Concessionaria per la progettazione, realizzazione e gestione del collegamento stabile tra la Sicilia e il Continente Organismo di Diritto Pubblico
(Legge n° 1158 del 17 dicembre 1971, modificata dal D.Lgs. n°114 del 24 aprile 2003)

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
SACYR S.A.U. (MANDANTE)
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

IL PROGETTISTA	IL CONTRAENTE GENERALE	STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione	STRETTO DI MESSINA
Prof. Ing. L. Surace Ordine Ingegneri Firenze n° 2244 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408	Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)	(Ing. G. Fiammenghi)	Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)

CR0016 F0

Unità Funzionale	Collegamenti Calabria + Ponte + Collegamenti Sicilia
Tipo di sistema	Rilievi accertamenti ed indagini di campo – Indagini Topografiche
Raggruppamento di opere/attività	Elementi di carattere generale
Opera - tratto d'opera - parte d'opera	Generale
Titolo del documento	I sistemi di riferimento per le operazioni geodetiche topografiche - analisi delle cartografie realizzate. Relazione

CODICE: C G 2 4 0 0 P R T D 0 I 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 F0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	SURACE	SURACE	SURACE

NOME DEL FILE: CR0016_F0.doc

revisione interna 01

INDICE

INDICE 3
I SISTEMI DI RIFERIMENTO PER LE OPERAZIONI GEODETICHE, TOPOGRAFICHE E CARTOGRAFICHE DA REALIZZARE PER IL PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA..... 5
1 Definizione del sistema geodetico 5
2 Definizione sistema cartografico Ponte 8
3 Analisi dei sistemi di coordinate della cartografia realizzata 9
4 Cartografia nel sistema DG87 11
5 Cartografia EUROLINK 2009 15
6 Cartografia base di gara 15
7 Trasformazione di coordinate 15
ALLEGATO 1- programma per le trasformazioni di coordinate 17

I SISTEMI DI RIFERIMENTO PER LE OPERAZIONI GEODETICHE, TOPOGRAFICHE E CARTOGRAFICHE DA REALIZZARE PER IL PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

1 Definizione del sistema geodetico

Il sistema geodetico, articolato nelle componenti planimetrica (horizontal datum) e altimetrica (vertical datum), deve avere caratteristiche idonee per costituire riferimento permanente per tutte le operazioni necessarie alla progettazione e alla realizzazione dell'opera e consentire l'impiego delle metodologie satellitari di posizionamento e il loro sfruttamento diretto.
Il più recente e accurato sistema geodetico nazionale disponibile è la Rete Dinamica Nazionale, inquadrata nel Sistema Europeo ETRS89, con realizzazione ufficiale denominata ETRF2000. Esso è comunemente denominato in modo generico WGS84 ed è il sistema nel quale vengono fornite le coordinate della rete IGM95 che copre con circa 2000 vertici l'intero territorio nazionale, vincolata a sua volta sui 100 vertici della rete RDN di stazioni permanentemente osservanti e permanentemente monitorate. Inoltre tutte le reti di stazioni permanenti utilizzabili nell'area di interesse sono dotate di coordinate ETRF2000 e tale sistema è quello nativo per tutti i sistemi satellitari di acquisizione e misura (fig. 1).
La superficie di riferimento è l'ellissoide GRS80 con posizionamento geocentrico.
Il sistema è infine l'unico che può garantire le necessarie precisioni sub-centimetriche dei vertici cui è affidato il compito di inquadramento per la cartografia, per i rilievi fotogrammetrici e celerimetrici a venire, così come il monitoraggio delle opere in fase di realizzazione e in fase di esercizio.

Per quanto riguarda la componente altimetrica è indispensabile associare al predetto sistema un riferimento altimetrico unificato di quote ortometriche, specifico per l'opera, collegato in modo univoco alle quote convenzionali delle due sponde. E' infatti necessario considerare che in Sicilia il riferimento altimetrico non è lo stesso dell'Italia continentale. Nell'area di interesse sono presenti due diversi riferimenti per le quote ortometriche:
- Genova 1942 per la Calabria;
- Catania 1965 per la Sicilia.

