

PROGETTO STRADALE



ALUNNO: FRANCESCO FRIZZALE

DOCENTE: ING. DOMENICO TAMBONE

CLASSE : V SEZ. D

ANNO SCOLASTICO: 2000/2001

1. PREMESSA

Il progetto consiste nella realizzazione di un breve tratto stradale sito nel comune di Altamura, collegante via Carpentino con via San Domenico.

La nuova opera, nelle sue caratteristiche geometriche, si propone come una strada a carreggiata unica di tipo VI (di larghezza totale pari a 8 m., lunghezza di 617.70 m. e velocità di progetto 40/60 km./h), ad una corsia per senso di marcia, priva di intersezioni a raso e con quattro curve a raggio variabile da 50 a 120 metri.

Per il corretto dimensionamento della sezione stradale si è analizzato il traffico che preventivamente interesserà il nuovo tracciato. Tale studio concerne la determinazione dei seguenti parametri:

- traffico giornaliero medio (T.g.m.), pari a 350 veicoli (prevalentemente traffico leggero), determinato sulla base dei dati forniti dalla provincia di Bari;
- traffico della trentesima ora (T 30h), che rappresenta il volume di traffico orario che nel corso dell'anno viene superato solo 29 volte e ricavato in base alla formula seguente:

$T_{xxxh} = 0.15 \times 350 = 53$ veicoli/ora che è il valore di traffico orario preso in considerazione per la verifica della sezione stradale.

2. SCELTA DEL TRACCIOLINO OTTIMALE

L'andamento planimetrico della strada è stato formulato sulla base di una planimetria in scala 1:2000 e suddiviso in due fasi composte da:

- I. Determinazione del tracciolino;
- II. Determinazione della poligonale d'asse e della planimetria finale.

TRACCIOLINO

Dovendo rispettare una pendenza massima del 5% e dato che la spaziatura delle curve di livello non è uniforme si procede con la realizzazione del *tracciolino*, una spezzata a pendenza costante che congiunge il punto di partenza A con il punto di arrivo B. Questa rappresenta il tracciato ideale che congiunge i due punti con una pendenza costantemente pari a quella massima prefissata, realizzando così la condizione di rendere minima la lunghezza del tracciato.

Poiché il tracciato definitivo potrebbe risultare leggermente più corto del tracciolino, si preferisce disegnare quest'ultimo con una pendenza leggermente inferiore in modo tale da rispettare la pendenza massima prefissata.

Il disegno sarà eseguito considerando che esso dovrà svilupparsi superando il dislivello tra un'isoipsa e la successiva con pendenza costante pari al 5%. Essendo e il dislivello tra due isoipse adiacenti pari ad 1 m., la lunghezza d dei tratti che compongono il tracciolino tra due isoipse è uguale a:

$$d = \frac{1}{0.05 \times 1000} = 0.02$$

Passando quindi da una curva di livello alla successiva è stato sufficiente puntare un compasso sul punto di partenza e con apertura pari a 2 cm. determinare il punto successivo.

Sono state realizzate due possibilità delle quali solo una è sembrata più adatta al raggiungimento dell'obiettivo perché meno tortuosa e con rettifili più lunghi.

POLIGONALE D'ASSE

Il tracciolino, non potendo rappresentare il tracciato definitivo visto il numero elevato di tratti rettilinei è stato sostituito con una spezzata formata dai lati più lunghi, detta *poligonale d'asse*, che una volta raccordata con curve circolari e effettuati i raccordi con strade esistenti rappresenterà l'asse definitivo della strada. In questa fase si è cercato di non allontanare troppo l'asse del tracciolino, altrimenti i riporti e gli sterri di terreno in tali zone risulterebbero eccessivi.

I parametri adottati per la progettazione stradale sono i seguenti:

- pendenza massima delle livellette pari al 5%;
- raggio minimo delle curve 50 m.;
- raggio minimo delle curve verticali 800m.

La strada in progetto è risultata costituirsi di 4 rettifili e 4 curve.

La piattaforma stradale è costituita da due corsie di m. 3 ciascuna, da banchine laterali di m. 1, da cunette di sezioni trapezoidali larghe superiormente cm. 90, inferiormente cm. 30 ed una profondità pari a cm.30.

