



Evoluzione della progettazione stradale verso l'orizzonte internazionale

Il percorso evolutivo della progettazione stradale

Andrea Griffa

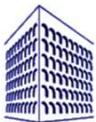
*Presidente Commissione
Infrastrutture Stradali*

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Lunedì 6 Ottobre 2014

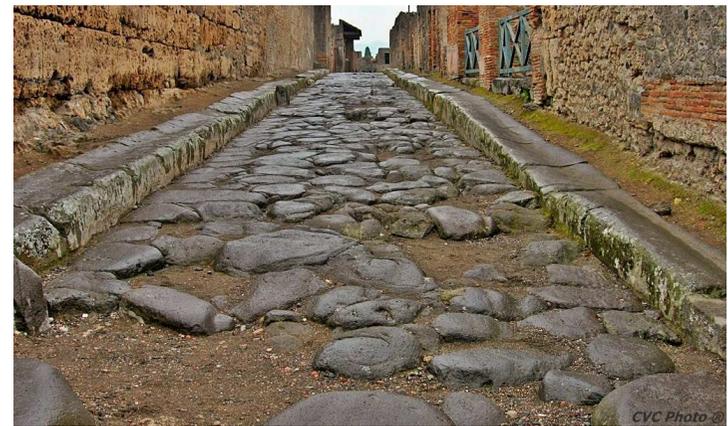
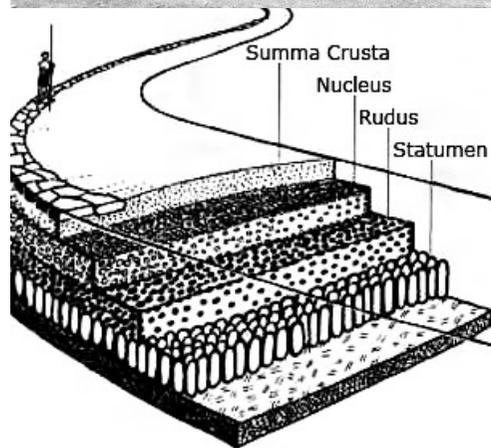
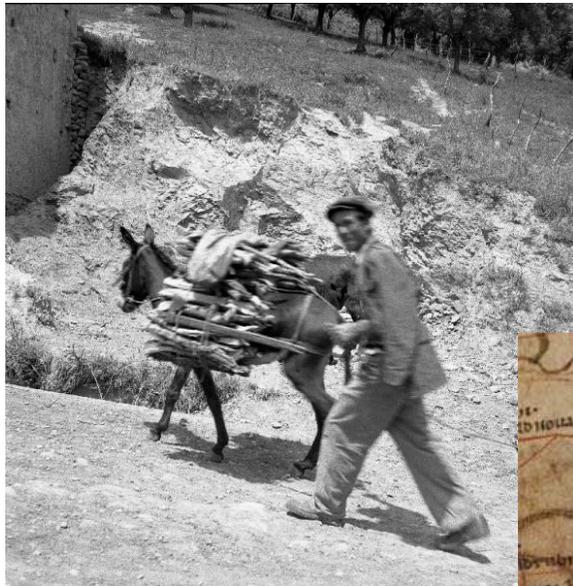
Indice degli argomenti:

- Origini del tracciamento
- Strumenti utilizzati
- Risultati grafici



Origini del tracciamento

Dalle “dromos” egizie alla “via silice strata”...



Origini del tracciamento

La scelta del miglior tracciato stradale è stata da sempre un tema fondamentale per:

- ***Riduzione costi***
- ***Riduzione tempi***
- ***Comfort di marcia***



- ***Progetto opere d'arte***
- ***Movimentazione delle terre***



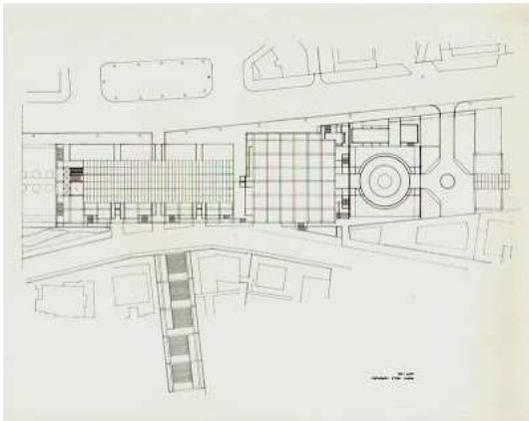
- ***Avvento della motorizzazione***
- ***Legame tra velocità e caratteristiche tracciato.***



Origini del tracciamento

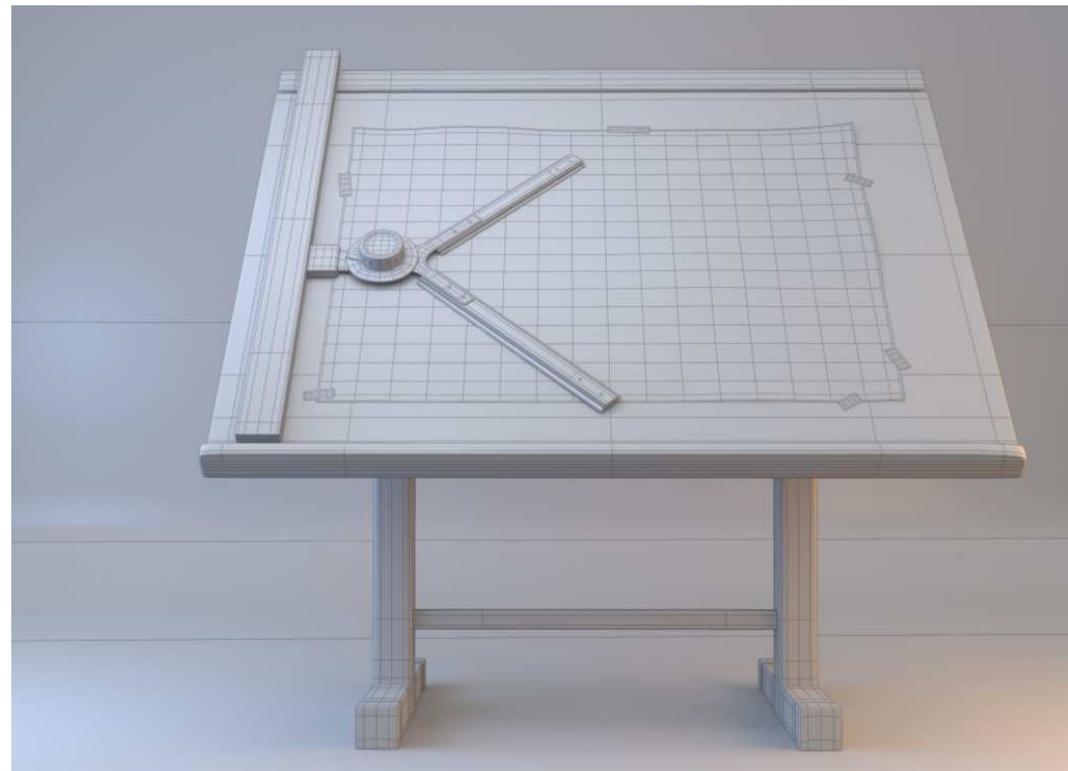
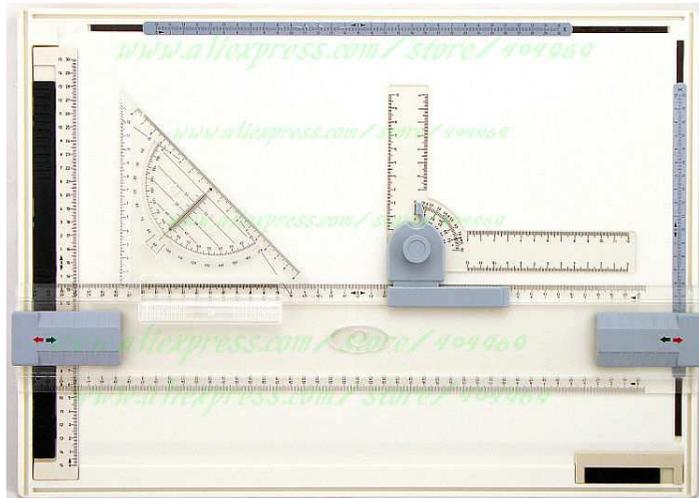
Negli anni parallelamente all'evoluzione dei metodi e degli strumenti per il «progetto stradale» si è affiancata un'evoluzione normativa:

- **Nessuna Norma Specifica**
- **Circolari e Linee Guida Anas** «Istruzioni e Raccomandazioni»
- **C.N.R. 1973 – 1978 – 1980** «Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade»
- **D.M. n.6792 – 05.11.2001** «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»
- **D.M. n.170 – 19.04.2006** «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni »



Strumenti utilizzati

Tecnigrafo:



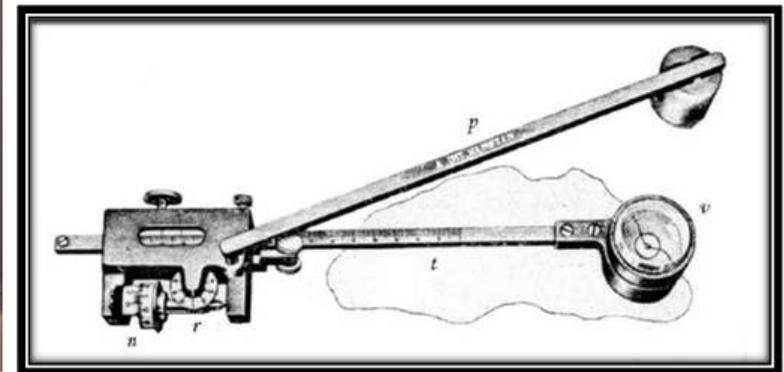
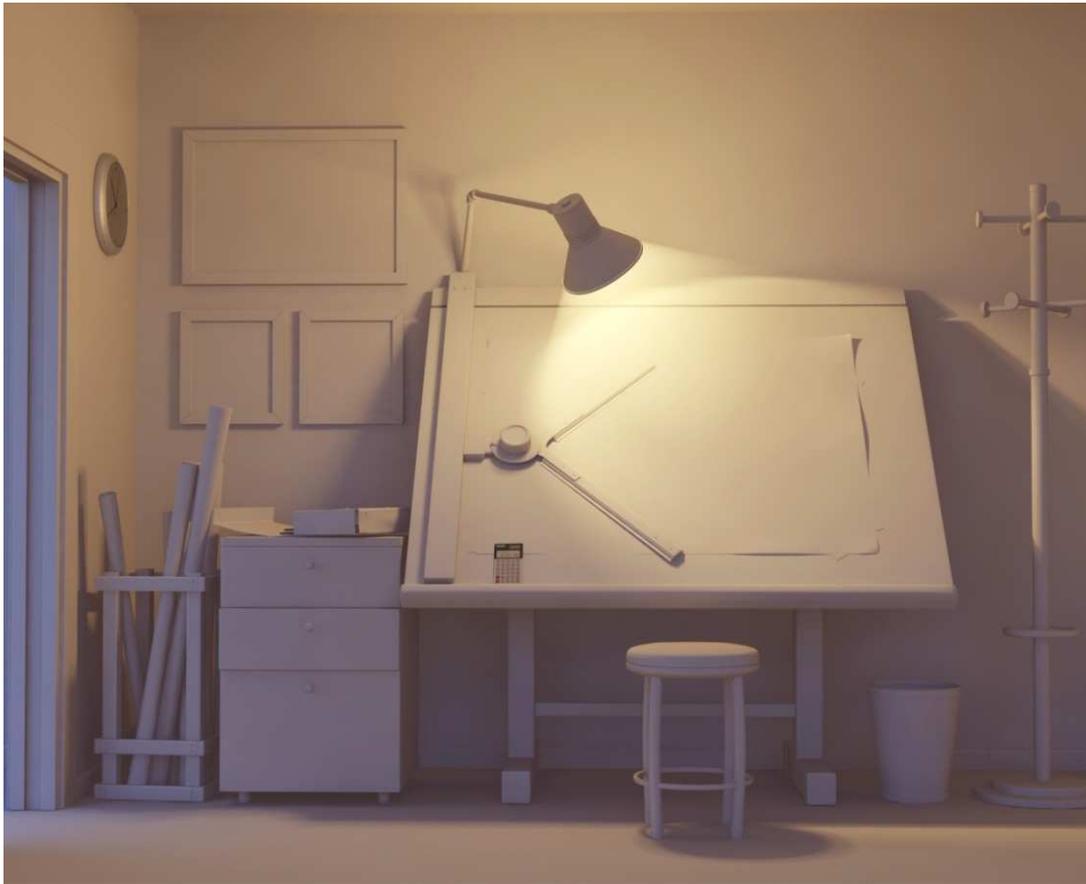
Strumenti utilizzati

Planimetro, compassi, calibro, curvilinee:



Strumenti utilizzati

- **Sensibilità del progettista**
- **Responsabilità nelle scelte.**
- **Sopralluoghi e interpretazione del terreno.**



