

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:

**Cepav due**  
Consorzio ENI per l'Alta Velocità



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA  
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA PRIMARIA AT 132kV ST/DT  
DA S.S.E. AC CALCINATO A S.S. TERNA LONATO

ATTR. LINEA ALTA TENSIONE 132kV D.T. ADEGUARE TERNA SPA MILANO LINEE AT - SK 162 - IN CAMPATA TRA SOST. N. 13 E SOST. N. 14A

|  |  |  |  |          |  |     |  |         |
|--|--|--|--|----------|--|-----|--|---------|
| GENERAL CONTRACTOR   |  |  |  | ITALFERR |  |     |  | SCALA : |
| IL PROGETTISTA INTEGRATORE<br><small>IL PROGETTISTA INTEGRATORE<br/>saipem spa<br/>Tommaso Santoro<br/>Datore in Responsabilit  di Ufficio<br/>degli Ingegneri della Provincia di Milano<br/>n. 4324/01 Sez. A. Settore<br/>al civile e ambientale in possesso di dati informativi<br/>Tel. 02/53020971 Fax 02/53020909<br/>C.F. 01404080965</small> |  | Consorzio <b>Cepav due</b><br>Project Director<br>(Ing. F. Lombardi) |  |          |  | --- |  |         |
| Data:  |  | Data:  |  |          |  |     |  |         |

|          |       |      |      |           |                  |        |      |            |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|------------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | FOGLIO     |
| IN05     | 00    | D    | E2   | PX        | LP0400           | K43    | A    | 001 di 006 |

|                          |                         |          |
|--------------------------|-------------------------|----------|
| <b>CONSORZIO SATURNO</b> | VISTO CONSORZIO SATURNO |          |
|                          | Firma                   | Data     |
|                          | <i>M. Manta</i>         | 15-05-14 |

| Progettazione : |             |                        |          |                           |          |                      |          |                |
|-----------------|-------------|------------------------|----------|---------------------------|----------|----------------------|----------|----------------|
| Rev.            | Descrizione | Redatto                | Data     | Verificato                | Data     | Approvato            | Data     | IL PROGETTISTA |
| A               | EMISSIONE   | A. GEFFRI<br><i>AG</i> | 15-05-14 | M. DONNARUMMA<br><i>M</i> | 15-05-14 | N. MANTA<br><i>N</i> | 15-05-14 |                |
| B               |             |                        |          |                           |          |                      |          |                |
| C               |             |                        |          |                           |          |                      |          |                |

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| SAIPEM S.p.a. COMM. 032121 | File: IN0500DE2PXLPO400K43A |
|                            | Cod. origine: -             |



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP:F81H9100000008

PROGETTO: **LINEA PRIMARIA AT 132 kV ST/DT - TRATTA : MILANO-VERONA  
DA S.S.E. AC CALCINATO A S.S. TERNA LONATO**

Attraversamento: **LINEA ELETTRICA** Alta tensione 132kV TERNA - DA ADEGUARE SK 162  
**In campata fra i sostegni n. 13 e 14A**

### 1 - CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA A.T.

Tensione Nominale della Linea Un (Kv) = **132** Zona: **B** (CEI 11-4:2011-01 5.1.5)  
Livello di isolamento : Alta Tensione

| Tipo di conduttore e di funi di guardia | Unità               | Conduttore<br>LC 2/1<br>All.Acc. | Fune di guardia<br>LC 51<br>Acc.rivestito All. |
|---|---------------------|----------------------------------|--|
| Diametro Nominale                       | mm                  | <b>31,5</b>                      | <b>11,5</b>                                    |
| Sezione                                 | mm <sup>2</sup>     | <b>585,3</b>                     | <b>80,65</b>                                   |
| Peso                                    | kg/m                | <b>1,953</b>                     | <b>0,537</b>                                   |
| Modulo di elasticità                    | daN/mm <sup>2</sup> | <b>6800</b>                      | <b>15500</b>                                   |
| Coeff.dilatazione termica(*10E6)        | 1/°C                | <b>19,4</b>                      | <b>13,0</b>                                    |
| Carico Rottura Nominale                 | daN                 | <b>16852</b>                     | <b>9000</b>                                    |