I punti di tangenza della curva sui rettifili sono stati desunti tramite la seguente formula: $t = r \times \operatorname{tg} w/2$ dove w è l'ampiezza della curva ed r il raggio della curva.

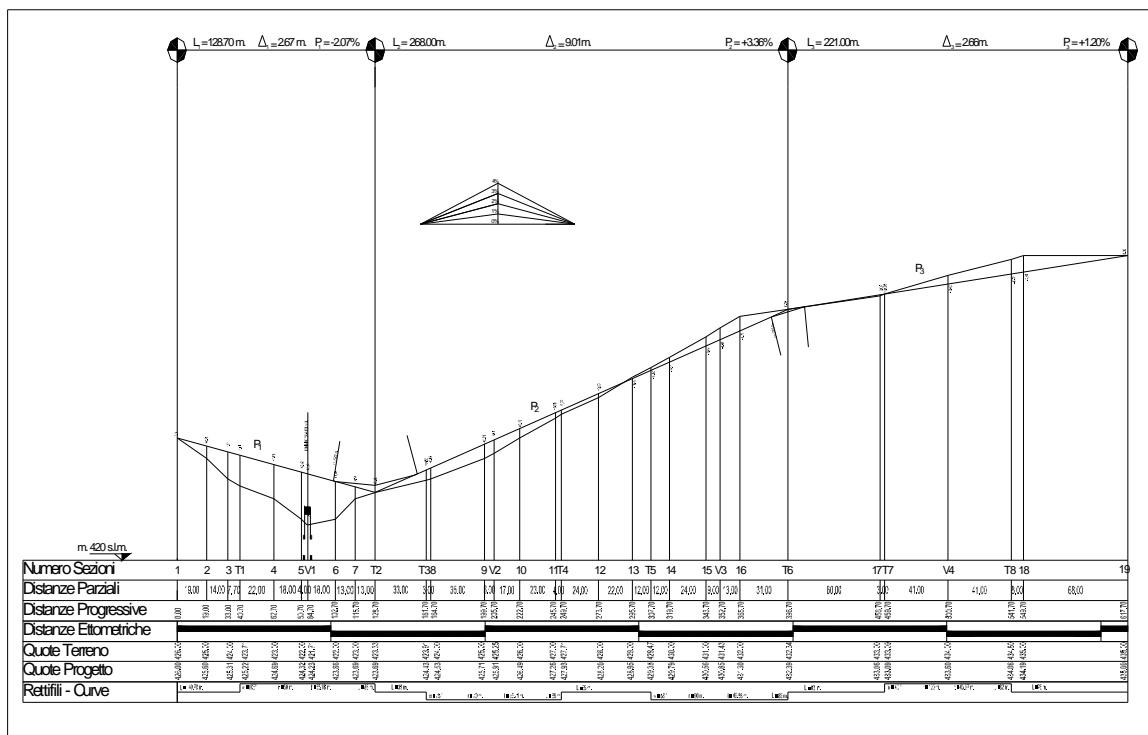
La lunghezza della curva, invece, è data dalla seguente formula: $L = r \times w \times \pi / 180$.

3. ALTIMETRIA

Una volta definito il tracciato planimetrico della strada si deve anche progettare l'andamento altimetrico della stessa, che non può certamente seguire quello del terreno a causa delle continue variazioni di pendenza che ne risulterebbero. Si è proceduto allora alla realizzazione del *profilo longitudinale*.

PROFILO LONGITUDINALE

Il profilo longitudinale può essere inteso come lo sviluppo su foglio di carta della superficie generata dal movimento lungo l'asse stradale di una verticale che trasla parallelamente a se stessa. Per disegnare il profilo l'asse stradale è stato suddiviso in 19 sezioni numerate progressivamente.