I valori di quota di uno stesso punto, espressi rispetto ai due riferimenti, differiscono di un valore

stimabile in 0.14 metri; precisamente le quote del territorio siciliano se riferite a Genova diminuiscono di tale valore. La necessaria omogeneità impone di riferire tutte le informazioni altimetriche al sistema peninsulare, per cui le quote ortometriche saranno tutte riferite al mareografo di Genova, livello medio mare 1942.

Le determinazioni altimetriche satellitari, che, come noto, forniscono i valori delle altezze ellissoidiche, devono essere trasformate nelle corrispondenti quote ortometriche prima definite, attraverso l'uso del modello di ondulazioni geoidiche fornito ufficialmente dall'IGM sotto forma di grigliati, caratterizzati da un'accuratezza media di qualche centimetro su tutta l'area di interesse.

Ponte sullo Stretto di Messina

Progetto della rete di inquadramento

Legenda

- stazioni permanenti RDN
- rete di raffittimento principale

2 Definizione sistema cartografico Ponte

Per i rilievi topo-cartografici e per tutte le operazioni di progettazione e di realizzazione dell'opera è inoltre necessario disporre di un sistema cartografico matematicamente definito e realizzato ad hoc, cioè di una rappresentazione cartografica utilizzabile esclusivamente per la porzione di territorio sulla quale insistono le opere in progetto.

La scelta di un sistema locale discende dalla inderogabile necessità di istituire tempestivamente, per il progetto in questione, un sistema di coordinate tali da minimizzare e rendere controllabili le deformazioni cartografiche e di quota, con differenze non significative rispetto alle misure di campagna (coordinate cosiddette rettilinee o isometriche).

Il sistema di coordinate cartografiche PONTE che in assoluto risponde meglio di ogni altro alle esigenze suesposte è così definito:

- Sistema geodetico: ETRF2000
- Rappresentazione di Gauss
- Longitudine del meridiano centrale: 15° 37' 00"
- Fattore di scala sul meridiano centrale: 1.000016
- Falsa origine Est: 200 000 m
- Falsa origine Nord: -3 700 000 m

Con l'adozione del sistema PONTE è garantita un'affidabile corrispondenza tra geometria del piano cartografico e geometria delle misure, derivante dal fatto che solo le coordinate PONTE possono essere definite rettilinee o isometriche su tutta l'area di interesse (fig. 2). Infine va sottolineato che il sistema PONTE, proprio per la definizione e la realizzazione, non risente in alcun modo degli eventuali difetti delle cartografie preesistenti.

