tratta dell’adeguamento alla normativa vigente di una viabilità esistente, la S.S. n° 133 Tempio - Bivio S. P. per Aglientu.

In particolare si intendono illustrare i temi del progetto stradale e delle opere d’arte maggiori (viadotti); per gli altri aspetti specialistici attinenti allo stesso progetto si rimanda alle relative specifiche relazioni allegate anch’esse al presente Progetto Definitivo.

## 2 L'INFRASTRUTTURA STRADALE

### 2.1 Introduzione

L'attuale percorso della S.S. n° 133, nel tratto che da Tempio arriva al bivio con la S.P. per Aglientu, è stato individuato dall'Amministrazione comunale di Tempio quale itinerario strategico per il collegamento del proprio territorio con gli ambiti costieri della Sardegna settentrionale, in particolare con i comuni di Aglientu, Trinità d'Agultu, Vignola, S. Teresa e Palau.

Gli altri itinerari strategici sono:

- quello della S.S. n° 127 (nel tratto Tempio - Olbia di collegamento tra i due capoluoghi della nuova provincia Olbia-Tempio ma anche con Calangianus e Luras)
- quello della S.S. n°127 (nel tratto Sassari - Tempio, attualmente in corso di completamento da parte dell'ANAS)

Questi ultimi due itinerari dovrebbero essere collegati tra loro attraverso la prevista Tangenziale di Tempio, in parte già realizzata.

### 2.2 Il tracciato

L'infrastruttura stradale in oggetto si configura come un adeguamento dell'attuale S.S. n° 133 nel tratto compreso tra il centro abitato di Tempio Pausania e l'innesto della S.P. per Aglientu, intorno al Km 8.

L'obiettivo perseguito è quello di un collegamento viario con migliori caratteristiche geometriche così da garantire una maggiore sicurezza per l'utente, sia attiva sia passiva, e una sensibile contrazione dei tempi di percorrenza. Sono state quindi eseguite modifiche e rettifiche tramite varianti di tracciato laddove le caratteristiche geometriche riscontrate (principalmente curve molto strette e con scarsa visibilità) non consentivano il rispetto della normativa vigente.

Ne è derivato un tracciato molto più fluido e scorrevole con standard di sicurezza decisamente superiori all'attuale percorso.

Questo si orienta interamente lungo la direttrice sud-nord ed ha una lunghezza di circa 5200 m; inizia in corrispondenza dello svincolo, in parte realizzato, della prevista Tangenziale di Tempio e termina in corrispondenza dell'innesto della S.P. per Aglientu. Si sviluppa per circa 793 m in viadotto e per circa 4407 m in rilevato, trincea e mezza costa. In alcuni punti sono state inserite opere di contenimento sia a monte sia a valle (quali muri di sostegno e muri di sottoscarpa) per contenere gli ingombri complessivi dell'infrastruttura e ridurre le aree di esproprio.

La soluzione individuata, nonostante la complessa morfologia plano-altimetrica del tracciato esistente, riesce comunque ad adattarsi sul terreno esistente per gran parte del suo sviluppo.

Per tutti gli elementi caratterizzanti il tracciato si è fatto riferimento alle prescrizioni del ***“D.M. 05-11-2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*** tenendo tuttavia ben presente il fatto che la variante proposta risulta profondamente “legata” alla geometria della viabilità attuale, della quale costituisce un adeguamento, e condizionata dalle caratteristiche morfologiche dell'area e dai vincoli paesaggistici e territoriali. Il rispetto della normativa (lunghezza minima di rettifili e curve) avrebbe comportato interventi profondamente distruttivi ed

impattanti su un territorio caratterizzato da vegetazione di pregio. Si è preferito quindi, alla luce dell'art. 2 di suddetta normativa e del 2° comma Art. 13 D.L. 30/04/1992, n° 285, limitare gli interventi garantendo tuttavia i requisiti di sicurezza per l'utente.

Le caratteristiche morfologiche dell'area ed i vincoli paesaggistici e territoriali hanno condizionato, come detto, l'articolazione planimetrica del tracciato soprattutto nella scelta dei raggi di curvatura ( $R_{min} = 200.00$  m) e della lunghezza dei rettifili. Il tracciato è stato comunque sviluppato nel rispetto della normativa ed è compatibile con le velocità di progetto previste.

Dal punto di vista altimetrico il valore massimo della pendenza longitudinale pari al 4.3% è al di sotto del valore massimo prescritto per le strade di categoria C2 dal D.M. del 2001 (7 %).

Anche i raccordi verticali presentano valori molto superiori ai valori minimi previsti dalla normativa ( $R_{min} = 5000.00$  per i convessi e 4000.00 per i concavi).

In tre punti del tracciato la presenza di profonde incisioni del terreno dovute alla presenza di corsi d'acqua, impone la realizzazione di viadotti di lunghezza diversa:

- - viadotto "Veldidonna" n° 6 campate lungh. = 189.60 m
- - viadotto "Abba" n° 8 campate lungh. = 253.60 m
- - viadotto "Tuortu" n° 11 campate lungh. = 349.60 m

Per maggiori dettagli relativi all'andamento plano-altimetrico del tracciato si rimanda ai tabulati di tracciamento ed alle immagini allegate.

## **2.3 La viabilità locale**

Lungo l'attuale percorso della S.S. n° 133 si aprono una serie di innesti della viabilità locale, principalmente a carattere interpoderale, con funzione di accesso ai fondi agricoli della zona.

Parte di tale viabilità interferisce con il tracciato in progetto ma ne viene garantita la continuità attraverso la realizzazione di brevi deviazioni e di nuove intersezioni a raso la cui collocazione è stata studiata in modo da garantire piena sicurezza ai flussi di traffico sia passanti sia di svolta nel rispetto delle indicazioni e prescrizioni ANAS.

In alcuni tratti, poi, l'accesso ai fondi viene assicurato attraverso il recupero, in forma di controstrada, di tratti di S.S. n° 133 dismessa. Il collegamento tra le viabilità principale e locale avverranno tramite innesti a raso con corsie centrali di accumulo per la svolta a sinistra e corsie di decelerazione e immissione.

## 2.4 Qualificazione funzionale

Il **D.M. 05-11-2001** (sulla base delle indicazioni e prescrizioni contenute nel **D.L. 30-04-1992, n.285 - Nuovo codice della strada e successivi aggiornamenti e modificazioni**) nel par 3.2, specifica le categorie di traffico (tab.3.2.c) - che includono le componenti di traffico (1-2), le classi di veicoli (3-11) e le funzioni di traffico (12-14) - e assegna per tutti i tipi di strada previsti dal C.d.S. gli spazi in piattaforma (tab.3.2.d).

In base ai volumi di traffico attesi e alla loro composizione, l'infrastruttura in oggetto è stata classificata appartenente alla categoria C (strade extraurbane secondarie) e di tipo C2 la quale ammette le seguenti categorie di traffico:

CATEGORIE DI TRAFFICO	STRADA
1. PEDONI	Esterno alla carreggiata (in piattaforma)
2. ANIMALI	Esterno alla carreggiata (in piattaforma)
3. VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	In carreggiata
4. VELOCIPEDI	In carreggiata (1)
5. CICLOMOTORI	In carreggiata
6. AUTOVETTURE	In carreggiata
7. AUTOBUS	In carreggiata
8. AUTOCARRI	In carreggiata
9. AUTOTRENI E AUTOARTICOLATI	In carreggiata
10. MACCHINE OPERATRICI	In carreggiata
11. VEICOLI SU ROTAIA IN SEDE PROMISCUA	Non ammessa in piattaforma
12. SOSTA DI EMERGENZA	Parzialmente in carreggiata
13. SOSTA	Esterno alla carreggiata (in piattaforma)
14. ACCESSO PRIVATO DIRETTO	Sì

(1) vale se è presente una pista ciclabile

## 2.5 Caratteristiche geometriche

La sezione adottata per l'infrastruttura in oggetto che, in base ai volumi di traffico previsti e alla loro composizione, ne possa garantire la percorribilità in condizioni di sicurezza sia attiva sia passiva è assimilata alla categoria C2 secondo l'attuale normativa. Si tratta di una delle categorie (insieme alla C1) in cui vengono classificate le infrastrutture definite "extraurbane secondarie" secondo l'ordine di importanza rivestito nell'ambito della rete stradale.

La piattaforma ha larghezza pari a 9.50 m ed è così composta (vedi *fig. 1*):

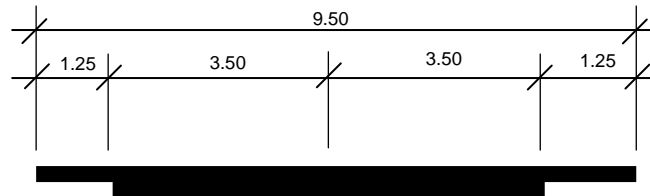
- due corsie, una per senso di marcia, con modulo pari a 3.50 m
- due banchine esterne (franco psico-fisico) da 1.25 m ciascuna

D.M. 05.11.2001

## CATEGORIA C2

STRADA EXTRAURBANA SECONDARIA

$V_p = 60 - 100 \text{ Km/h}$



**Figura 1 - Piattaforma stradale**

L'intervallo di velocità di progetto assunto è pari a 60 - 100 km/h, secondo quanto assegnato alla categoria C2 dalla normativa vigente.

Il tracciato planimetrico si articola, per l'intero sviluppo, in una serie di rettifili e curve circolari con raggi sempre al di sopra dei valori minimi prescritti e raccordati da elementi di transizione a curvatura variabile (clotoidi) con legge  $r * s = A^2$  che consentono lungo il loro sviluppo una crescita e diminuzione graduale dell'accelerazione trasversale a cui è sottoposto il veicolo in marcia, nonché sicure fasi di accelerazione e decelerazione rispettivamente in uscita ed in ingresso alle curve.

In entrambi i sensi di marcia, in corrispondenza delle curve, si sono evidenziate distanze di visibilità inferiori alle distanze di arresto, calcolate in base alla velocità dinamica consentita su di esse. Per garantire la visibilità in ogni punto del tracciato sono stati operati allargamenti della piattaforma stradale secondo gli schemi riportati nella *fig. 16* in allegato.

Il profilo longitudinale è costituito da livellette raccordate altimetricamente da raggi rientranti, sia per i raccordi concavi sia per i raccordi convessi, nei limiti che consentono un buon coordinamento plano-altimetrico.

In base alle norme di cui sopra i requisiti geometrici plano-altimetrici minimi richiesti sono

- raggio planimetrico minimo  $R_{min} = 118 \text{ m}$  (associato alla  $V_{pmin} = 60 \text{ Km/h}$  e ad una pendenza trasversale del 7.00% in condizioni di equilibrio dinamico in curva)
- raggio planimetrico massimo  $R_{max} = 2187 \text{ m}$  (associato alla  $V_{pmax} = 100 \text{ Km/h}$  e ad una pendenza trasversale del 2.50% in condizioni di equilibrio dinamico in curva)
- pendenza longitudinale massima del 6%.
- Raggi dei raccordi verticali, sia concavi sia convessi, tali da garantire le condizioni di sicurezza ottica, dinamica e psicofisiologica

Tali prescrizioni, definite in modo da poter sempre garantire condizioni di sicurezza sia attiva sia passiva sono valutate facendo riferimento alle caratteristiche prestazionali del veicolo medio.