Il profilo è disegnato , per convenzione, con la scala delle lunghezze uguale a quella usata per la planimetria definitiva (1:1000) e la scala delle altezze pari a dieci volte quella delle lunghezze (1:100). Esso è composto dal profilo del terreno, chiamato *profilo nero*, disegnato determinando la quota dei punti dell'asse stradale in corrispondenza delle varie sezioni tracciate sulla planimetria. Questa quota è stata calcolata mandando la linea di massima pendenza, misurando le distanze tra il punto considerato e la curva di livello inferiore e tra le due isoipse. Risultato piuttosto irregolare, l'andamento del profilo nero è stato rettificato con il profilo di progetto, il cosiddetto *profilo rosso*, mediante tratti più o meno lunghi a pendenza costante: *le livellette*. Queste ultime sono state realizzate adottando i seguenti criteri:

- gli sterri compensano approssimativamente i riporti, in modo da ridurre i costi;
- le livellette non devono essere troppo corte;
- le variazioni di livellata sono da evitare all'interno di una curva o di un rettifilo, cercando di inserirli nei punti di tangenza delle curve;
- evitare brusche variazioni di pendenza tra una livelletta e l'altra.

Inoltre il profilo longitudinale è composto da un casellario contenente le seguenti indicazioni:

- a) numero progressivo delle sezioni, corrispondenti ai picchetti d'asse;
- b) distanze parziali tra una sezione e l'altra;

- c) distanze progressive, cioè la distanza di ogni sezione riferita all'origine della strada;
- d) distanze ettometriche, che rappresentano graficamente la progressione della strada di 100 in 100 m.;
- e) quote del terreno riferite ad una linea fondamentale, ricavata dai rilievi eseguiti;
- f) quote del progetto della strada riferite alla stessa fondamentale delle quote del terreno;
- g) rettifili e curve, rappresentate convenzionalmente con:
- i rettifili al centro della casella;
 - le curve che presentano il loro centro a destra, rispetto a chi percorre la strada dal picchetto uno ai successivi, con risalti verso il basso;
 - le curve con il loro centro a sinistra si rappresentino con risalti verso l'alto.

In questa casella sono espresse le lunghezze dei rettifili e gli elementi della curva in corrispondenza dei risalti: w (ampiezza della curva); r (raggio della curva); t (tangente della curva); l (lunghezza della curva).

<u>CURVA</u>	•	W	r	t
1	75°	105°	50 m.	65.161 m.
2	105°	75°	70 m.	53.712 m.
3	122°	58°	90 m.	49.887 m.
4	140°	40°	120 m.	43.676 m.

Sopra il profilo longitudinale è segnata la quota del piano di riferimento(420 m.s.l.) e, le quote rosse (differenza tra quota di progetto e quella del terreno).

Nella parte alta del profilo longitudinale sono espressi i dati relativi alle tre livellette o tronchi stradali:

- L = lunghezza (in metri);
- D = dislivello superato dal tronco stradale (in metri);
- P = pendenza del tronco stradale (in metri).

Inoltre è stato disegnato il triangolo delle pendenze per un'immediata chiarificazione dell'andamento altimetrico della strada in progetto, che arriva ad una pendenza massima del 5%, tenuta presente la pendenza massima dei tronchi stradali pari al 3.36%.

4. CALCOLO DEI VOLUMI

A questo punto la strada è completata, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico. Si è operato quindi con il calcolo dei volumi comprendente:

- determinazione delle sezioni trasversali e calcolo dei volumi;
- elaborazione del profilo delle aree con indicazione dei paleggi;
- elaborazione del profilo di Brückner e del del profilo delle aree depurato dai paleggi.

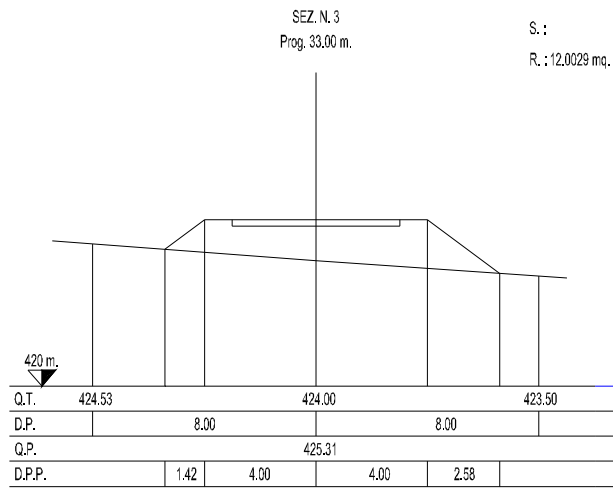
SEZIONI TRASVERSALI

Queste permettono di determinare sia l'ingombro effettivo della sede stradale, sia l'entità dei movimenti di terra, cioè degli sterri e dei riporti, sia la necessità di eseguire opere particolari come la terra armata, in corrispondenza di certi tratti della strada.