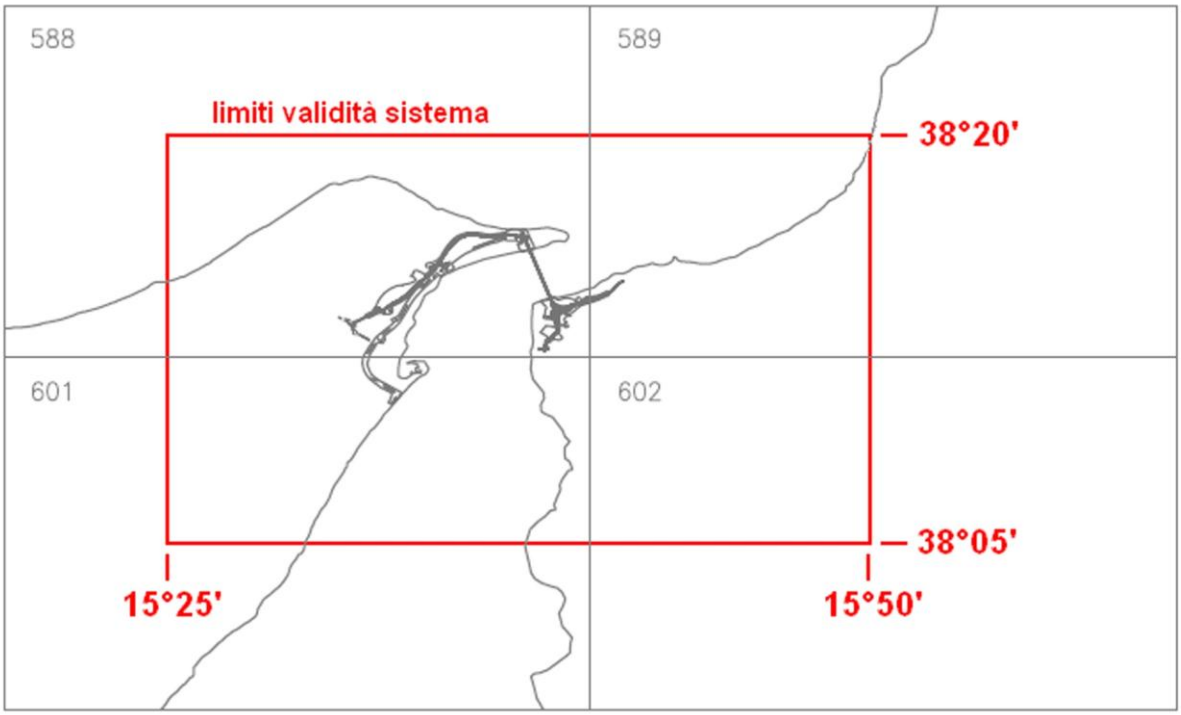


Fig. 2 Limiti di validità del sistema PONTE

3 Analisi dei sistemi di coordinate della cartografia realizzata

I dati cartografici numerici disponibili sono i seguenti:

Da Eurolink

- CARTOGRAFIA PDM BASE DI GARA

M1_2D bn.dwg M2_2D bn.dwg M3_2D bn.dwg M4_2D bn.dwg M5_2D bn.dwg M6_2D bn.dwg M7_2D bn.dwg M8_2D bn.dwg	Sicilia	Cartografia in coordinate Gauss-Boaga usata come base per il progetto di massima offerto in gara

M9_2D bn.dwg M10_2D bn.dwg M11_2D bn.dwg		
RC1_2D bn.dwg RC2_2D bn.dwg RC3_2D bn.dwg RC4_2D bn.dwg RC5_2D bn.dwg RC6_2D bn.dwg	Calabria	

- CARTOGRAFIA SA-RC DG87

Quadro_dg87.dwg Sci_f05_3d.dwg Sci_f06_3d.dwg Sci_f07_3d.dwg Sci_f08_3d.dwg Sci_f09_3d.dwg Sci_f10_3d.dwg Sci_f11_3d.dwg Sci_f12_3d.dwg Sci_f13_3d.dwg Sci_f14_3d.dwg Sci_f15_3d.dwg Sci_f16_3d.dwg	Cartografia 1:1.000 Calabria in coordinate “Rettilinee DG87” prodotta da Sistemi Cartografici	A corredo è stata fornita una breve relazione su rete e coordinate della Salerno-Reggio Calabria, con un cenno alle rettilinee che dice solo “con origine sul vertice 7”.

- CARTOGRAFIA EUROLINK 2009

ME_F01_F10_GAUSS_BOAGA.GCA ME_F11_F21_GAUSS_BOAGA.GCA ME_F22_F34_GAUSS_BOAGA.GCA ME_F35_F43_GAUSS_BOAGA.GCA ME_F01_F10_RETTILINEE_DG87.GCA ME_F11_F21_RETTILINEE_DG87.GCA ME_F22_F34_RETTILINEE_DG87.GCA ME_F35_F43_RETTILINEE_DG87.GCA	Sicilia	Cartografia 1:1.000 in coordinate “Rettilinee DG87” e coordinate Gauss-Boaga
RC_F01_F08_GAUSS_BOAGA.GCA RC_F09_F16_GAUSS_BOAGA.GCA RC_F01_F08_RETTILINEE_DG87.GCA RC_F09_F16_RETTILINEE_DG87.GCA	Calabria	

Per quanto di interesse in questa relazione, tutta la cartografia resa disponibile è stata sottoposta ad un’analisi dei sistemi di coordinate adottati, i cui risultati sono descritti nei paragrafi seguenti.