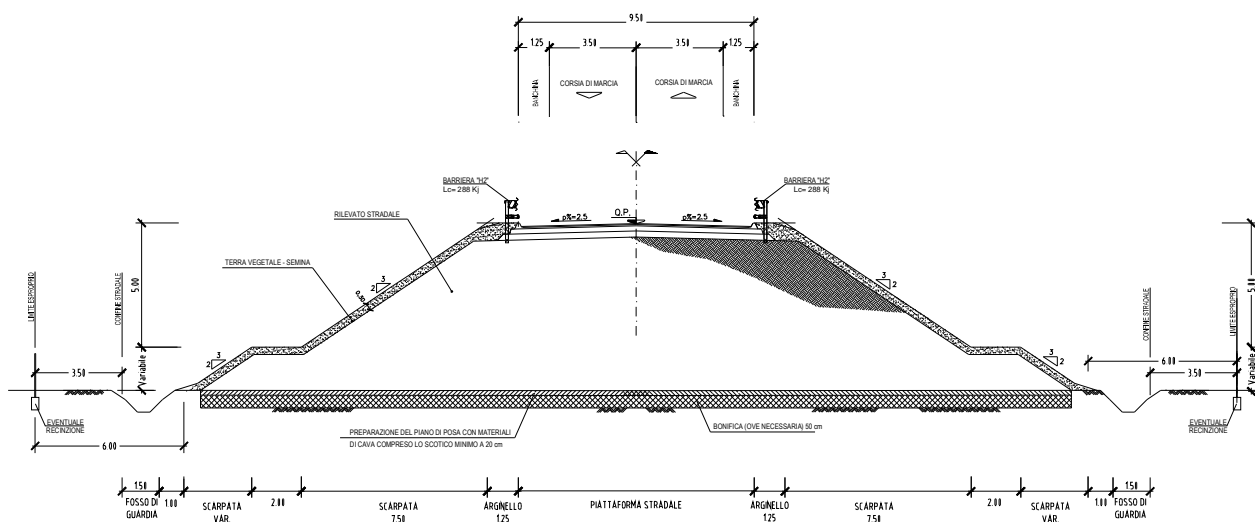
## 2.6 Sezioni stradali

### 2.6.1 Sezioni stradali in sede naturale ed elementi marginali e di arredo

Come definito nel par. 4.3.3 del **D.M. 05-11-01** il margine esterno è la parte della sede stradale, esterna alla piattaforma, nella quale trovano sede cigli, cunette, arginelli marciapiedi ed elementi di sicurezza e di arredo (dispositivi di ritenuta, parapetti, sostegni, etc.) secondo la categoria della strada.

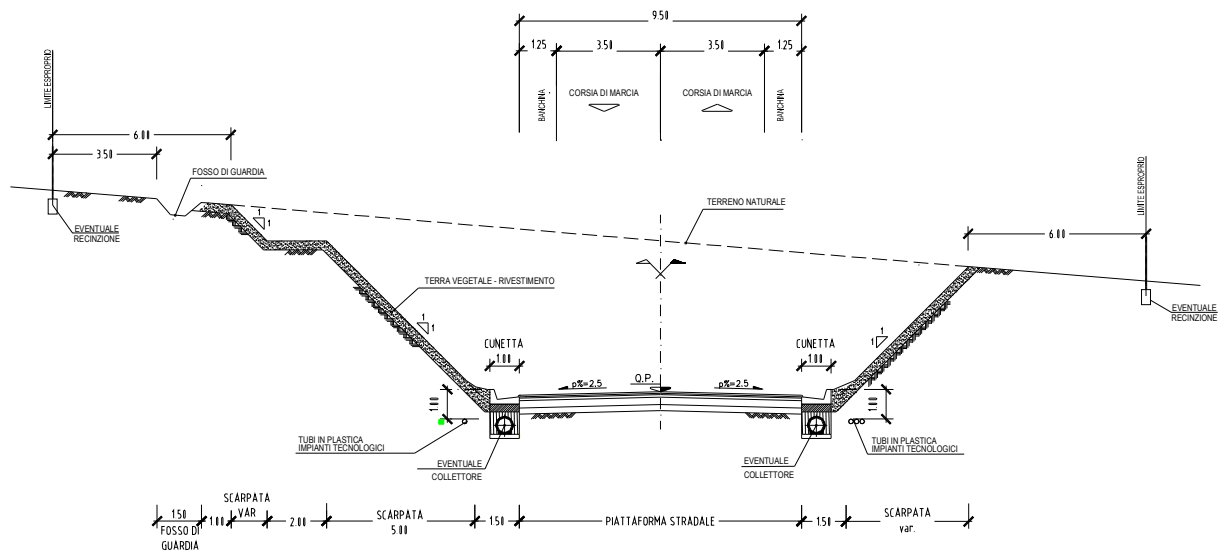
Lungo il margine esterno per i tratti in rilevato si adotta un arginello da 1.25 m (vedi *fig. 2*), larghezza prevista in normativa e adeguata per ospitare, ove necessario, gli elementi di ritenuta metallici propri di tale categoria di infrastruttura (**D.M. 03.06.1998** - barriere metalliche di tipo H2,  $L_c = 288$  kj) mentre per i tratti in scavo si adotta una cunetta prefabbricata in cls da 1.00 m (vedi *fig. 3*).

Per i rilevati si adottano scarpate con pendenza 3 su 2 (vedi *fig. 2*) mentre per i tratti in trincea sono previste scarpate con pendenza 1 su 1 (vedi *fig. 3*). In trincea, nei tratti caratterizzati da terreni rocciosi si prevede l'utilizzo di scarpate con pendenze contenute 3 su 1 (vedi *fig. 4*)

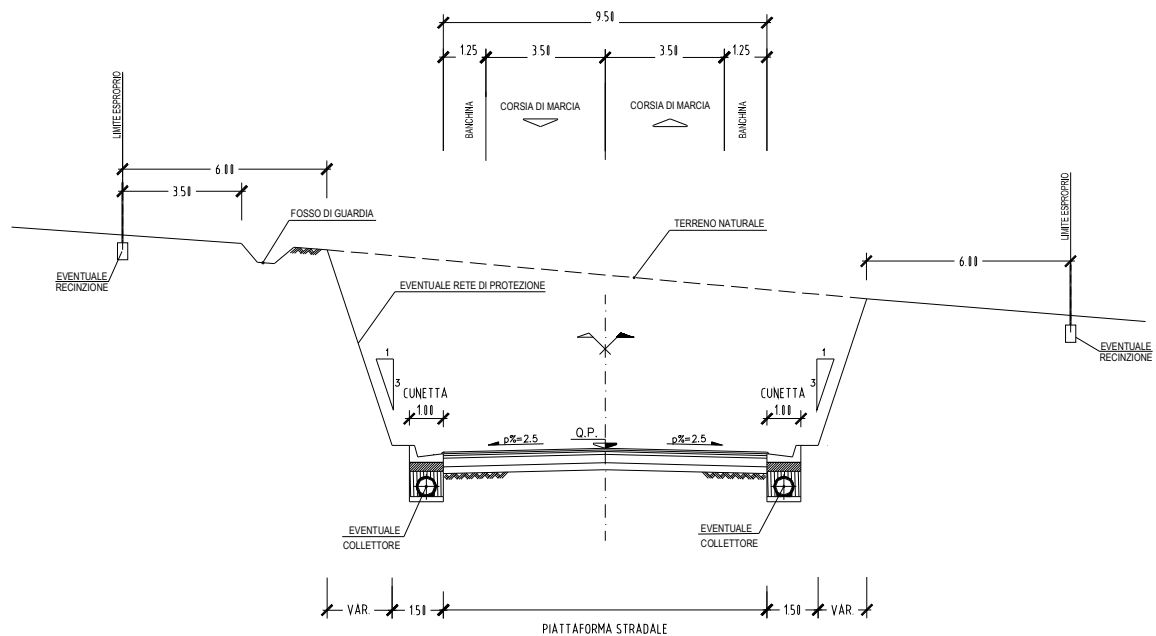


**Figura 2 - Sezione in rilevato**





**Figura 3 - sezione in trincea**



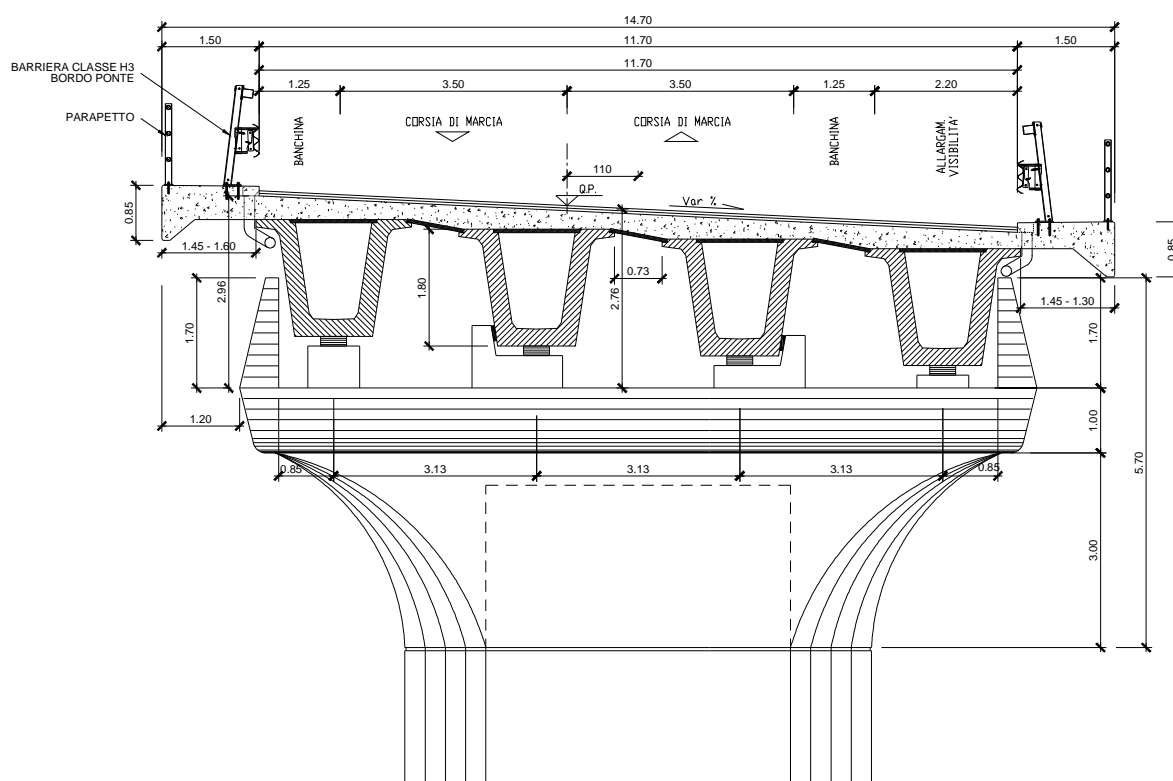
**Figura 4 – Sezione in trincea in presenza di terreno roccioso.**

## 2.6.2 Sezioni stradali in sede artificiale (opere d'arte principali)

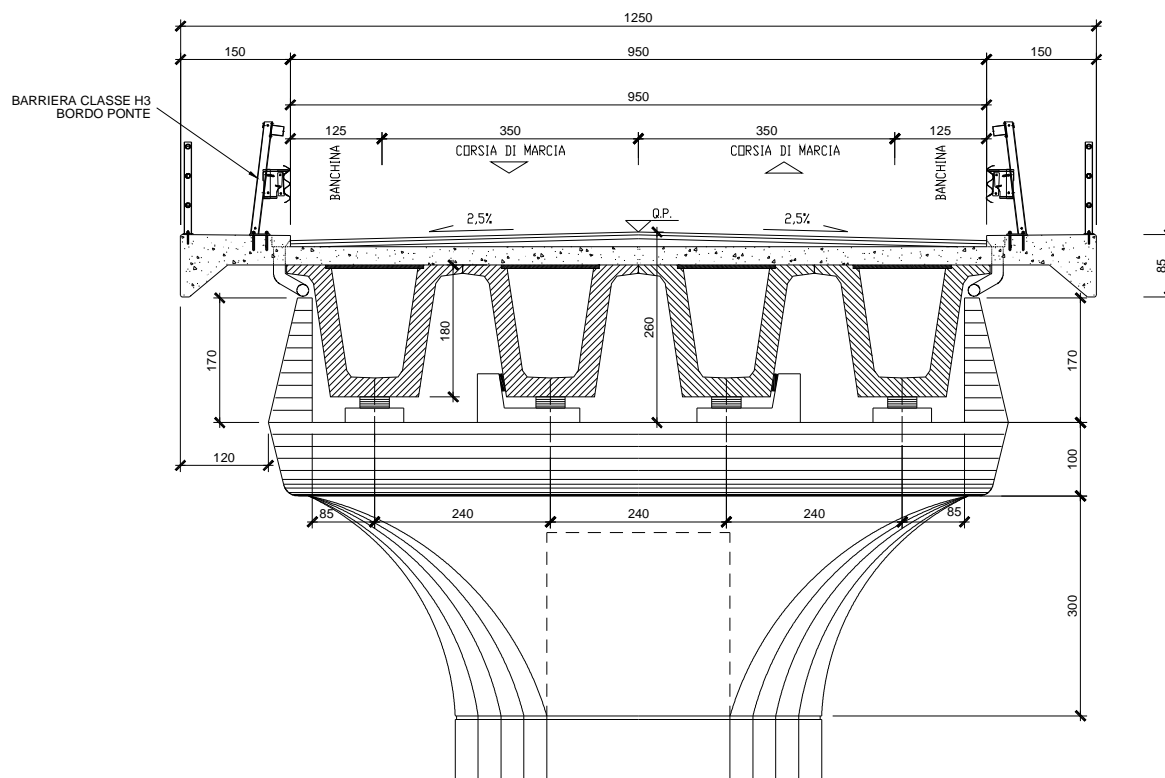
Come previsto dalla normativa la sezione stradale mantiene invariate le dimensioni degli elementi componenti la piattaforma, relative al tipo di strada di cui fa parte (cat. C2) anche in sede artificiale (par. 4.1).