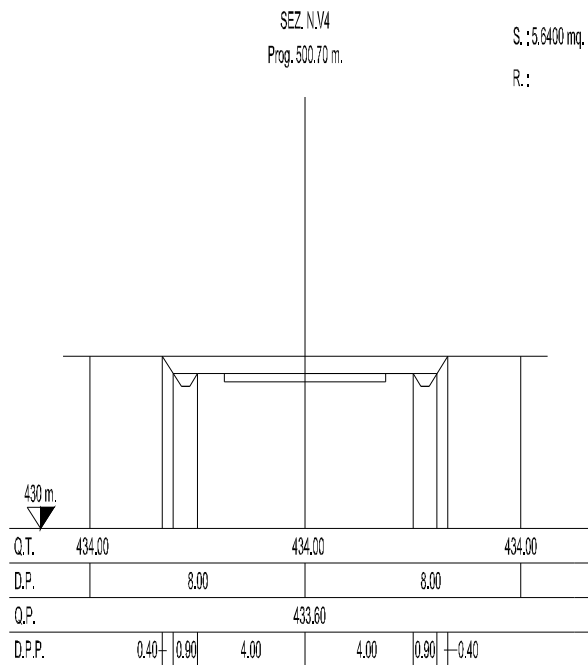
Le sezioni sono state disegnate in scala 1:100, senza considerare la pendenza trasversale della strada e come se fossero viste da un ipotetico osservatore che percorre la strada a ritroso. Fanno riferimento ad una quota, espressa a sinistra, che varia di volta in volta al fine di non sprecare spazio; sotto ogni sezione sono riportate le misure della larghezza della piattaforma stradale, delle cunette, delle scarpate e le quote dl terreno e della strada in progetto.

Le sezioni trasversali della strada in progetto sono di tre tipi:

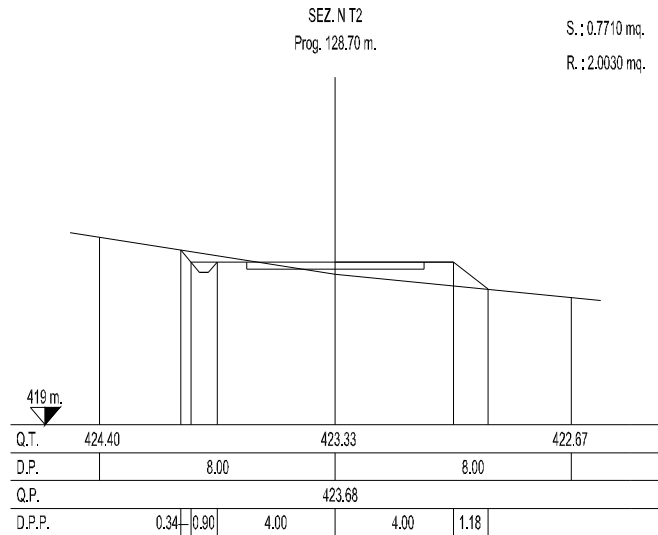
I. sezioni in riporto:



II. sezioni in sterro:

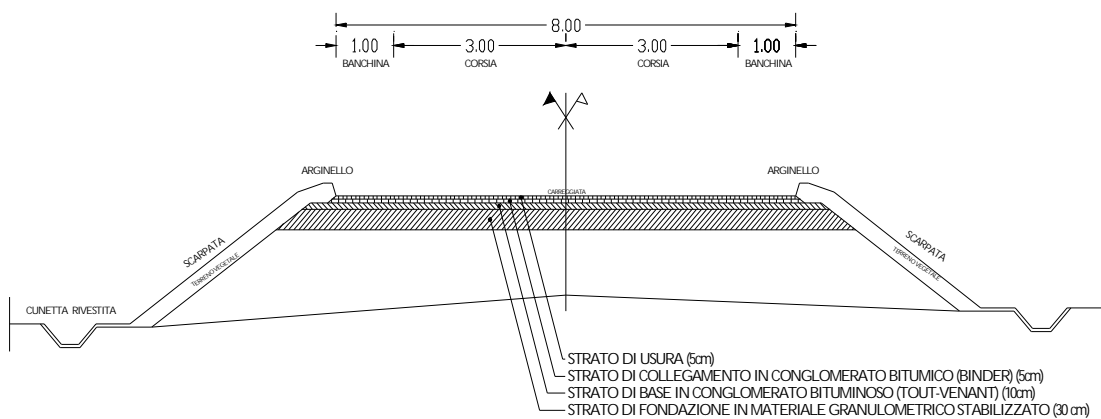


III. sezioni miste sterro-riporto:

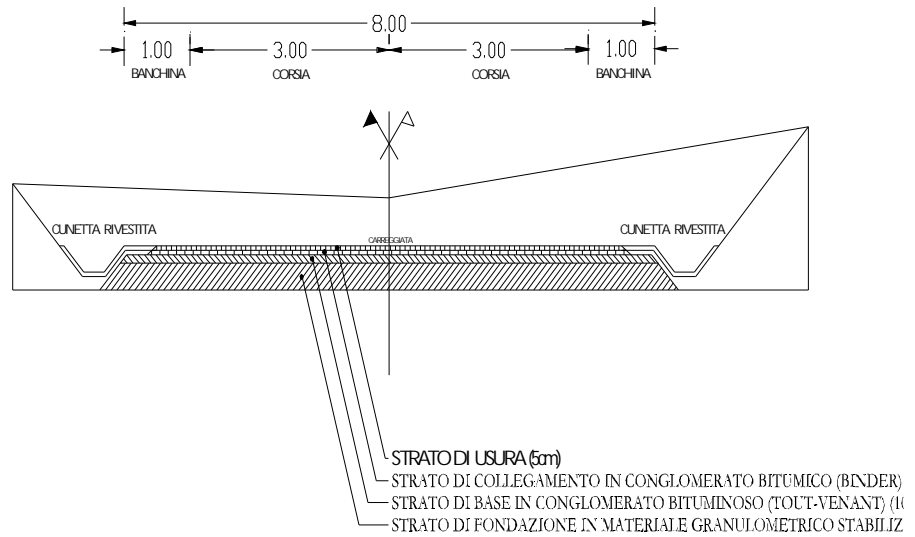


L'elaborato è stato integrato con alcune sezioni tipo (sterro, riporto, misto) che rappresentano la definitiva sistemazione della strada:

