

Costruzione di Strade Ferrovie ed Aeroporti II  
(Prof. Ing. G. Dondi)

---

## CAD PER PROGETTAZIONE STRADALE

Anno Accademico 2002-2003

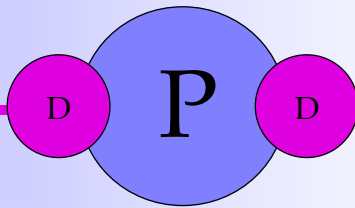
## C. A. D.

---

- PROGETTAZIONE
- ASSISTITA DAL COMPUTER

---

PROGETTAZIONE vs DISEGNO  
la banalizzazione del CAD ha portato a  
confondere i due concetti



disegno come strumento e obiettivo della progettazione  
DISEGNARE PER PROGETTARE / PROGETTARE PER DISEGNARE

ma la progettazione è molto di più:

- ideazione
- calcolo
- controllo
- verifica
- processo iterativo
- ottimizzazione economica
- ...

---

IL DISEGNO RESTA SEMPRE LO STRUMENTO PIU'  
NATURALE PER PROGETTARE

## OBIETTIVI DEL CAD PER LA PROGETTAZIONE STRADALE

- RENDERE DISPONIBILE UNA RAPPRESENTAZIONE GRAFICA E MATEMATICA DEL TERRITORIO
- FORNIRE STRUMENTI FLESSIBILI PER MODELLARE LA STRADA, VERIFICANDONE L'INTERAZIONE CON LE PREESISTENZE
  - studio planimetrico
  - studio altimetrico
- PRODURRE AUTOMATICAMENTE GLI ELABORATI GRAFICI (PLANIMETRIA, PROFILO, SEZIONI)
- OTTENERE IL CALCOLO DEI VOLUMI DEI MOVIMENTI DI TERRA

## MODELLO CAD DI BASE

Tutte le applicazioni CAD hanno un modello di base:

- data base grafico bidimensionale per il drafting
- modelli tridimensionali per la progettazione di solidi e superfici
- modello a elementi finiti per il calcolo strutturale
- ecc.

Nella progettazione stradale i modelli matematici di riferimento sono finalizzati alla rappresentazione del terreno e alla modellazione stradale

## CARTOGRAFIA vs MDT

- La cartografia (MAPPING) è la rappresentazione grafica del territorio, ed è fondamentale per descrivere il contesto del progetto stradale
- Il Modello digitale del terreno (DTM) è un modello matematico che descrive la superficie del terreno :
  - è in grado di associare ad un qualunque punto di coordinate planimetriche X,Y la quota Z associata
  - consente di ricavare sezioni del terreno lungo una qualunque direttrice
  - consente di generare curve di livello

# CARTOGRAFIA vs MDT

- Un rilievo topografico o aerofotogrammetrico costituisce un'ottima base sia per la Cartografia che per il MDT, ....