4 Cartografia nel sistema DG87

Non avendo disponibilità di informazioni sulla genesi delle coordinate piane adottate, è stata effettuata una ricerca dell'algoritmo utilizzato per il calcolo delle coordinate "rettilinee" con le quali è stata realizzata la cartografia in esame.

Per tale ricerca erano disponibili coordinate doppie (Gauss-Boaga Est e rettilinee - vds. Tab. 1) di 10 punti, oltre ad alcune sommarie indicazioni, di seguito riportate, presenti nella relazione tecnica: "*a completamento del calcolo è stato realizzato un sistema di riferimento di coordinate rettilineo con origine sul vertice numero 7 perché baricentrico rispetto allo sviluppo longitudinale del rilievo*".

	Rettilinee DG87		***Gauss-Boaga***	
Num.	***Y***	***X***	***Nord***	***Est***
1	4232354.270	2578426.080	4232351.780	2578426.590
2	4231831.500	2577279.850	4231829.320	2577280.660
3	4231547.750	2576194.310	4231545.800	2576195.420
4	4230231.140	2575854.810	4230229.670	2575855.860
5	4228681.820	2575662.410	4228680.880	2575663.309
6	4227276.870	2576025.060	4227276.350	2576025.636
7	*4225290.307*	*2576958.270*	*4225290.307*	*2576958.270*
8	4223378.870	2577575.020	4223379.410	2577574.550
9	4222192.170	2577801.660	4222193.070	2577800.950
10	4220336.860	2577504.940	4220338.400	2577504.050

Tab. 1 – Coordinate dei punti doppi

Per prima cosa si è operato sul piano di Gauss, utilizzando le coordinate Gauss-Boaga per il calcolo delle coordinate geografiche nel corrispondente sistema nazionale ROMA40 e delle distanze gaussiane di tutti i punti rispetto al punto 7. Per ciascuna distanza è stato poi calcolato il modulo di deformazione lineare e, attraverso questo, la distanza ellissoidica (Tab. 2).

n.	Lat. ROMA40	Long. ROMA40	Distanza cartografica dal punto 7	Modulo di deformazione lineare	Distanza ellissoidica	Contrazione
			[m]		[m]	[m]
1	38°.14' 11,8846"	3°.12' 54,9192"	7212.514	0.999640990	7215.105	2.590
2	38°.13' 55,2004"	3°.12' 07,6335"	6546.956	0.999640178	6549.312	2.357
3	38°.13' 46,2489"	3°.11' 22,9178"	6301.836	0.999639419	6304.109	2.273
4	38°.13' 03,6267"	3°.11' 08,5795"	5060.891	0.999639183	5062.717	1.827
5	38°.12' 13,4232"	3°.11' 00,2245"	3629.450	0.999639050	3630.761	1.311
6	38°.11' 27,7759"	3°.11' 14,7222"	2194.122	0.999639301	2194.914	0.792
7	*38°.10' 23,1332"*	*3°.11' 52,4862"*				
8	38°.09' 20,9979"	3°.12' 17,2562"	2007.817	0.999640385	2008.539	0.722
9	38°.08' 42,4578"	3°.12' 26,2114"	3209.827	0.999640545	3210.981	1.154
10	38°.07' 42,3557"	3°.12' 13,4760"	4981.893	0.999640335	4983.686	1.792

Tab. 2 – Distanze cartografiche e distanze ellissoidiche dal punto 7.

In presenza delle lacune di definizione delle coordinate DG87, sono state formulate differenti ipotesi sulla genesi delle stesse, dopo una prima verifica di congruenza interna tra dati numerici e metadati tramite riconoscimento sulla cartografia di due vertici di coordinate note (Semaforo Ex Forte Spuria su "base di gara" e V01 su DG87).