Anche per i viadotti è prevista una sezione trasversale con sede stradale pari a 9.50 m. Per il viadotto Abba e Tuortu, realizzati in curva con  $R = 800.00$  m è previsto poi un allargamento per visibilità di 2.20 m (vedi *fig. 5*) mentre, per il Veldidonna, in rettilineo, non è previsto alcun allargamento (vedi *fig. 6*).

Gli elementi marginali sono costituiti da cordoli in cls di larghezza pari a 1.50 m in modo da poter ospitare e consentire il corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza previsti (**D.M. 03-06-1998** - barriere metalliche bordo opera di tipo H3,  $L_c = 463$  kj).



**Figura 5** – sezione tipo viadotto Abba e Tuortu



**Figura 6** – sezione tipo viadotto Veldidonna

## 2.7 Documenti di riferimento

Per la progettazione dell'infrastruttura si è proceduto seguendo i criteri indicati dalla normativa vigente in riferimento a :

- D.M. 5 novembre 2001, n° 6792 (S.O. n° 5 alla G.U. n° 3 del 04.01.2002).  
“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- Università “La Sapienza” di Roma – Università di Trieste  
“studio a carattere prenormativo sulle caratteristiche, di traffico e di illuminazione delle intersezioni stradali urbane ed extraurbane”- rapporto finale del 28.03.2001
- D.M. 3 giugno 1998, n° 3256 (G.U. n° 253 del 29.10.1998) e successivi aggiornamenti (D.M. 21. Giugno 2004, n° 2367  
“Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradali”

### 3 OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI

#### 3.1 Generalità

Come detto in precedenza in tre punti del tracciato la presenza di profonde incisioni del terreno, dovute alla presenza di corsi d'acqua, impone la realizzazione di viadotti, di lunghezza diversa, composti da un numero variabile di campate di luce pari a 32 m nelle campate intermedie e 30.80 m nelle campate di testata.

La scansione dei viadotti è illustrata nella seguente tabella:

Viadotto	Progressive (km)	Campate (m)	L (m)
<b>VELDIDONNA</b>	<b>da 2+400.00 a 2+589.60</b>	<b>(4x32)+(2x30.80)</b>	<b>189.60</b>
<b>ABBA</b>	<b>da 3+425.00 a 3+678.60</b>	<b>(6x32)+(2x30.80)</b>	<b>253.60</b>
<b>TUORTU</b>	<b>da 3+767.50 a 4+117.10</b>	<b>(9x32)+(2x30.80)</b>	<b>349.60</b>

Per le caratteristiche della sezione tipo adottata si rimanda al par. 2.6.2

#### 3.2 Impalcati, appoggi e giunti

Lo schema realizzativo è lo stesso per i tre viadotti. È stato adottato un impalcato costituito da travi in cls prefabbricate e precomprese in stabilimento col sistema delle armature pretese, costituite da trefoli in acciaio da 0,6". Le travi hanno la tipica sezione di cassoncino a V e sono integrate mediante il getto in opera della soletta collaborante e dei traversi, di testata e di campata, realizzati in cls armato ordinario. Le campate così composte risultano isolate e semplicemente appoggiate alle estremità mentre la soletta superiore è continua anche attraverso gli appoggi di pila.

Per garantire la durabilità della soletta è prevista una classe elevata del cls ( $R'_{ck} > 40$  N/mm<sup>2</sup>) ed un copriferro netto di 3 cm.

Per tutti i viadotti è previsto l'impiego di quattro travi con altezza pari a 180 cm, con un rapporto altezza/luce che favorisce la trasparenza dei prospetti, trattandosi di viadotti con profilo stradale relativamente basso sul piano di campagna.

I quattro cassoncini sono tra loro accostati all'interasse trasversale di 240 cm per il Veldidonna e di 313 per l'Abba ed il Tuortu. Gli sbalzi di soletta in rettilineo sono di 265 cm teorici, misurati dall'asse del cassoncino di bordo, e di 145 cm come misura netta; considerata la curvatura planimetrica dei viadotti ( $R = 800$  m), la variabilità degli sbalzi di soletta risulta al massimo di 35 cm circa.

Lo spessore della soletta è di 25 cm minimo, la chiusura della sommità delle travi avviene con predalle-cassero tralicciate dello spessore di 5 cm. La sezione dei traversi è di (50x135) cm, al netto della soletta.

La scelta della tipologia strutturale degli impalcati scaturisce dalla considerazione che la trave prefabbricata in c.a.p. si è affermata negli ultimi decenni come sistema tra i più idonei, sia dal punto di vista tecnico che economico, per il superamento di luci medio-piccole, orientativamente fino ai 35 m circa, quando, come nel caso in esame, non si ravvisano particolari ostacoli per il loro trasporto.

La capillare diffusione sul territorio di stabilimenti di produzione efficienti ed affidabili, presenti anche nella zona sede dell'intervento, consente un approvvigionamento veloce e continuo delle travi, in stretta connessione alle esigenze del cantiere. Con l'adozione della tipologia prevista risultano notevolmente ridotte le aree di stoccaggio a piè d'opera, sensibilmente agevolati i cicli di costruzione e minimizzati i tempi di realizzazione delle opere e dell'infrastruttura nel suo complesso, anche in considerazione della notevole facilità e rapidità di varo delle travi prefabbricate.

La soletta di continuità a cavallo delle pile è lunga 2 m, con 25 cm di spessore ed un'armatura stimata al 5% circa della sezione normale della soletta. E' il giusto equilibrio tra flessibilità e resistenza, necessario per assorbire le rotazioni di estremità delle campate adiacenti senza subire fessurazioni, ed assicurare così la tenuta e l'integrità del manto stradale e quindi il comfort per l'utente, riducendo altresì i costi di manutenzione.

Il comportamento statico dell'impalcato risulta semplice ed affidabile. I carichi verticali vengono sostenuti dalle singole campate nello schema di semplice appoggio mentre le azioni orizzontali, ed il sisma in particolare, vengono trasferite alle spalle denominate fisse.

Per questi ultimi è previsto l'impiego di acciaio teflon, con carichi di progetto degli appoggi di pila e di spalla uguali tra loro.

Attraverso la rigidità degli appoggi vengono controllati anche gli spostamenti longitudinali, dovuti alle variazioni termiche, al ritiro e al sisma, da assorbire con i giunti di dilatazione in gomma armata posti solo sulle spalle, con scorrimenti variabili in funzione della diversa lunghezza totale dei viadotti.

### 3.3 Pile e spalle

Le pile presentano altezze variabili, con i seguenti valori massimi per i diversi viadotti: 17 m per il Veldidonna, 15,5 m per l'Abba, 20 m per il Tuortu.

E' stata studiata una pila tipologica da adottare in tutti i casi, in modo da utilizzare il più possibile le stesse casseforme e soprattutto allo scopo di conferire uniformità al prospetto e all'intero intervento. Le pile risultano schematicamente composte da tre parti: un fusto a sezione rettangolare allungata e cava, un capitello svasato nella sola direzione trasversale ed un pulvino per il sostegno degli impalcati.

Essendo i viadotti in rettilineo ed in curva le pile assumono dimensioni diverse:

- viadotto in rettilineo (Veldidonna) fusto 5,00x2,40 m, altezza variabile,  
capitello 9,00x2,40 m in sommità , altezza di 3,00 m  
pulsino 10,10x4,00 m incluse le velette, altezza di 1,00 m;
- viadotti in curva (Abba e Tuortu) fusto 7,20 x 2,40 m, altezza variabile,  
capitello 11,20x2,40 m in sommità , altezza di 3,00 m  
pulsino 12,30x4,00 m incluse le velette, altezza di 1,00 m;

Particolare cura è stata posta nello studio del prospetto, anche attraverso l'introduzione di velette in cls che spiccano dall'estradosso del pulsino, a forma di trapezio rovesciato rispetto alla piattaforma del pulsino; esse coprono alla vista i baggioli, gli appoggi e lo spazio tra le "code" delle travi e configurano una gradevole sella d'appoggio per l'impalcato. E' previsto il trattamento finale delle superfici in cls a base di idonee vernici, per la protezione dagli agenti esterni e per una migliore uniformità di colore.

Le spalle sono del tipo scatolare, formate da paramento e muri di risvolto per il contenimento del retrostante rilevato. La funzione di sostegno dell'impalcato è evidenziata sul prospetto da una piattaforma d'appoggio, completa di velette in cls faccia a vista. Tutte le altre superfici delle spalle sono rivestite in muratura di pietrame di granito, a faccia vista grezza, dello spessore minimo di 15 cm con cordolo di coronamento in c.a. in prosecuzione di quello di bordo dell'impalcato. In alcuni casi, i muri di risvolto delle spalle proseguono con muri andatori in c.a. a sostegno della sede stradale, con analoga finitura in pietrame e cordolo di coronamento in cls.

### 3.4 Fondazioni

Dalla "Relazione geologica" allegata al progetto (alla quale si rinvia comunque per maggiori dettagli), risulta che l'area in cui sono ubicate le fondazioni dei viadotti è caratterizzata da formazioni granitiche, da sane a fratturate, ricoperte da una modesta coltre detritica sabbiosa, spesso mista a terreno vegetale.

I terreni interessati dalle opere risultano di buona qualità e tali da consentire fondazioni superficiali di tipo diretto. Sulla base di questa indicazione è stata dimensionata una fondazione per la pila tipologica.

### 3.5 Materiali

Per la realizzazione dei viadotti è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- Calcestruzzo
  - magroni  $R_{ck} = 20 \text{ MPa}$
  - fondazioni  $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$
  - elevazione pile e spalle  $R_{ck} = 35 \text{ MPa}$
  - travi prefabbricate  $R_{ck} = 55 \text{ MPa}$
  - predalles prefabbricate  $R_{ck} = 35 \text{ MPa}$
  - soletta e traversi  $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- Acciaio
  - armature ordinarie  $F_{yk} = 44 \text{ K}$
  - trefoli di precompressione travi  $f_{ptk} = 1870 \text{ MPa}$

### 3.6 Normativa di riferimento, con particolare a quella sismica

I calcoli di stabilità dei viadotti sono svolti nel rispetto delle norme tecniche vigenti, comprese quelle di più recente emanazione. In particolare, per quanto riguarda la Normativa sismica si richiamano le seguenti considerazioni.

Ai sensi dell'Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003, il territorio interessato dalle opere in progetto è classificato come zona sismica 4, mentre la precedente zonizzazione non ricomprendeva il Comune di Tempio Pausania in nessuna delle zone classificate sismiche.

La regione Sardegna con delibera di Giunta n° 15/31 del 30/03/2004 ha dichiarato che le costruzioni in zona classificate sismiche di 4 livello possono essere considerate non sismiche.

Infine, l'art. 14-undecies della Legge n° 166 del 17/8/2005 dispone, per le nuove Norme Tecniche, una fase transitoria della durata di 18 mesi, e quindi fino al 23/4/2007, con la possibilità, nel citato periodo, di applicare ancora il precedente quadro normativo (D.M. 16/1/1996).