### 2 - DATI DI CAMPATA DELLA LINEA A.T.

| SOSTEGNO                            | unit.    | A              | B             |
|-------------------------------------|----------|----------------|---------------|
| N. Sostegno - Vertice               | n°       | <b>13</b>      | <b>14A</b>    |
| Tipo - Altezza utile                | tipo - m | <b>PND8 21</b> | <b>TE* 10</b> |
| Altezza utile conduttore            | m        | <b>21,00</b>   | <b>10,00</b>  |
| Armamento conduttore                |          | <b>MSD</b>     | <b>AD/AD</b>  |
| Altezza utile fune di g.            | m        | <b>33,50</b>   | <b>11,00</b>  |
| Campata vento                       | m        | <b>222,80</b>  | <b>192,40</b> |
| Angolo di Linea (sessad.) D - S     | °ses     |                |               |
| Costante Altimetrica (k%)           |          | <b>5,36</b>    | <b>-10,74</b> |
| Quota terreno                       |          | <b>124,26</b>  | <b>125,10</b> |
| Quota attacco conduttore basso      | m        | <b>145,26</b>  | <b>135,10</b> |
| Quota attacco fune di guardia       | m        | <b>157,76</b>  | <b>136,10</b> |
| Campata effettiva fra i sost. A e B | m        |                | <b>174,75</b> |
| Dislivello tra i sost. A e B        | m        |                | <b>-10,16</b> |
| Campata equivalente                 | m        |                | <b>262,60</b> |

### 3 - SPINTA DEL VENTO (CEI 11-4:2011-01 - 5.1.1 - NTC 2008 - 3.3)

Zona : **1 Lombardia** Altitudine sul livello del mare: **<600**  
 Velocità di riferimento Vb = **25** m/s Kr = **0,19**  
 Classe rugosità terreno **D** Categoria di esposizione sito **II** z0 = **0,05**  
 Fattore di raffica **kg** zmin = **4,00**  
 Fattore di campata Gc **1.30-0.082Ln(L)** **0,843** (EN 50341-1 - Tabella 4.2.5)

### 4 - GHIACCIO o NEVE (CEI 11-4:2011-01 - 5.1.2)

Carico di tipo : **2** Spessore di riferimento sk = **24** mm  
 Densità della neve = **500** kg/m3

### 5 - CONDIZIONI BASE DI CALCOLO

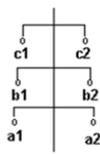
| Tipo di conduttore e di fune di guardia       | Unità | Conduttore<br>LC 2/1 | F. di guardia 1<br>LC 51 |
|---|-------|----------------------|--------------------------|
| Altezza da terra baricentro conduttori / funi | m     | <b>15,5</b>          | <b>22,25</b>             |
| Fattore di raffica kg                         |       | <b>1,624</b>         | <b>1,698</b>             |
| Velocità del vento estremo (kg * Vb)          | m/s   | <b>40,60</b>         | <b>42,45</b>             |
| Tiro orizzontale in EDS                       | daN   | <b>1900</b>          | <b>725</b>               |
| % del carico di rottura                       | %     | <b>11,27</b>         | <b>8,06</b>              |

