

Collegio dei Geometri e Geometri Laureati di Padova

Corso online

Complementi di Geodesia e Cartografia per Geometri

Modulo 3

Posizionamento e Cartografia

Lezione 8 – Mercoledì, 17 luglio 2019, ore 16:00

Posizionamento misto:

Compensazione e errori



Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

In quale sistema?

sistema euleriano locale

Sistema euleriano per **P**

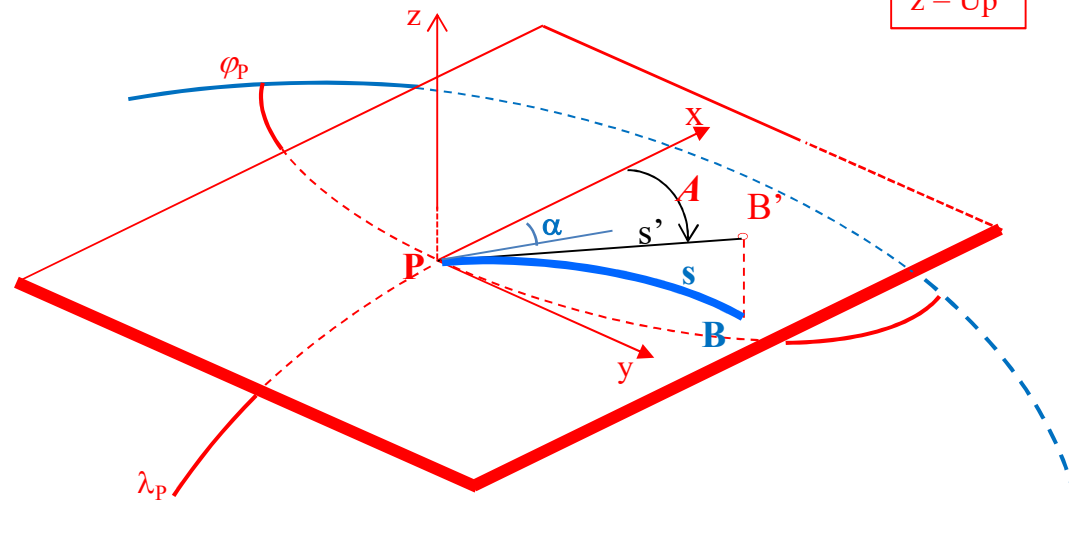
s = geodetica PB

α = azimut della geodetica

A = azimut della sezione normale sul piano xy

$PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

$x = N$
 $y = E$
 $z = Up$



$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

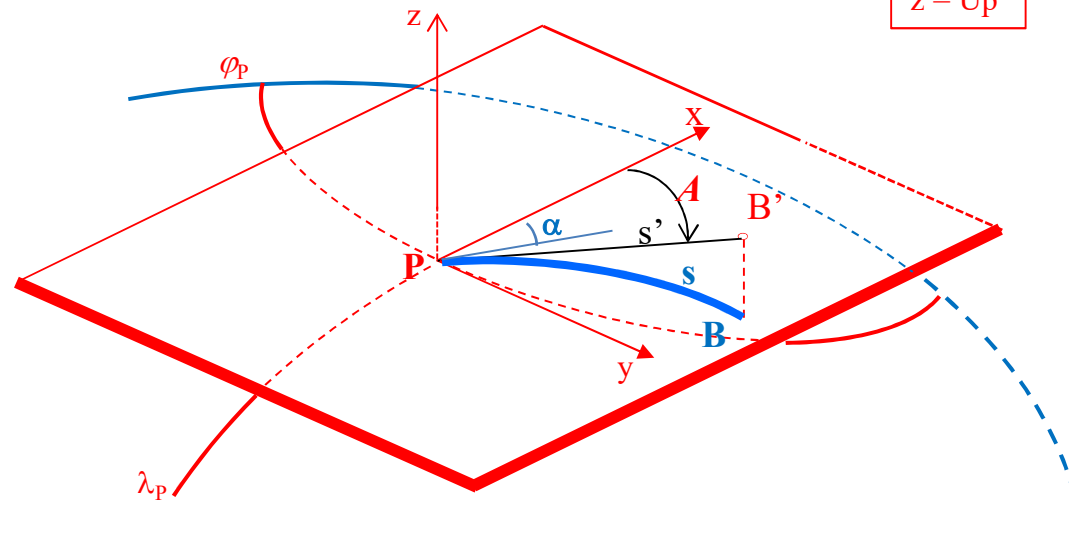
$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

Sviluppi di Puiseux-Weingarten

Sistema euleriano per **P**

s = geodetica PB
 α = azimut della geodetica
 A = azimut della sezione normale sul piano xy
 $PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

$x = N$
 $y = E$
 $z = Up$



$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{W^3}$$

$$N = \frac{a}{W}$$

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

Sviluppi di Puiseux-Weingarten

$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

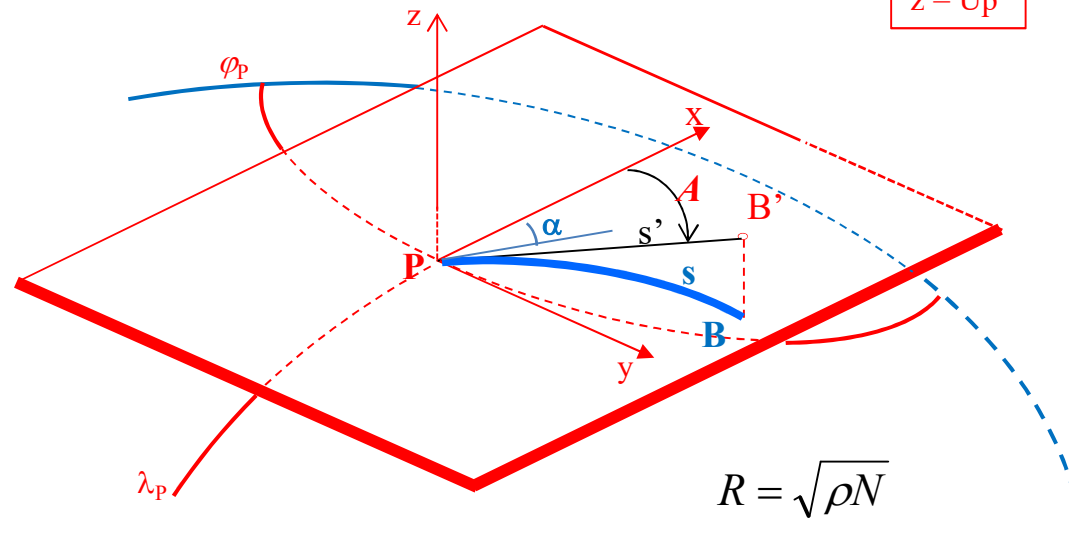
$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

Campo di validità = campo geodetico
 $\approx 100 \text{ km } (\varepsilon < 10^{-6} \text{S})$

Sistema euleriano per **P**

s = geodetica PB
 α = azimut della geodetica
 A = azimut della sezione normale sul piano xy
 $PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

$x = N$
 $y = E$
 $z = Up$



$$R = \sqrt{\rho N}$$

$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{W^3}$$

$$N = \frac{a}{W}$$

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

Sviluppi di Puiseux-Weingarten

$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

Campo di validità = campo geodetico
 $\approx 100 \text{ km } (\varepsilon < 10^{-6} \text{ S})$

Per $s < \approx 100 \text{ km}$
 $s = s'$
 $A = \alpha$

Sistema euleriano per **P**

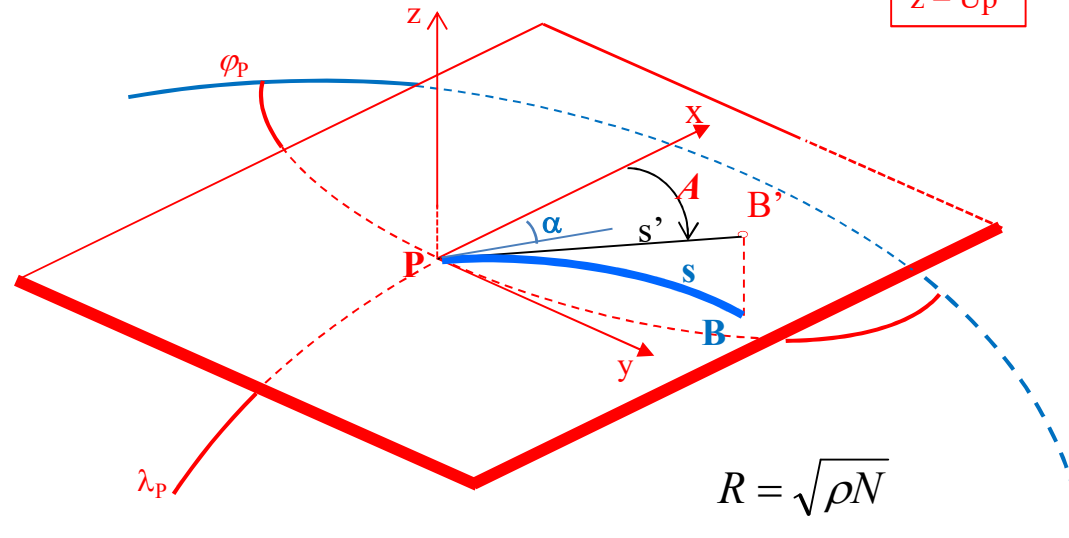
s = geodetica PB

α = azimut della geodetica

A = azimut della sezione normale sul piano xy

$PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

$x = N$
 $y = E$
 $z = Up$



$$R = \sqrt{\rho N}$$

$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{W^3}$$

$$N = \frac{a}{W}$$

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6\rho N} + \dots\right)$$

Sviluppi di Puiseux-Weingarten

$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

Campo di validità = campo geodetico
 $\approx 100 \text{ km } (\varepsilon < 10^{-6} \text{S})$

Per $s < \approx 100 \text{ km}$
 $s = s'$
 $A = \alpha$

$$x = s \cos \alpha$$

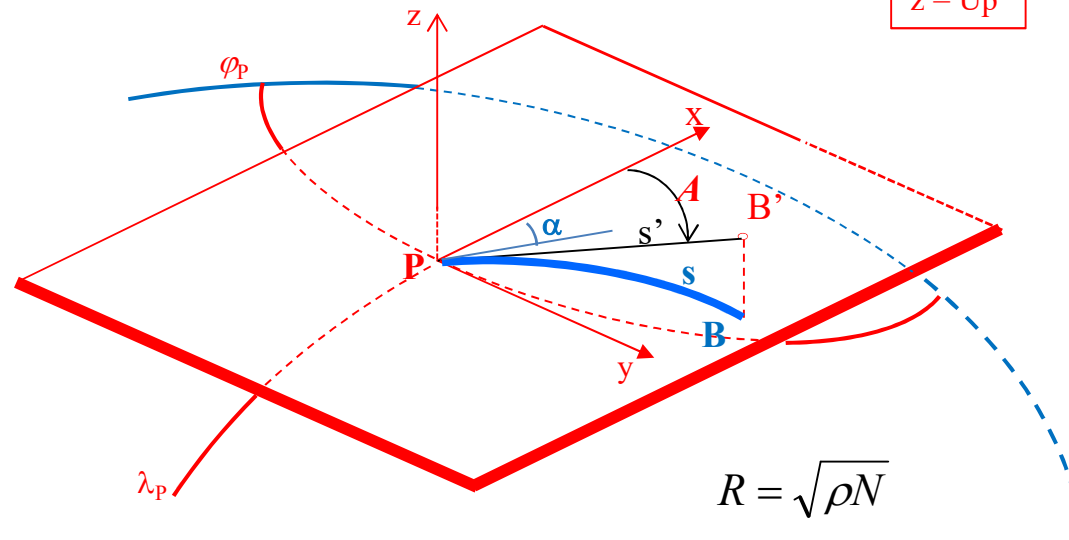
$$y = s \sin \alpha$$

Campo di validità = campo topografico
 $\approx 15 \text{ km } (\varepsilon < 10^{-6} \text{S})$

Sistema euleriano per **P**

s = geodetica PB
 α = azimut della geodetica
 A = azimut della sezione normale sul piano xy
 $PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