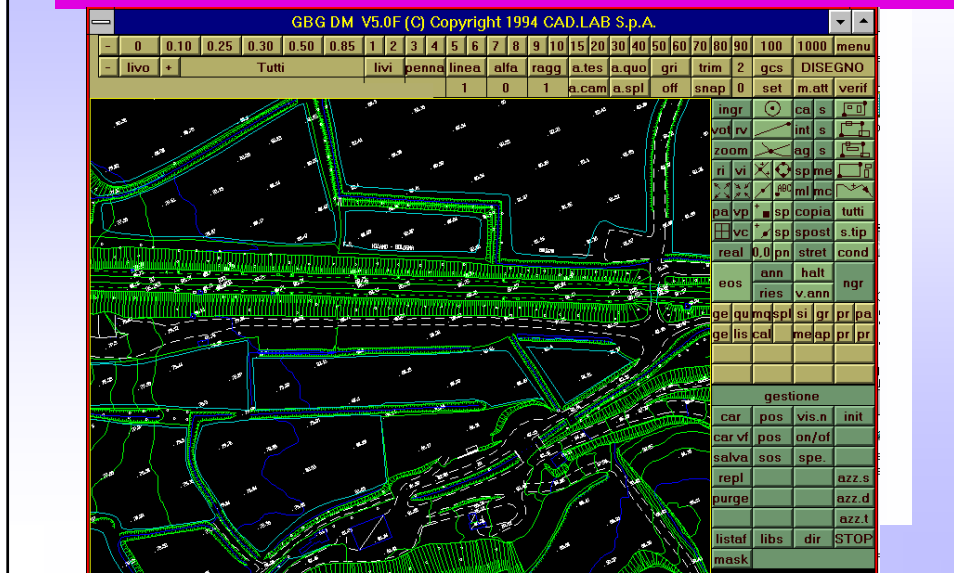
## MA COSTA MOLTO

- La cartografia di base facilmente reperibile (CTR, Catasto, ecc.):
  - è spesso disponibile solo su carta, e non in formato digitale
  - può essere rasterizzata, con risultato sia grafico che numerico scadente (utilizzabile solo per prog. di massima)
  - non è utilizzabile per la generazione di un MDT (è bidimensionale, a scale grandi)

## BASE RASTER INTEGRATA CON RILIEVO



## AEROFOTOGRAMMETRIA (LINEA A.V. MILANO-BOLOGNA)



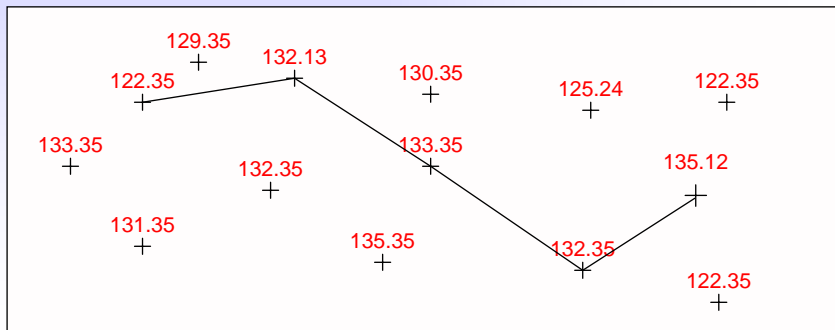
## CALCOLO TOPOGRAFICO

- calcolo di coordinate di punti topografici, a partire dal rilievo di campagna
  - poligonali
  - riattacco (intersezioni, pothenot, ...)
  - celerimensura
- originariamente una delle funzionalità fondamentali ; attualmente sempre meno utilizzato dai progettisti stradali (specializzazione, nuovi strumenti)
- attualmente il progettista stradale riceve su dischetto il rilievo in vari formati (DXF, formato testo, aerofotogrammetria, ecc., ...)

# STRUTTURA DEL MDT

## DATI DI BASE (RILIEVO)

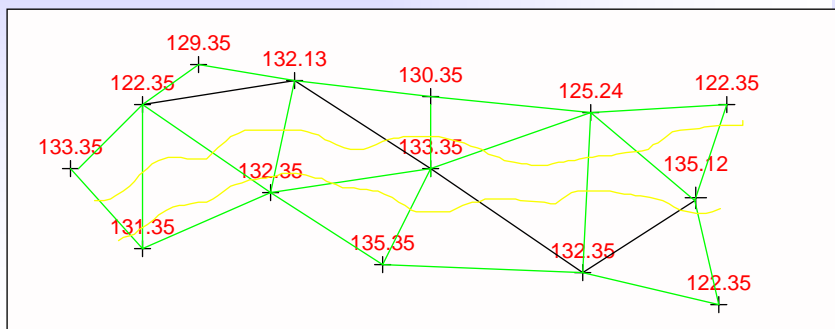
- punti topografici CODICE, X, Y, Z
- linee obbligate CODICE, p1, p2, ... , pn



# STRUTTURA DEL MDT

## DATI GENERATI DAL MODELLATORE

- triangoli terne di punti : (p1,p2,p3)
- curve di livello polyline : (p1,p2, ... , pn)