### TIRI NEI CONDUTTORI E NELLE FUNI DI GUARDIA (CEI 11-4:2011-01 Tabella 5.1.5)

| Descrizione         | Ipotesi carico | Condizione | Velocità Vento daN/m <sup>2</sup> | sk (# manic. ghiaccio) mm | Temp. (°) | Conduttore  |                 | F. di guardia |                 |
|---------------------|----------------|------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------|-------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                     |                |            |                                   |                           |           | Tiro O. daN | Peso Ris. daN/m | Tiro O. daN   | Peso Ris. daN/m |
| Every day stress    | EDS            | EDS        |                                   |                           | 15,0      | <b>1900</b> | <b>1,916</b>    | <b>725</b>    | <b>0,527</b>    |
| Max.spinta vento    | 1a             | Max.Vento  | kg Vb                             |                           | -7,0      | <b>3349</b> | <b>3,341</b>    | <b>1509</b>   | <b>1,213</b>    |
| Vento a temp.minima | 1b             | Min.Temp   | 0.76 kg Vb                        |                           | -20,0     | <b>2694</b> | <b>2,484</b>    | <b>1170</b>   | <b>0,822</b>    |
| Ghiaccio            | 2a             | Ghiaccio   |                                   | 24,0                      | -2,0      | <b>3834</b> | <b>3,968</b>    | <b>2036</b>   | <b>1,840</b>    |
| Vento + ghiaccio    | 3              | Vento+Gh.  | 0.6 Vb                            | 24,0                      | -2,0      | <b>3926</b> | <b>4,079</b>    | <b>2143</b>   | <b>1,970</b>    |
| Minima temperatura  | MPB            | Max.Param  |                                   |                           | -20,0     | <b>2140</b> | <b>1,916</b>    | <b>833</b>    | <b>0,527</b>    |
| Franchi elettrici   | MFB            | V.Franchi  |                                   |                           | 48,0      | <b>1731</b> | <b>1,916</b>    | <b>650</b>    | <b>0,527</b>    |

6 - CONFIGURAZIONE GEOMETRICA DEI CONDUTTORI

Sostegno A

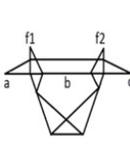


Sost. n°: **13**  
Tipo: **PND8**

| Descriz.      | SOSTEGNO A |          |            |        |
|---------------|------------|----------|------------|--------|
|               | Conduttori |          | Fune di G. |        |
| Fasi          | a1         | a2       | fg.1       |        |
| Quota (m)     | 145,26     | 145,26   | 157,76     |        |
| Sbraccio (m)  | 2,74       | 2,74     |            |        |
| Lato          | Sx         | Centrale | Dx         |        |
| Isolatori (m) |            |          |            |        |
| Descriz.      | SOSTEGNO B |          |            |        |
|               | a          | b        | c          | fg.1   |
| Quota         | 135,10     | 135,10   | 135,10     | 136,10 |
| Sbraccio      | 7,30       | 7,30     |            |        |
| Lato          | Sx         | Centrale | Dx         |        |
| Isolatori     |            |          |            |        |

(dimensioni in metri)

Sostegno B



Sost. n°: **14A**  
Tipo: **TE\***

7 - VERIFICA TIRI ASSIALI MASSIMI NEI CONDUTTORI E NELLE FUNI

Il tiro massimo assiale è calcolato in accordo a:

$$T_{\text{assiale MAX}} = \sqrt{To^2 + \left(v + \frac{C}{2}\right)^2 + \left(p \frac{C}{2} + To \frac{|h|}{C}\right)^2}$$

dove:

- C = Campata effettiva (m)
- p = Peso del conduttore/fgd (daN/m)
- To = Tiro orizzontale (daN)
- v = Spinta del vento sul conduttore o sulla fgd in condizione MSA (oppure MSB) (daN/m)
- |h| = Massimo dislivello positivo all'attacco dei conduttori o fgd

7.1 - TIRI ASSIALI MASSIMI

| Condiz. di verifica    | Tiro assiale daN | Campata m | Dislivello m | Peso lineare daN/m | Spinta del vento daN/m | Peso risultante daN/m | Tiro Ass. Massimo daN | Tiro ammissibile |           |
|------------------------|------------------|-----------|--------------|--------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-----------|
|                        |                  |           |              |                    |                        |                       |                       | in % su R        | T.amm daN |
| <b>CONDUTTORE</b>      |                  |           |              |                    |                        |                       |                       |                  |           |
| EDS                    | 1900             | 174,75    | -10,16       | 1,916              |                        | 1,916                 | 1920                  | 25               | 4213      |
| 1a                     | 3349             | 174,75    | -10,16       | 1,916              | 2,737                  | 3,341                 | 3377                  | 80               | 13482     |
| 1b                     | 2694             | 174,75    | -10,16       | 1,916              | 1,581                  | 2,484                 | 2717                  | 80               | 13482     |
| 2a                     | 3834             | 174,75    | -10,16       | 3,968              |                        | 3,968                 | 3876                  | 80               | 13482     |
| 3                      | 3926             | 174,75    | -10,16       | 3,968              | 0,943                  | 4,079                 | 3969                  | 80               | 13482     |
| MPB                    | 2140             | 174,75    | -10,16       | 1,916              |                        | 1,916                 | 2160                  | 80               | 13482     |
| <b>Fune di Guardia</b> |                  |           |              |                    |                        |                       |                       |                  |           |
| EDS                    | 725              | 174,75    | -10,16       | 0,527              |                        | 0,527                 | 730                   | 25               | 2250      |
| 1a                     | 1509             | 174,75    | -10,16       | 0,527              | 1,092                  | 1,213                 | 1518                  | 80               | 7200      |
| 1b                     | 1170             | 174,75    | -10,16       | 0,527              | 0,631                  | 0,822                 | 1177                  | 80               | 7200      |
| 2a                     | 2036             | 174,75    | -10,16       | 1,840              |                        | 1,840                 | 2055                  | 80               | 7200      |
| 3                      | 2143             | 174,75    | -10,16       | 1,840              | 0,706                  | 1,970                 | 2162                  | 80               | 7200      |
| MPB                    | 833              | 174,75    | -10,16       | 0,527              |                        | 0,527                 | 839                   | 80               | 7200      |