$x = N$
 $y = E$
 $z = Up$



$$R = \sqrt{\rho N}$$

$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{W^3}$$

$$N = \frac{a}{W}$$

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

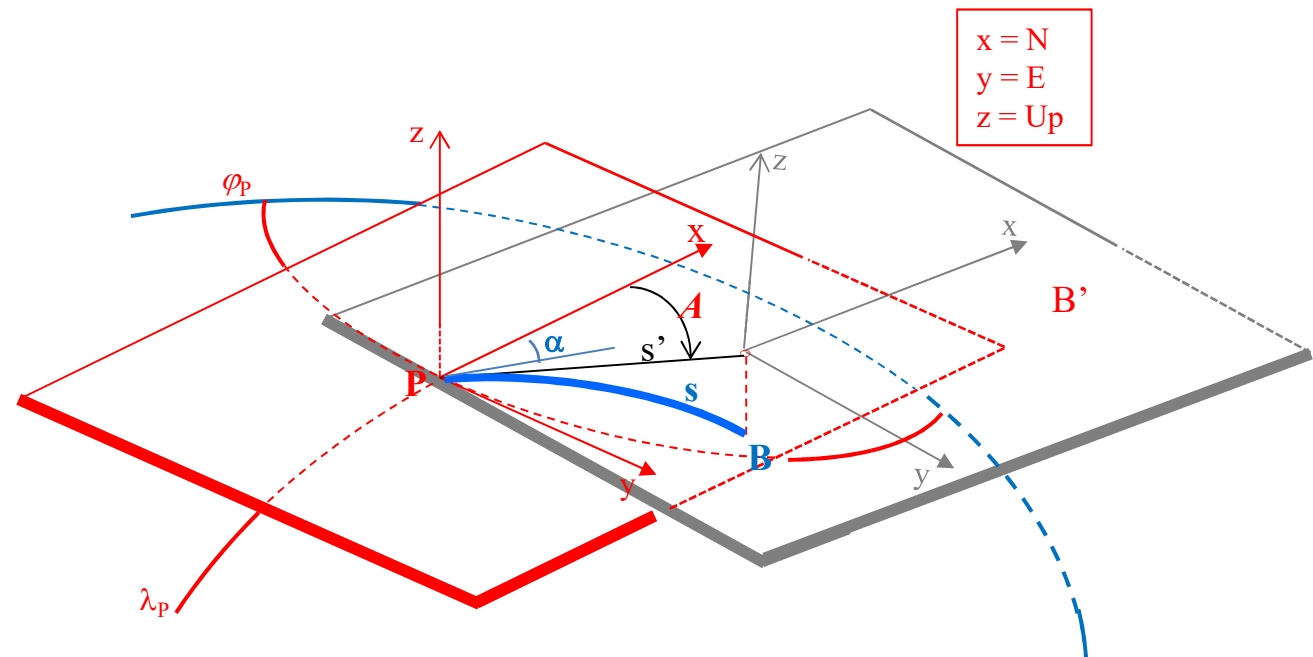
Sistemi euleriani per **P** e **B**

s = geodetica PB

α = azimut della geodetica

A = azimut della sezione normale sul piano xy

$PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

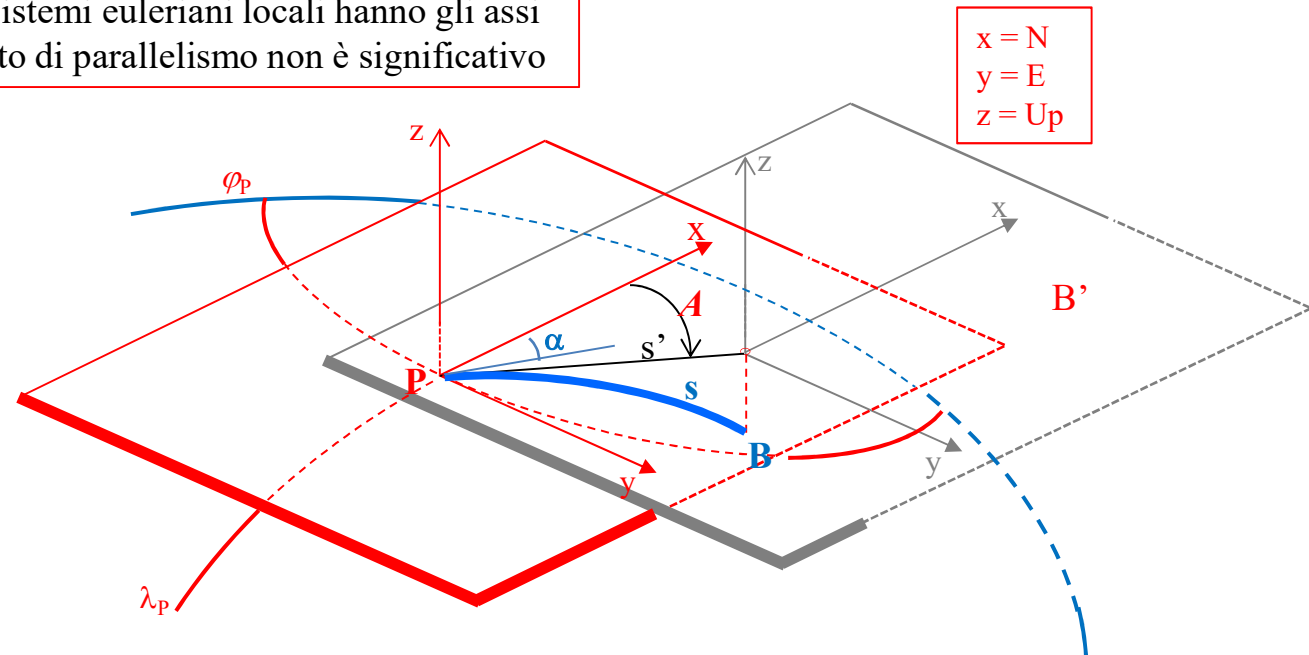


Sistemi euleriani per **P** e **B**

s = geodetica PB
 α = azimut della geodetica
 A = azimut della sezione normale sul piano xy
 $PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

Nel **campo topografico** tutti i sistemi euleriani locali hanno gli assi Up (z) paralleli, ovvero il difetto di parallelismo non è significativo

$$\begin{aligned} x &= s \cos \alpha \\ y &= s \sin \alpha \end{aligned}$$



$x = N$
 $y = E$
 $z = Up$

Campo di validità = campo topografico
 $\approx 15 \text{ km } (\epsilon < 10^{-6} S)$

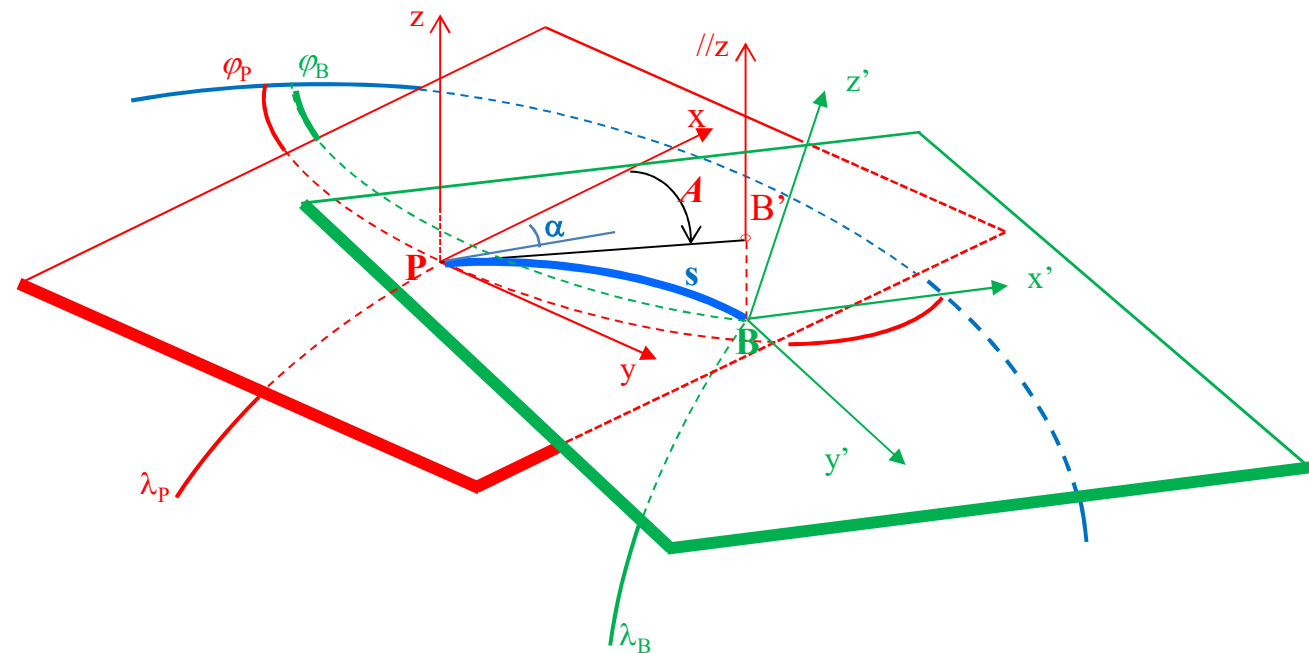
Sistemi euleriani per **P** e **B**

Fuori dal campo topografico due sistemi euleriani locali hanno gli assi Up (z) non paralleli

s = geodetica PB
 α = azimut della geodetica
 A = azimut della sezione normale sul piano xy
 $PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

$x = N$
 $y = E$
 $z = U_p$

$x' = N'$
 $y' = E'$
 $z' = U_{p'}$



Sistemi euleriani per **P** e **B**

Fuori dal campo topografico due sistemi euleriani locali hanno gli assi Up (z) non paralleli

$$x = s \cos \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

$$y = s \sin \alpha \left(1 - \frac{s^2}{6R^2}\right)$$

Campo di validità = campo geodetico $\approx 100 \text{ km}$ ($\varepsilon < 10^{-6} \text{S}$)

$$R = \sqrt{\rho N}$$

$$\rho = \frac{a(1-e^2)}{W^3}$$

$$N = \frac{a}{W}$$

$$W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

s = geodetica PB

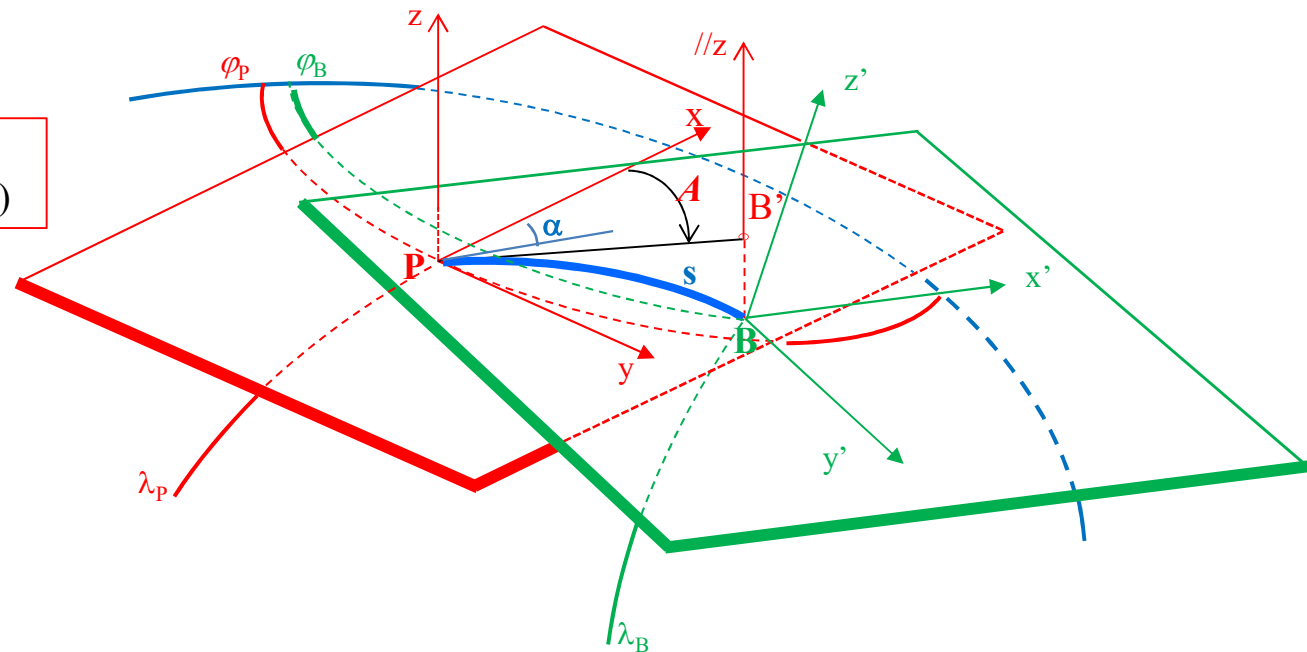
α = azimut della geodetica

A = azimut della sezione normale sul piano xy

$PB' = s' =$ lunghezza della sezione normale su xy

$x = N$
 $y = E$
 $z = U_p$

$x' = N'$
 $y' = E'$
 $z' = U_{p'}$



Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

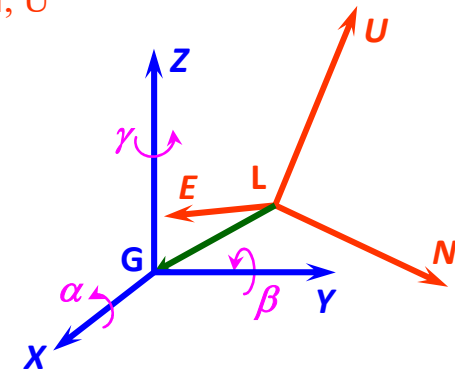
Passaggio dal sistema geocentrico φ, λ, h (o X, Y, Z) al sistema Euleriano locale N, E, Up
6 parametri – Lezione B6

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

Passaggio dal sistema geocentrico φ, λ, h (o X, Y, Z) al sistema Euleriano locale N, E, U
6 parametri – Lezione B6

Sistema di partenza: X, Y, Z

Sistema di arrivo: E, N, U



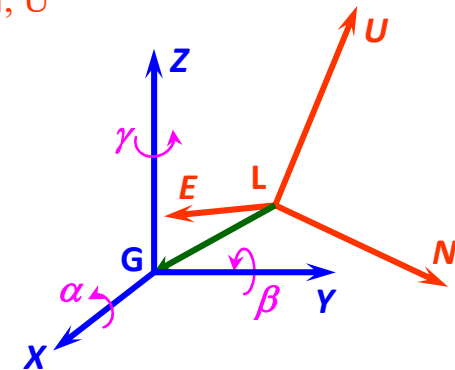
Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

Passaggio dal sistema geocentrico φ, λ, h (o X, Y, Z) al sistema Euleriano locale N, E, Up
6 parametri – Lezione B6

Sistema di partenza: X, Y, Z

Sistema di arrivo: E, N, U

Un **vettore** nel **sistema blu** ha differenti componenti nel **sistema rosso**, calcolabili attraverso 3 traslazioni e 3 rotazioni (rispettivamente intorno agli assi X, Y, Z)



Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

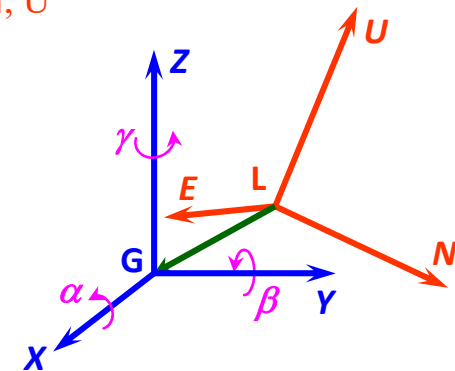
Passaggio dal sistema geocentrico φ, λ, h (o X, Y, Z) al sistema Euleriano locale N, E, Up
6 parametri – Lezione B6