In considerazione di quanto sopra evidenziato, a favore di sicurezza si è deciso di progettare le opere applicando il (D.M. 16/1/1996) considerando una zona sismica di terzo livello con  $S = 6$ .

## 4 OPERE D'ARTE MINORI: SOTTOPASSI E MURI

### 4.1 Sottopassi

Il nuovo tracciato, come detto interferisce con alcune viabilità locali, per garantirne la continuità sono stati previsti sottopassi scatolari di dimensioni nette interne 5.00x5.00 aventi lunghezza diversa.

Le caratteristiche dimensionali dei sottopassi è illustrata nella seguente tabella:

Progressive (km)	Lunghezza totale (m)	Lunghezza soletta sup. (m)	Lunghezza muro in sx (m)	Lunghezza muro in dx (m)
<b>2+933,00</b>	<b>25,92</b>	<b>12,12</b>	<b>6,65</b>	<b>7,15</b>
<b>4+620,00</b>	<b>27,20</b>	<b>10,90</b>	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>

Gli elementi strutturali (fondazione, piedritti e soletta superiore) hanno tutti spessore pari a 70 cm. Il sottopasso a progressiva 2+933 presenta sui muri d'ala in sx due muretti di risvolto (dim. h=3.20 l=1.80 e sp. 0.30) necessari per contenere il rilevato della viabilità principale, mentre in dx i muri d'ala si raccordano con il muro di sottoscarpa prefabbricato.

E' prevista la protezione dell'intera struttura mediante l'applicazione di una adeguata impermeabilizzazione costituita da un teli in PVC dello spessore non inferiore a 2 mm saldati per termofusione, uno strato di tessuto non tessuto di 600g/mq e tubo drenante collocato alla base delle pareti; l'impermeabilizzazione della soletta superiore sarà inoltre protetta da massetto in cls Rck 15 Mpa armato con rete elettrosaldata sp min 5 cm.

### 4.2 Muri

Lungo il tracciato, al fine di ridurre l'impatto su un territorio caratterizzato da vegetazione di pregio e quindi contenere gli espropri, sono stati previsti muri di sostegno, di sottoscarpa e di controripa a seconda delle diverse esigenze.

Sono stati utilizzati muri ad elementi prefabbricati di altezze comprese tra 1.50 e 7.50 m. La facciata è rivestita in pietra locale ed è verticale nei muri di sostegno e a scarpa nei muri di controripa.

La platea è alla base della parete, sotto al rilevato per tutta la sua larghezza. L'ancoraggio della parete prefabbricata alla platea è realizzato tramite un elemento di cemento armato che funge da tirante di collegamento. La sommità dei muri è rifinita da un elemento prefabbricato alto 40 cm ancorato in un cordolo gettato in opera.

Nel tratto in corrispondenza della casa cantoniera Anas alla progr. 4+200 circa, per la presenza di una modesta trincea si rende necessario demolire l'esistente muretto di recinzione e spostare l'attuale ingresso; il progetto prevede l'inserimento di un muro cunetta alto 1.50 m sulla cui sommità è posta la rete di recinzione mentre il cancello d'ingresso viene spostato sull'adiacente strada campestre.



La sequenza dei muri viene di seguito riepilogata:

#### *Muri di sottoscarpa*

<i>Prog.</i>	<i>Sviluppo</i>	<i>Ciglio</i>	<i>H media</i>
da 0+200.00 a 0+300.00	ml 100	SX	3.00
da 0+505.00 a 0+620.00	ml 115	DX	3.50
da 0+520.00 a 0+650.00	ml 130	SX	2.75
da 1+200.00 a 1+310.00	ml 110	SX	3.50
da 1+827.00 a 1+887.00	ml 60	DX	4.25
da 2+258.00 a 2+357.00	ml 100	DX	4.00
da 2+808.00 a 2+983.00	ml 175	DX	4.50
da 3+378.30 a 3+403.30	ml 25	SX	2.00

#### *Muri di sostegno*

<i>Prog.</i>	<i>Sviluppo</i>	<i>Ciglio</i>	<i>H media</i>
da 0+768.00 a 0+813.00	ml 45	SX	2.00
da 0+960.00 a 1+010.00	ml 50	SX	3.00
da 1+435.00 a 1+525.00	ml 90	DX	2.75
da 2+354.00 a 2+394.00	ml 40	SX	3.00
da 3+684.80 a 3+761.30	ml 79.20	SX	3.75
da 3+684.80 a 3+761.30	ml 77.70	DX	3.75

#### *Muri di controripa*

<i>Prog.</i>	<i>Sviluppo</i>	<i>Ciglio</i>	<i>H media</i>
da 1+025.00 a 1+200.00	ml 175	DX	3.00
da 3+150.00 a 3+325.00	ml 175	SX	2.25

#### *Muri cunetta*

<i>Prog.</i>	<i>Sviluppo</i>	<i>Ciglio</i>	<i>H media</i>
da 4+189.10 a 4+269.10	ml 80	DX	1.50

### **4.3 Materiali**

Per la realizzazione dei sottopassi e dei muri è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- Calcestruzzo
 

cordoli di fondazione muri	Rck = 10 Mpa
magroni	Rck = 20 Mpa
platee	Rck = 25 MPa
fondazioni ed elevazioni	Rck = 30 MPa
elementi prefabbricati	Rck = 40 MPa
- Acciaio
 

armature ordinarie	Fe B 44 K
--------------------	-----------

## 5 ANALISI DI VELOCITÀ E DI VISIBILITÀ

### 5.1 Premessa

Il concetto di sicurezza stradale deve essere interpretato non solo come garanzia di protezione degli utenti nel caso di incidenti ma anche come un più vasto rapporto tra la strada, il conducente e l'ambiente. In particolare è indispensabile considerare attentamente in fase di progetto e garantire in fase di esercizio sia la sicurezza attiva sia la sicurezza passiva dell'utente dell'infrastruttura stradale realizzata.

Una elevata sicurezza attiva è basata principalmente su una corretta e sufficientemente vasta percezione del tracciato in rapporto alle velocità di percorrenza

Ciò significa che, definito l'intervallo delle velocità di progetto legato alla tipologia di infrastruttura, è necessario eseguire :

- dimensionamenti e verifiche degli elementi plano-altimetrici del tracciato
- verifiche di un corretto coordinamento plano-altimetrico
- verifiche dell'assenza di difetti ottici (alterazione delle curvature, restringimenti, perdite di tracciato) e della corretta leggibilità del tracciato
- verifiche relative agli ingombri in curva per le categorie di veicoli ammessi al transito soprattutto in corrispondenza dei tratti maggiormente vincolanti (intersezioni, rotatorie, etc)
- verifica degli sviluppi delle corsie di accelerazione e decelerazione

Inoltre :

- analisi dei profili di velocità tramite diagrammi e verifiche relative alla corretta composizione plano-altimetrica dell'asse nel rispetto delle distanze di visibilità da garantire
- verifiche relative alla valutazione dell'omogeneità del tracciato eseguibili dalla interpretazione dei diagrammi di velocità.

Nei prossimi paragrafi si procederà quindi all'analisi e allo studio dei profili di velocità e delle distanze di visibilità consentite lungo il tracciato dell'asse principale della viabilità in progetto.

### 5.2 Criteri di analisi e definizione dei diagrammi delle velocità

La definizione del diagramma delle velocità si ottiene attraverso un esame delle velocità consentite lungo gli elementi geometrici in cui si articola il tracciato considerando che :

- lungo i rettifili la velocità può raggiungere il valore massimo di 100 Km/h
- lungo le curve la velocità si ipotizza costante e pari alla velocità dinamicamente consentita come illustrato graficamente nell'abaco di *fig. 7* (estratto dal *D.M. del 05.11.2001* e presente tra gli allegati). Da tale abaco si evince che ad ogni valore del raggio della curva è associato il corrispondente valore della pendenza trasversale e la velocità massima che consente l'equilibrio dinamico in curva.

- lungo gli elementi di raccordo a curvatura variabile (clotoidi) si svolgono le fasi di accelerazione e decelerazione con valore fissato e pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$  non influenzato dalle caratteristiche altimetriche del tracciato. La distanza lungo la quale avviene tale variazione di velocità è definita *distanza di transizione* ( $D_T$ ) determinata attraverso l'espressione :

$$D_T[m] = \frac{V_1^2 - V_2^2}{3.6^2 \cdot 2 \cdot 0.8}$$

con :

$V_1 = \text{velocità iniziale}$

$V_2 = \text{velocità finale}$

entrambe espresse in km/h

Nel caso dell'infrastruttura in esame, con intervallo di velocità  $60 \div 100 \text{ km/h}$ , l'abaco di *fig. 7* in allegato evidenzia come :

Per valori del raggio compresi tra il minimo  $R=118$  (a cui è associata un velocità  $V=60 \text{ km/h}$ ) e  $R=437$  (a cui è associata un velocità  $V=100 \text{ km/h}$ ) la pendenza trasversale è pari al valore massimo del 7.00%.

Per valori del raggio compresi tra  $R=437$  e  $R=2187$  la velocità si mantiene costante mentre la pendenza trasversale progressivamente si riduce dal valore massimo del 7.00% al valore minimo del 2.50%

Nella *fig. 10*, in allegato, è riportato sia graficamente che analiticamente l'andamento delle velocità lungo il tracciato

### 5.3 Criteri di determinazione delle distanze di arresto

Partendo dalla determinazione delle velocità lungo gli elementi geometrici di tracciato la definizione delle corrispondenti distanze di arresto  $D_A$  avviene in base a :

- caratteristiche altimetriche del tracciato ( pendenza longitudinale  $\pm i$  )
- caratteristiche delle pavimentazioni ( coefficiente di aderenza  $f_l$  )

adottando la formula :

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[ f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

dove:

$D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$

$D_2$  = spazio di frenatura

$V_0$  = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto  
desunta puntualmente dal diagramma delle velocità (cfr. par. 5.4) [km/h]

$V_1$  = velocità finale del veicolo, in cui  $V_1 = 0$  in caso di arresto [km/h]

$i$  = pendenza longitudinale del tracciato [ % ]

$\tau$  = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e  
attuazione) [s]

$g$  = accelerazione di gravità [m/s<sup>2</sup>]

$Ra$  = resistenza aerodinamica [ N ]

$m$  = massa del veicolo [kg]

$f_l$  = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

$r_0$  = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica  $Ra$  si valuta con la seguente espressione :

$$Ra = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

$C_x$  = coefficiente aerodinamico

$S$  = superficie resistente [ m<sup>2</sup> ]

$\rho$  = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m<sup>3</sup>]

Per il coefficiente di aderenza longitudinale  $f_l$  la normativa vigente prevede i seguenti valori, compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm)

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f <sub>l</sub> Altre strade	0,45	0,43	0,35	0,30	0,25	0,21	-

Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2.6 sec per 20 km/h a 1.4 sec per 140 km/h in considerazione della maggiore attenzione alla guida da parte dell'utente alle alte velocità. La formula relativa è :

$$\tau = (2,8 - 0,01 V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

## 5.4 Criteri di analisi e verifiche delle distanze di visuale libera

La fase successiva consiste nella determinazione delle distanze di visuale libera DVL , tramite metodi geometrici, e nel confronto tra la distanza necessaria per l'arresto D<sub>A</sub> , in caso di presenza di un ostacolo improvviso sulla carreggiata, e l'effettiva distanza di visibilità consentita dalle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.

La determinazione della visibilità lungo il tracciato richiede un'analisi di tipo tridimensionale che tenga conto della presenza degli elementi a curvatura variabile, della lunghezza di ciascun elemento, dell'andamento altimetrico e della configurazione degli elementi di margine. Per tale motivo le distanze di visibilità vengono valutate sia da un punto di vista planimetrico, sia altimetrico.

### 5.4.1 Analisi di Visibilità planimetrica

Le distanze planimetriche di visuale libera sono geometricamente calcolate con gli schemi delle *fig. 8a e 8b*, in allegato, ipotizzando che la traiettoria ideale ( quindi a meno di dispersioni ) seguita dagli utenti coincida con la linea ideale descritta dal centro della corsia.