## FUNZIONI DEL MDT

---

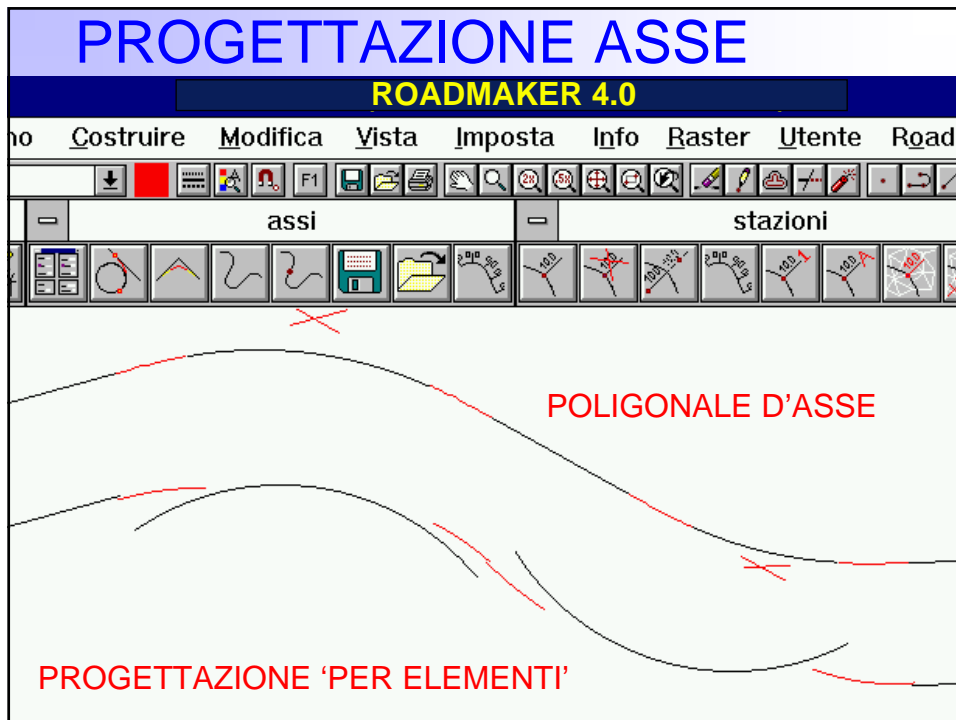
- Cartografica
  - descrittiva
  - inserimento opera d'arte nel contesto ambientale
- Geometrica
  - il MDT fornisce la base di modellazione del manufatto stradale

## FASI DELLA PROGETTAZIONE

---

Il CAD ricalca la metodologia della progettazione tradizionale:

- Progetto planimetrico (asse)
- Studio planoaltimetrico (livelletta)
- Disegno delle sezioni e calcolo dei volumi (materializzazione)
- Inserimento nella viabilità esistente (svincoli)



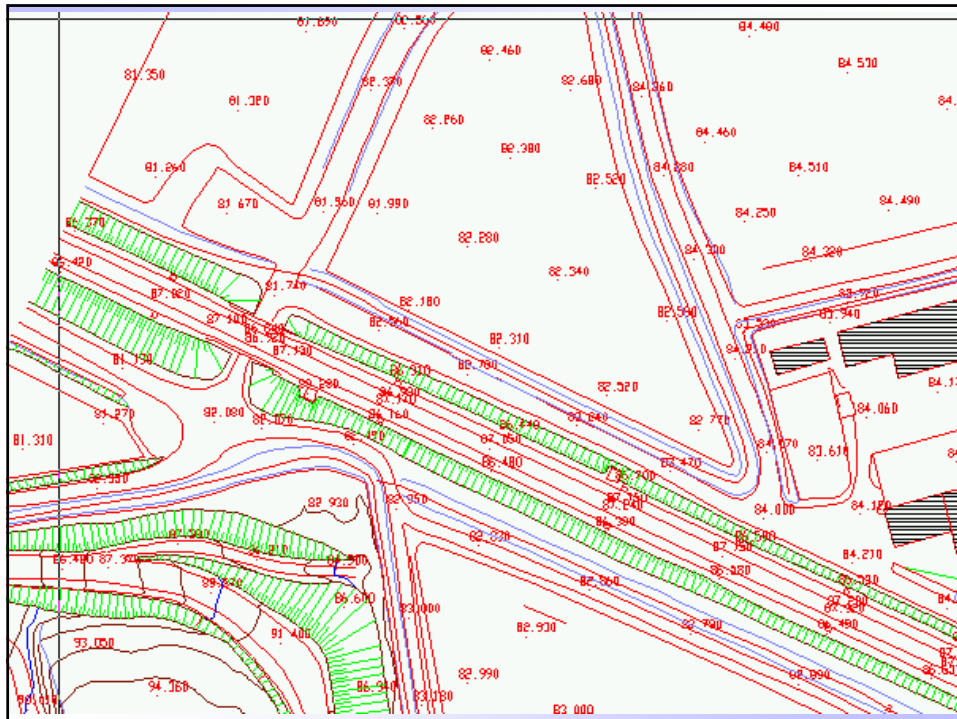
## PROGETTAZIONE 'PER ELEMENTI'