Sistema di partenza: X, Y, Z

Sistema di arrivo: E, N, U

Un **vettore** nel **sistema blu** ha differenti componenti nel **sistema rosso**, calcolabili attraverso 3 traslazioni e 3 rotazioni (rispettivamente intorno agli assi X, Y, Z)

$$J_X = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha \end{vmatrix} \quad J_Y = \begin{vmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{vmatrix} \quad J_Z = \begin{vmatrix} \cos \gamma & \sin \gamma & 0 \\ -\sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$



Essendo α, β e γ angoli di rotazione **positivi** in senso antiorario se visti dal verso positivo dell'asse che deve ruotare

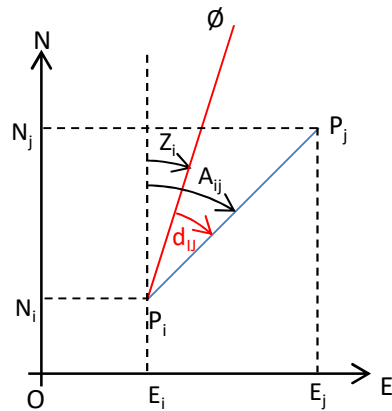
Moltiplicando le 3 matrici ed introducendo le traslazioni

$$\begin{vmatrix} E \\ N \\ U \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} E_G \\ N_G \\ U_G \end{vmatrix} + \mathbf{R}(\alpha, \beta, \gamma) \cdot \begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix} \quad R = J_X \cdot J_Y \cdot J_Z$$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

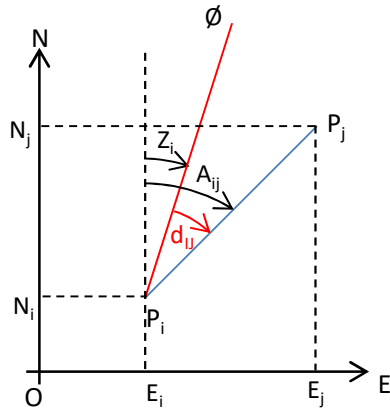
Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS



osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

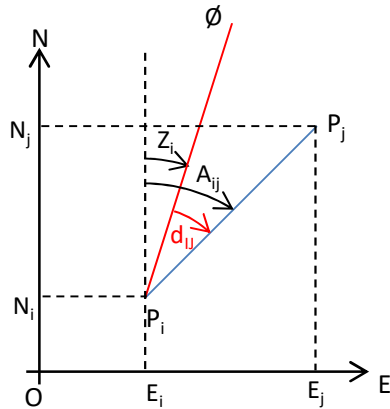


$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - Z_i - d_{ij} = 0$$

Equazione generatrice non lineare

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1



$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - Z_i - d_{ij} = 0$$

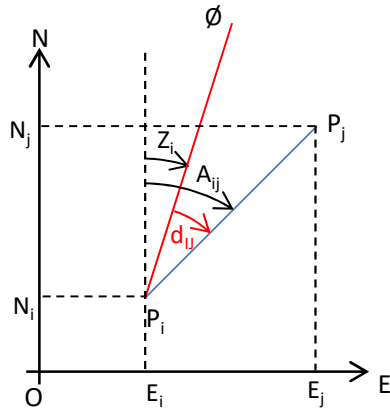
Equazione generatrice non lineare

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

equazione di osservazione tipo – **lineare** - delle osservazioni angolari nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j, \Delta Z_i$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

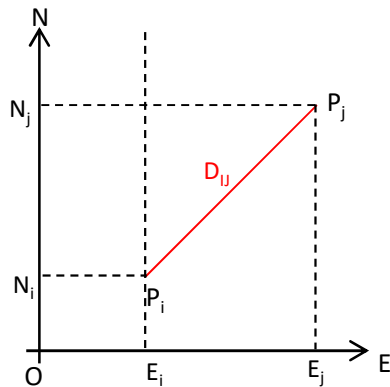


$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - Z_i - d_{ij} = 0$$

Equazione generatrice non lineare

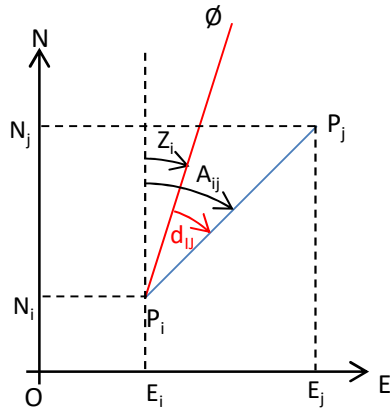
$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

equazione di osservazione tipo – **lineare** - delle osservazioni angolari nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j, \Delta Z_i$



Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

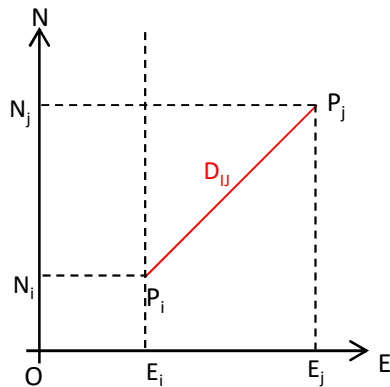


$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - Z_i - d_{ij} = 0$$

Equazione generatrice non lineare

$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

equazione di osservazione tipo – **lineare** - delle osservazioni angolari nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j, \Delta Z_i$

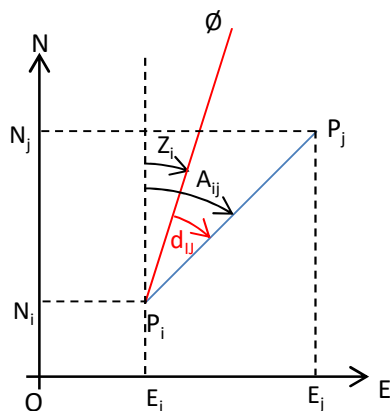


$$\sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2} - D_{ij} = 0$$

Equazione generatrice non lineare

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

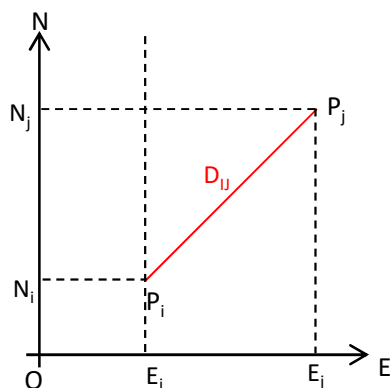


$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - Z_i - d_{ij} = 0$$

Equazione generatrice non lineare

$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

equazione di osservazione tipo – **lineare** - delle osservazioni angolari nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j, \Delta Z_i$



$$\sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2} - D_{ij} = 0$$

Equazione generatrice non lineare

$$a_{ij} \Delta N_j + b_{ij} \Delta E_j + a_{ji} \Delta N_i + b_{ji} \Delta E_i + l_{ij} = 0$$

equazione di osservazione tipo - **lineare e adimensionale** - delle distanze nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

equazioni generatrici lineari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

equazioni generatrici lineari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

osservazioni **angolari**

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad a_{ji} = -a_{ij}$$

$$b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ji} = -b_{ij} \quad c_{ji} = -1$$

$$l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

equazioni generatrici lineari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

osservazioni **angolari**

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad a_{ji} = -a_{ij}$$

$$b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ji} = -b_{ij} \quad c_{ji} = -1$$

$$l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

distanze

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad a_{ji} = -a_{ij}$$

$$b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ji} = -b_{ji}$$

$$l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS

osservazioni **angolari** e di **distanza**
Lezione C1

equazioni generatrici lineari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j - \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

osservazioni **angolari**

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad a_{ji} = -a_{ij}$$

$$b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

$$c_{ji} = -1$$

$$l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

distanze

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad a_{ji} = -a_{ij}$$

$$b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ji} = -b_{ji}$$

$$l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ij}(ang) = b_{ij}(dist); \quad b_{ij}(ang) = -a_{ij}(dist)$$

Esistono altri tipi di misure?

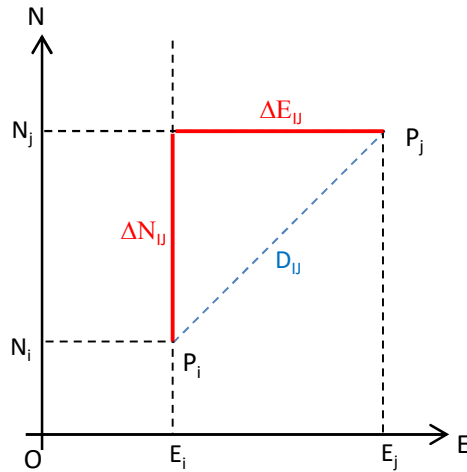
Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

Esistono altri tipi di misure?

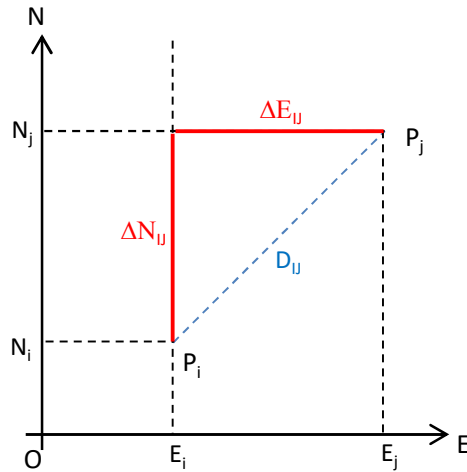
Sì, misure GNSS RTK

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale



Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

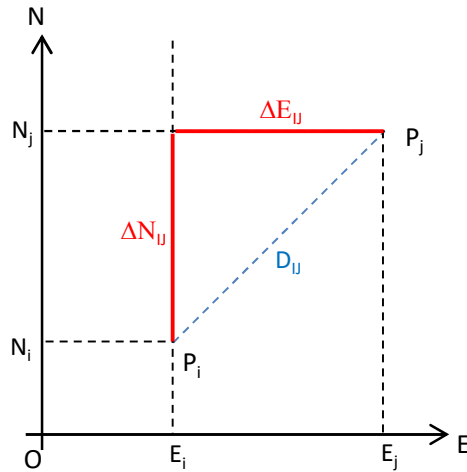


Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

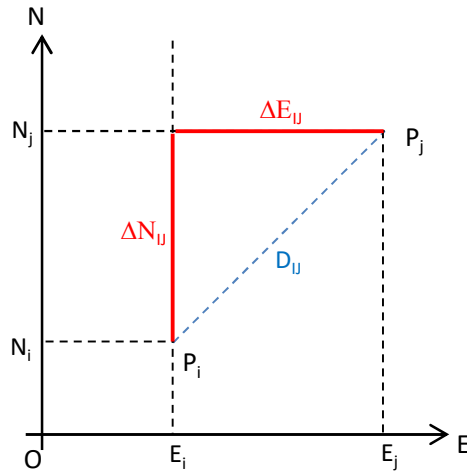
informazione più ricca della misura diretta della distanza

Prima ricaduta: misura indiretta della **distanza piana** D_{ij}

$$D_{ij} = \sqrt{(\Delta N_{ij})^2 + (\Delta E_{ij})^2} = \sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2}$$

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Prima ricaduta: misura indiretta della **distanza piana** D_{ij}

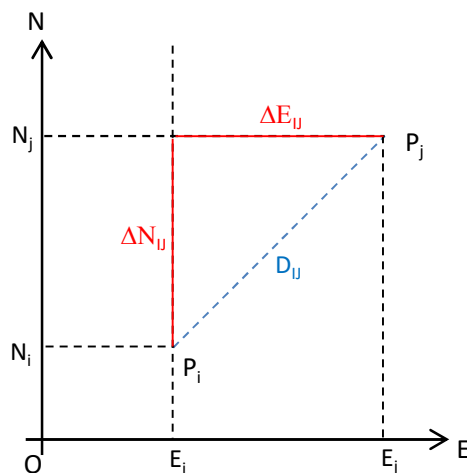
$$D_{ij} = \sqrt{(\Delta N_{ij})^2 + (\Delta E_{ij})^2} = \sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2}$$

$$\sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2} - D_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che
lega le componenti misurate
alle coordinate di P_i e P_j

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Prima ricaduta: misura indiretta della **distanza piana** D_{ij}

$$D_{ij} = \sqrt{(\Delta N_{ij})^2 + (\Delta E_{ij})^2} = \sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2}$$

$$\sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2} - D_{ij} = 0$$

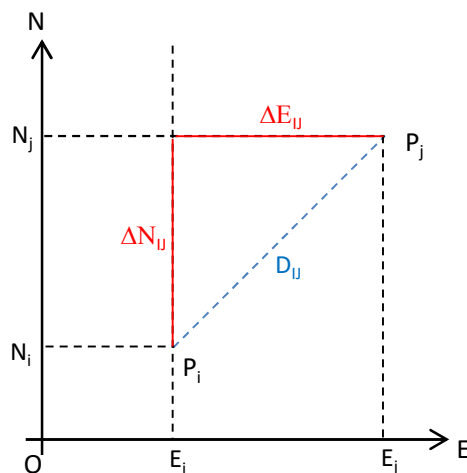
Equazione non lineare che
lega le componenti misurate
alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per le distanze piane da GNSS
formalmente identica all'equazione tipo per le distanze TS

Già trattata e linearizzata! L C1

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Prima ricaduta: misura indiretta della **distanza piana** D_{ij}

$$D_{ij} = \sqrt{(\Delta N_{ij})^2 + (\Delta E_{ij})^2} = \sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2}$$

$$\sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2} - D_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per le distanze piane da GNSS
formalmente identica all'equazione tipo per le distanze TS