La distanza di visibilità viene, inoltre, calcolata distinguendo tra le manovre eseguite lungo le curve destrorse ( più penalizzanti ) e lungo le curve sinistrorse.

Geometricamente la distanza di visibilità in curva è determinata adottando la formula:

$$Dv = 2 * ( R_{\text{conducente}}^2 - R_{\text{limite fisico}}^2 )^{0.5}$$

In cui (vedi *fig. 8a e 8b* in allegato) :

$$R_{\text{conducente}} = R_{\text{tracciamento}} - L_{\text{corsia}}/2$$

$$R_{\text{limite fisico}} = R_{\text{conducente}} - B$$

B rappresenta la distanza tra l'occhio del conducente ed il limite fisico di visibilità trasversale (logicamente differente lungo le curve destrorse e sinistrorse e maggiore per le curve sinistrorse ) che nelle diverse situazioni possibili può essere costituito dalla barriera metallica in rilevato, come schematizzato negli esempi di *fig. 9a e 9b* in allegato, dal limite della scarpata oltre la cunetta in scavo, dalla superficie del pannello di rivestimento tra muri , dalla superficie del piedritto in galleria , etc

### 5.4.2 Analisi di visibilità altimetrica

Per quanto riguarda le verifiche di visibilità altimetriche il calcolo delle distanze viene eseguito facendo sempre riferimento alla normativa adottando le formule valide per i raccordi sia concavi sia convessi verificando i casi sia di  $D_v > L$  sia di  $D_v < L$  con  $L$ = sviluppo del raccordo verticale :

*raccordi convessi ( dossi )*

$$D > L \quad R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - 100 \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right]$$

$$D < L \quad R_v = \frac{D^2}{2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2})}$$

*raccordi concavi ( sacche )*

$$D > L \quad R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[ D - \frac{100}{\Delta i} (h + D \times \sin \vartheta) \right]$$

$$D < L \quad R_v = \frac{D^2}{2 (h + D \sin \vartheta)}$$

considerando :

- l'altezza dal piano stradale dell'occhio del conducente  **$h_1=1.10\text{m}$**
- l'altezza dal piano stradale dell'ostacolo( in questo caso un veicolo procedente in senso opposto)  **$h_2=0.10\text{m}$**
- l'altezza del centro dei fari dal piano stradale  **$h=0.50\text{m}$**
- massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo  **$\vartheta = 1^\circ$**

## 5.5 Analisi dei risultati

L'analisi dei profili di velocità con le limitazioni che consentono la percorrenza del tracciato in sicurezza e l'analisi delle distanze di visibilità raffrontate alle distanze per arresto lungo lo sviluppo del tracciato, per entrambi i sensi di marcia, è riportata tra gli allegati.

Per entrambi i sensi di marcia sono stati riscontrati dei condizionamenti plano-altimetrici; l'analisi ha evidenziato, per brevi tratti, distanze di visibilità inferiori alle distanze di arresto necessarie in virtù della velocità dinamica consentita su di esse.

In conseguenza di ciò è necessario:

- eseguire degli allargamenti di piattaforma lungo le curve del tracciato per garantire una distanza di visibilità per l'arresto. Per l'entità di tali allargamenti si rimanda alla *fig. 16*, in allegato
- imporre in corrispondenza di tali curve a velocità più basse rispetto alla velocità dinamica possibile in modo da consentire degli spazi di arresto confrontabili con la visibilità a disposizione.

In ogni modo le limitazioni di velocità imposte al tracciato per garantire il rispetto delle norme vigenti (Nuovo Codice della Strada) garantiscono l'utilizzo in condizioni di sicurezza della infrastruttura in progetto.

## 6 FIGURE E TABELLE

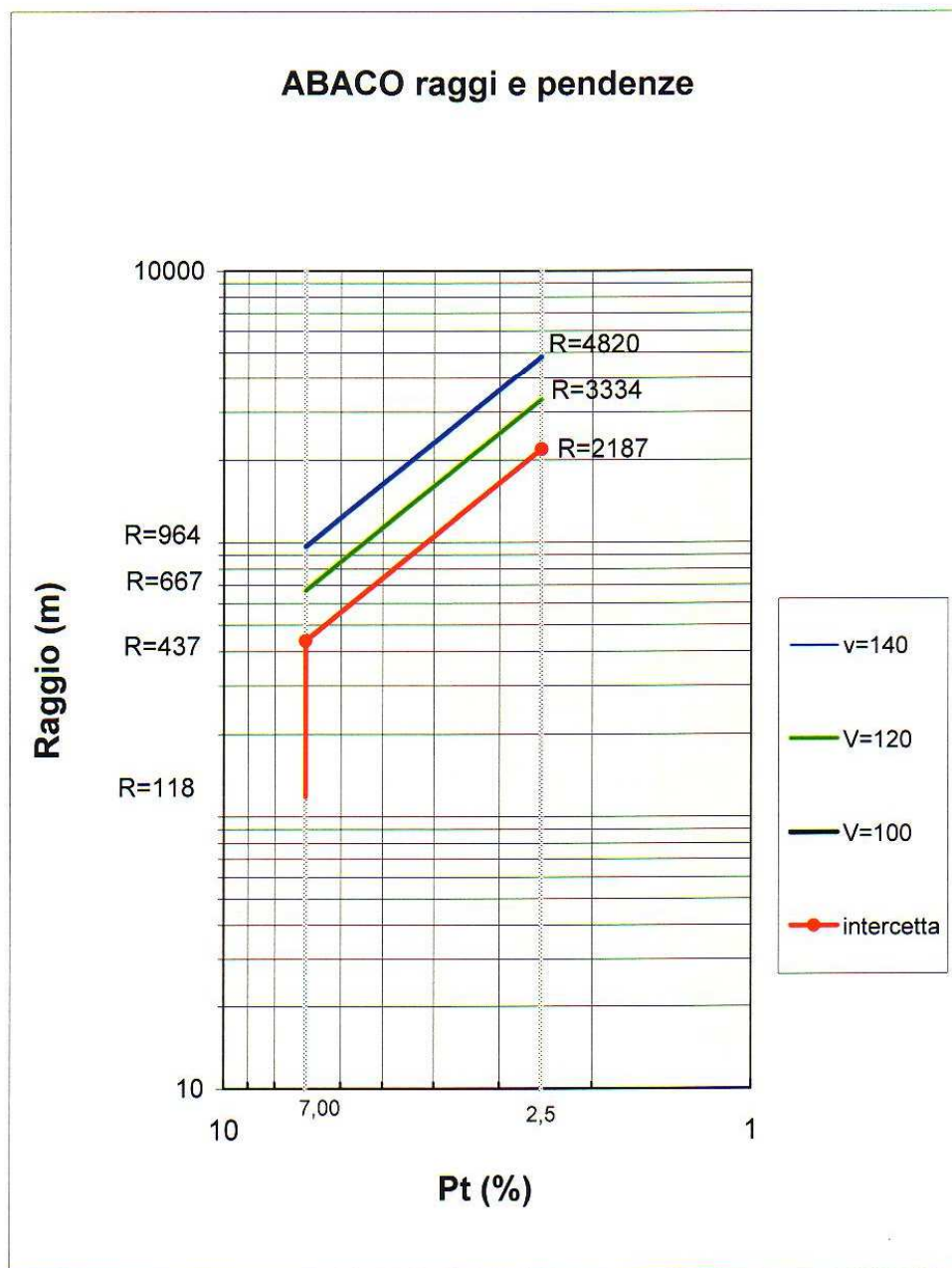
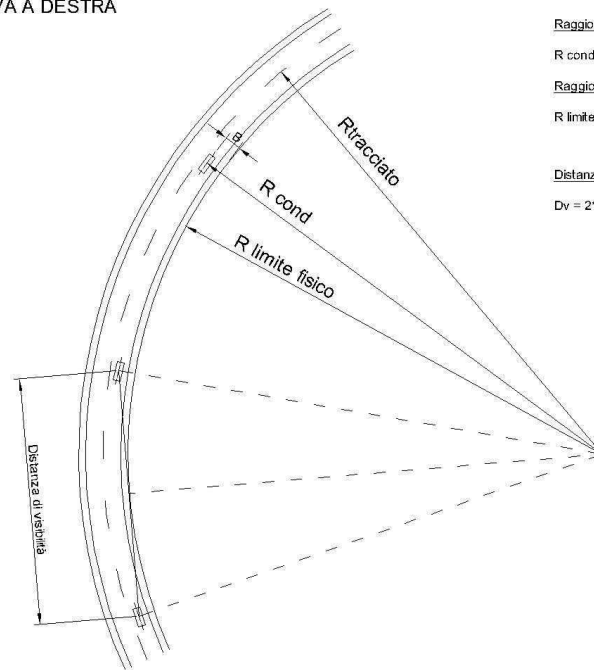


FIGURA 1

*Figura 7 – Abaco delle pendenze e delle velocità in curva*



# CURVA A DESTRA



Raggio conducente :

$$R \text{ cond} = R \text{ tracc} - L \text{ corsia} / 2$$

Raggio ciglio :

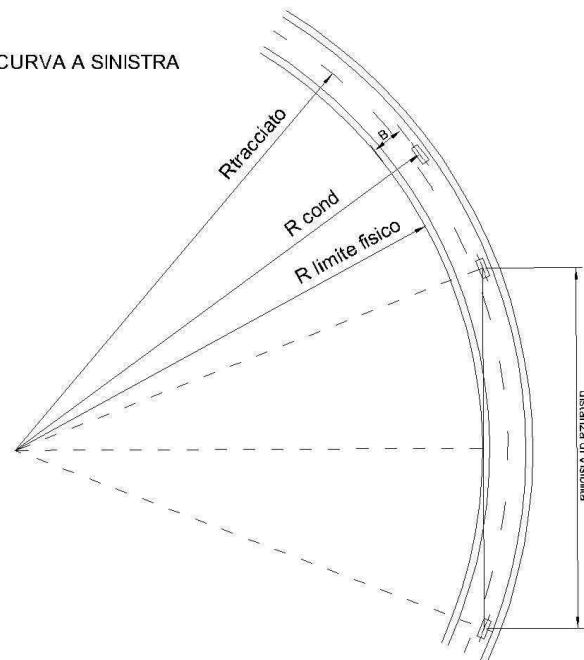
$$R \text{ limite fisico} = R \text{ cond} - B$$