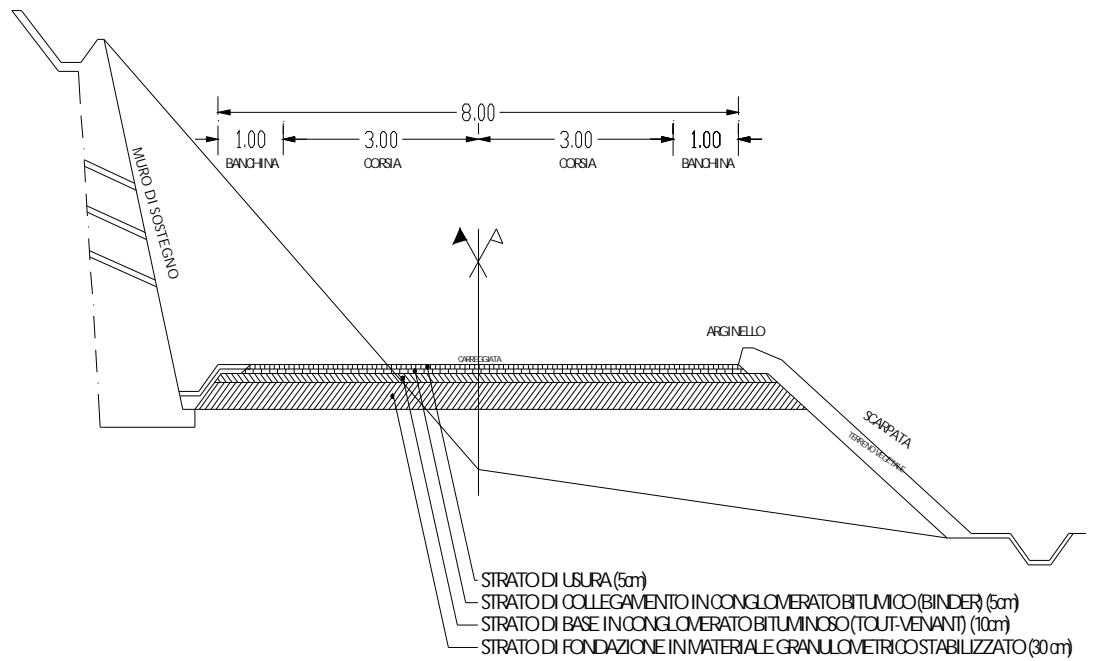
- sezione in rilevato o di riporto



- sezione in trincea o di sterro



- sezione a mezza costa o mista



PROFILO DELLE AREE CON INDICAZIONE DEI PALEGGI

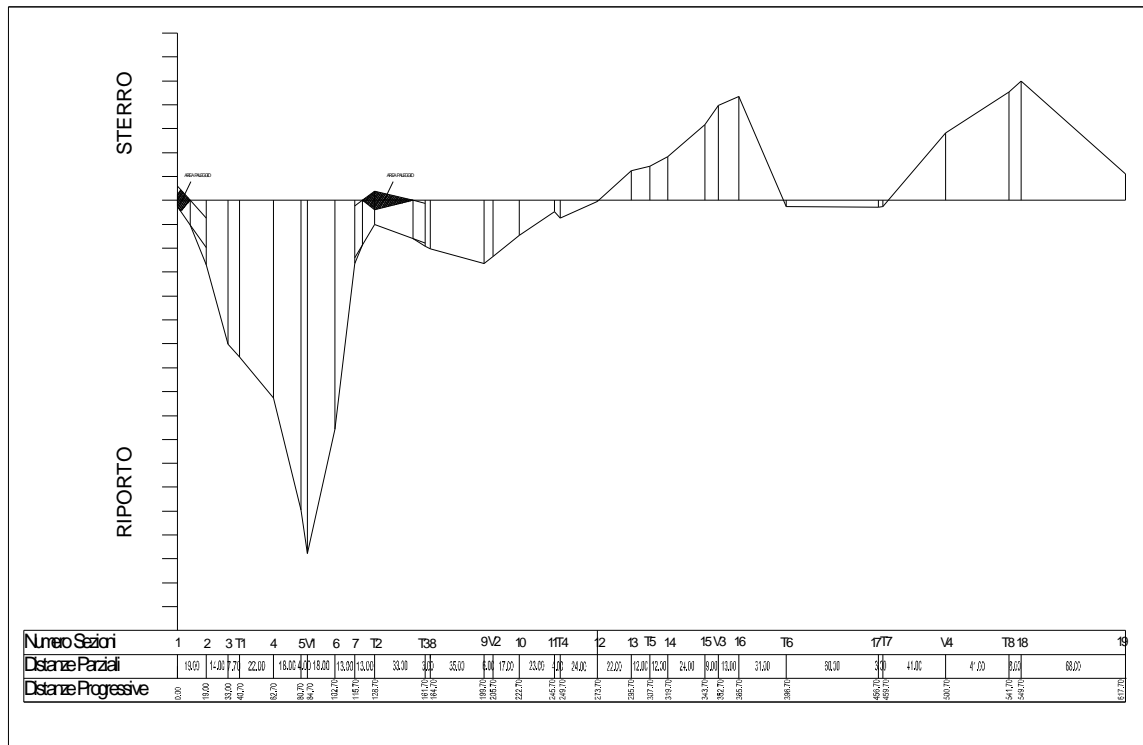
Dai dati ricavati dalle singole sezioni si può procedere a calcolare il volume del solido stradale, non considerando le irregolarità tra una sezione e l'altra, supponendo che il solido stradale sia un *prismoide* limitato dalle sezioni stesse e dalla superficie generata da una retta che si muova mantenendosi costantemente appoggiata al contorno delle sezioni.