Già trattata e linearizzata! LC1

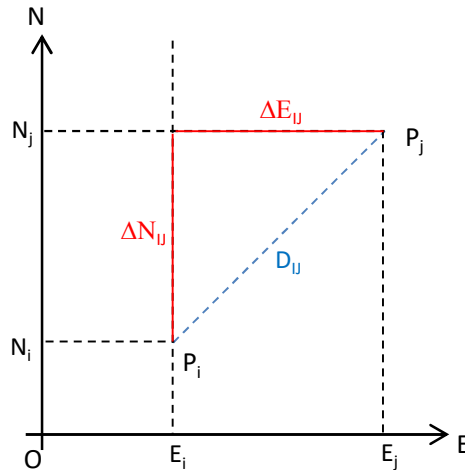
$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Prima ricaduta: misura indiretta della **distanza piana** D_{ij}

$$D_{ij} = \sqrt{(\Delta N_{ij})^2 + (\Delta E_{ij})^2} = \sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2}$$

$$\sqrt{(N_j - N_i)^2 + (E_j - E_i)^2} - D_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per le distanze piane da GNSS
formalmente identica all'equazione tipo per le distanze TS

Già trattata e linearizzata! LC1

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

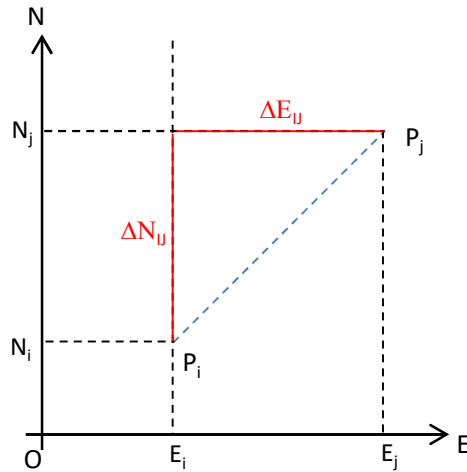
equazione tipo - **lineare e adimensionale** - delle distanze planimetriche da GNSS nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j$

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza



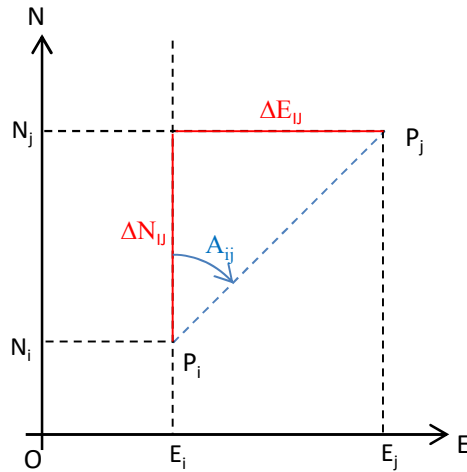
Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta dell'azimut piano (A_{ij})



$$A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

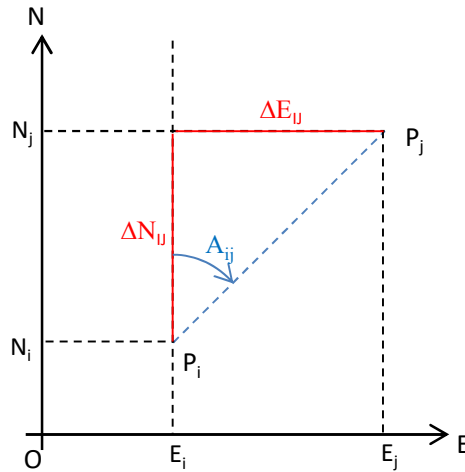
Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta dell'azimut piano (A_{ij})



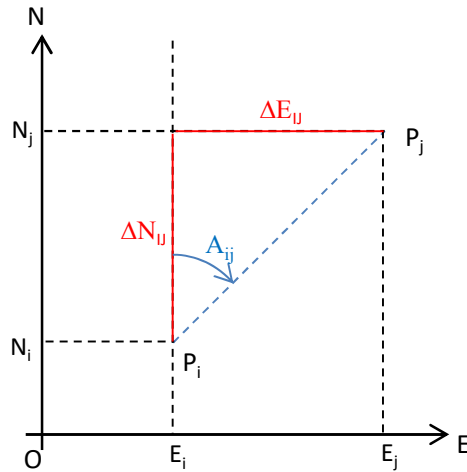
$$A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - A_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta dell'azimut piano (A_{ij})

$$A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

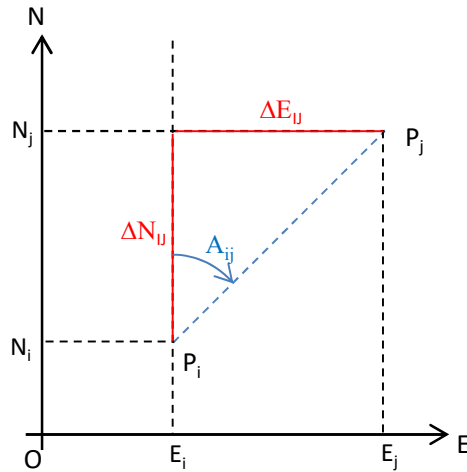
$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - A_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per gli azimut piani da GNSS RTK

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta dell'azimut piano (A_{ij})

$$A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - A_{ij} = 0$$

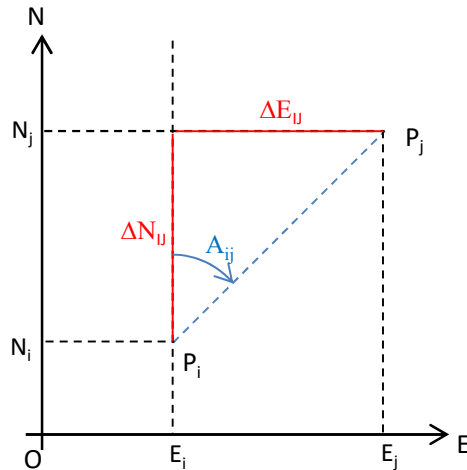
Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per gli azimut piani da GNSS RTK

È necessario linearizzare la funzione \arctg . Già fatto! L C1

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta dell'azimut piano (A_{ij})

$$A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - A_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per gli azimut piani da GNSS RTK

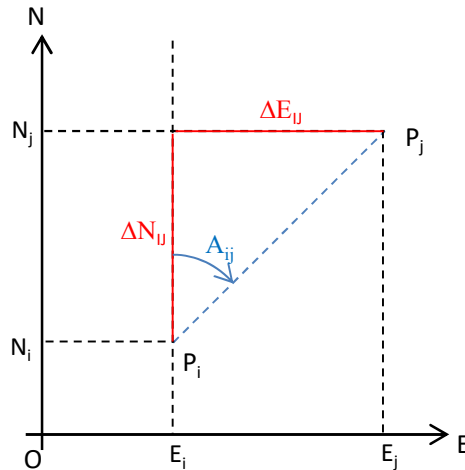
È necessario linearizzare la funzione arctg. Già fatto! L C1

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} + \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_i + \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_i + \frac{E_i^0 - E_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_j + \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_j$$

$$\frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_i + \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_i + \frac{E_i^0 - E_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_j + \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_j + \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - A_{ij} = 0$$

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta dell'azimut piano (A_{ij})

$$A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - A_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per gli azimut piani da GNSS RTK

È necessario linearizzare la funzione arctg. Già fatto! L C1

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} + \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_i + \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_i + \frac{E_i^0 - E_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_j + \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_j$$

$$\frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_i + \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_i + \frac{E_i^0 - E_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_j + \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_j + \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - A_{ij} = 0$$

$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad a_{ji} = -a_{ij}$$

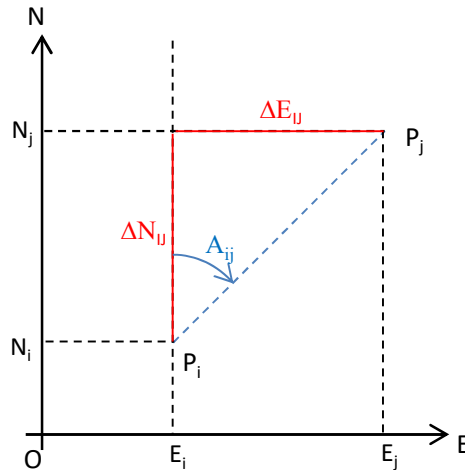
$$b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

$$l_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}^0}{\Delta N_{ij}^0} - A_{ij}$$

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale



informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta dell'azimut piano (A_{ij})

$$A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - A_{ij} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

equazione tipo – non lineare - per gli azimut piani da GNSS RTK

È necessario linearizzare la funzione arctg. Già fatto! L C1

$$\arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} + \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_i + \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_i + \frac{E_i^0 - E_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_j + \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_j$$

$$\frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_i + \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_i + \frac{E_i^0 - E_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta N_j + \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \Delta E_j + \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - A_{ij} = 0$$

$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad a_{ji} = -a_{ij}$$

$$b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

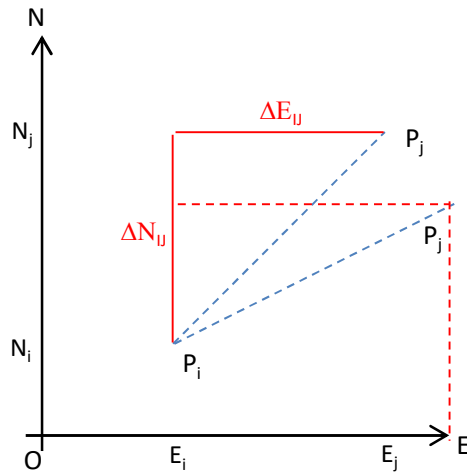
$$l_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}^0}{\Delta N_{ij}^0} - A_{ij}$$

equazione - **lineare** - degli azimut piani da GNSS RTK nelle incognite ΔN_i , ΔE_i , ΔN_j , ΔE_j

in alternativa ...

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

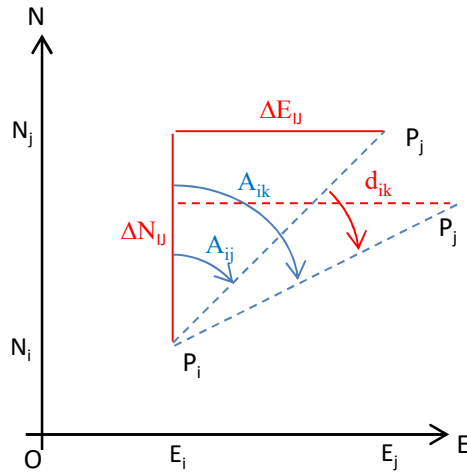


in alternativa ...

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta della direzione d_{ik} come differenza di azimut



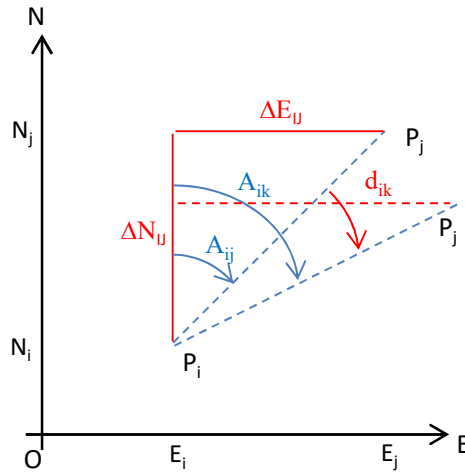
$$d_{ik} = A_{ik} - A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ik}}{\Delta N_{ik}} - \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

in alternativa ...

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta della direzione d_{ik} come differenza di azimut



$$d_{ik} = A_{ik} - A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ik}}{\Delta N_{ik}} - \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - d_{ik} = 0$$

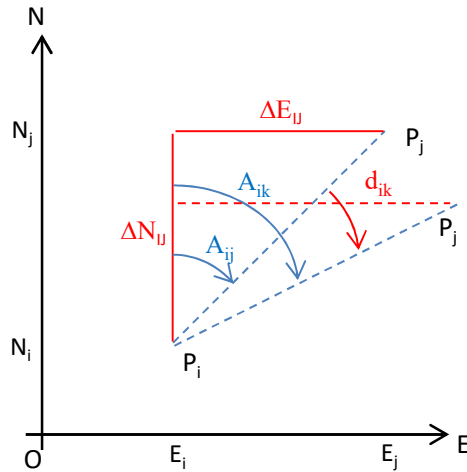
Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

in alternativa ...

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta della direzione d_{ik} come differenza di azimut



$$d_{ik} = A_{ik} - A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ik}}{\Delta N_{ik}} - \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - d_{ik} = 0$$

Z_i

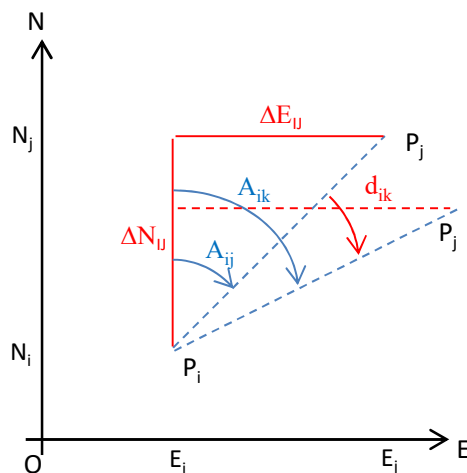
Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

in alternativa ...

Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta della direzione d_{ik} come differenza di azimut



$$d_{ik} = A_{ik} - A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ik}}{\Delta N_{ik}} - \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

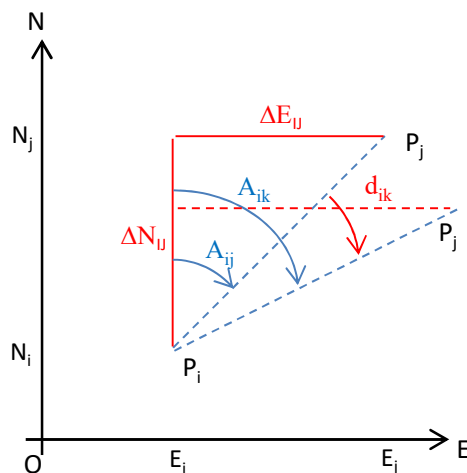
$$\arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - d_{ik} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

Z_i

equazione di osservazione tipo – non lineare - per le direzioni da GNSS

in alternativa ...