Distanza di Visibilità :

$$Dv = 2 * (R \text{ cond}^2 - R \text{ ciglio}^2)^{0.5}$$

Figura 8a

# CURVA A SINISTRA



Raggio conducente :

$$R \text{ cond} = R \text{ tracc} + L \text{ corsia} / 2$$

Raggio ciglio :

$$R \text{ limite fisico} = R \text{ cond} - B$$

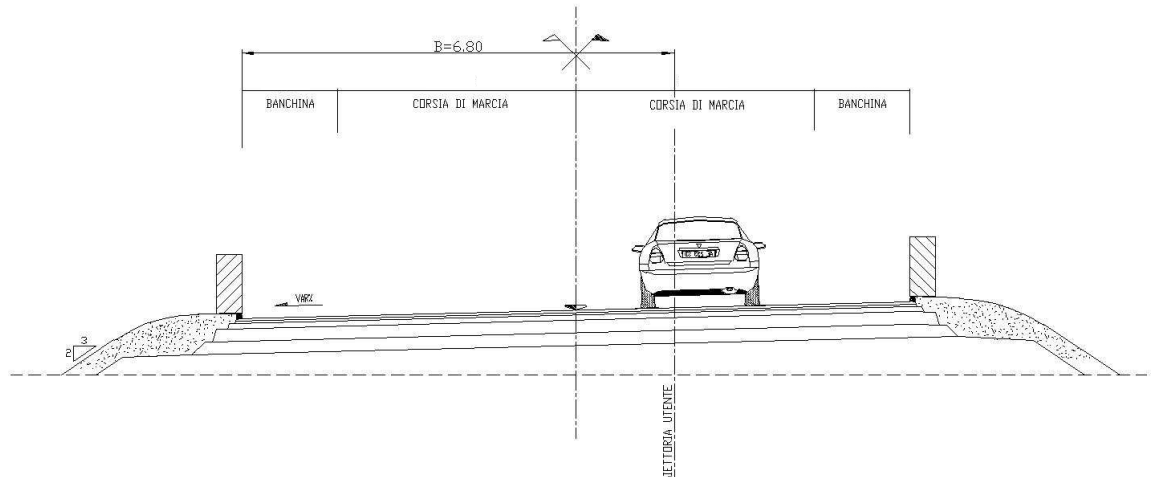
Distanza di Visibilità :

$$Dv = 2 * (R \text{ cond}^2 - R \text{ ciglio}^2)^{0.5}$$

Figura 8b

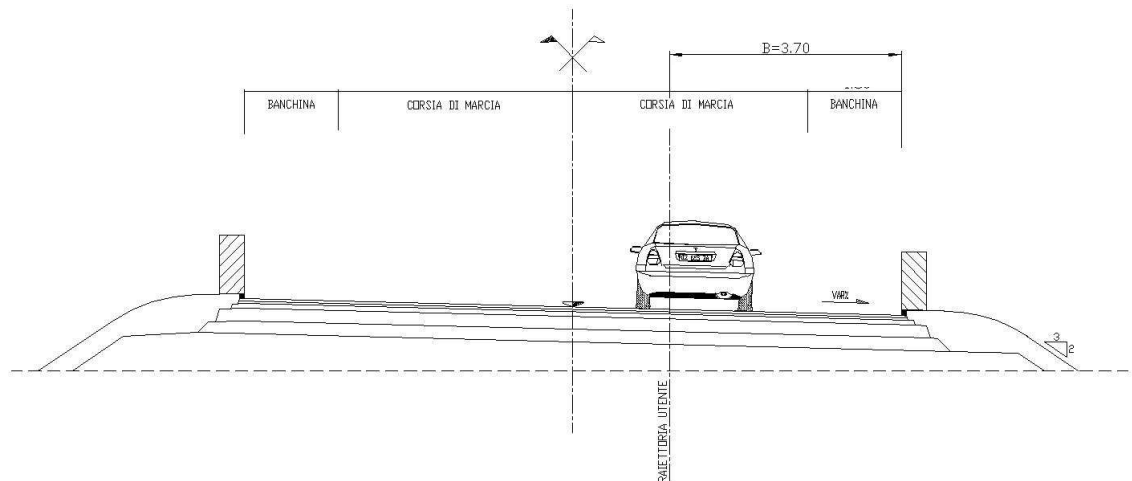
## VISIBILITA' SU CURVA A SINISTRA

SEZIONE ALL'APERTO IN RILEVATO



## VISIBILITA' SU CURVA A DESTRA

SEZIONE ALL'APERTO IN RILEVATO



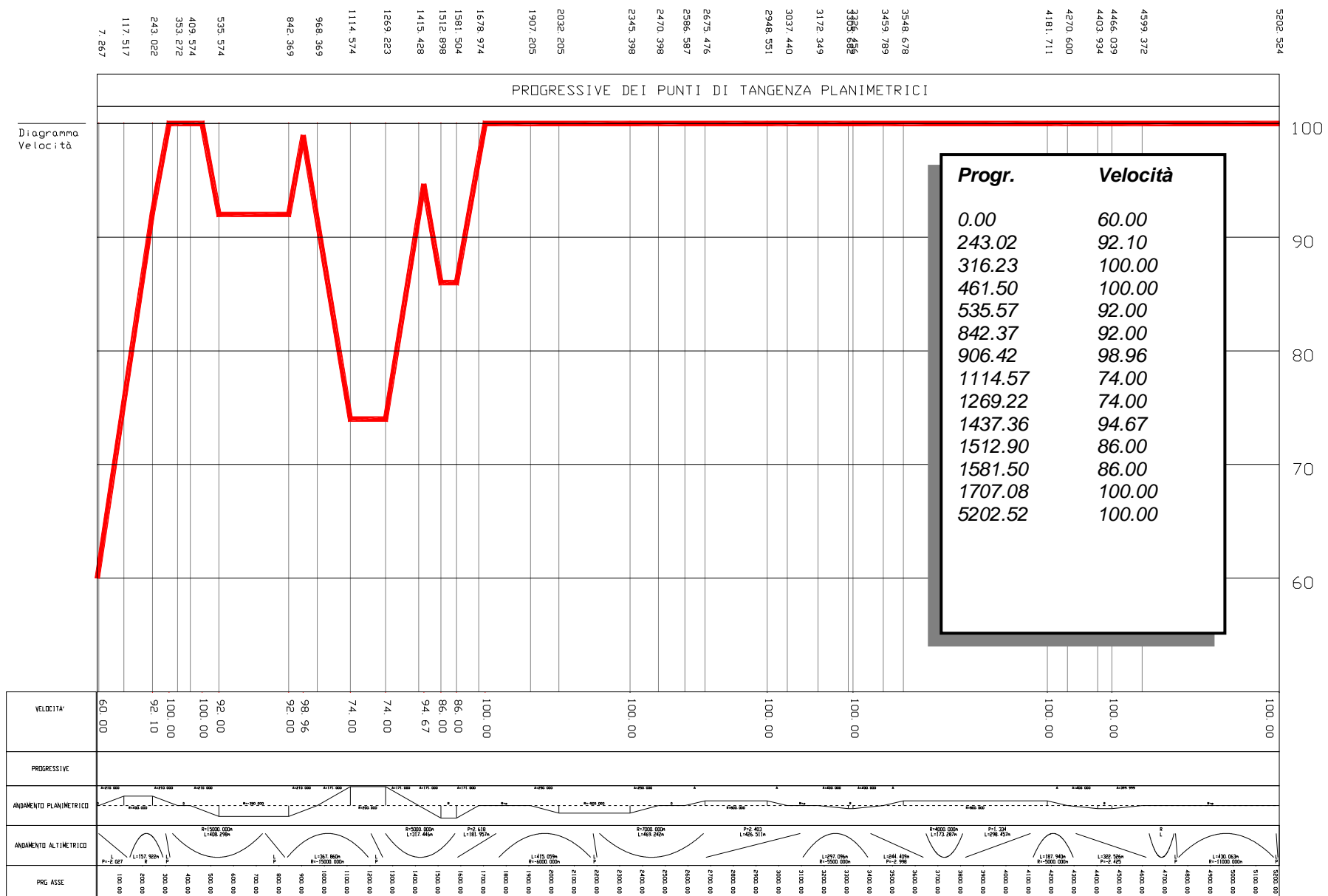


Figura 10 – Diagramma delle velocità

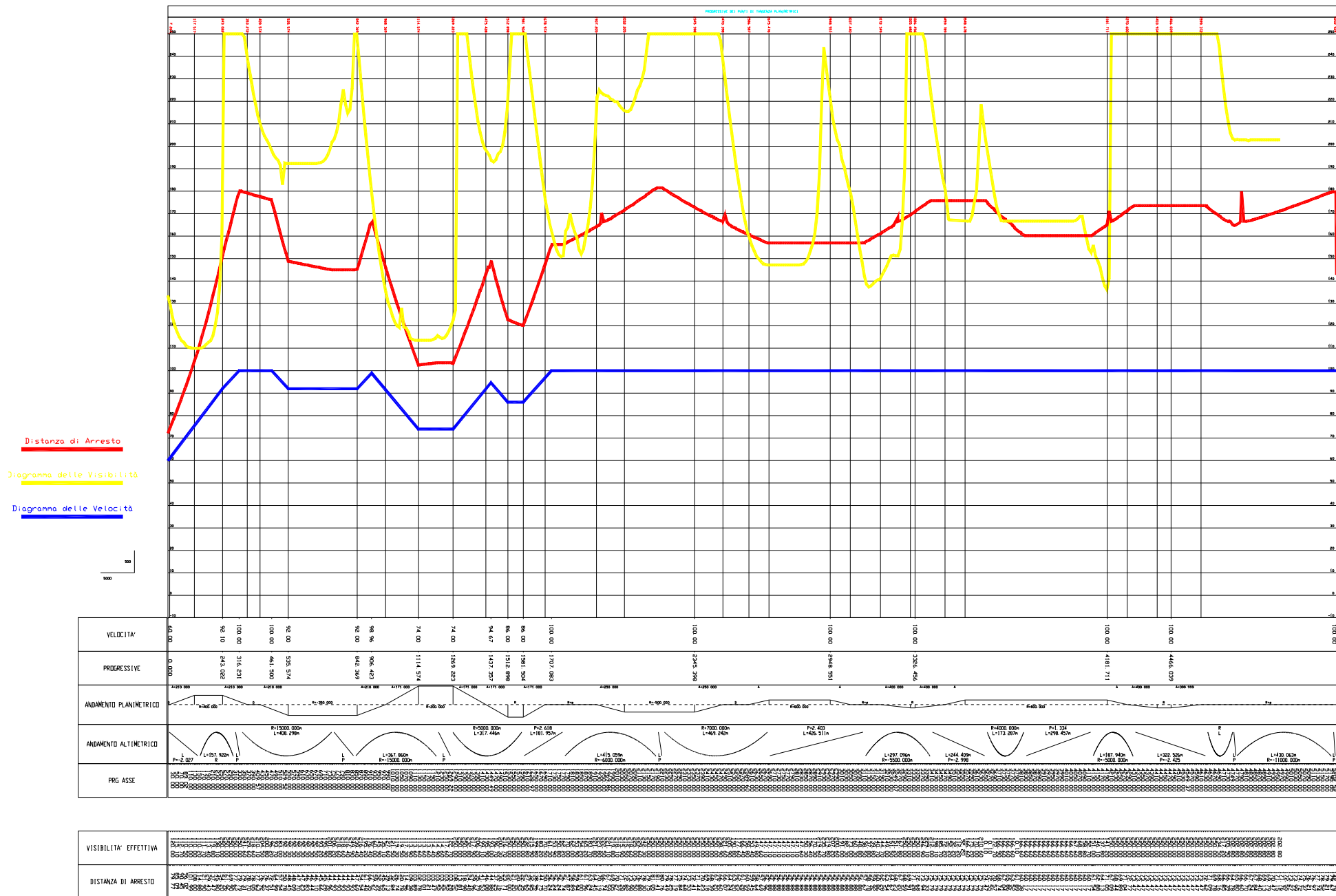


Figura 11 – Diagramma della visibilità diretta



VALORI DI PROGETTO												
Tipo Elemento	Prog In	Prog Fin	Raggio	Vel. Massima	Vel. Teorica	Lungh. Elemento	A	qi	qf	B	Di	t. (sec)
Rettifilo	0.000	7.267		60.960		7.267						
Clotoide	7.267	117.517		75.520		110.250	210.000	0.025	0.070	4.750	0.194	
Circonf.	117.517	243.022	400.000	92.100	97.000	125.505						4.906
Clotoide	243.022	353.272		100.000		110.250	210.000	0.070	0.025	4.750	0.194	
Rettifilo	353.272	409.574		100.000		56.302						
Clotoide	409.574	535.574		100.000		126.000	210.000	0.024	0.070	4.750	0.173	
Circonf.	535.574	842.369	-350.000	92.000	92.000	306.795						12.005
Clotoide	842.369	968.369		98.960		126.000	210.000	0.070	0.000	4.752	0.264	
Clotoide	968.369	1114.574		91.530		146.205	171.000	0.070	0.069	5.182	0.004	
Circonf.	1114.574	1269.223	200.000	74.000	74.000	154.649						7.523
Clotoide	1269.223	1415.428		91.970		146.205	171.000	0.070	0.000	4.771	0.228	
Clotoide	1415.428	1512.898		94.670		97.470	171.000	0.000	0.070	4.751	0.341	
Circonf.	1512.898	1581.504	-300.000	86.000	86.000	68.606						2.872
Clotoide	1581.504	1678.974		96.870		97.470	171.000	0.070	0.024	4.751	0.224	
Rettifilo	1678.974	1907.205		100.000		228.231						
Clotoide	1907.205	2032.205		100.000		125.000	250.000	0.025	0.064	4.750	0.148	
Circonf.	2032.205	2345.398	-500.000	100.000	100.000	313.193						11.275
Clotoide	2345.398	2470.398		100.000		125.000	250.000	0.064	0.025	4.750	0.148	
Rettifilo	2470.398	2586.587		100.000		116.189						
Clotoide	2586.587	2675.476		100.000		88.889	266.667	0.025	0.047	4.750	0.118	
Circonf.	2675.476	2948.551	800.000	100.000	100.000	273.075						9.831
Clotoide	2948.551	3037.440		100.000		88.889	266.667	0.047	0.025	4.750	0.118	
Rettifilo	3037.440	3172.349		100.000		134.909						
Clotoide	3172.349	3305.682		100.000		133.333	400.000	0.025	0.037	4.750	0.043	
Circonf.	3305.682	3326.456	-1200.000	100.000	100.000	20.774						0.748
Clotoide	3326.456	3459.789		100.000		133.333	400.000	0.037	0.000	4.750	0.132	
Clotoide	3459.789	3548.678		100.000		88.889	266.667	0.000	0.047	4.750	0.251	
Circonf.	3548.678	4181.711	800.000	100.000	100.000	633.033						22.789
Clotoide	4181.711	4270.600		100.000		88.889	266.667	0.048	0.000	4.750	0.256	
Clotoide	4270.600	4403.934		100.000		133.333	400.000	0.000	0.036	7.775	0.210	
Circonf.	4403.934	4466.039	-1200.000	100.000	100.000	62.106						2.236
Clotoide	4466.039	4599.372		100.000		133.333	400.000	0.037	0.025	4.750	0.043	