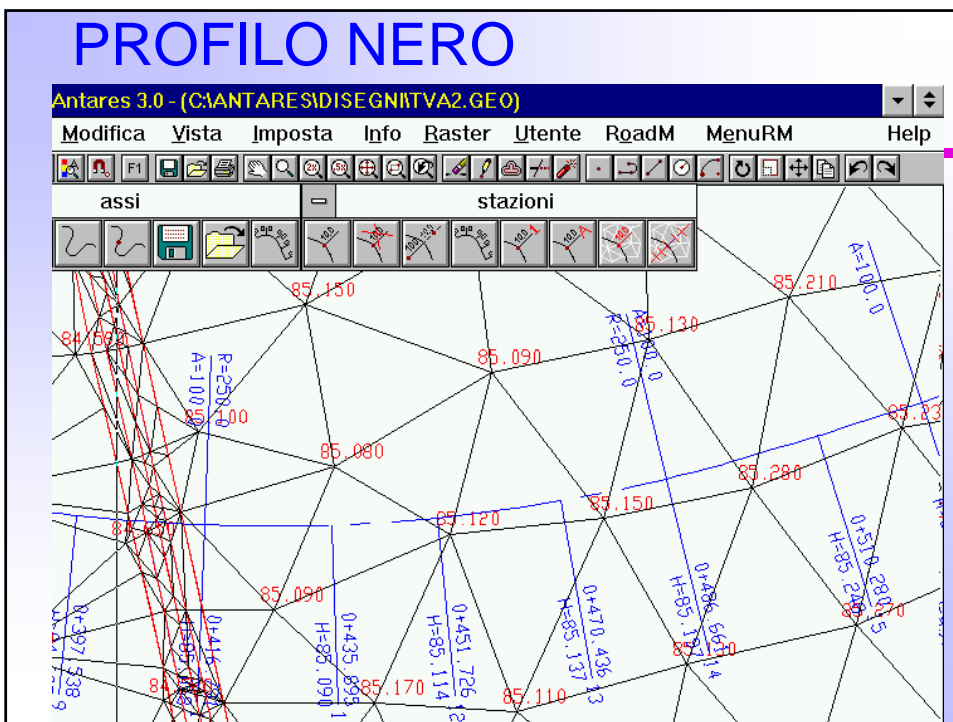
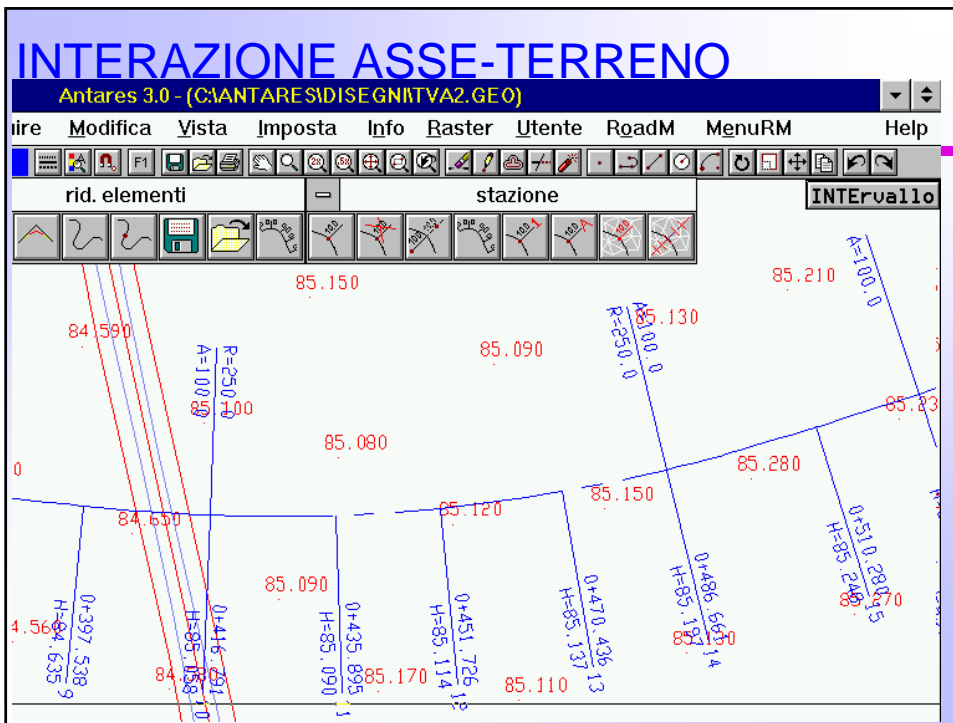
- costruzione grafica libera,
- non basata su una poligonale d'asse
- clotoidi di flesso, di continuità, flessi, parabole
- imposizione di punti di passaggio, o di distanze da punti noti
- un approccio che impone i vincoli della progettazione a priori anzichè verificarli a posteriori