Misura indiretta delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Seconda ricaduta: misura indiretta della direzione d_{ik} come differenza di azimut

$$d_{ik} = A_{ik} - A_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ik}}{\Delta N_{ik}} - \arctg \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}} = \arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i}$$

$$\arctg \frac{E_k - E_i}{N_k - N_i} - \arctg \frac{E_j - E_i}{N_j - N_i} - d_{ik} = 0$$

Equazione non lineare che lega le componenti misurate alle coordinate di P_i e P_j

Z_i

equazione di osservazione tipo – non lineare - per le direzioni da GNSS

È necessario linearizzare la funzione \arctg .
Già fatto! L C1

etc. etc. ...

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

“Misura” delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

“Misura” delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

equazione tipo - **lineare e adimensionale** - delle distanze
piane da GNSS nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j$

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

“Misura” delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

equazione tipo - **lineare e adimensionale** - delle distanze
piane da GNSS nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = 0$$

Equazione tipo - **lineare** - degli azimuth piani da
GNSS nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j$

Esistono altri tipi di misure?

Sì, misure GNSS RTK

“Misura” delle componenti ΔN_{ij} e ΔE_{ij} nel sistema euleriano locale

informazione più ricca della misura diretta della distanza

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

equazione tipo - **lineare e adimensionale** - delle distanze
piane da GNSS nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = 0$$

Equazione tipo - **lineare** - degli azimuth piani da
GNSS nelle incognite $\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta N_j, \Delta E_j$

Dalle 2 componenti planimetriche stimate con GNSS nel
sistema euleriano locale si ottengono 2 equazioni di
osservazione lineari nelle coordinate incognite di P_i e P_j

**2 misure → 2 equazioni di osservazione → 2 equazioni
generatrici**

Problematiche logistiche e operative dell'esempio da analizzare
(Geom. Gianni Rossi)

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.

38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento

Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

Ridondanza locale RL
100: $2+12+2-3=13$

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49-42 = 7$

A

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

Ridondanza locale RL

$$100: 2+12+2-3=13$$

$$101: 2+2-2=2$$

49 eq. in 42 inc.

38 inc. di posizione +4 inc. di orientamento

Ridondanza globale RG = 49-42 = 7

A

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL
100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 6 - 3 = 5$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL
100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 6 - 3 = 5$
300: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL
100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 6 - 3 = 5$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL
100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 6 - 3 = 5$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 6 - 3 = 5$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100:	$2 + 12 + 2 - 3 = 13$
101:	$2 + 2 - 2 = 2$
200:	$2 + 6 - 3 = 5$
300:	$2 + 2 - 2 = 2$
400:	$2 + 2 - 2 = 2$
500:	$2 + 6 - 3 = 5$
1007:	$2 + 1 - 2 = 1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli

- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)

- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)

- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)

- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)

- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)

- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.

38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento

Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

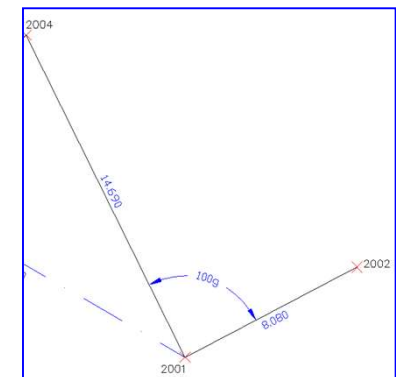
- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 6 - 3 = 5$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 6 - 3 = 5$
1007: $2 + 1 - 2 = 1$
1008: $2 + 2 - 2 = 2$
1010: $2 + 2 - 2 = 2$
2001: $4 + 1 - 3 = 2$



Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

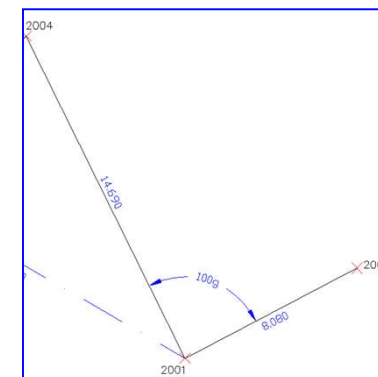
1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$



Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$

Ridondanza locale

RL

102: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$

Ridondanza locale

RL

102: $2 - 2 = 0$

103: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$

Ridondanza locale

RL

102: $2 - 2 = 0$

103: $2 - 2 = 0$

201: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL
100: $2+12+2-3=13$
101: $2+2-2=2$
200: $2+6-3=5$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+6-3=5$
1007: $2+1-2=1$
1008: $2+2-2=2$
1010: $2+2-2=2$
2001: $4+1-3=2$
2004: $2+2-2=2$

Ridondanza locale
RL
102: $2-2=0$
103: $2-2=0$
201: $2-2=0$
501: $2-2=0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$

Ridondanza locale

RL

102: $2 - 2 = 0$

103: $2 - 2 = 0$

201: $2 - 2 = 0$

501: $2 - 2 = 0$

502: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 + 2 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$

Ridondanza locale
RL

102: $2 - 2 = 0$

103: $2 - 2 = 0$

201: $2 - 2 = 0$

501: $2 - 2 = 0$

502: $2 - 2 = 0$

1041: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$

Ridondanza locale
RL

102: $2 - 2 = 0$

103: $2 - 2 = 0$

201: $2 - 2 = 0$

501: $2 - 2 = 0$

502: $2 - 2 = 0$

1041: $2 - 2 = 0$

1042: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Problema:

Stimare la posizione di 19 punti: 100, 101, 102, 103, 200, 201, 300, 400, 500, 501, 502, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042, 2001, 2002, 2004 (38 inc.)

nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 1041, 1042 (18 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101, 103, 102 (12 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 201, 101, 100 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 500 con osservazioni a 502, 1010, 501 (6 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS simulate in 2001 con osservazioni a 2004, 2002 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008 (3 eq.)

49 eq. in 42 inc.
38 inc. di posizione + 4 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 49 - 42 = 7$

A

Ridondanza locale RL

100: $2 + 12 - 3 = 13$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 6 - 3 = 5$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 6 - 3 = 5$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

1008: $2 + 2 - 2 = 2$

1010: $2 + 2 - 2 = 2$

2001: $4 + 1 - 3 = 2$

2004: $2 + 2 - 2 = 2$

Ridondanza locale
RL

102: $2 - 2 = 0$

103: $2 - 2 = 0$

201: $2 - 2 = 0$

501: $2 - 2 = 0$

502: $2 - 2 = 0$

1041: $2 - 2 = 0$

1042: $2 - 2 = 0$

2002: $2 - 2 = 0$

PREGEO

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con n=7 osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.02209

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.03520

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.02484

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 1.41717

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}}$$

rad/gon/m ??

n-m = rid. globale

PREGEO

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con **n=7** osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.02209

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.03520

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.02484

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 1.41717

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}}$$

rad/gon/m ??

n-m = rid. globale

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con n=7 osservazioni sovrabbondanti

RIDONDANZA GLOBALE = 7 (RG > 0 è condizione necessaria ma non sufficiente per la compensazione ai m.q.)

PREGEO

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con $n=7$ osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.02209

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.03520

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.02484

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 1.41717

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}}$$

rad/gon/m ??

$n-m$ = rid. globale

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con $n=7$ osservazioni sovrabbondanti

RIDONDANZA GLOBALE = 7 ($RG > 0$ è condizione necessaria ma non sufficiente per la compensazione ai m.q.)

s.q.m. dell'unita' di peso

indice sintetico dell'affidabilità (reliability) del progetto e/o della soluzione

PREGEO

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con $n=7$ osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.02209

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.03520

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.02484

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 1.41717

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}}$$

rad/gon/m ??

$n-m$ = rid. globale

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con $n=7$ osservazioni sovrabbondanti

RIDONDANZA GLOBALE = 7 ($RG > 0$ è condizione necessaria ma non sufficiente per la compensazione ai m.q.)

s.q.m. dell'unita' di peso

indice sintetico dell'affidabilità (reliability) del progetto e/o della soluzione

s.q.m. dell'unita' di peso a priori

indice sintetico atteso dell'affidabilità del progetto (dipende da strumenti, metodi e geometria)

PREGEO

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con **n=7** osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.02209

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.03520

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.02484

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 1.41717

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}}$$

rad/gon/m ??

n-m = rid. globale

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con n=7 osservazioni sovrabbondanti

RIDONDANZA GLOBALE = 7 (RG > 0 è condizione necessaria ma non sufficiente per la compensazione ai m.q.)

s.q.m. dell'unita' di peso

indice sintetico dell'affidabilità (reliability) del progetto e/o della soluzione

s.q.m. dell'unita' di peso a priori

indice sintetico atteso dell'affidabilità del progetto (dipende da strumenti, metodi e geometria)

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori

indice sintetico dell'affidabilità della soluzione (dopo misure e calcolo di compensazione ai m.q.)

PREGEO

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con **n=7** osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.02209

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.03520

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.02484

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 1.41717

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}}$$

rad/gon/m ??

n-m = rid. globale

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con n=7 osservazioni sovrabbondanti

RIDONDANZA GLOBALE = 7 (RG > 0 è condizione necessaria ma non sufficiente per la compensazione ai m.q.)

s.q.m. dell'unita' di peso

indice sintetico dell'affidabilità (reliability) del progetto e/o della soluzione

s.q.m. dell'unita' di peso a priori

indice sintetico atteso dell'affidabilità del progetto (dipende da strumenti, metodi e geometria)

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori

indice sintetico dell'affidabilità della soluzione (dopo misure e calcolo di compensazione ai m.q.)

s.q.m. dell'unita' di peso interna (a posteriore)

indice sintetico dell'affidabilità delle misure nella soluzione (dopo la compensazione ai minimi vincoli)

PREGEO

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con **n=7** osservazioni sovrabbondanti

s.q.m. dell'unita' di peso a priori 0.02209

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori 0.03520

s.q.m. dell'unita' di peso interna 0.02484

s.q.m. dell'unita' di peso esterna 1.41717

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}}$$

rad/gon/m ??

n-m = rid. globale

Compensazione Planimetrica

Rilievo eseguito con n=7 osservazioni sovrabbondanti

RIDONDANZA GLOBALE = 7 (RG > 0 è condizione necessaria ma non sufficiente per la compensazione ai m.q.)

s.q.m. dell'unita' di peso

indice sintetico dell'affidabilità (**reliability**) del progetto e/o della soluzione

s.q.m. dell'unita' di peso a priori

indice sintetico atteso dell'affidabilità del progetto (dipende da strumenti, metodi e geometria)

s.q.m. dell'unita' di peso a posteriori

indice sintetico dell'affidabilità della soluzione (dopo misure e calcolo di compensazione ai m.q.)

s.q.m. dell'unita' di peso interna (a posteriori)

indice sintetico dell'affidabilità delle misure nella soluzione (dopo la compensazione ai minimi vincoli)

s.q.m. dell'unita' di peso esterna (a posteriori)

indice sintetico dell'affidabilità della soluzione dopo «trasformazione conforme (4 par.) ai m.q. su coordinate cartografiche»

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001- 2004, 500 - 1010 (5 eq.)

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001- 2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001- 2004, 500-1010* (5 eq.)

Ridondanza locale
RL
100: $2+8+2-3=9$

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31-24 = 7$

B

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- «Misura» GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, **101** (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a **101**, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

Ridondanza locale

RL

$$100: 2+8+2-3=9$$

$$101: 2+2-2=2$$

31 eq. in 24 inc.

22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento

Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- «Misura» GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- «Misura» GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001- 2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001- 2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale
RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale

RL

100: $2+8+2-3=9$

101: $2+2-2=2$

200: $2+4-3=3$

300: $2+2-2=2$

400: $2+2-2=2$

500: $2+1-2=1$

1007: $2+1-2=1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale

RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$
1007: $2+1-2=1$
1008: $2+2-2=2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale

RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$
1007: $2+1-2=1$
1008: $2+2-2=2$
1010: $2+1-2=1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale

RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$
1007: $2+1-2=1$
1008: $2+2-2=2$
1010: $2+1-2=1$
2004: $3-2=1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **11** punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2001, 2004 (22 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, «dirette» e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 2001-1008, 2001-2004, 500-1010* (5 eq.)

31 eq. in 24 inc.
22 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 31 - 24 = 7$

B

Ridondanza locale
RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$
1007: $2+1-2=1$
1008: $2+2-2=2$
1010: $2+1-2=1$
2004: $3-2=1$

Ridondanza locale RL
2001: $2-2=0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di **10** punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.

20 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento

Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

Ridondanza locale
RL
100: $2+8+2-3=9$

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

Ridondanza locale

RL

$$100: 2+8+2-3=9$$

$$101: 2+2-2=2$$

29 eq. in 22 inc.

20 inc. di posizione +2 inc. di orientamento

Ridondanza globale $RG = 29-22 = 7$

C

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500–1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 1 - 2 = 1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 1 - 2 = 1$

1007: $2 + 1 - 2 = 1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 1 - 2 = 1$
1007: $2 + 1 - 2 = 1$
1008: $2 + 1 - 2 = 1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500–1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale

RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$
1007: $2+1-2=1$
1008: $2+1-2=1$
1010: $2+1-2=1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 10 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010, 2004 (20 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 2004-1008, 2004-1007, 500-1010* (3 eq.)

29 eq. in 22 inc.
20 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 29 - 22 = 7$

C

Ridondanza locale
RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 1 - 2 = 1$
1007: $2 + 1 - 2 = 1$
1008: $2 + 1 - 2 = 1$
1010: $2 + 1 - 2 = 1$

Ridondanza locale RL
2004: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

27 eq. in 20 inc.