Strumenti utilizzati

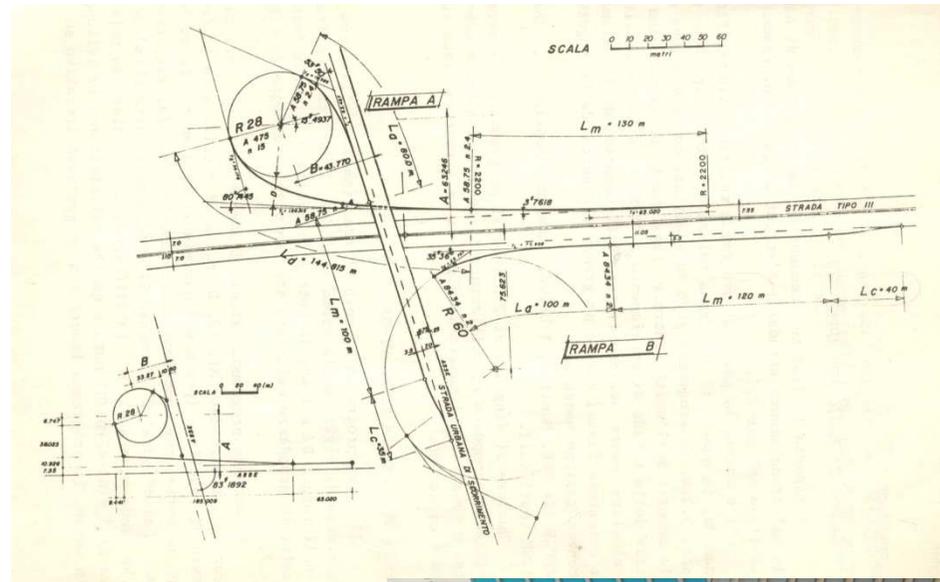
Tracciamento clotoidi
Disegni a mano su lucido con tecnica "Radex":

tab. II b $n=100$

l	α^2	r	x	y	x_M	Δr	l_c	r_c	l
0,000	0,0000	0,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
0,005	0,0000	0,1999	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,005
0,010	0,0000	0,1996	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,010
0,015	0,0000	0,1991	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,015
0,020	0,0000	0,1984	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,020
0,025	0,0000	0,1975	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,025
0,030	0,0000	0,1964	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,030
0,035	0,0000	0,1951	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,035
0,040	0,0000	0,1936	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,040
0,045	0,0000	0,1919	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,045
0,050	0,0000	0,1900	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,050
0,055	0,0000	0,1879	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,055
0,060	0,0000	0,1856	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,060
0,065	0,0000	0,1831	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,065
0,070	0,0000	0,1804	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,070
0,075	0,0000	0,1775	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,075
0,080	0,0000	0,1744	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,080
0,085	0,0000	0,1711	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,085
0,090	0,0000	0,1676	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,090
0,095	0,0000	0,1639	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,095
1,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,000

tab. II c $n=100$

l	α^2	r	x	y	x_M	Δr	l_c	r_c	l
0,000	0,0000	0,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
0,005	0,0000	0,1999	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,005
0,010	0,0000	0,1996	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,010
0,015	0,0000	0,1991	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,015
0,020	0,0000	0,1984	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,020
0,025	0,0000	0,1975	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,025
0,030	0,0000	0,1964	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,030
0,035	0,0000	0,1951	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,035
0,040	0,0000	0,1936	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,040
0,045	0,0000	0,1919	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,045
0,050	0,0000	0,1900	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,050
0,055	0,0000	0,1879	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,055
0,060	0,0000	0,1856	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,060
0,065	0,0000	0,1831	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,065
0,070	0,0000	0,1804	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,070
0,075	0,0000	0,1775	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,075
0,080	0,0000	0,1744	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,080
0,085	0,0000	0,1711	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,085
0,090	0,0000	0,1676	0,0018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,090
0,095	0,0000	0,1639	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,095
1,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,000



Dott. Ing. A. Griffa

Il percorso evolutivo della progettazione stradale

Strumenti utilizzati

IBM, Mainframe e primi programmi di calcolo:



PROGRAMMA TRACCIAMENTO

IBM FORTRAN program listing for "PROGRAMMA TRACCIAMENTO". The code includes mathematical calculations and control statements. Annotations on the right side categorize parts of the code: "INIZIATIVE ELEMENTARI A MODIFICATE", "COMPTONIAZIONE DELLA INPUT", "OPERAZIONI DI LOGICIZZAZIONE", "OPERAZIONI DI LOGICIZZAZIONE".

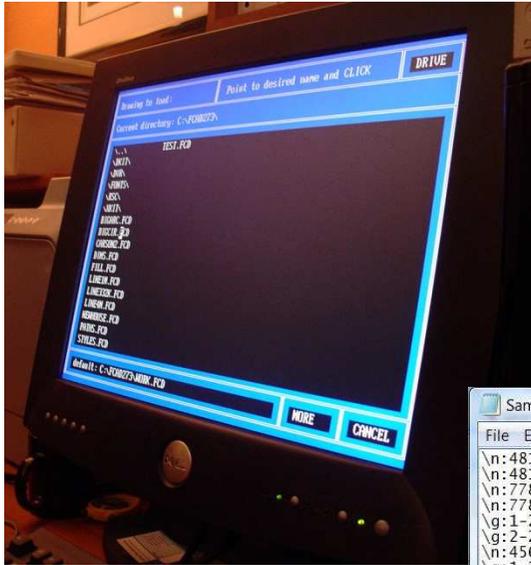


Dott. Ing. A. Griffa

Il percorso evolutivo della progettazione stradale

Strumenti utilizzati

Input file, MS-DOS, formati vettoriali e raster:

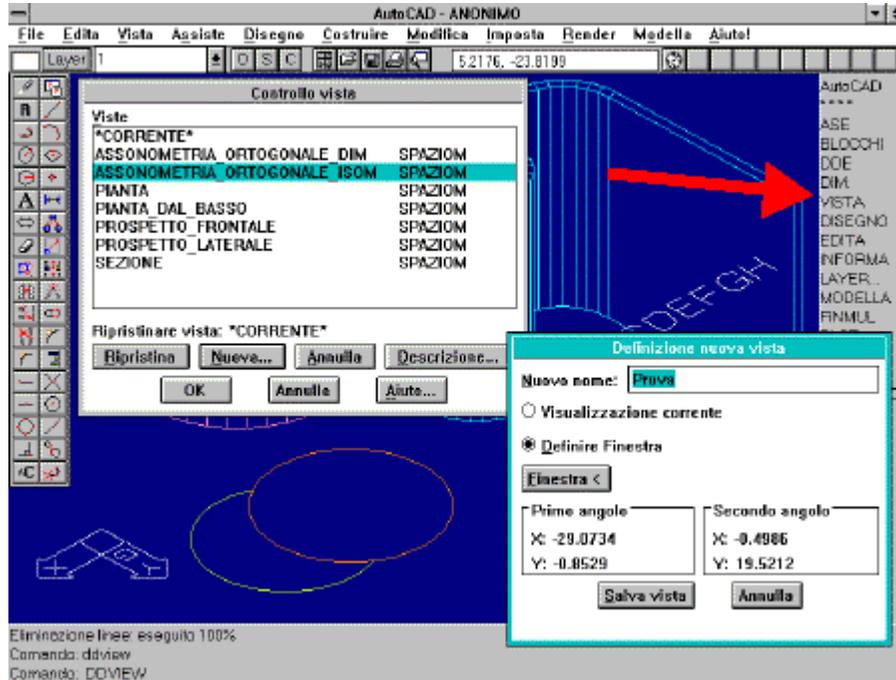


```
SampleAISdata.log - Notepad
File Edit Format View Help
n:48166,s:b003669977,c:1335916797*2B\!AIVDM,1,1,,B,15MwBw0010q=UGP@qbq5S1L00400,0*51
n:48167,s:b003669977,c:1335916797*2A\!AIVDM,1,1,,A,Dh3OwnP6mN>40TFGL00Nfp0,2*43
n:778112,s:b003669979,c:1335916797*12\!AIVDM,1,1,,A,15MvAs0P0I1<bevA2UL=swwp0T00,0*7E
n:778113,s:b003669979,c:1335916797*13\!AIVDM,1,1,,A,Dh3OwnP6mN>40TFGL00Nfp0,2*43
g:1-2-10378,n:236626,s:r08VCCH1,c:1335916801*58\!AIVDM,2,1,1,B,55NOFGPOAKfI@??OCM0T1Ht<v2222222222000\C555jGe50AiH4QARCC,0*3C
g:2-2-10378,n:236627*1C\!AIVDM,2,2,1,B,RCQk1DjA1HO,2*2A
n:456834,s:b003669978,c:1335916801*11\!AIVDM,1,1,,B,4h3OwnAuiA000q<;D@17Ng02L4F,0*32
g:1-2-81589,n:164716,s:r08TPVR1,c:1335916801*40\!AIVDM,1,1,,A,1815<3@02<qHFRF?sD4LE9p40@:,0*03
g:2-2-81589,n:164717*1A\!AIVDM,2,2,4,A,8888888888880,-123,0*3F
g:1-2-35778,n:53391,s:b003669980,c:1335916801*6F\!AIVDM,2,1,4,A,5507cP02<=3=L=SWS;&<4iHTr222085TpF2222161@j3:57g08hhCADSk`88,0*0E
g:2-2-35778,n:53392*25\!AIVDM,2,2,4,A,8888888888880,2*20
n:53393,s:b003669980,c:1335916801*21\!AIVDM,1,1,,B,15Nkj3000jqEetRA8?g3@2R40@14,0*23
g:1-2-45243,n:48195,s:b003669977,c:1335916802*62\!AIVDM,2,1,3,A,55NK;C000001L@KC378e8U=AV0j2222222222004p?555d<0:R3mDm3k`88,0*66
g:2-2-45243,n:48196*23\!AIVDM,2,2,3,A,8888888888880,2*27
n:48197,s:b003669977,c:1335916802*26\!AIVDM,1,1,,A,15NHboPP00I=p@4@i3o9Dov42815,0*52
g:1-2-126495,n:256934,s:r08TPH11,c:1335916802*7A\!AIVDM,1,1,,A,13P7sa300Aq<IH@CW3aC7Kn0<1M,0*76
g:2-2-126495,n:256935*26\!AIVDM,2,2,8,A,0000000000,2*2C
g:1-2-126496,n:256936,s:r08TPH11,c:1335916802*7B\!AIVDM,1,1,,B,19NS8f000kq?e80@Caj`V`2080p,0*39
g:1-2-81598,n:164734,s:r08TPVR1,c:1335916819*49\!AIVDM,2,1,1,0,0039,,,-139,*74
g:2-2-81598,n:164735*1A\!AIVDM,2,2,1,A,0000000000,2*25
n:778556,s:b003669979,c:1335916819*1F\!AIVDM,1,1,,B,15DkK1?P00q<mg6A2p0a`?vV2@:p,0*5F
g:1-2-54167,n:778557,s:b003669979,c:1335916819*5D\!AIVDM,2,1,8,A,55NIB8000001L@GW?3L@T41tpB04ppTF222222000@11240005@000000000,0*5D
g:2-2-54167,n:778558*1A\!AIVDM,2,2,8,A,0000000000,2*2C
n:778559,s:b003669979,c:1335916819*10\!AIVDM,1,1,,B,15MqFM0000q<;qjA0S150nhV0<37,0*45
g:1-2-45251,n:48414,s:b003669977,c:1335916819*67\!AIVDM,2,1,1,A,55NIB8000001L@GW?3L@T41tpB04ppTF222222000@11240005@000000000,0*54
g:2-2-45251,n:48415*2E\!AIVDM,2,2,1,A,0000000000,2*25
n:53629,s:b003669980,c:1335916818*2D\!AIVDM,1,1,,A,15N9P0gP00Idd0hA3V54IgvT00SU,0*63
n:53630,s:b003669980,c:1335916818*25\!AIVDM,1,1,,B,15Mw`BPP0kIEv?pA8:p:fwv`0400,0*5D
n:117992,s:b003669981,c:1335916818*12\!AIVDM,1,1,,B,15NF1W?P0IAlv@A1SROvwvV28:w,0*68
n:778560,s:b003669979,c:1335916819*1A\!AIVDM,1,1,,A,15N5s;gP00I=0r`@NtUIn?v`00:u,0*4E
g:1-2-54168,n:778561,s:b003669979,c:1335916819*57\!AIVDM,2,1,9,B,59Nwrw12>3><7PaC@005>0<58T400000000001?F@D??5AWNJ5QEp31S1@C,0*43
g:2-2-54168,n:778562*12\!AIVDM,2,2,9,B,Th000000000,2*12
n:457186,s:b003669978,c:1335916819*19\!AIVDM,1,1,,B,35m8G5P00I;qA8A0ut:<?vT0000,0*36
g:1-2-45252,n:48416,s:b003669977,c:1335916819*66\!AIVDM,2,1,2,B,59Nwrw12>3><7PaC@005>0<58T400000000001?F@D??5AWNJ5QEp31S1@C,0*48
g:2-2-45252,n:48417*2F\!AIVDM,2,2,2,B,Th000000000,2*19
n:48418,s:b003669977,c:1335916819*2E\!AIVDM,1,1,,B,15NNfmp000I>FKJ@m;UnLTDROD37,0*29
n:778563,s:b003669979,c:1335916819*19\!AIVDM,1,1,,B,35m8G5P00I;qA8A0ut:<?vT0000,0*36
n:778564,s:b003669979,c:1335916819*1E\!AIVDM,1,1,,B,17Mt1S0P00I<b>vA2F@r90vV0400,0*12
```



Strumenti utilizzati

MS-DOS, plotter con pennini, tempi di attesa elevati.