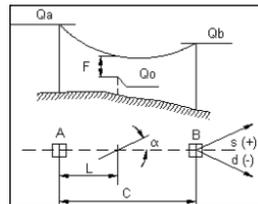
8 - VERIFICA FRANCO ELETTRICO SU OPERA ATTRAVERSATA

I Franchi minimi (in metri) da rispettare per una Linea Primaria verso la linea elettrica, sono :

a) Di progetto - Temperatura (°C) = 40      11-4 D.L. n° 449  
 (1.5+0.015U)      0.015U= 1,98      F.c = **3,48**      per i conduttori  
 (3.0+0.015U)      0.015U= 1,98      F.s = **4,98**      per i sostegni (min. 5m D.L. 81)

b) Di progetto - Temperatura (°C) = 48      CEI 11-4 2011-01  
 (2.0 + Dpp)      Dpp= 1,40      F.c = **3,40**      per i conduttori/conduttori  
 (1.75 + Dpp)      Dpp= 1,40      F.c = **3,15**      per i conduttori/funi  
 (3.5 + Del)      Del= 1,20      F.s = **4,70**      per i sostegni (min. 5m D.L. 81)

La linea elettrica attraversata si configura con:



Distanza dal sostegno A      L = **164,74**      m  
 Quota conduttore più alto      Qo = **141,34**      m  
 Angolo di incrocio      alpha = **48,7**      °cent  
 Temperatura di rilievo      = **14**      C

Il franco rispetto all'opera attraversata è calcolato con la seguente formula:

$$FMn = Qa - Qo - L \cdot \left[ \frac{(C-L)}{2 \cdot P} + \frac{(Qa - Qb)}{C} \right]$$

Nel nostro caso :

| Qa     | Qb     | Qo     | C      | L     |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| 157,76 | 136,10 | 141,34 | 174,75 | 164,7 |