18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento

Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010*(1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010*(1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010*(1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500–1010* (1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 1 - 2 = 1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal punto base 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 1 - 2 = 1$
1010: $2 + 1 - 2 = 1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$
200: $2 + 4 - 3 = 3$
300: $2 + 2 - 2 = 2$
400: $2 + 2 - 2 = 2$
500: $2 + 1 - 2 = 1$
1010: $2 + 1 - 2 = 1$

Ridondanza locale
RL
1007: $2 - 2 = 0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 9 punti: 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (18 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1007, 1008, 1010 (14 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

27 eq. in 20 inc.
18 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 27 - 20 = 7$

D

Ridondanza locale
RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$
1010: $2+1-2=1$

Ridondanza locale
RL

1007: $2-2=0$
1008: $2-2=0$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010*(1 eq.)

23 eq. in 16 inc.

14 inc. di posizione +2 inc. di orientamento

Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale
RL
100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$
101: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale
RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale
RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale

RL

100: $2+8+2-3=9$

101: $2+2-2=2$

200: $2+4-3=3$

300: $2+2-2=2$

400: $2+2-2=2$

500: $2+1-2=1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500-1010* (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione +2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale
RL

100: $2+8+2-3=9$
101: $2+2-2=2$
200: $2+4-3=3$
300: $2+2-2=2$
400: $2+2-2=2$
500: $2+1-2=1$
1010: $2+1-2=1$

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

Nuovo problema:

Stimare la posizione di 7 punti 100, 101, 200, 300, 400, 500, 1010 (14 inc.)
nel sistema euleriano locale riferito al punto base (virtuale) 1000 con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500 - 1010 (1 eq.)

23 eq. in 16 inc.
14 inc. di posizione + 2 inc. di orientamento
Ridondanza globale $RG = 23 - 16 = 7$

E

Ridondanza locale

RL

100: $2 + 8 + 2 - 3 = 9$

101: $2 + 2 - 2 = 2$

200: $2 + 4 - 3 = 3$

300: $2 + 2 - 2 = 2$

400: $2 + 2 - 2 = 2$

500: $2 + 1 - 2 = 1$

1010: $2 + 1 - 2 = 1$

Ridondanza locale $RL > 0$

OK!!!

Compensazione planimetrica di una rete topografica con misure TS, “dirette” e GNSS-RTK

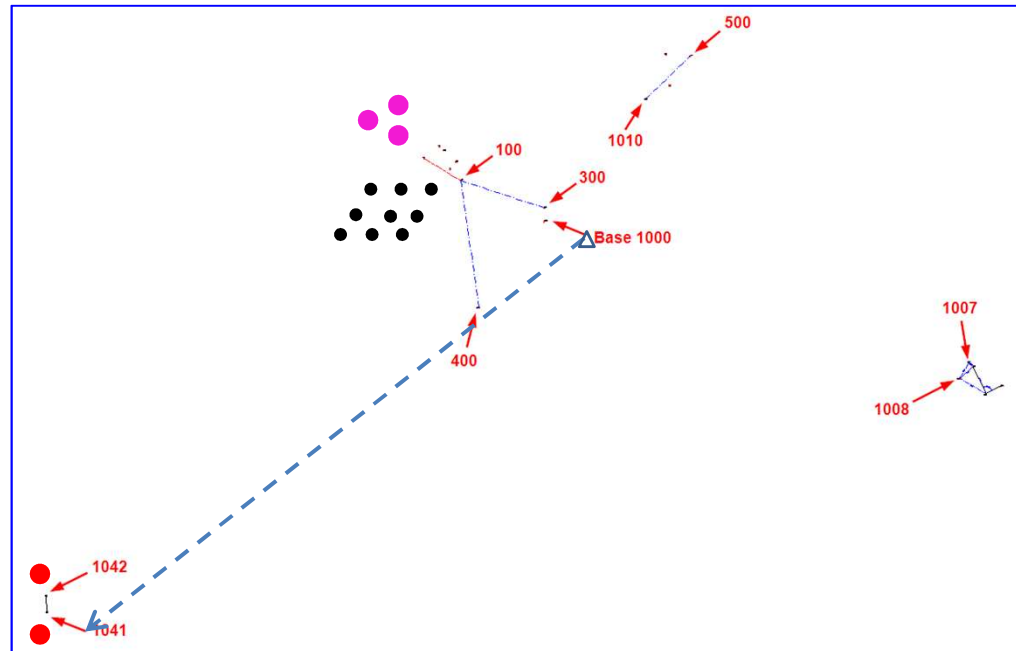
Compensazione ai minimi quadrati per “variazione di coordinate”

ipotesi:

- Osservazioni sovrabbondanti globalmente e localmente
- Disponibilità delle coordinate approssimate dei punti incogniti nel sistema locale

tesi:

- Definire il sistema di riferimento (unico) per i dati di ingresso e per i risultati
- Geometrizzare il problema e stimare le incognite
- Stimare gli errori



Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

Il problema presenta

- 7 punti incogniti \rightarrow 14 incognite “variazioni di coordinate” $\Delta N_i, \Delta E_i, i=1,\dots,7$
- 1 punto fisso ($\Delta N_{1000} = \Delta E_{1000} = 0$)
- 1 orientamento noto (?)

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

Il problema presenta

- 7 punti incogniti → 14 incognite “variazioni di coordinate” $\Delta N_i, \Delta E_i, i=1,\dots,7$
- 1 punto fisso ($\Delta N_{1000} = \Delta E_{1000} = 0$)
- 1 orientamento noto (?)

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500 - 1010 (1 eq.)

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

Il problema presenta

- 7 punti incogniti → 14 incognite “variazioni di coordinate” $\Delta N_i, \Delta E_i, i=1,\dots,7$
- 1 punto fisso ($\Delta N_{1000} = \Delta E_{1000} = 0$)
- 1 orientamento noto (?)

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500 - 1010 (1 eq.)

Le 2 stazioni angolari introducono 2 incognite “variazioni di costanti di orientamento” $\Delta Z_{100}, \Delta Z_{200}$

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

Il problema presenta

- 7 punti incogniti → 14 incognite “variazioni di coordinate” $\Delta N_i, \Delta E_i, i=1,\dots,7$
- 1 punto fisso ($\Delta N_{1000} = \Delta E_{1000} = 0$)
- 1 orientamento noto (?)

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) → minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500 - 1010 (1 eq.)

Le 2 stazioni angolari introducono 2 incognite “variazioni di costanti di orientamento” $\Delta Z_{100}, \Delta Z_{200}$

Abbiamo dunque a disposizione un sistema di 23 equazioni lineari non omogenee per stimare 16 incognite.

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

Il problema presenta

- 7 punti incogniti \rightarrow 14 incognite “variazioni di coordinate” $\Delta N_i, \Delta E_i, i=1, \dots, 7$
- 1 punto fisso ($\Delta N_{1000} = \Delta E_{1000} = 0$)
- 1 orientamento noto (?)

- 1 punto fisso (1000) e 1 orientamento fisso (?) \rightarrow minimi vincoli
- “Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (10 eq.)
- Misure TS in 100 con osservazioni a 300, 400, 200, 101 (8 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misure TS in 200 con osservazioni a 101, 100 (4 eq. / 1 inc. di orientamento)
- Misura diretta delle distanze 500 - 1010 (1 eq.)

Le 2 stazioni angolari introducono 2 incognite “variazioni di costanti di orientamento” $\Delta Z_{100}, \Delta Z_{200}$

Abbiamo dunque a disposizione un sistema di 23 equazioni lineari non omogenee per stimare 16 incognite.

Le quantità $\Delta N_i, \Delta E_i (i=1, \dots, 7), \Delta Z_{100}, \Delta Z_{200}$ costituiscono le correzioni **incognite** ai valori approssimati e si stimano con la compensazione ai m. q.

PREGEO - Compensazione Planimetrica

Punti della Rete

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
------	------	-----	-----	-----	-------------	-------------	--------------

PREGEO - Compensazione Planimetrica

Punti della Rete

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
1000	-0.143	+/-0.015	0.160	+/-0.015	0.016	0.014	58.617
100	20.017	+/-0.011	-41.991	+/-0.020	0.020	0.011	194.108
300	6.673	+/-0.024	0.130	+/-0.018	0.025	0.017	120.843
400	-42.065	+/-0.013	-32.886	+/-0.033	0.033	0.013	199.533
500	80.822	+/-0.033	74.075	+/-0.031	0.038	0.026	144.551
1010	60.306	+/-0.032	52.191	+/-0.031	0.036	0.026	145.552
1007	-70.034	+/-0.040	214.627	+/-0.042	0.051	0.028	47.233
1008	-77.554	+/-0.046	210.163	+/-0.026	0.046	0.026	101.170
200	30.897	+/-0.019	-60.383	+/-0.025	0.027	0.016	31.043
101	25.694	+/-0.013	-47.581	+/-0.022	0.022	0.013	7.173
2004	-71.919	+/-0.028	216.804	+/-0.046	0.046	0.027	3.986
2001	-85.029	+/-0.072	223.432	+/-0.082	0.104	0.032	45.181

PREGEO - Compensazione Planimetrica

Punti della Rete

nome	nord	sqm	est	sqm	semiasseMax	semiasseMin	inclinazione
1000	-0.143	+/-0.015	0.160	+/-0.015	0.016	0.014	58.617
100	20.017	+/-0.011	-41.991	+/-0.020	0.020	0.011	194.108
300	6.673	+/-0.024	0.130	+/-0.018	0.025	0.017	120.843
400	-42.065	+/-0.013	-32.886	+/-0.033	0.033	0.013	199.533
500	80.822	+/-0.033	74.075	+/-0.031	0.038	0.026	144.551
1010	60.306	+/-0.032	52.191	+/-0.031	0.036	0.026	145.552
1007	-70.034	+/-0.040	214.627	+/-0.042	0.051	0.028	47.233
1008	-77.554	+/-0.046	210.163	+/-0.026	0.046	0.026	101.170
200	30.897	+/-0.019	-60.383	+/-0.025	0.027	0.016	31.043
101	25.694	+/-0.013	-47.581	+/-0.022	0.022	0.013	7.173
2004	-71.919	+/-0.028	216.804	+/-0.046	0.046	0.027	3.986
2001	-85.029	+/-0.072	223.432	+/-0.082	0.104	0.032	45.181

Punti di Dettaglio

1041	-190.646	+/-0.063	-251.677	+/-0.053	0.080	0.018	144.195
1042	-183.409	+/-0.063	-252.156	+/-0.052	0.079	0.018	143.416
102	29.249	+/-0.015	-44.294	+/-0.023	0.023	0.015	9.005
103	34.971	+/-0.016	-50.693	+/-0.026	0.027	0.015	21.164
201	36.782	+/-0.016	-52.526	+/-0.028	0.029	0.016	10.134
501	81.377	+/-0.027	61.989	+/-0.033	0.033	0.027	196.386
502	66.664	+/-0.028	63.827	+/-0.027	0.029	0.026	136.114
2002	-81.384	+/-0.134	230.643	+/-0.059	0.140	0.043	80.370

PREGEO - Compensazione Planimetrica

Correzioni d'orientamento e relativi sqm

nome stazione	N. ripetiz.	Correzione [GC]		sqm [CC]
1000 (?)	0	0.16102	+/-	122.58
100	0	6.04430	+/-	399.16
200	0	31.75906	+/-	400.41
500	0	11.98985	+/-	1071.82
1008	0	55.20900	+/-	4435.12
1007	0	145.43245	+/-	13665.87
1008	1	132.65943	+/-	5667.92
2004	0	170.20098	+/-	5693.99
2001	0	370.20098	+/-	5693.99

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici

osservazioni angolari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij} \quad c_{ji} = -1$$

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici

osservazioni angolari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij} \quad c_{ji} = -1$$

Distanze piane (da TS, RTK ecc.)

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici

osservazioni angolari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij} \quad c_{ji} = -1$$

Distanze piane (da TS, RTK ecc.)

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Azimut piani (da RTK)

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}^0}{\Delta N_{ij}^0} - A_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici

osservazioni angolari

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij} \quad c_{ji} = -1$$

Distanze piane (da TS, RTK ecc.)

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Azimut piani (da RTK)

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}^0}{\Delta N_{ij}^0} - A_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

$$a_{ij}(ang) = b_{ij}(dist) = a_{ij}(Az)$$

$$b_{ij}(ang) = -a_{ij}(dist) = b_{ij}(Az)$$

$a, b = f(N^0, E^0) \rightarrow$ dipendono dalle coordinate di progetto!

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici azimut

$$\begin{aligned}
 1 \quad & a_{100,1000} \Delta N_{100} + b_{100,1000} \Delta E_{100} + l_{1000,100} = 0 \\
 2 \quad & a_{300,1000} \Delta N_{300} + b_{300,1000} \Delta E_{300} + l_{1000,300} = 0 \\
 3 \quad & a_{400,1000} \Delta N_{400} + b_{400,1000} \Delta E_{400} + l_{1000,400} = 0 \\
 4 \quad & a_{500,1000} \Delta N_{500} + b_{500,1000} \Delta E_{500} + l_{1000,500} = 0 \\
 5 \quad & a_{1010,1000} \Delta N_{1010} + b_{1010,1000} \Delta E_{1010} + l_{1000,1010} = 0
 \end{aligned}$$

Azimut piani (da RTK)

$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{\Delta E_{ij}^0}{\Delta N_{ij}^0} - A_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

“Misura” GNSS-RTK delle componenti delle baseline dal *punto base* 1000 ai punti 100, 300, 400, 500, 1010 (5 q.)