Rettifilo	4599.372	5202.524		100.000		603.151							
-----------	----------	----------	--	---------	--	---------	--	--	--	--	--	--	--

**Figura 13 – Verifiche planimetriche: elementi di progetto**

t. perc.	L. Max Rett.	L. Min Rett.		Rapp. L Ret/Raggio		A ottico	A contr. rid.	A contr. compl.	A sovr. long.
	2200.000	51.440	L<300	R>Lr	7.267				
						133.333	119.769	91.007	126.266
2.500									
						133.333	210.000	181.093	145.297
	2200.000	150.000	L<300	R>Lr	56.302				
						116.667	210.000	183.907	135.195
2.500									
						116.667	205.655	166.771	116.058
						66.667	175.933	172.503	118.896
2.500									
						66.667	177.628	154.995	84.577
						100.000	188.211	154.866	105.094
2.500									
						100.000	197.060	174.487	123.192
	2200.000	150.000	L<300	R>Lr	228.231				
						166.667	210.000	178.840	157.233
2.500									
						166.667	210.000	178.840	157.233
	2200.000	150.000	L<300	R>Lr	116.189				
						266.667	210.000	181.689	178.885
2.500									
						266.667	210.000	181.689	178.885
	2200.000	150.000	L<300	R>Lr	134.909				
						400.000	210.000	186.389	203.306
2.500									
						400.000	210.000	136.091	157.056
						266.667	210.000	148.988	144.530
2.500									
						266.667	210.000	147.529	146.059
						400.000	210.000	138.454	154.919
2.500									
						400.000	210.000	186.389	203.306
	2200.000	150.000	L>300	R>=400	603.151				

**Figura 14 – Verifiche planimetriche: elementi di raffronto**

Tipo di Raccordo	Pend. Iniziale	Pend. Finale	Pend. media	Raggio	Progr. Iniziale	Progr. Finale	Vel. Max	Delta Pend.	Dist Arr	R ottico
Convesso	-2.03	-4	-3.015	8000	137.629	295.551	97.77	1.97	168.1658284	7470
Concavo	-4	-1.28	-2.64	15000	325.371	733.669	100	2.72	174.330689	3242
Convesso	-1.28	-3.73	-2.505	15000	831.16	1199.02	98.96	2.45	170.152411	7769
Concavo	-3.73	2.62	-0.555	5000	1262.927	1580.373	94.67	6.35	150.4920398	3622
Convesso	2.62	-4.3	-0.84	6000	1762.33	2177.39	100	6.92	167.5773112	7535
Concavo	-4.3	2.4	-0.95	7000	2204.769	2674.011	100	6.7	167.9514399	4111
Convesso	2.4	-3	-0.3	5500	3100.522	3397.618	100	5.4	168.8884379	7654
Concavo	-3	1.33	-0.835	4000	3642.027	3815.313	100	4.33	167.5605837	4100
Convesso	1.33	-2.42	-0.545	5000	4113.77	4301.71	100	3.75	166.6796115	7455
Concavo	-2.42	0	-1.21	5000	4624.236	4745.484	100	2.42	168.8681029	2184
Convesso	0	-3.91	-1.955	11000	4753.968	5184.032	100	3.91	171.6392268	7905

*Figura15 – Verifiche altimetriche*



ALLARGAMENTI PER INSCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA						ALLARGAMENTI PER VISIBILITA'				
Progr. Iniziale	Progr. finale	Raggio	Allarg. In SX	Allarg. In DX	Allarg. In SX	Allarg. In DX	Progr. Iniziale 1	Progr. Finale 2	Progr. Iniziale 2	Progr. Finale 2
117.517	243.022	400.000		0.000		1.600	0.000	125.017	235.522	360.772
535.574	842.369	-350.000	0.000		5.830		402.074	543.074	834.869	975.869
1114.574	1269.223	200.000		0.450		5.290	960.869	1122.074	1261.723	1422.928
1512.898	1581.504	-300.000	0.000		6.750		1407.928	1520.398	1574.004	1686.474
2032.205	2345.398	-500.000	0.000		3.490		1899.705	2039.705	2337.898	2400.000
2675.476	2948.551	800.000		0.000		1.220	2589.600	2682.976	2941.051	3044.940
3305.682	3326.456	-1200.000	0.000		0.000		3164.849	3313.182	3318.956	3467.289
3548.678	4181.711	800.000		0.000		2.170	3326.456	3393.000	4174.211	4278.100
4403.934	4466.039	-1200.000	0.000		1.700		4263.100	4411.434	4458.539	4606.872

*Figura16 – Tabella allargamenti per iscrizione e per visibilità*

## 7 Tabulati di tracciamento

### 7.1 Tracciamento planimetrico

```
=====
                        MOSS-MX
    DETTAGLI TRACCIAMENTO PLANIMETRICO - DATI GEOMETRICI
=====
```

```
Nome Modello      NP098
Nome Linea        MCB0
Nome Tracciato    NP098_B
```

-----		Elemento Transizione	
Vertice	1		
-----		Progressiva Inizio	243.02
Est	1507716.154	Est Inizio	1507765.527
Nord	4529196.859	Nord Inizio	4529432.231
		Azimut Inizio	30.9079
		Lunghezza	110.25
Elemento Rettifilo		Angolo deviazione	8.7734
Progressiva Inizio	0.00		
Est Inizio	1507716.154	Elemento Rettifilo	
Nord Inizio	4529196.859	Progressiva Inizio	353.27
Azimut Inizio	2.1597	Est Inizio	1507825.654
-----		Nord Inizio	4529524.530
Vertice	2	Azimut Inizio	39.6813
-----		Lunghezza	56.30
Est	1507722.401	-----	
Nord	4529380.907	Vertice	3
-----		-----	
Elemento Transizione		Est	1508041.363
Progressiva Inizio	7.27	Nord	4529824.576
Est Inizio	1507716.401	Elemento Transizione	
Nord Inizio	4529204.122	Progressiva Inizio	409.57
Azimut Inizio	2.1597	Est Inizio	1507858.519
Lunghezza	110.25	Nord Inizio	4529570.245
Angolo deviazione	8.7734	Azimut Inizio	39.6813
Elemento Arco		Lunghezza	126.00
Progressiva Inizio	117.52	Angolo deviazione	11.4592
Est Inizio	1507725.188	Elemento Arco	
Nord Inizio	4529313.928	Progressiva Inizio	535.57
Azimut Inizio	10.9332	Est Inizio	1507925.707
Lunghezza	125.50	Nord Inizio	4529676.623
Raggio	400.00	Azimut Inizio	28.2221
Est centro	1508119.304	Lunghezza	306.79
Nord centro	4529245.571	Raggio	-350.00
Angolo deviazione	19.9747	Est centro	1507609.539

Nord centro 529826.749  
Angolo deviazione 55.8033

Elemento Transizione

Progressiva Inizio 842.37  
Est Inizio 1507927.202  
Nord Inizio 4529973.685  
Azimut Inizio -27.5812  
Lunghezza 126.00  
Angolo deviazione 11.4592

-----  
Vertice 4  
-----

Est 1507709.126  
Nord 4530296.665

Elemento Transizione

Progressiva Inizio 968.37  
Est Inizio 1507861.089  
Nord Inizio 4530080.734  
Azimut Inizio 360.9597  
Lunghezza 146.21  
Angolo deviazione 23.2692

Elemento Arco

V (Km/h)  
h (cm)

Progressiva Inizio 1114.57  
Est Inizio 1507792.491  
Nord Inizio 4530208.865  
Azimut Inizio 384.2289  
Lunghezza 154.65  
Raggio 200.00  
Est centro 1507986.385  
Nord centro 4530257.906  
Angolo deviazione 49.2264

Elemento Transizione

Progressiva Inizio 1269.22  
Est Inizio 1507813.372  
Nord Inizio 4530358.238  
Azimut Inizio 433.4553  
Lunghezza 146.21  
Angolo deviazione 23.2692

-----  
Vertice 5  
-----

Est 1508018.919  
Nord 4530547.064

Elemento Transizione

Progressiva Inizio 1415.43  
Est Inizio 1507914.477  
Nord Inizio 4530462.646  
Azimut Inizio 56.7245  
Lunghezza 97.47  
Angolo deviazione 10.3419

Elemento Arco

Progressiva Inizio 1512.90  
Est Inizio 1507986.770  
Nord Inizio 4530527.853  
Azimut Inizio 46.3827  
Lunghezza 68.61  
Raggio -300.00  
Est centro 1507762.933  
Nord centro 4530727.595  
Angolo deviazione 14.5587

Elemento Transizione

Progressiva Inizio 1581.50  
Est Inizio 1508026.224  
Nord Inizio 4530583.797  
Azimut Inizio 31.8240  
Lunghezza 97.47  
Angolo deviazione 10.3419

Elemento Rettifilo

Progressiva Inizio 1678.97  
Est Inizio 1508063.379  
Nord Inizio 4530673.783  
Azimut Inizio 21.4821  
Lunghezza 228.23

-----  
Vertice 6  
-----

Est 1508237.390  
Nord 4531169.738

Elemento Transizione

Progressiva Inizio 1907.20  
Est Inizio 1508138.940  
Nord Inizio 4530889.143  
Azimut Inizio 21.4821  
Lunghezza 125.00  
Angolo deviazione 7.9577

Elemento Arco

Progressiva Inizio 2032.20  
Est Inizio 1508175.351  
Nord Inizio 4531008.632  
Azimut Inizio 13.5244  
Lunghezza 313.19

Raggio	-500.00
Est centro	1507686.591
Nord centro	4531114.055
Angolo deviazione	39.8769

Elemento Transizione

Progressiva Inizio	2345.40
Est Inizio	1508144.362
Nord Inizio	4531315.167
Azimut Inizio	-26.3526
Lunghezza	125.00
Angolo deviazione	7.9577

Elemento Rettifilo

Progressiva Inizio	2470.40
Est Inizio	1508084.773
Nord Inizio	4531424.951
Azimut Inizio	365.6897
Lunghezza	116.19

Vertice 7

Est	1507907.781
Nord	4531720.925

Elemento Transizione

Progressiva Inizio	2586.59
Est Inizio	1508025.141
Nord Inizio	4531524.671
Azimut Inizio	365.6897
Lunghezza	88.89
Angolo deviazione	3.5368

Elemento Arco

Progressiva Inizio	2675.48
Est Inizio	1507980.947
Nord Inizio	4531601.781
Azimut Inizio	369.2265
Lunghezza	273.08
Raggio	800.00
Est centro	1508689.286
Nord centro	4531973.607
Angolo deviazione	21.7306