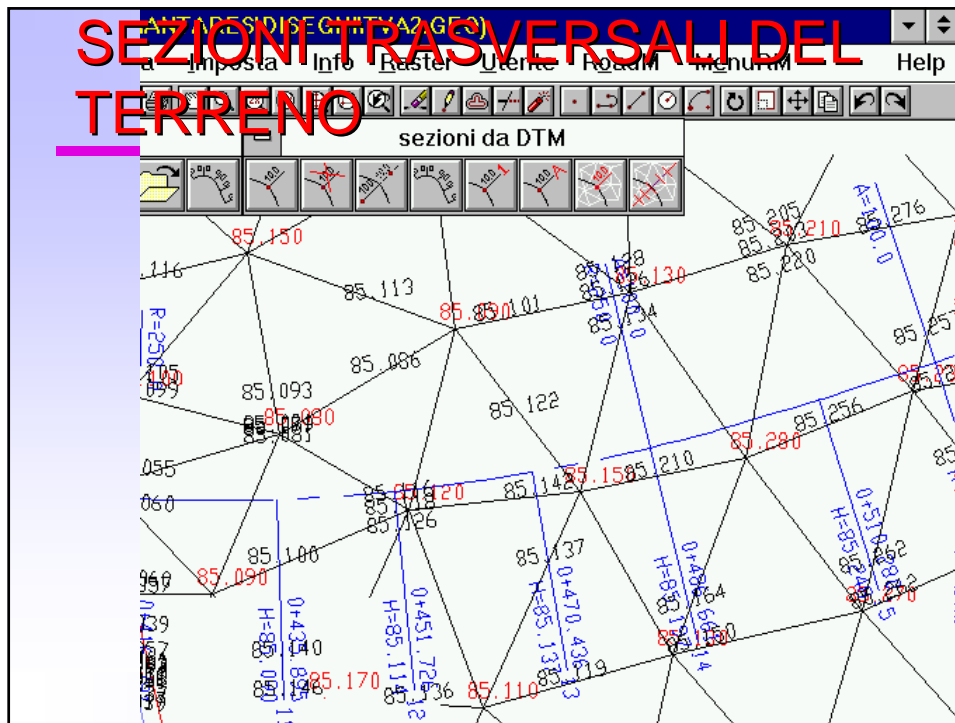
def.p	pdis	CLOT	exit
vr	vlo	vx	off co asse

# COSTRUZIONE GRAFICA

- Nella fase di progettazione planimetrica è fondamentale l'approccio di costruzione grafica tipico dei pacchetti di disegno e quindi:
  - poter usufruire dei più comuni comandi di costruzione e verifica (parallele, perpendicolari, cerchi bi e tritangenti, misure di archi e segmenti)
  - svolgere l'operazione in ambiente CAD, avendo a disposizione una base cartografica aggiornata e esauriente
- Solo in queste condizioni potrà essere condotto un progetto compatibile con le preesistenze.
- Importanza del disegno in questa fase del progetto







## PROGETTAZIONE ALTIMETRICA

- Tenendo come supporto di base l'andamento del profilo longitudinale del terreno, si procede alla definizione del profilo "rosso"
- Lo studio di base viene effettuato per vertici altimetrici (quota, raggio di raccordo)
- Anche in questa fase è utile avere a disposizione funzioni di
  - costruzione grafica (imposizione di pendenze prefissate, di punti di passaggio e di inclinazioni date)
  - verifica (stampa informazioni ad una progressiva)