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici angolari

Stazione angolare in 100 → 4 eq.

$$\begin{aligned}
 6 \quad & a_{100,300} \Delta N_{100} + b_{100,300} \Delta E_{100} + a_{300,100} \Delta N_{300} + b_{300,100} \Delta E_{300} - \Delta Z_{100} + l_{100,300} = 0 \\
 7 \quad & a_{100,400} \Delta N_{100} + b_{100,400} \Delta E_{100} + a_{400,100} \Delta N_{400} + b_{400,100} \Delta E_{400} - \Delta Z_{100} + l_{100,400} = 0 \\
 8 \quad & a_{100,200} \Delta N_{100} + b_{100,200} \Delta E_{100} + a_{200,100} \Delta N_{200} + b_{200,100} \Delta E_{200} - \Delta Z_{100} + l_{100,200} = 0 \\
 9 \quad & a_{100,101} \Delta N_{100} + b_{100,101} \Delta E_{100} + a_{101,100} \Delta N_{101} + b_{101,100} \Delta E_{101} - \Delta Z_{100} + l_{100,101} = 0
 \end{aligned}$$

osservazioni angolari

$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j + c_{ij} \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici angolari

Stazione angolare in 100 → 4 eq.

$$6 \quad a_{100,300} \Delta N_{100} + b_{100,300} \Delta E_{100} + a_{300,100} \Delta N_{300} + b_{300,100} \Delta E_{300} - \Delta Z_{100} + l_{100,300} = 0$$

$$7 \quad a_{100,400} \Delta N_{100} + b_{100,400} \Delta E_{100} + a_{400,100} \Delta N_{400} + b_{400,100} \Delta E_{400} - \Delta Z_{100} + l_{100,400} = 0$$

$$8 \quad a_{100,200} \Delta N_{100} + b_{100,200} \Delta E_{100} + a_{200,100} \Delta N_{200} + b_{200,100} \Delta E_{200} - \Delta Z_{100} + l_{100,200} = 0$$

$$9 \quad a_{100,101} \Delta N_{100} + b_{100,101} \Delta E_{100} + a_{101,100} \Delta N_{101} + b_{101,100} \Delta E_{101} - \Delta Z_{100} + l_{100,101} = 0$$

Stazione angolare in 200 → 2 eq.

$$10 \quad a_{200,101} \Delta N_{200} + b_{200,101} \Delta E_{200} + a_{101,200} \Delta N_{101} + b_{101,200} \Delta E_{101} - \Delta Z_{200} + l_{200,101} = 0$$

$$11 \quad a_{200,100} \Delta N_{200} + b_{200,100} \Delta E_{200} + a_{100,200} \Delta N_{100} + b_{100,200} \Delta E_{100} - \Delta Z_{200} + l_{200,100} = 0$$

osservazioni angolari

$$a_{ij} \Delta N_i + b_{ij} \Delta E_i + a_{ji} \Delta N_j + b_{ji} \Delta E_j + c_{ij} \Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{N_i^0 - N_j^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = \arctg \frac{E_j^0 - E_i^0}{N_j^0 - N_i^0} - Z_i^0 - d_{ij}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici distanze

$$12 \quad a_{100,300}\Delta N_{300} + b_{100,300}\Delta E_{300} + a_{300,100}\Delta N_{100} + b_{300,100}\Delta E_{100} + l_{100,300} = 0$$

TS - 7 equazioni

$$13 \quad a_{100,400}\Delta N_{400} + b_{100,400}\Delta E_{400} + a_{400,100}\Delta N_{100} + b_{400,100}\Delta E_{100} + l_{100,400} = 0$$

$$14 \quad a_{100,200}\Delta N_{200} + b_{100,200}\Delta E_{200} + a_{200,100}\Delta N_{100} + b_{200,100}\Delta E_{100} + l_{100,200} = 0$$

$$15 \quad a_{100,101}\Delta N_{101} + b_{100,101}\Delta E_{101} + a_{101,100}\Delta N_{100} + b_{101,100}\Delta E_{100} + l_{101,200} = 0$$

$$16 \quad a_{200,101}\Delta N_{101} + b_{200,101}\Delta E_{101} + a_{101,200}\Delta N_{200} + b_{101,200}\Delta E_{200} + l_{200,101} = 0$$

$$17 \quad a_{200,100}\Delta N_{100} + b_{200,100}\Delta E_{100} + a_{100,200}\Delta N_{200} + b_{100,200}\Delta E_{200} + l_{200,100} = 0$$

$$18 \quad a_{500,1010}\Delta N_{1010} + b_{500,1010}\Delta E_{1010} + a_{1010,500}\Delta N_{500} + b_{1010,500}\Delta E_{500} + l_{500,1010} = 0$$

Distanze (da TS, RTK ecc.)

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici distanze

$$12 \quad a_{100,300}\Delta N_{300} + b_{100,300}\Delta E_{300} + a_{300,100}\Delta N_{100} + b_{300,100}\Delta E_{100} + l_{100,300} = 0$$

TS - 7 equazioni

$$13 \quad a_{100,400}\Delta N_{400} + b_{100,400}\Delta E_{400} + a_{400,100}\Delta N_{100} + b_{400,100}\Delta E_{100} + l_{100,400} = 0$$

$$14 \quad a_{100,200}\Delta N_{200} + b_{100,200}\Delta E_{200} + a_{200,100}\Delta N_{100} + b_{200,100}\Delta E_{100} + l_{100,200} = 0$$

$$15 \quad a_{100,101}\Delta N_{101} + b_{100,101}\Delta E_{101} + a_{101,100}\Delta N_{100} + b_{101,100}\Delta E_{100} + l_{101,200} = 0$$

$$16 \quad a_{200,101}\Delta N_{101} + b_{200,101}\Delta E_{101} + a_{101,200}\Delta N_{200} + b_{101,200}\Delta E_{200} + l_{200,101} = 0$$

$$17 \quad a_{200,100}\Delta N_{100} + b_{200,100}\Delta E_{100} + a_{100,200}\Delta N_{200} + b_{100,200}\Delta E_{200} + l_{200,100} = 0$$

$$18^* \quad a_{500,1010}\Delta N_{1010} + b_{500,1010}\Delta E_{1010} + a_{1010,500}\Delta N_{500} + b_{1010,500}\Delta E_{500} + l_{500,1010} = 0$$

$$19 \quad a_{1000,100}\Delta N_{100} + b_{1000,100}\Delta E_{100} + l_{1000,100} = 0$$

RTK – 5 equazioni

$$20 \quad a_{1000,300}\Delta N_{300} + b_{1000,300}\Delta E_{300} + l_{1000,300} = 0$$

$$21 \quad a_{1000,400}\Delta N_{400} + b_{1000,400}\Delta E_{400} + l_{1000,400} = 0$$

$$22 \quad a_{1000,500}\Delta N_{500} + b_{1000,500}\Delta E_{500} + l_{1000,500} = 0$$

$$23 \quad a_{1000,1010}\Delta N_{1010} + b_{1000,1010}\Delta E_{1010} + l_{1000,1010} = 0$$

Distanze (da TS, RTK ecc.)

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

$$a_{ij} = \frac{N_j^0 - N_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad b_{ij} = \frac{E_j^0 - E_i^0}{(D_{ij}^0)^2} \quad l_{ij} = 1 - \frac{D_{ij}}{D_{ij}^0}$$

$$a_{ji} = -a_{ij} \quad b_{ji} = -b_{ij}$$

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = 0$$

azimut

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

direzioni

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

distanze

Sistema di 5 eq. generatrici di azimut, 6 eq. generatrici angolari, 12 eq. generatrici di distanze

Calcolo di compensazione – equazioni generatrici

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = 0$$

azimut

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = 0$$

direzioni

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = 0$$

distanze

Sistema di 5 eq. generatrici di azimut, 6 eq. generatrici angolari, 12 eq. generatrici di distanze

Sistema di **23 equazioni generatrici**, lineari non omogenee equidimensionate, nelle **16** incognite

$\Delta N_{100}, \Delta E_{100}, \Delta Z_{100}, \Delta N_{101}, \Delta E_{101}, \Delta N_{200}, \Delta E_{200}, \Delta Z_{200}, \Delta N_{300}, \Delta E_{300}, \Delta N_{400}, \Delta E_{400}, \Delta N_{500}, \Delta E_{500}, \Delta N_{1010}, \Delta E_{1010}$

Numero delle equazioni **n (23) > numero delle incognite m (16) → sistema impossibile**

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, \dots, 23$$

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, \dots, 23$$

Sistema di 23 equazioni generate, lineari non omogenee equidimensionate, nelle 39 incognite $\Delta N, \Delta E, \Delta Z, v_k$ (16 incognite principali e 23 incognite scarti)

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, \dots, 23$$

Sistema di 23 **equazioni generate**, lineari non omogenee equidimensionate, nelle 39 incognite $\Delta N, \Delta E, \Delta Z, v_k$ (16 incognite principali e 23 incognite scarti)

Numero delle equazioni n (23) < numero delle incognite m (39) → sistema indeterminato

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, \dots, 23$$

Sistema di 23 **equazioni generate**, lineari non omogenee equidimensionate, nelle 39 incognite $\Delta N, \Delta E, \Delta Z, v_k$ (16 incognite principali e 23 incognite scarti)

Numero delle equazioni n (23) < numero delle incognite m (39) → sistema indeterminato

v_k = residui (o scarti) di ciascuna equazione = $f(\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta Z_i) \quad k = 1, \dots, 23; \quad i = 1, \dots, 16$

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, \dots, 23$$

Sistema di 23 **equazioni generate**, lineari non omogenee equidimensionate, nelle 39 incognite $\Delta N, \Delta E, \Delta Z, v_k$

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, 23$$

Sistema di 23 **equazioni generate**, lineari non omogenee equidimensionate, nelle 39 incognite $\Delta N, \Delta E, \Delta Z, v_k$

Principio dei Minimi Quadrati $\sum_1^{23} v_k^2 = [v_k^2] = \text{minimo}$

$$v_k = f(\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta Z_i) \quad k = 1, \dots, 23; \quad i = 1, \dots, 16$$

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, 23$$

Sistema di 23 equazioni generate, lineari non omogenee equidimensionate, nelle 39 incognite $\Delta N, \Delta E, \Delta Z, v_k$

Principio dei Minimi Quadrati $\sum_1^{23} v_k^2 = [v_k^2] = \text{minimo}$

$$v_k = f(\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta Z_i) \quad k = 1, \dots, 23; \quad i = 1, \dots, 16$$

$$\begin{pmatrix} \frac{\delta}{\delta(\Delta N_1)} [v_k^2] \\ \frac{\delta}{\delta(\Delta E_1)} [v_k^2] \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix} = 0$$

Calcolo di compensazione – equazioni generate

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + l_{ij} = v_k \quad k = 1, \dots, 5$$

$$a_{ij}\Delta N_i + b_{ij}\Delta E_i + a_{ji}\Delta N_j + b_{ji}\Delta E_j + c_{ij}\Delta Z_i + l_{ij} = v_k \quad k = 6, \dots, 11$$

$$a_{ij}\Delta N_j + b_{ij}\Delta E_j + a_{ji}\Delta N_i + b_{ji}\Delta E_i + l_{ij} = v_k \quad k = 12, 23$$

Sistema di 23 equazioni generate, lineari non omogenee equidimensionate, nelle 39 incognite $\Delta N, \Delta E, \Delta Z, v_k$

Principio dei Minimi Quadrati $\sum_1^{23} v_k^2 = [v_k^2] = \text{minimo}$

$$v_k = f(\Delta N_i, \Delta E_i, \Delta Z_i) \quad k = 1, \dots, 23; \quad i = 1, \dots, 16$$

$$\begin{pmatrix} \frac{\delta}{\delta(\Delta N_1)} [v_k^2] \\ \frac{\delta}{\delta(\Delta E_1)} [v_k^2] \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix} = 0$$

16 equazioni nelle 16 incognite principali

Calcolo di compensazione – sistema normale

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

equazioni generate

A = matrice dei coefficienti
X = vettore delle incognite
L = vettore dei termini noti
V = vettore degli scarti

Calcolo di compensazione – sistema normale

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

equazioni generate

A = matrice dei coefficienti
X = vettore delle incognite
L = vettore dei termini noti
V = vettore degli scarti

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = A_{16,23}^T V_{23,1}$$

Calcolo di compensazione – sistema normale

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

equazioni generate

A = matrice dei coefficienti
X = vettore delle incognite
L = vettore dei termini noti
V = vettore degli scarti

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = A_{16,23}^T V_{23,1}$$

$$A_{16,23}^T \cdot V_{23,1} = 0$$

LC2

Calcolo di compensazione – sistema normale

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

equazioni generate

A = matrice dei coefficienti
X = vettore delle incognite
L = vettore dei termini noti
V = vettore degli scarti

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = A_{16,23}^T V_{23,1}$$

$$A_{16,23}^T \cdot V_{23,1} = 0$$

LC2

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

Calcolo di compensazione – sistema normale

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

equazioni generate

A = matrice dei coefficienti
X = vettore delle incognite
L = vettore dei termini noti
V = vettore degli scarti

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = A_{16,23}^T V_{23,1}$$

$$A_{16,23}^T \cdot V_{23,1} = 0$$

L C2

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

$$A_{16,23}^T A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale
quadrata, simmetrica e definita positiva
(in diagonale principale somme di quadrati)
Le dimensioni dipendono dal numero delle incognite e non dal numero delle misure

Calcolo di compensazione – sistema normale

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

equazioni generate

A = matrice dei coefficienti
X = vettore delle incognite
L = vettore dei termini noti
V = vettore degli scarti

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = A_{16,23}^T V_{23,1}$$

$$A_{16,23}^T \cdot V_{23,1} = 0$$

L C2

$$A_{16,23}^T A_{23,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

$$A_{16,23}^T A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale
quadrata, simmetrica e definita positiva
(in diagonale principale somme di quadrati)
Le dimensioni dipendono dal numero delle incognite e non dal numero delle misure

$$D_{16,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

SISTEMA NORMALE
16 equazioni in 16 incognite!