Tab.Cnd  
2

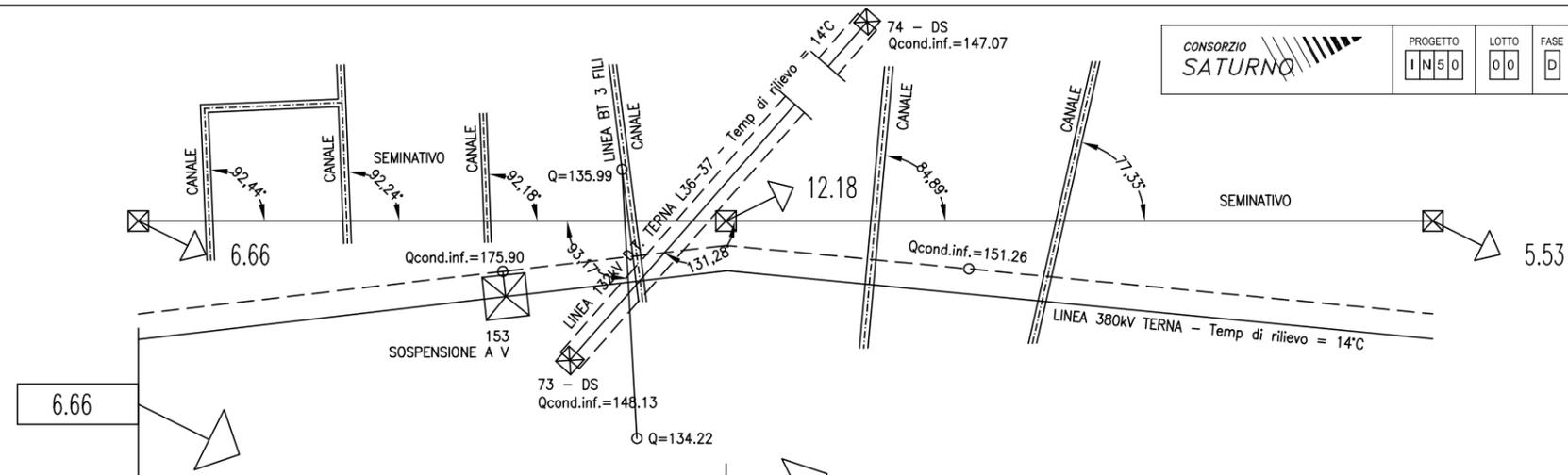
Pertanto :

| Ip.Carico | Tiro daN | Peso C. daN/m | Parametro m | Franco m |
|-----------|----------|---------------|-------------|----------|
| MPB       | 833      | 0,527         | 1582        | 4,52     |

a ) Di progetto      **MPB      833      0,527      1582      4,52      DA ADEGUARE**

**STRALCIO PROFILO PLANO-ALTIMETRICO**  
**SCALA 1:2000/500**

PLANIMETRIA



LEGENDA

MEZZA COSTA a mt. 10

- SINISTRA
- DESTRA
- ..... ALBERATURA

SAGOMA CONDUTTORE: CONDIZIONE MFB +48°C

SAGOMA FUNE DI GUARDIA: CONDIZIONE MPB -20°C  
(senza vento ne ghiaccio)

SAGOMA TRATTEGGIATA: FRANCO DI 8 MT.

↓ VERTICE CATENARIA

GRADI SESSADECIMALI

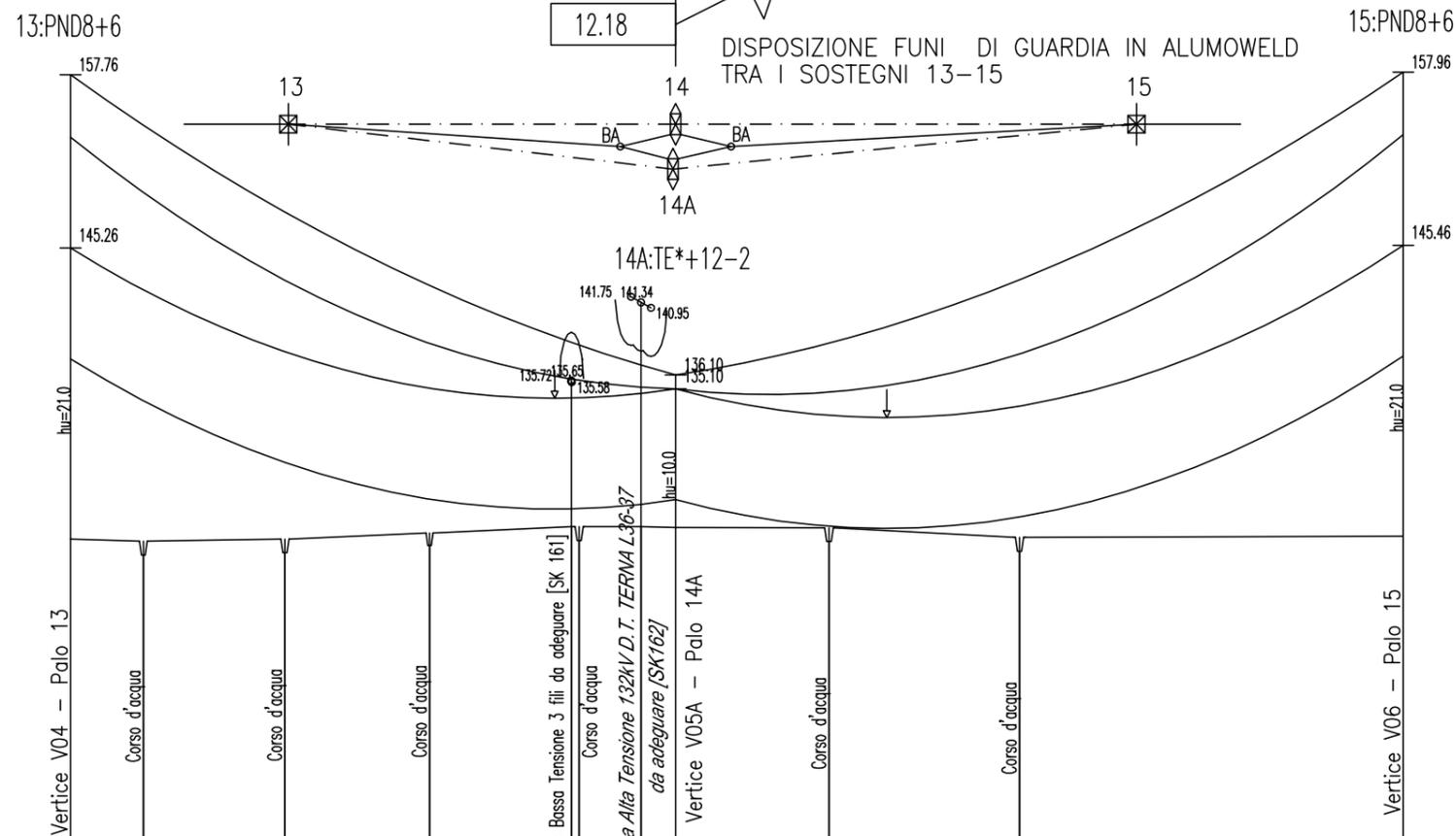
- numero di sezione
- numero progressivo di lista