Il volume di questo solido è espresso dalla *formula delle sezioni ragguagliate*:

$$V = \frac{A1 + A2}{2} \cdot d$$

Sono state riportate in un diagramma le aree di tutte le sezioni (sopra l'asse di riferimento quelle di sterro, sotto quelle di riporto) che costituiscono il tracciato, in scala 1 cm. = 2 mq. per le ordinate e 1:1000 per le ascisse; unendo tra loro gli estremi di queste si sono ottenuti dei trapezi le cui aree corrispondono ai volumi che si ricavano con la formula delle sezioni ragguagliate.

Nel caso di sezioni miste si è operato dividendo il solido stradale in due tronchi longitudinali, separati dal piano verticale che passa per i punti di passaggio delle sezioni miste. Inoltre in questi tipi di sezione il terreno di sterro è stato utilizzato per compensare il riporto della medesima sezione, effettuando un [paleggio](#).



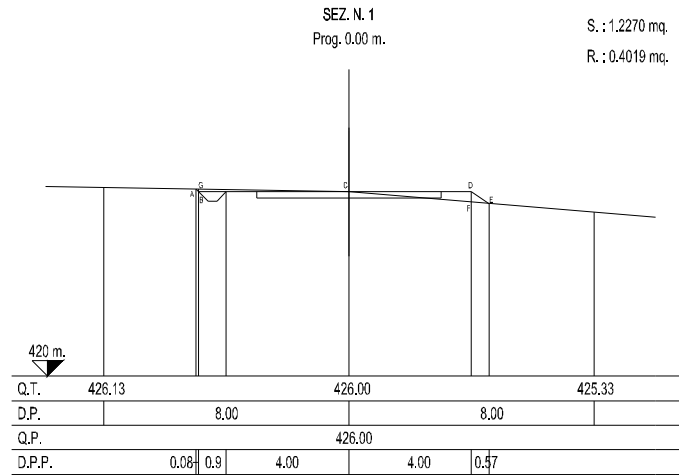
PROFILO DI BRÜCKNER E DELLE AREE DEPURATE DAI PALEGGI

Nel [diagramma di Brückner](#) o [profilo dei volumi eccedenti](#) è rappresentata graficamente la colonna dei volumi, determinata integrando graficamente il profilo delle aree. La costruzione è stata ottenuta considerando i trapezi e i triangoli rettangoli delimitati dalle tracce del profilo delle aree e dall'asse delle ascisse.

Sono state considerate le scarpate con pendenza 1:1 fino ad intercettare il terreno per le sezioni in trincea e di 3:2 fino ad intercettare il terreno nel caso delle sezioni in rilevato, dove il terreno ha minor consistenza. Le cunette sono state dimensionate con larghezza di 90 cm. e una profondità di 30 cm.

È stato effettuato inoltre il calcolo analitico della superficie di una sezione mista :

la n. 1



Cunetta = 90 cm. larghezza x 30 cm. di profondità

Scarpa AB = 1:1

Scarpa DE = 3:2

Triangolo CDF:

CD = 4 m.

QE = 425.61 m.

QC = QD = 426.00 m.