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

$$D_{16,16}X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

$$D_{16,16}X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

Moltiplicando da sx per D^{-1} = matrice inversa di D ($D^{-1}D=I$)

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

$$D_{16,16}X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

Moltiplicando da sx per D^{-1} = matrice inversa di D ($D^{-1}D=I$)

$$X_{16,1} + D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

$$X_{16,1} = -D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1}$$

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

$$D_{16,16}X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

Moltiplicando da sx per D^{-1} = matrice inversa di D ($D^{-1}D=I$)

$$X_{16,1} + D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$
$$X_{16,1} = -D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1}$$

Soluzione = Modello funzionale

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

$$D_{16,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

Moltiplicando da sx per D^{-1} = matrice inversa di D ($D^{-1}D=I$)

$$X_{16,1} + D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

$$X_{16,1} = -D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1}$$

Soluzione = Modello funzionale

$$X_{16,1} = \begin{pmatrix} \Delta N_{100} \\ \Delta E_{100} \\ \Delta Z_{100} \\ \dots \\ \Delta N_{1010} \\ \Delta E_{1010} \end{pmatrix}$$

Variazioni di
“coordinate”

Calcolo di compensazione – la stima delle incognite

$$D_{16,16} X_{16,1} + A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

Moltiplicando da sx per D^{-1} = matrice inversa di D ($D^{-1}D=I$)

$$X_{16,1} + D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1} = 0$$

$$X_{16,1} = -D_{16,16}^{-1} A_{16,23}^T L_{23,1}$$

Soluzione = Modello funzionale

$$X_{16,1} = \begin{pmatrix} \Delta N_{100} \\ \Delta E_{100} \\ \Delta Z_{100} \\ \dots \\ \Delta N_{1010} \\ \Delta E_{1010} \end{pmatrix}$$

Variazioni di
“coordinate”

$$N_{100} = N_{100}^0 + \Delta N_{100}$$

$$E_{100} = E_{100}^0 + \Delta E_{100}$$

$$\dots$$

$$\dots$$

“coordinate”
compensate

Le correzioni di compensazione

Sostituendo le incognite nelle equazioni generate
si possono calcolare gli scarti (o correzioni o
residui) di compensazione v_k [rad]

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

Le correzioni di compensazione

Sostituendo le incognite nelle equazioni generate si possono calcolare gli scarti (o correzioni o residui) di compensazione v_k [rad]

$$A_{23,16} \cdot X_{16,1} + L_{23,1} = V_{23,1}$$

➤ Per le equazioni di azimuth (1,...,5) e angolari (6, ..., 11) gli scarti [rad] rappresentano le correzioni di compensazione delle corrispondenti osservazioni

➤ Per le equazioni di distanze (12, ..., 23) la correzione di compensazione si ottiene moltiplicando lo scarto [rad] per la distanza approssimata per cui era stata divisa l'equazione per renderla dimensionalmente omogenea con le altre

La stima degli errori – errore medio dell'unità di peso

Per completare il calcolo di compensazione, dopo aver geometrizzato il problema e stimato le incognite, occorre calcolare gli errori medi

La stima degli errori – errore medio dell'unità di peso

Per completare il calcolo di compensazione, dopo aver geometrizzato il problema e stimato le incognite, occorre calcolare gli errori medi

errore medio dell'unità di peso

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}} \quad [\text{rad}]$$

n = numero delle equazioni

m = numero delle incognite

$n-m$ = ridondanza globale

La stima degli errori – errore medio dell'unità di peso

Per completare il calcolo di compensazione, dopo aver geometrizzato il problema e stimato le incognite, occorre calcolare gli errori medi

errore medio dell'unità di peso

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}} \text{ [rad]}$$

n = numero delle equazioni
 m = numero delle incognite
 $n-m$ = ridondanza globale

è una stima sintetica della qualità del lavoro

?

La stima degli errori – errore medio dell'unità di peso

Per completare il calcolo di compensazione, dopo aver geometrizzato il problema e stimato le incognite, occorre calcolare gli errori medi

errore medio dell'unità di peso

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}} \text{ [rad]}$$

n = numero delle equazioni
 m = numero delle incognite
 $n-m$ = ridondanza globale

è una stima sintetica della qualità del lavoro

?

$$[v_k^2] = v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_{23}^2 = V^T V$$

La stima degli errori – errore medio dell'unità di peso

Per completare il calcolo di compensazione, dopo aver geometrizzato il problema e stimato le incognite, occorre calcolare gli errori medi

errore medio dell'unità di peso

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{n-m}} \text{ [rad]}$$

n = numero delle equazioni
 m = numero delle incognite
 $n-m$ = ridondanza globale

è una stima sintetica della qualità del lavoro

?

$$[v_k^2] = v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_{23}^2 = V^T V$$

Nell'esempio

$n = 23$

$m = 16$

$n-m = 7$

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{23-16}} = \sqrt{\frac{[v_k^2]}{7}} \text{ [rad]}$$

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

Ricordando:

$$\sigma_0^2 = \frac{[v_k^2]}{n-m} = \frac{[v_k^2]}{23-16}$$



$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

Ricordando:

$$\sigma_0^2 = \frac{[v_k^2]}{n-m} = \frac{[v_k^2]}{23-16}$$

Metodi,
strumenti,
misure

$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

$D_{16,16}^{-1}$ = matrice inversa di D

Geometria del
problema

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

Ricordando:

$$\sigma_0^2 = \frac{[v_k^2]}{n-m} = \frac{[v_k^2]}{23-16}$$

$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

$D_{16,16}^{-1}$ = matrice inversa di D

Metodi,
strumenti,
misure

Geometria del
problema

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

Ricordando:

$$\sigma_0^2 = \frac{[v_k^2]}{n-m} = \frac{[v_k^2]}{23-16}$$

Metodi,
strumenti,
misure

$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

$D_{16,16}^{-1}$ = matrice inversa di D

Geometria del
problema

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D^{-1} =$$

$$= \sigma_0^2 \begin{pmatrix} d_{1,1} & d_{1,2} & \dots & d_{1,16} \\ \dots & d_{2,2} & \dots & d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_0^2 d_{1,1} & \sigma_0^2 d_{1,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{1,16} \\ \dots & \sigma_0^2 d_{2,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{\Delta N_{100}}^2 & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{100}} & \dots & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{\Delta E_{100}}^2 & \dots & \sigma_{\Delta E_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_{\Delta E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

Ricordando:

$$\sigma_0^2 = \frac{[v_k^2]}{n-m} = \frac{[v_k^2]}{23-16}$$

$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

$D_{16,16}^{-1}$ = matrice inversa di D

Metodi,
strumenti,
misure

Geometria del
problema

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D^{-1} =$$

$$= \sigma_0^2 \begin{pmatrix} d_{1,1} & d_{1,2} & \dots & d_{1,16} \\ \dots & d_{2,2} & \dots & d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_0^2 d_{1,1} & \sigma_0^2 d_{1,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{1,16} \\ \dots & \sigma_0^2 d_{2,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{\Delta N_{100}}^2 & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{100}} & \dots & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{\Delta E_{100}}^2 & \dots & \sigma_{\Delta E_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_{\Delta E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

$$\sigma_{\Delta N_1} = \sigma_{N_1}$$

$$\sigma_{\Delta E_1} = \sigma_{E_1}$$

$$\sigma_{\Delta N_1 \Delta E_1} = \sigma_{N_1 E_1}$$

... ..

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

Ricordando:

$$\sigma_0^2 = \frac{[v_k^2]}{n-m} = \frac{[v_k^2]}{23-16}$$

$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

$D^{-1}_{16,16}$ = matrice inversa di D

Metodi,
strumenti,
misure

Geometria del
problema

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D^{-1} =$$

$$= \sigma_0^2 \begin{pmatrix} d_{1,1} & d_{1,2} & \dots & d_{1,16} \\ \dots & d_{2,2} & \dots & d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_0^2 d_{1,1} & \sigma_0^2 d_{1,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{1,16} \\ \dots & \sigma_0^2 d_{2,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{\Delta N_{100}}^2 & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{100}} & \dots & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{\Delta E_{100}}^2 & \dots & \sigma_{\Delta E_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_{\Delta E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\Delta N_1} &= \sigma_{N_1} \\ \sigma_{\Delta E_1} &= \sigma_{E_1} \\ \sigma_{\Delta N_1 \Delta E_1} &= \sigma_{N_1 E_1} \\ \dots & \dots \dots \end{aligned}$$

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D^{-1} = \begin{pmatrix} \sigma_{N_{100}}^2 & \sigma_{N_{100} E_{100}} & \dots & \sigma_{N_{100} E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{E_{100}}^2 & \dots & \sigma_{E_{100} E_{1010}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

Ricordando:

$$\sigma_0^2 = \frac{[v_k^2]}{n-m} = \frac{[v_k^2]}{23-16}$$

$$A_{16,23}^T \cdot A_{23,16} = D_{16,16}$$

$D_{16,16}$ = matrice normale

$D_{16,16}^{-1}$ = matrice inversa di D

Metodi,
strumenti,
misure

Geometria del
problema

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D^{-1} =$$

$$= \sigma_0^2 \begin{pmatrix} d_{1,1} & d_{1,2} & \dots & d_{1,16} \\ \dots & d_{2,2} & \dots & d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_0^2 d_{1,1} & \sigma_0^2 d_{1,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{1,16} \\ \dots & \sigma_0^2 d_{2,2} & \dots & \sigma_0^2 d_{2,16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{\Delta N_{100}}^2 & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{100}} & \dots & \sigma_{\Delta N_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{\Delta E_{100}}^2 & \dots & \sigma_{\Delta E_{100} \Delta E_{1010}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_{\Delta E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\Delta N_1} &= \sigma_{N_1} \\ \sigma_{\Delta E_1} &= \sigma_{E_1} \\ \sigma_{\Delta N_1 \Delta E_1} &= \sigma_{N_1 E_1} \\ \dots & \dots \dots \end{aligned}$$

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D^{-1} = \begin{pmatrix} \sigma_{N_{100}}^2 & \sigma_{N_{100} E_{100}} & \dots & \sigma_{N_{100} E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{E_{100}}^2 & \dots & \sigma_{E_{100} E_{1010}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

Matrice di varianza-covarianza
=
MODELLO STOCASTICO

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D_{16,16}^{-1} =$$

$$= \begin{pmatrix} \sigma_0^2 d_{1,1} & \sigma_0^2 d_{1,2} & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{1,16} \\ \dots & \sigma_0^2 d_{2,2} & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{2,16} \\ \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{3,3} & \sigma_0^2 d_{3,4} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{4,4} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{N_{100}}^2 & \sigma_{N_{100}E_{100}} & \dots & \dots & \dots & \sigma_{N_{100}E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{E_{100}}^2 & \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{100}E_{1010}} \\ \dots & \dots & \sigma_{Z_{100}}^2 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D_{16,16}^{-1} =$$

$$= \begin{pmatrix} \sigma_0^2 d_{1,1} & \sigma_0^2 d_{1,2} & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{1,16} \\ \dots & \sigma_0^2 d_{2,2} & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{2,16} \\ \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{3,3} & \sigma_0^2 d_{3,4} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{4,4} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{N_{100}}^2 & \sigma_{N_{100}E_{100}} & \dots & \dots & \dots & \sigma_{N_{100}E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{E_{100}}^2 & \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{100}E_{1010}} \\ \dots & \dots & \sigma_{Z_{100}}^2 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

Gli errori medi delle incognite si ottengono osservando che:

- i loro quadrati (varianze) sono proporzionali agli elementi della diagonale principale della matrice inversa D^{-1}
- il fattore di proporzionalità è l'errore medio dell'unità di peso σ_0^2

$$\begin{aligned} \sigma_{N_{100}}^2 &= \sigma_0^2 d_{1,1} \\ \sigma_{E_{100}}^2 &= \sigma_0^2 d_{2,2} \\ \sigma_{Z_{100}}^2 &= \sigma_0^2 d_{3,3} \\ &\dots \end{aligned}$$

varianze

La stima degli errori - matrice di varianza-covarianza

$$C_{xx} = \sigma_0^2 D_{16,16}^{-1} =$$

$$= \begin{pmatrix} \sigma_0^2 d_{1,1} & \sigma_0^2 d_{1,2} & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{1,16} \\ \dots & \sigma_0^2 d_{2,2} & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{2,16} \\ \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{3,3} & \sigma_0^2 d_{3,4} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{4,4} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \sigma_0^2 d_{16,16} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{N_{100}}^2 & \sigma_{N_{100}E_{100}} & \dots & \dots & \dots & \sigma_{N_{100}E_{1010}} \\ \dots & \sigma_{E_{100}}^2 & \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{100}E_{1010}} \\ \dots & \dots & \sigma_{Z_{100}}^2 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \sigma_{E_{1010}}^2 \end{pmatrix}$$

Gli errori medi delle incognite si ottengono osservando che:

- i loro quadrati (varianze) sono proporzionali agli elementi della diagonale principale della matrice inversa D^{-1}
- il fattore di proporzionalità è l'errore medio dell'unità di peso σ_0^2

$$\begin{aligned} \sigma_{N_{100}}^2 &= \sigma_0^2 d_{1,1} \\ \sigma_{E_{100}}^2 &= \sigma_0^2 d_{2,2} \\ \sigma_{Z_{100}}^2 &= \sigma_0^2 d_{3,3} \\ &\dots \end{aligned}$$

varianze

Le correlazioni tra le incognite (covarianze) si ottengono osservando che:

- sono proporzionali agli elementi simmetrici fuori diagonale principale della matrice inversa D^{-1}
- il fattore di proporzionalità è l'errore medio dell'unità di peso σ_0^2

$$\begin{aligned} \sigma_{N_1 E_1} &= \sigma_0^2 d_{1,2} \\ \sigma_{N_2 E_2} &= \sigma_0^2 d_{3,4} \end{aligned}$$

covarianze

Gli errori sono compagni di viaggio inseparabili della ragione: non possiamo evitarli ma la ragione stessa ci può fornire gli strumenti per evitare che questi fastidiosi ed inopportuni compagni ci conducano su strade sbagliate.

E' nella nostra responsabilità imparare a conoscere e ad usare questi preziosi strumenti.

BUON FINE CORSO!

Luciano Surace

e-mail: luciano.surace@gmail.com

<https://www.lucianosurace.it>

<https://www.twitter.com/luxur49>