\* Fabbricato per la cui destinazione d'uso si presume la presenza di persone per un periodo inferiore alle 4 ore giornaliere.

\*\* Fabbricato a sedime AV.

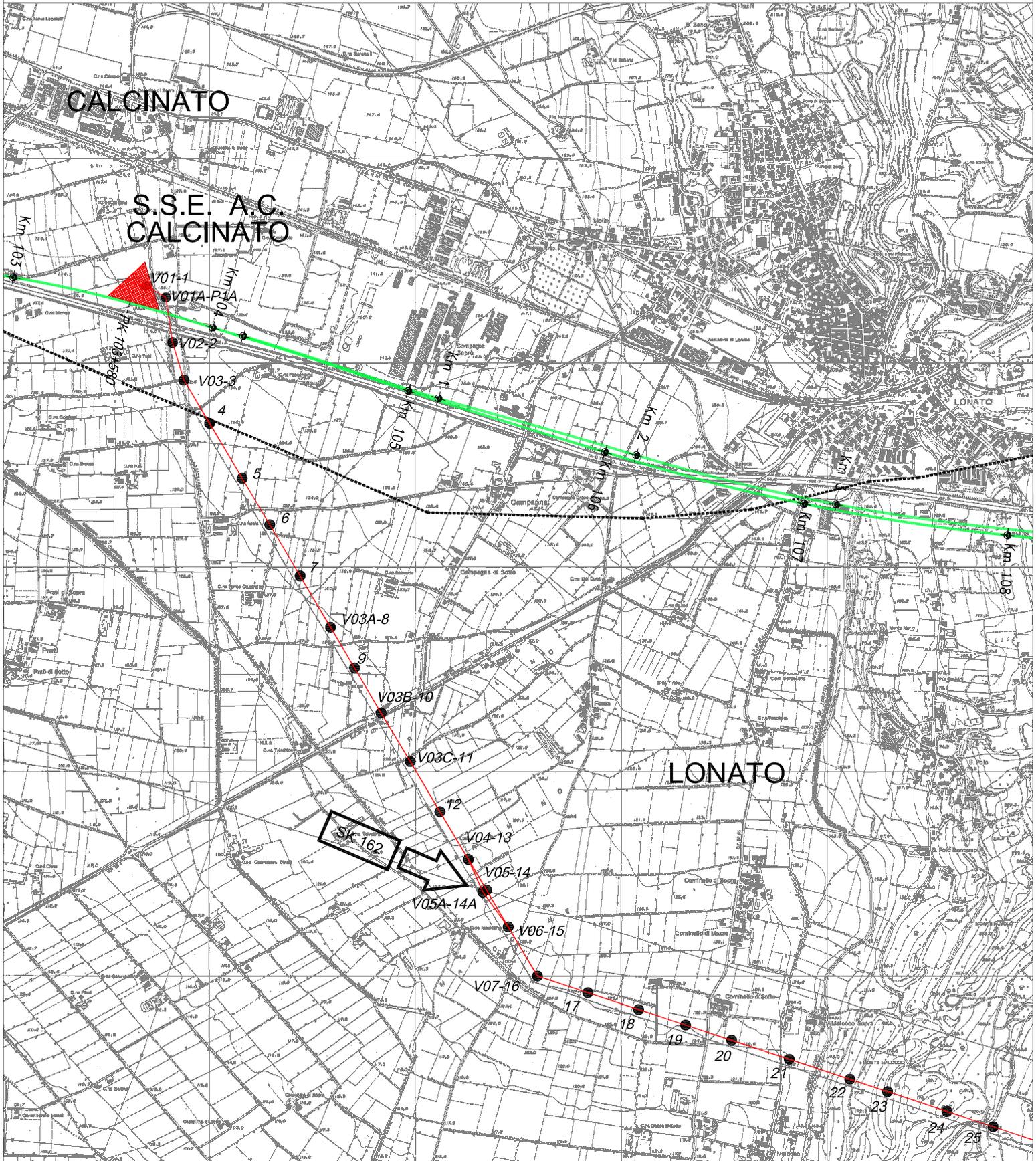
Scala : Orizz. = 1./2000  
: Vertic.= 1./ 500