Elemento Transizione

Progressiva Inizio	2948.55
Est Inizio	1507897.344
Nord Inizio	4531860.352
Azimut Inizio	390.9571
Lunghezza	88.89
Angolo deviazione	3.5368

Elemento Rettifilo

Progressiva Inizio	3037.44
Est Inizio	1507888.028
Nord Inizio	4531948.739
Azimut Inizio	394.4939
Lunghezza	134.91

Vertice 8

Est	1507863.947
Nord	4532226.465

Elemento Transizione

Progressiva Inizio	3172.35
Est Inizio	1507876.374
Nord Inizio	4532083.144
Azimut Inizio	394.4939
Lunghezza	133.33
Angolo deviazione	3.5368

Elemento Arco

Progressiva Inizio	3305.68
Est Inizio	1507862.401
Nord Inizio	4532215.725
Azimut Inizio	390.9571
Lunghezza	20.77
Raggio	-1200.00
Est centro	1506674.487
Nord centro	4532045.842
Angolo deviazione	1.1021

Elemento Transizione

Progressiva Inizio	3326.46
Est Inizio	1507859.282
Nord Inizio	4532236.263
Azimut Inizio	389.8550
Lunghezza	133.33
Angolo deviazione	3.5368

Vertice 9

Est	1507741.081
Nord	4532789.340

Elemento Transizione

Progressiva Inizio	3459.79
Est Inizio	1507833.268
Nord Inizio	4532367.015
Azimut Inizio	386.3182
Lunghezza	88.89
Angolo deviazione	3.5368

### Elemento Arco

Progressiva Inizio	3548.68
Est Inizio	1507815.925
Nord Inizio	4532454.183
Azimut Inizio	389.8550
Lunghezza	633.03
Raggio	800.00
Est centro	1508605.788
Nord centro	4532581.130
Angolo deviazione	50.3752

### Elemento Transizione

Progressiva Inizio	4181.71
Est Inizio	1507960.279
Nord Inizio	4533053.695
Azimut Inizio	440.2302
Lunghezza	88.89
Angolo deviazione	3.5368

-----  
Vertice 10  
-----

Est	1508119.883
Nord	4533250.661

### Elemento Transizione

Progressiva Inizio	4270.60
Est Inizio	1508015.399
Nord Inizio	4533123.416
Azimut Inizio	43.7669
Lunghezza	133.33
Angolo deviazione	3.5368

### Elemento Arco

Progressiva Inizio	4403.93
Est Inizio	1508098.078
Nord Inizio	4533227.996
Azimut Inizio	40.2302
Lunghezza	62.11
Raggio	-1200.00
Est centro	1507129.814
Nord centro	4533936.844
Angolo deviazione	3.2948

### Elemento Transizione

Progressiva Inizio	4466.04
Est Inizio	1508133.451
Nord Inizio	4533279.035
Azimut Inizio	36.9354
Lunghezza	133.33
Angolo deviazione	3.5368

### Elemento Rettifilo

Progressiva Inizio	4599.37
Est Inizio	1508202.352
Nord Inizio	4533393.164
Azimut Inizio	33.3986
Lunghezza	603.15

-----  
Vertice 11  
-----

Est	1508504.463
Nord	4533915.199

## 7.2 Tracciamento altimetrico

```
=====
                        MOSS-MX
    DETTAGLI TRACCIAMENTO ALTIMETRICO - DATI GEOMETRICI
=====
```

```
Nome Modello      NP098
Nome Linea        MCB0
Nome Tracciato    NP098_B
```

\*\*\*\*\*Elemento 1 Pendenza\*\*\*\*\*

```
Lunghezza Livelletta      137.629
Pendenza                  -2.027
Inizio a Progressiva Livelletta 0+000.000
Inizio a Quota Livelletta  463.210
Progressiva Fine Livelletta 0+137.629
Quota Fine Livelletta      460.420
```

```
Pendenza Inizio Curva      -4.001
Pendenza Fine Curva        -1.279
Progressiva Inizio Curva    0+325.371
Quota Inizio Curva          454.468
Progressiva Fine Curva      0+733.669
Quota Fine Curva            443.689
```

\*\*\*\*\*Elemento 2 Curva alt.\*\*\*\*\*

```
Progressiva IP              0+216.590
Quota IP                    458.820

Raggio altimetrico          -8000.000
Lunghezza Curva             157.922
Tipo Curva                  Convesso

Pendenza Inizio Curva      -2.027
Pendenza Fine Curva        -4.001

Progressiva Inizio Curva    0+137.629
Quota Inizio Curva          460.420

Progressiva Fine Curva      0+295.551
Quota Fine Curva            455.661
```

\*\*\*\*\*Elemento 5 Pendenza\*\*\*\*\*

```
Lunghezza Livelletta      97.491
Pendenza                  -1.279

Progressiva Inizio Livelletta 0+733.669
Quota Inizio Pendenza        443.689

Progressiva Fine Livelletta  0+831.160
Quota Fine Livelletta        442.442
```

\*\*\*\*\*Elemento 3 Pendenza\*\*\*\*\*

```
Lunghezza Livelletta      29.820
Pendenza                  -4.001

Progressiva Inizio Livelletta 0+295.551
Quota Inizio Pendenza        455.661

Progressiva Fine Livelletta  0+325.371
Quota Fine Livelletta        454.468
```

\*\*\*\*\*Elemento 6 Curva alt.\*\*\*\*\*

```
Progressiva IP              1+015.090
Quota IP                    440.090

Raggio altimetrico          -15000.000
Lunghezza Curva             367.860
Tipo Curva                  Convesso

Pendenza Inizio Curva      -1.279
Pendenza Fine Curva        -3.731

Progressiva Inizio Curva    0+831.160
Quota Inizio Curva          442.442

Progressiva Fine Curva      1+199.020
Quota Fine Curva            433.227
```

\*\*\*\*\*Elemento 4 Curva alt.\*\*\*\*\*

```
Progressiva IP              0+529.520
Quota IP                    446.300

Raggio altimetrico          15000.000
Lunghezza Curva             408.298
Tipo Curva                  Concavo
```

\*\*\*\*\*Elemento 7 Pendenza\*\*\*\*\*

```
Lunghezza Livelletta      63.907
Pendenza                  -3.731

Progressiva Inizio Livelletta 1+199.020
```

Quota Inizio Pendenza	433.227
Progressiva Fine Livellotta	1+262.927
Quota Fine Livellotta	430.842

\*\*\*\*\*Elemento 8 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	1+421.650
Quota IP	424.920
Raggio altimetrico	5000.000
Lunghezza Curva	317.446
Tipo Curva	Concavo
Pendenza Inizio Curva	-3.731
Pendenza Fine Curva	2.618
Progressiva Inizio Curva	1+262.927
Quota Inizio Curva	430.842
Progressiva Fine Curva	1+580.373
Quota Fine Curva	429.075

\*\*\*\*\*Elemento 9 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livellotta	181.957
Pendenza	2.618
Progressiva Inizio Livellotta	1+580.373
Quota Inizio Pendenza	429.075
Progressiva Fine Livellotta	1+762.330
Quota Fine Livellotta	433.838

\*\*\*\*\*Elemento 10 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	1+969.860
Quota IP	439.270
Raggio altimetrico	-6000.000
Lunghezza Curva	415.059
Tipo Curva	Convesso
Pendenza Inizio Curva	2.618
Pendenza Fine Curva	-4.300
Progressiva Inizio Curva	1+762.330
Quota Inizio Curva	433.838
Progressiva Fine Curva	2+177.390
Quota Fine Curva	430.346

\*\*\*\*\*Elemento 11 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livellotta	27.379
Pendenza	-4.300
Progressiva Inizio Livellotta	2+177.390
Quota Inizio Pendenza	430.346

Progressiva Fine Livellotta	2+204.769
Quota Fine Livellotta	429.169

\*\*\*\*\*Elemento 12 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	2+439.390
Quota IP	419.080
Raggio altimetrico	7000.000
Lunghezza Curva	469.242
Tipo Curva	Concavo
Pendenza Inizio Curva	-4.300
Pendenza Fine Curva	2.403
Progressiva Inizio Curva	2+204.769
Quota Inizio Curva	429.169
Progressiva Fine Curva	2+674.011
Quota Fine Curva	424.719

\*\*\*\*\*Elemento 13 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livellotta	426.511
Pendenza	2.403
Progressiva Inizio Livellotta	2+674.011
Quota Inizio Pendenza	424.719
Progressiva Fine Livellotta	3+100.522
Quota Fine Livellotta	434.970

\*\*\*\*\*Elemento 14 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	3+249.070
Quota IP	438.540
Raggio altimetrico	-5500.000
Lunghezza Curva	297.096
Tipo Curva	Convesso
Pendenza Inizio Curva	2.403
Pendenza Fine Curva	-2.998
Progressiva Inizio Curva	00.522
Quota Inizio Curva	434.970
Progressiva Fine Curva	3+397.618
Quota Fine Curva	434.086

\*\*\*\*\*Elemento 15 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livellotta	244.409
Pendenza	-2.998
Progressiva Inizio Livellotta	3+397.618
Quota Inizio Pendenza	434.086
Progressiva Fine Livellotta	3+642.027

Quota Fine Livelletta 426.758

\*\*\*\*\*Elemento 16 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	3+728.670
Quota IP	424.160
Raggio altimetrico	4000.000
Lunghezza Curva	173.287
Tipo Curva	Concavo
Pendenza Inizio Curva	-2.998
Pendenza Fine Curva	1.334
Progressiva Inizio Curva	3+642.027
Quota Inizio Curva	426.758
Progressiva Fine Curva	3+815.313
Quota Fine Curva	425.316

\*\*\*\*\*Elemento 17 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livelletta	298.457
Pendenza	1.334
Progressiva Inizio Livelletta	3+815.313
Quota Inizio Pendenza	425.316
Progressiva Fine Livelletta	4+113.770
Quota Fine Livelletta	429.297

\*\*\*\*\*Elemento 18 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	4+207.740
Quota IP	430.550
Raggio altimetrico	-5000.000
Lunghezza Curva	187.940
Tipo Curva	Convesso
Pendenza Inizio Curva	1.334
Pendenza Fine Curva	-2.425
Progressiva Inizio Curva	4+113.770
Quota Inizio Curva	429.297
Progressiva Fine Curva	4+301.710
Quota Fine Curva	428.271

\*\*\*\*\*Elemento 19 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livelletta	322.526
Pendenza	-2.425
Progressiva Inizio Livelletta	4+301.710
Quota Inizio Pendenza	428.271
Progressiva Fine Livelletta	4+624.236
Quota Fine Livelletta	420.450

\*\*\*\*\*Elemento 20 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	4+684.860
Quota IP	418.980
Raggio altimetrico	5000.000
Lunghezza Curva	121.248
Tipo Curva	Concavo
Pendenza Inizio Curva	-2.425
Pendenza Fine Curva	.000
Progressiva Inizio Curva	4+624.236
Quota Inizio Curva	420.450
Progressiva Fine Curva	4+745.484
Quota Fine Curva	418.980

\*\*\*\*\*Elemento 21 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livelletta	8.484
Pendenza	.000
Progressiva Inizio Livelletta	4+745.484
Quota Inizio Pendenza	418.980
Progressiva Fine Livelletta	4+753.968
Quota Fine Livelletta	418.980

\*\*\*\*\*Elemento 22 Curva alt.\*\*\*\*\*

Progressiva IP	4+969.000
Quota IP	418.980
Raggio altimetrico	-11000.000
Lunghezza Curva	430.063
Tipo Curva	Convesso
Pendenza Inizio Curva	.000
Pendenza Fine Curva	-3.910
Progressiva Inizio Curva	4+753.968
Quota Inizio Curva	418.980
Progressiva Fine Curva	5+184.032
Quota Fine Curva	410.573

\*\*\*\*\*Elemento 23 Pendenza\*\*\*\*\*

Lunghezza Livelletta	18.492
Pendenza	-3.910
Progressiva Inizio Livelletta	5+184.032
Quota Inizio Pendenza	410.573
Fine a Progressiva Livelletta	5+202.524
Quota Fine Livelletta	409.850