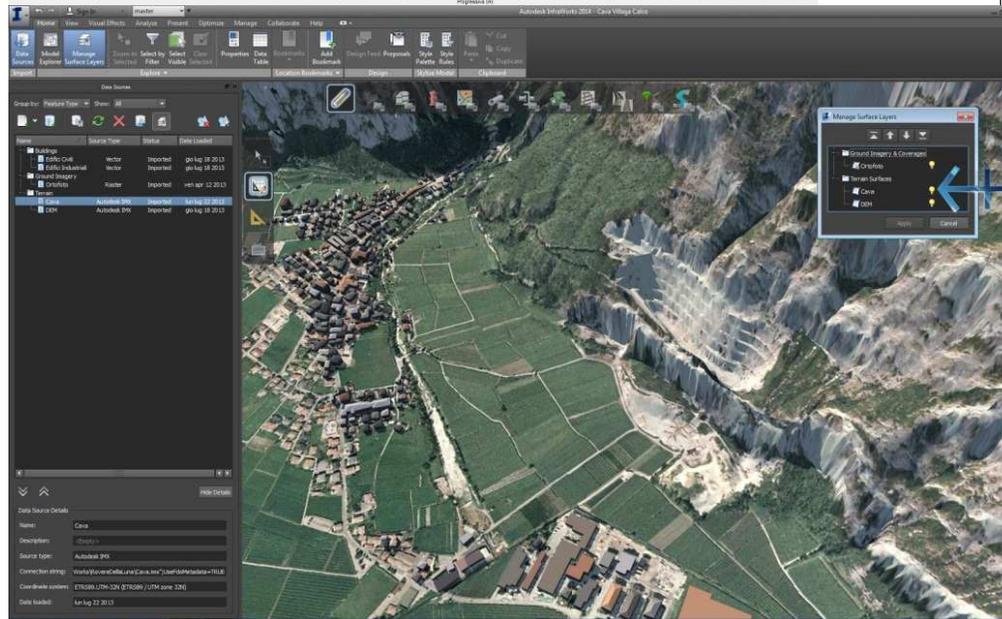
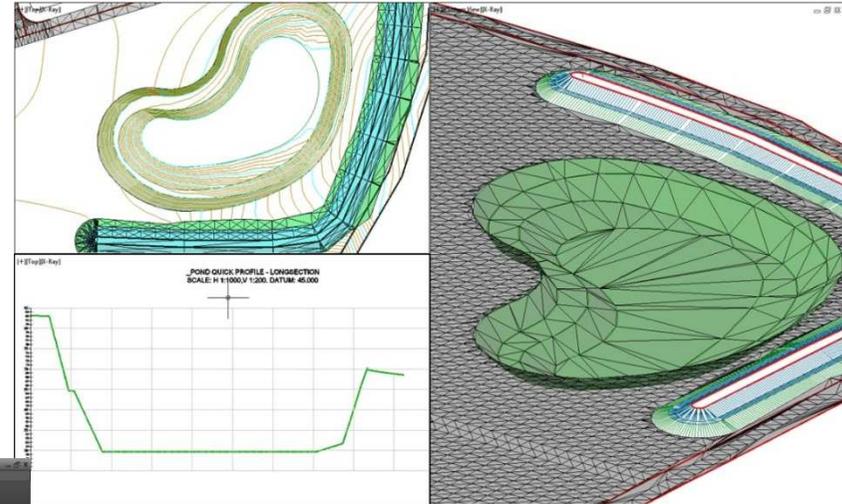
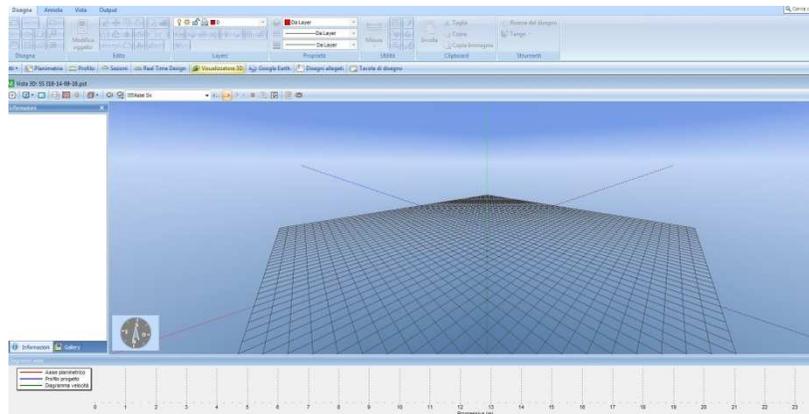
Modello numerico del territorio

Operatore inizia a subire automatismi



Strumenti utilizzati

...fino ai giorni nostri:



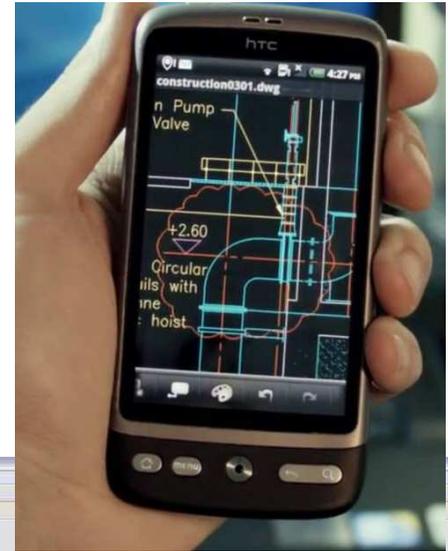
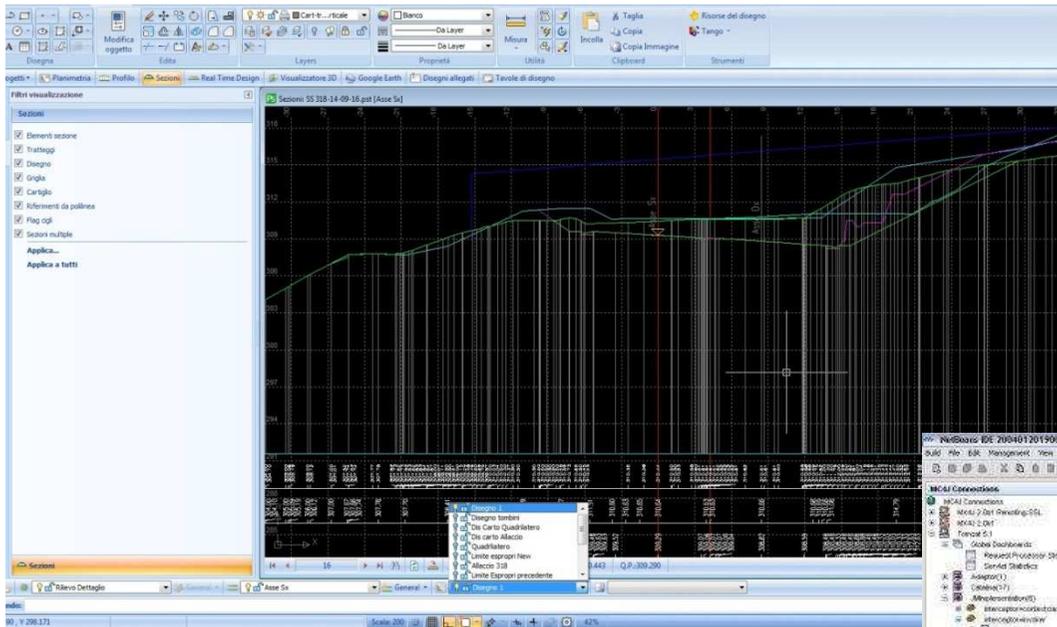
Dott. Ing. A. Griffa

Il percorso evolutivo della progettazione stradale

6 Ottobre 2014

pag. 13

Strumenti utilizzati



Servlet Statistics

This dashboard shows the statistics of a Tomcat Servlets.