## CALCOLO PIATTAFORMA

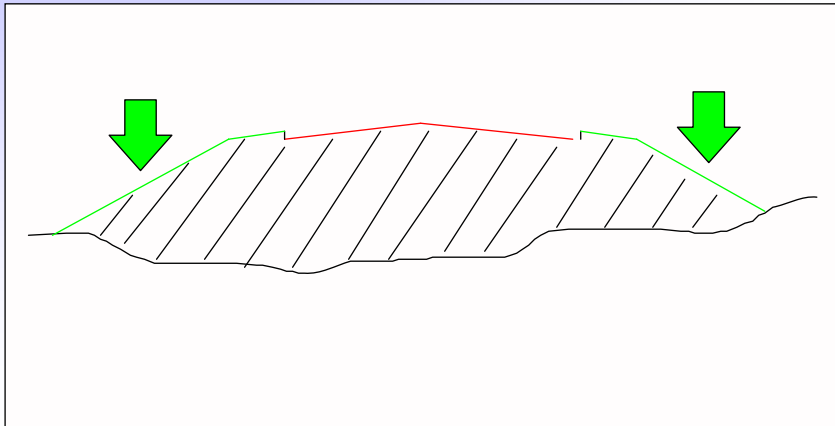
L'inclinazione trasversale delle corsie stradali varia secondo leggi definite dalla normativa:

- A schiena d'asino in rettilineo (pend. 2.5 %)
- In contropendenza in curva, con pendenze percentuali in funzione del raggio di curvatura
- La variazione lineare tra le due configurazioni deve prevenire il ristagno delle acque (in generale nei tratti clotoziali, o a cavallo tra curva e rettilineo)

QUESTA E' UNA DELLE FASI IN CUI IL PROGETTISTA DELEGA AL PROGRAMMA CALCOLI NOIOSI E FATICOSI.

## SEZIONE TIPO

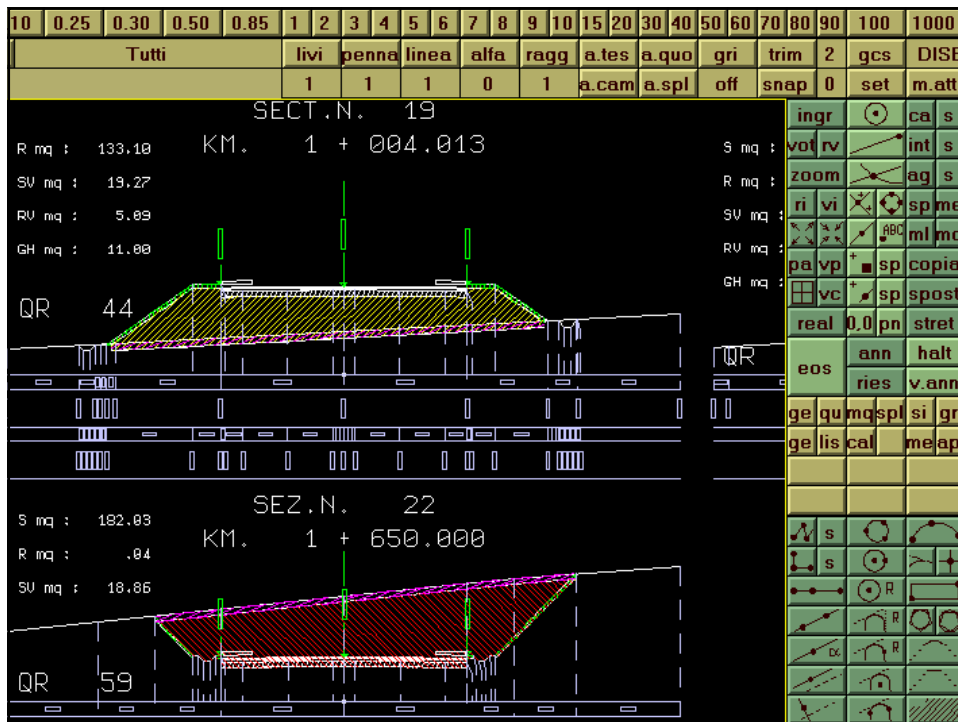
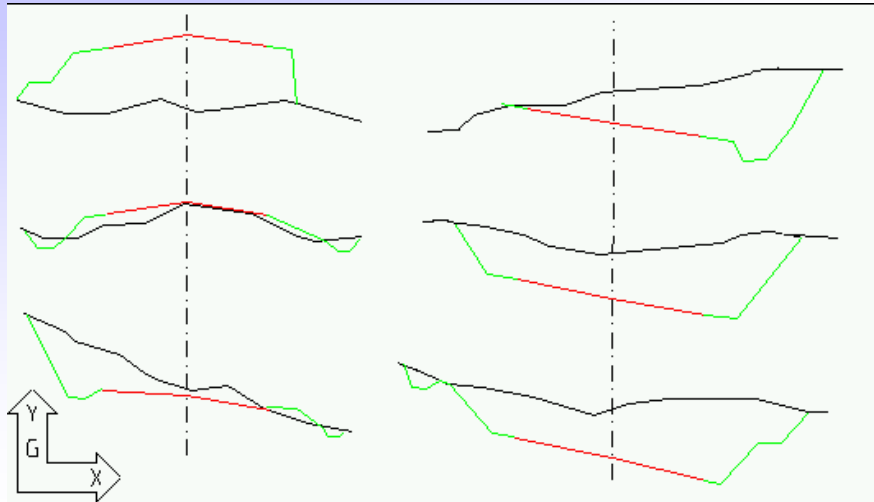
- Come congiungere la piattaforma stradale al terreno?