• EC = QC – QE

$$426.00 - 425.61 = 0.39 \text{ m.}$$

$$p = \bullet EC / EC = 0.39 / 4.57 = 0.0853 = 8.53\%$$

$$\bullet FC = QC - QF = p \times CF$$

$$0.0853 \times 4.00 = 0.3412 \text{ m.}$$

$$QF = - \bullet FC + QC = - 0.3412 + 426.00 = 425.65 \text{ m.}$$

$$DF = QD - QF = 426.00 - 425.65 = 0.35 \text{ m.}$$

$$A = \frac{1}{2} CD \times DF =$$

$$\frac{1}{2} 4 \times 0.35 = 0.70 \text{ mq.}$$

TRIANGOLO DFE:

$$\text{angolo FDE} = \arctang. \frac{3}{2} = 56.3^\circ$$

$$\text{angolo DFE} = 90 + \arctang. \frac{QC - QE}{4.57} = 95.4^\circ$$

$$A = 0.0019 \text{ mq.}$$

$$A \text{ riporto} = \bullet A = 0.70 + 0.0019 - 0.30(\text{casson.}) = 0.4019 \text{ mq.}$$

CUNETTA :

$$A = \frac{1}{2}(0.90 + 0.30) \cdot 0.30 = 0.18 \text{ mq.}$$

TRIANGOLO BCG:

$$QA = 426.08 \text{ m.}$$

$$QC = 426.00 \text{ m.}$$

$$\bullet CA = QA - QC$$

$$426.08 - 426.00 = 0.08 \text{ m.}$$

$$p = \bullet CA / CA = 0.08 / 4.98 = 0.016 = 1.60\%$$

$$\bullet CG = BG = p \times CG = 0.016 \times 4.90 = 0.0784 \text{ m.}$$

$$\bullet CG = QG - QC$$

$$QG = - QC + \bullet CG = 426.00 + 0.0784 = 426.07 \text{ m.}$$

$$A = \frac{1}{2} BG \times CB$$

$$\frac{1}{2} 0.0784 \times 4.90 = 0.3841 \text{ mq.}$$

TRIANGOLO AGB:

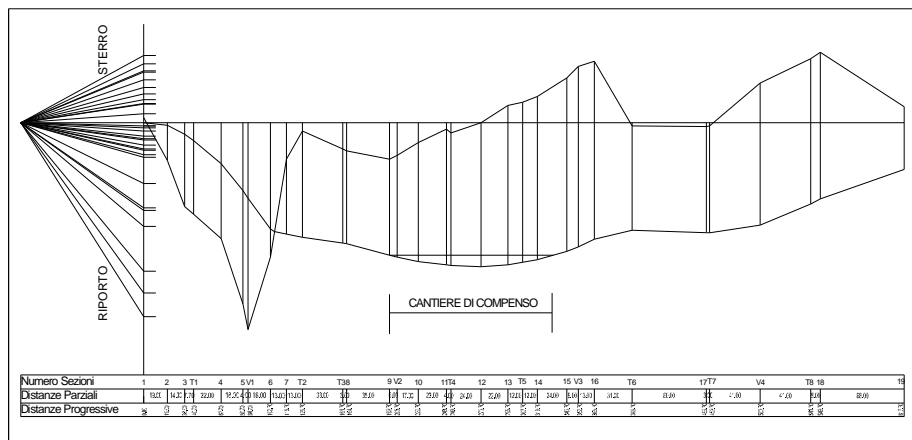
$$\text{angolo ABG} = \arctang. 1/1 = 45^\circ$$

$$\text{angolo AGB} = 90^\circ + \arctang. QE - QC / 4.57 = 95.4^\circ$$

$$A = 0.8429 \text{ mq.}$$

$$A \text{ srrero} = \bullet A = 0.8429 + 0.3841 = 1.227 \text{ mq.}$$

La curva integrale ottenuta rappresenta, in corrispondenza delle sezioni, approssimativamente nei tratti intermedi, la somma algebrica dei volumi di terreno necessari per realizzare la strada fino a quel punto. Tali valori sono poi stati letti tramite il fattore di scala 1 cm. = 2 mq. Nei tratti dove il profilo di Brückner è in discesa si sono determinati riporti, nei tratti dove esso è in salita sterri.



È di norma preferibile avere un eccesso di sterro rispetto ad un eccesso di riporto, poiché se questa seconda ipotesi verrebbe verificata, l'impresa necessiterebbe dell'acquisto di terra da fonti esterne.

È altrettanto vero che il terreno in eccesso avrà dei costi per il trasporto in discarica.

L'ottimale sarebbe ottenere un valore molto basso di sterro, in modo da ottimizzare i costi che l'impresa deve sostenere.