Fnd= 100.0



| VERTICI e STAZIONI                    | V04                          | 1      | 2      | 3             | 4      | 6      | V05A                         | 8      | 9      | V06    |
|---------------------------------------|------------------------------|--------|--------|---------------|--------|--------|------------------------------|--------|--------|--------|
| QUOTE TERRENO                         | 124.26                       | 124.10 | 124.26 | 124.69        | 125.16 | 125.15 | 125.10                       | 125.08 | 124.38 | 124.46 |
| DISTANZE PARZIALI                     |                              |        |        | 174.75        |        |        |                              |        | 210.15 |        |
| PROGRESSIVE                           | 3317.4                       | 3338.4 | 3379.3 | 3421.0        | 3462.0 | 3482.1 | 3492.1                       | 3536.4 | 3591.4 | 3702.3 |
| CAMPATA MEDIA/COSTANTE ALTIMETRICA(%) | 222.8:5.356                  |        |        | 192.4:-10.744 |        |        | 244.9:5.255                  |        |        |        |
| CAMPATA EQUIVALENTE (Parametro)       | 262.6 ( 904) -- 262.7 (1581) |        |        |               |        |        | 252.2 ( 898) -- 252.3 (1598) |        |        |        |
| LUNGHEZZA TRATTA (Amarro-Amarro)      | 1784.18                      |        |        |               |        |        | 489.76                       |        |        |        |
| NUMERO del PALO                       | 13                           |        |        | 14A           |        |        | 15                           |        |        |        |
| CAMPATE                               | 174.75                       |        |        |               |        |        | 210.15                       |        |        |        |
| TIPO di PALO/ALTEZZA (MENSOLE)        | PND8+6                       |        |        | TE*+12-2      |        |        | PND8+6                       |        |        |        |
| ARMAMENTO CONDUTTORE                  |                              |        |        | AD/AD         |        |        |                              |        |        |        |
| ARMAMENTO TREFOLO                     |                              |        |        | AA/AA         |        |        |                              |        |        |        |
| COLTURE                               |                              |        |        |               |        |        |                              |        |        |        |
| COMUNE (Provincia)                    |                              |        |        |               |        |        |                              |        |        |        |





**STRALCIO COROGRAFIA**  
**SCALA 1:25000**