## SEZIONE TIPO

- INSIEME DEI PARAMETRI GEOMETRICI CHE DEFINISCONO IL COLLEGAMENTO TRA PIATTAFORMA E TERRENO  
(LARGHEZZE E PENDENZE DI BANCHINE, SCARPATE, SCARPATE MULTIPLE, FOSSI, CONTROFOSSI, ECC.)
- NATURALMENTE IL PROGRAMMA PROVVEDE AUTOMATICAMENTE A CONGIUNGERE LE SCARPATE FINO AL TERRENO
- AL TERMINE DELL'OPERAZIONE RISULTANO DEFINITE LE AREE DI SCAVO E RIPORTO

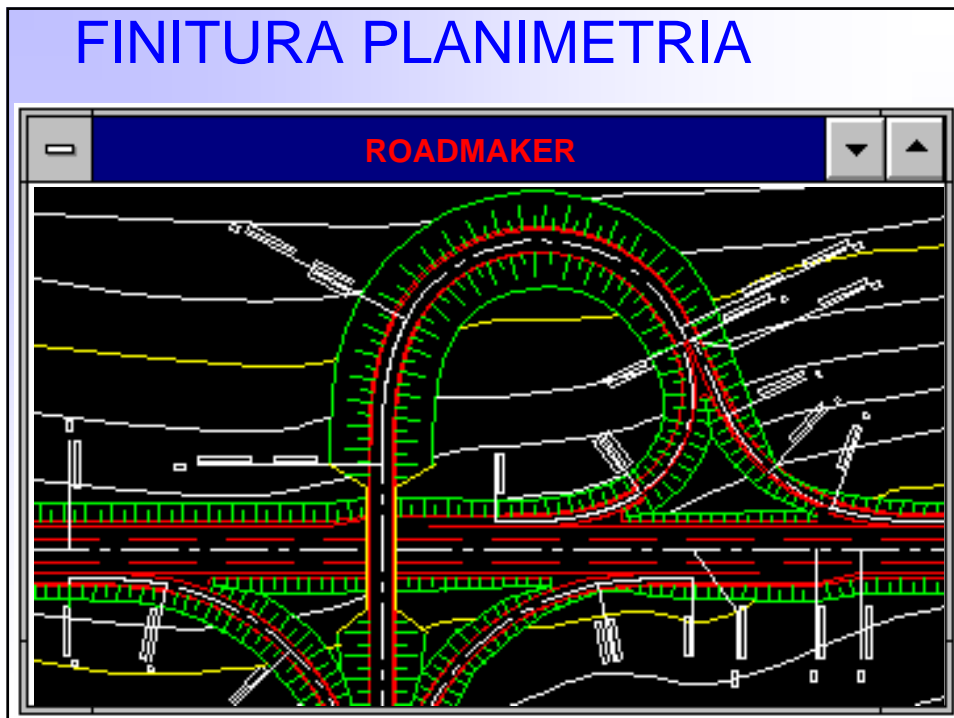
# SEZIONE TIPO



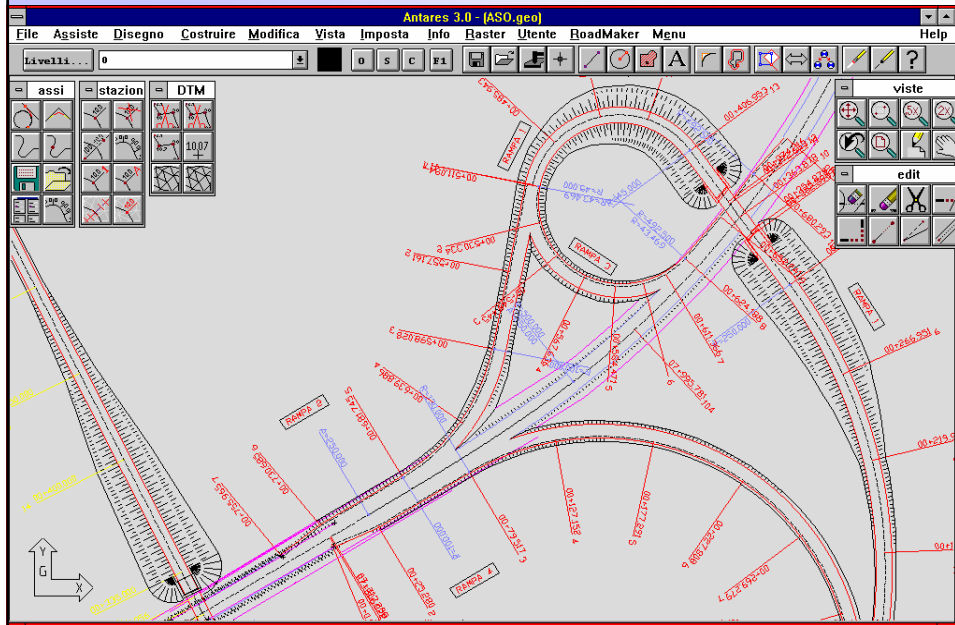
## MODELLAZIONE DEL SOLIDO STRADALE



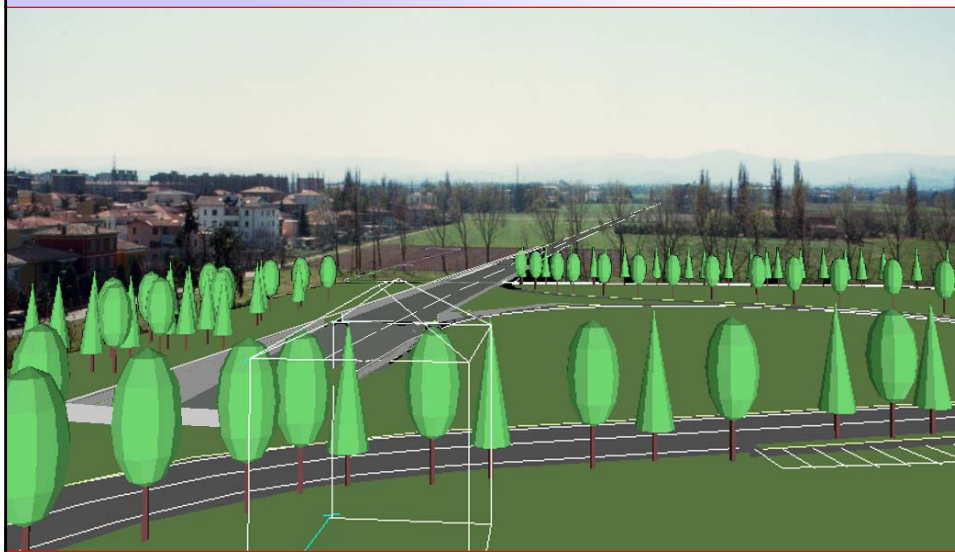
## FINITURA PLANIMETRIA



# PROGETTAZIONE SVINCOLI



# STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE





## Obiettivi

- **Separazione traffico extraurbano e traffico locale**
  - Sicurezza
  - Impatto ambientale
  - Fluidità del traffico
- **Eliminazione di tutti i semafori**
- **Ricucitura urbanistica**
- **Protezione utenze deboli (ciclisti e pedoni)**

## Proposte Progettuali

### ■ Sdoppiamento Virgiliana

- Spostamento tracciato
- Chiusura tratto Ponte Rana – FE (esistente)
- Declassamento tratto *Eridania*–Ponte Rana

### ■ Sottopassaggio Ponte Rana

### ■ Rotatoria Eridania per disimpegnare flussi di traffico

### ■ Allungamento Ponte Rana e passerella