Context	URL	name	requests	processing	minTime	maxTime	avgTime	errorCount
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	228	2465	0	339	395	170
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	160	1622	0	131	51	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	82	481	0	371	20	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	28	8732	0	891	2489	176
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	28	1500	0	130	60	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	21	0	0	0	0	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	24	105	0	24	0	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	10	279	0	370	260	260
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	8	38	0	62	30	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	2	410	0	210	80	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	2	370	0	370	170	160
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	10	0	33	30	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	4892	0	4892	2614	2614
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	4366	0	4366	2774	2774
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	200	0	200	80	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	18	0	35	15	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	80	0	80	80	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	10	0	30	30	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	119	0	119	110	110
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	5059	0	5059	201	201
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	1	581	0	581	80	80
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	0	0	0	0	0	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	0	0	0	0	0	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	0	0	0	0	0	0
None	None	org.apache.jsp.admin.index_jsp	0	0	0	0	0	0

Request Processor Statistics

This dashboard shows the statistics of Tomcat Request Processors.

name	monitor	minTime	protocol	requestCount	requestProcess	minActive	maxActive	bytesSent	bytesReceived	processingTime	errorCount
RequestProcessor	org.apache.catalina.connector.http	127.0.0.1	HTTP/1.0	99	130453	0	8528	0	0	0	0
RequestProcessor	org.apache.catalina.connector.http	127.0.0.1	HTTP/1.0	299	3672	0	43266	0	0	0	0
RequestProcessor	org.apache.catalina.connector.http	127.0.0.1	HTTP/1.0	165	6089	0	4354	95230	0	0	0
RequestProcessor	org.apache.catalina.connector.http	127.0.0.1	HTTP/1.0	284	7238	0	4892	48920	0	0	0

Message

Sequence #	Source	Destination	Type	User Data
240	org.apache.catalina.connector.http	org.apache.catalina.connector.http	INFO	request-logged
241	org.apache.catalina.connector.http	org.apache.catalina.connector.http	INFO	request-logged



Strumenti utilizzati

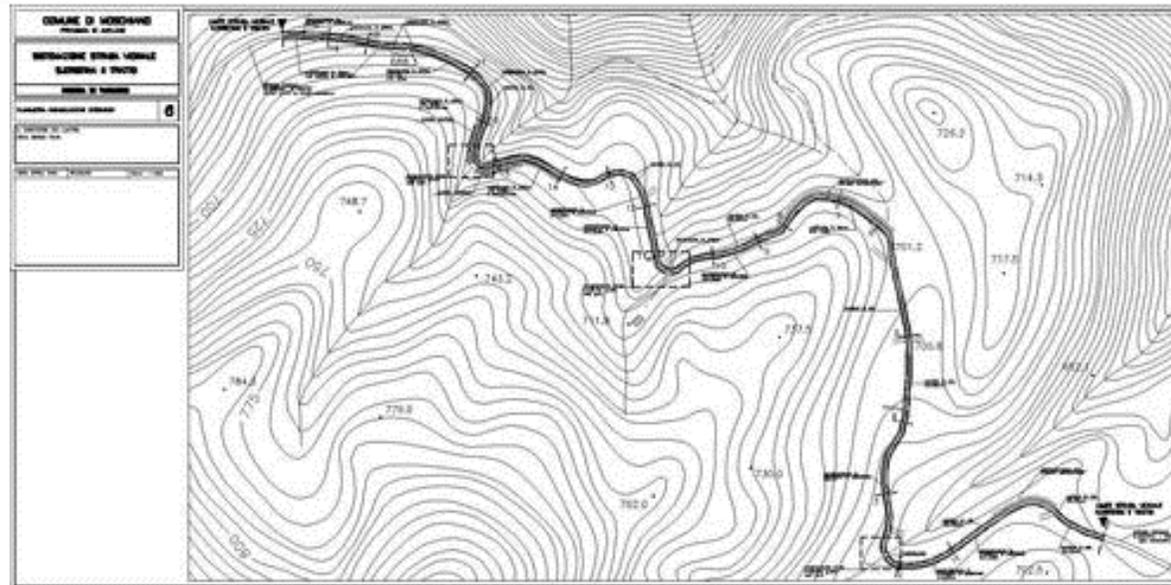
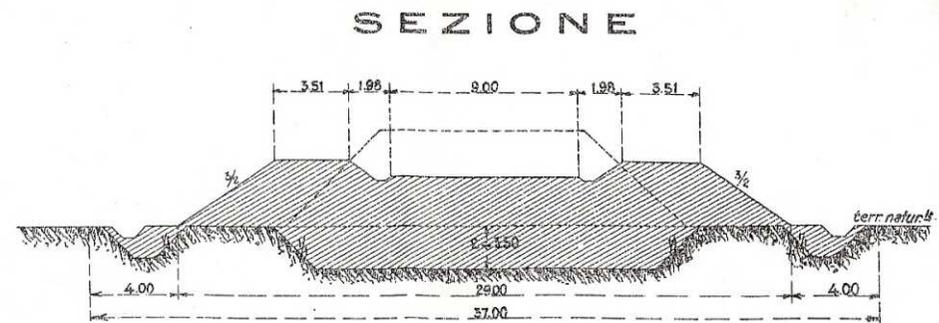
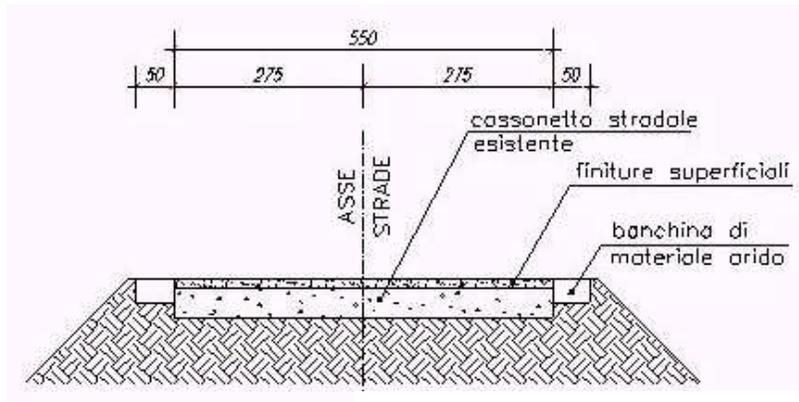
Rischio:

- Evitare che lo strumento di supporto informatico abbia il sopravvento
- Evitare che al progettista sia tolta la sua funzione primaria, relegandolo a semplice operatore.
- Attenzione a ciò che il supporto informatico fa automaticamente controllando le uscite di output ed eventuali errori di lettura delle informazioni



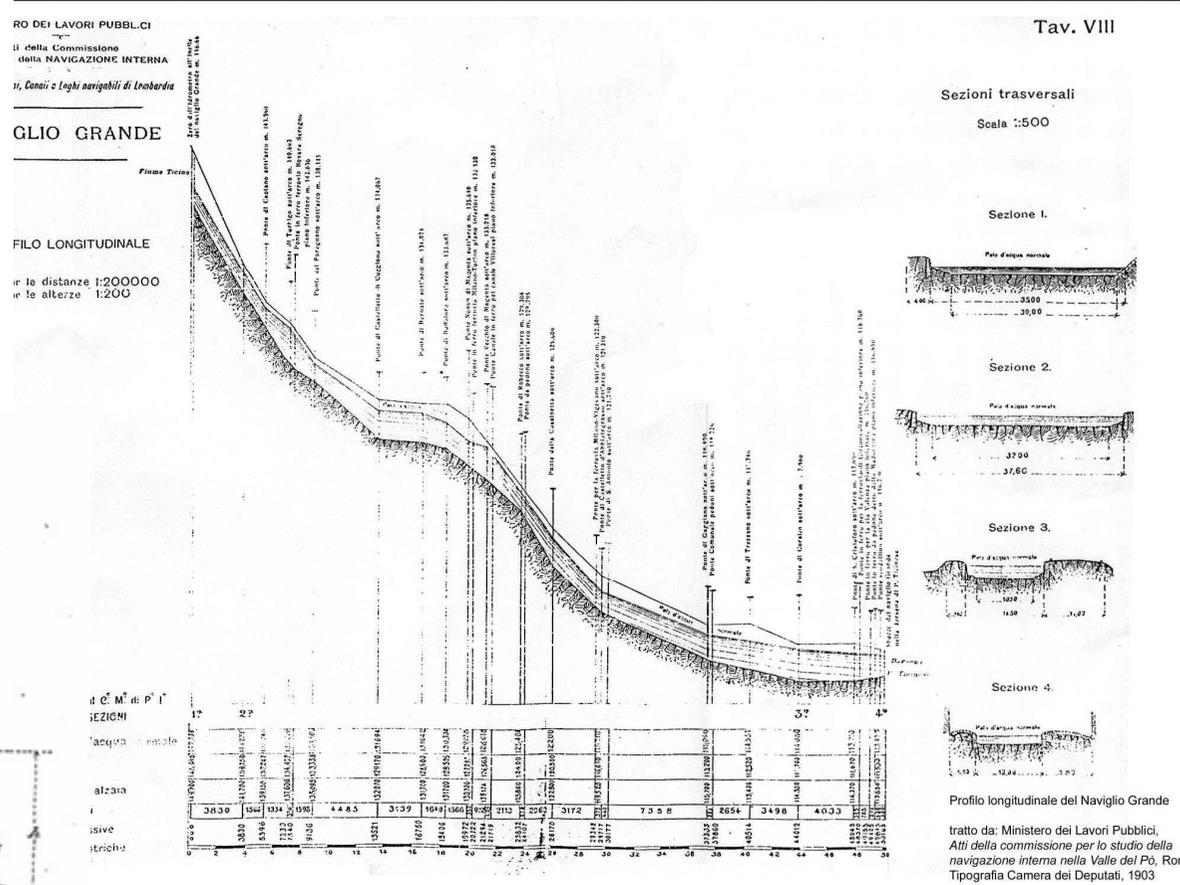
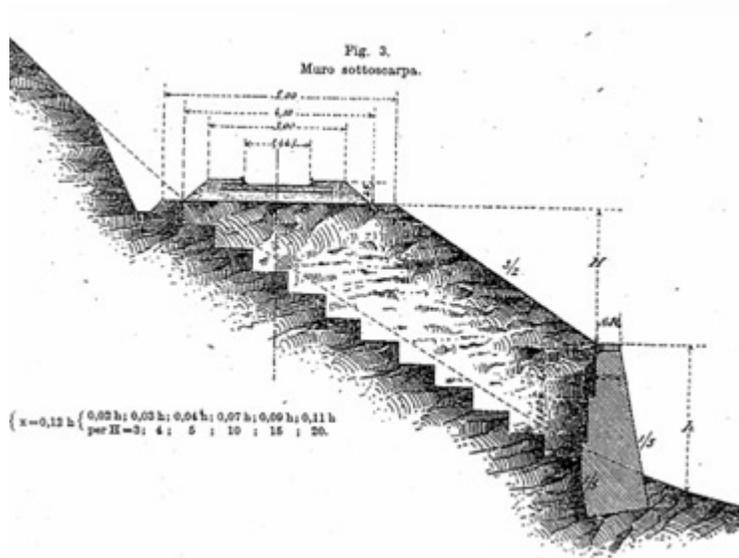
Risultati grafici

Il “Tracciolino” e disegni piuttosto scarni di informazioni ma diretti:



Risultati grafici

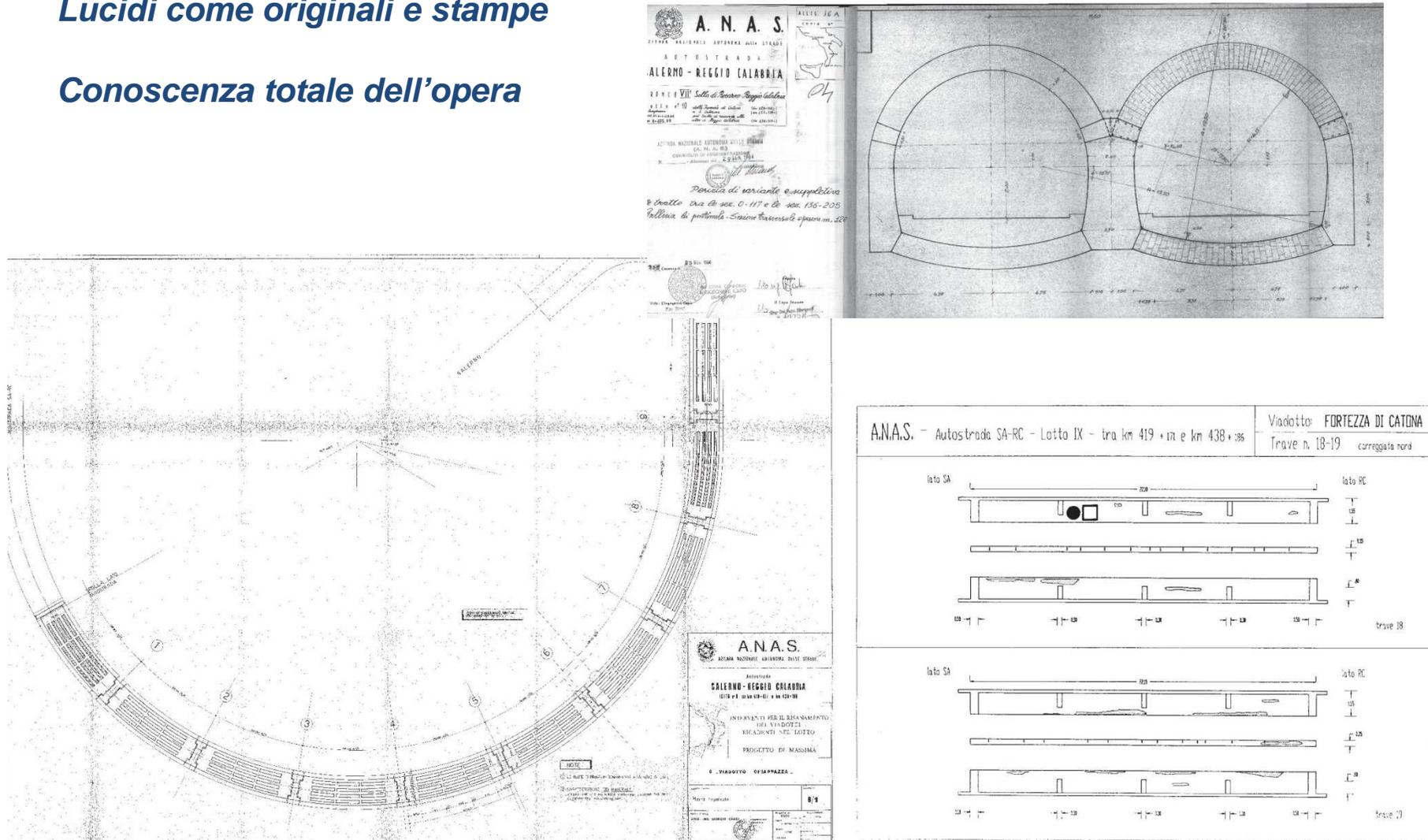
Elaborati a mano come fossero opere d'arte:



Risultati grafici

Lucidi come originali e stampe

Conoscenza totale dell'opera



Dott. Ing. A. Griffa

Il percorso evolutivo della progettazione stradale

6 Ottobre 2014

pag. 18

Risultati grafici
Simulazioni tridimensionali e uscite output digitali:
Sovrapposizione di più soluzioni



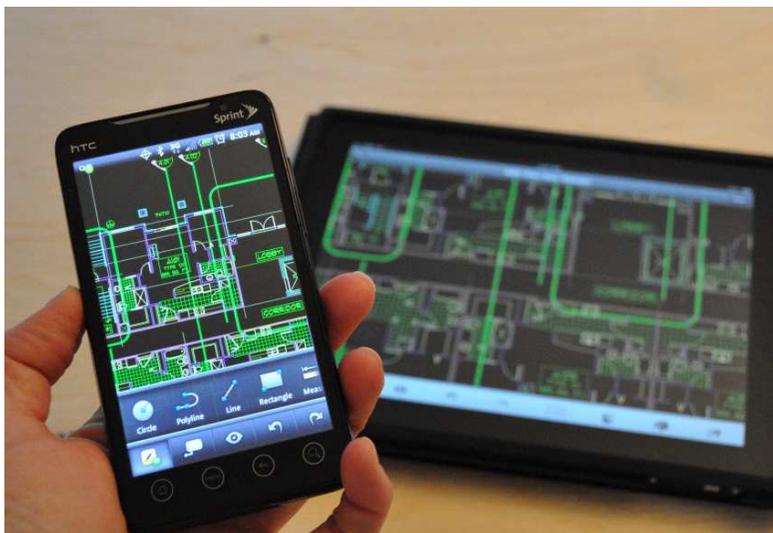
Risultati grafici

Consegna degli elaborati esclusivamente cartacea:



Risultati grafici

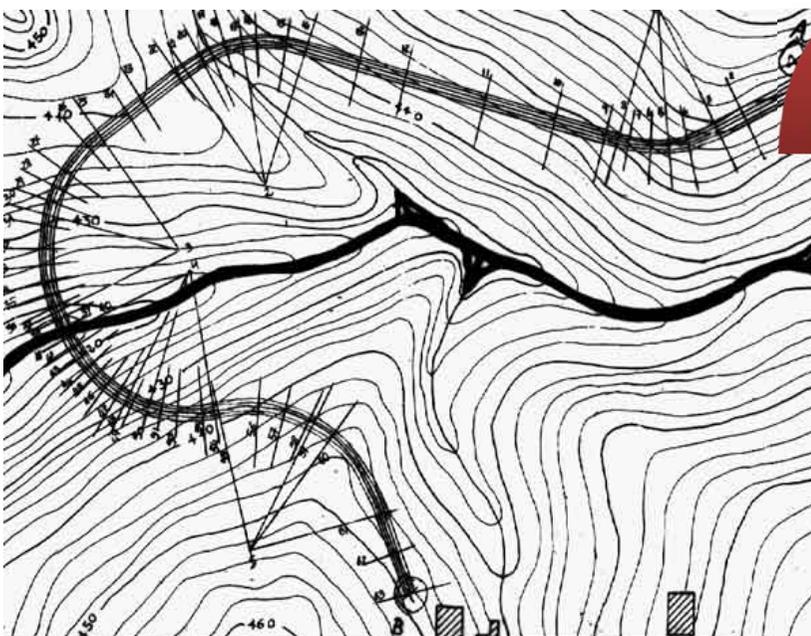
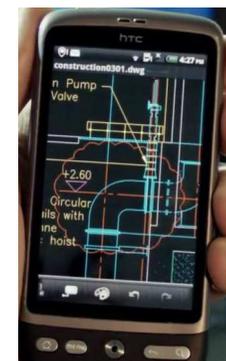
Supporto digitale e formati elettronici:



Risultati grafici



20 anni



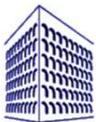
Conclusioni

Evoluzione della progettazione

Il progettista stradale deve continuamente aggiornarsi sui software e le relative metodologie per potersi confrontare con le realtà internazionali.

Ciò tuttavia è andato calando nel tempo il riconoscimento dell'importanza della figura del progettista a dispetto della crescita esponenziale dei programmi di calcolo informatico, rischiando di sostituirsi ad esso e delegarlo alla figura di un mero operatore e subendo gli automatismi del supporto informatico stesso.

PRO	CONTRO
➤ Tempi ridotti per produzione elaborati	✗ Minore sensibilità progettista nel disegno
➤ Elasticità e sovrapposizione varianti	✗ Minore interpretazione della cartografia
➤ Possibilità di maggiore dettaglio	✗ Minore padronanza materia



Conclusioni

.....Grazie per l'attenzione.