- 1ª ipotesi

  Vista l'entità delle Y e delle X, entrambe tipiche delle coordinate Gauss-Boaga nell'area, e vista l'identità delle coordinate del punto 7 nei due sistemi, si è ipotizzato che le coordinate DG87 fossero frutto di una rappresentazione di Gauss istituita ad hoc (TM) con le seguenti condizioni di applicazione:

  - meridiano centrale: 3° 11' 52,4862" (punto 7);
  - fattore di scala sul meridiano centrale: 1;
  - falsa origine sul meridiano centrale: 2520000.

  I risultati di tale rappresentazione non corrispondono alle rettilinee DG87: i valori ottenuti e le differenze sono riportati in tabella 3.

n.	GAUSS		Dist Gaussiana	*Rettiline DG87*			Diff.: Rett.DG87- GAUSS		
	Nord	Est	dal punto 7 [m]	*Y*	*X*	Dist.	Nord	Est	Dist.
1	4233834.771	2521518.395	7215.105	4232354.270	2578426.080	7214.849	-1480.501	56907.685	-0.256
2	4233320.188	2520368.411	6549.312	4231831.500	2577279.850	6549.093	-1488.688	56911.439	-0.219
3	4233044.197	2519280.814	6304.109	4231547.750	2576194.310	6303.906	-1496.447	56913.496	-0.203
4	4231730.009	2518931.895	5062.717	4230231.140	2575854.810	5062.554	-1498.869	56922.915	-0.163
5	4230182.049	2518728.402	3630.761	4228681.820	2575662.410	3630.649	-1500.229	56934.008	-0.112
6	4228774.502	2519080.991	2194.914	4227276.870	2576025.060	2194.838	-1497.632	56944.069	-0.076
7	*4226781.246*	*2520000.000*	*0.000*	*4225290.307*	*2576958.270*	*0.000*	*-1490.939*	*56958.270*	*0.000*
8	4224865.385	2520603.081	2008.539	4223378.870	2577575.020	2008.475	-1486.515	56971.939	-0.064
9	4223677.060	2520821.237	3210.981	4222192.170	2577801.660	3210.881	-1484.890	56980.423	-0.099
10	4221823.851	2520511.234	4983.686	4220336.860	2577504.940	4983.521	-1486.991	56993.706	-0.164

Tab. 3 – Sistema Gauss ad hoc

- 2ª ipotesi

Proiezione gaussiana ad hoc, identica alla precedente ma con un fattore di scala tale da compensare la dilatazione d'altezza relativa alla quota del punto 7; l'ipotesi non ha avuto conferma dai calcoli, che per brevità si omettono, ed è stata scartata come la precedente.

- 3ª ipotesi

Piano eureliano tangente sul punto 7, con false origini equivalenti alle coordinate Gauss-Boaga del punto di tangenza: anche questo risultato, riportato in tabella 4, non avvalora l'ipotesi.

	Euleriane			Euleriane con falsa origine			*Rettiline*			Diff.: Rett.- euleriane		
	Nord	Est	Up	Nord	Est	Dist. Euler.	*Y*	*X*	dist.	Nord	Est	Dist.
1	7053.523	1518.395	-4.092	4232343.830	2578476.665	7215.103	4232354.27	2578426.08	7214.849	10.44	-50.585	-0.255
2	6538.941	368.411	-3.372	4231829.248	2577326.681	6549.311	4231831.5	2577279.85	6549.093	2.252	-46.831	-0.218
3	6262.95	-719.186	-3.124	4231553.257	2576239.084	6304.108	4231547.75	2576194.31	6303.906	-5.507	-44.774	-0.202
4	4948.763	-1068.105	-2.015	4230239.070	2575890.165	5062.717	4230231.14	2575854.81	5062.554	-7.93	-35.355	-0.163
5	3400.803	-1271.598	-1.036	4228691.110	2575686.672	3630.761	4228681.82	2575662.41	3630.649	-9.29	-24.262	-0.111
6	1993.256	-919.009	-0.378	4227283.563	2576039.261	2194.914	4227276.87	2576025.06	2194.838	-6.693	-14.201	-0.076
7	***0***	***0***	***0***	***4225290.307***	***2576958.27***	***0***	***4225290.307***	***2576958.27***	***0***	***0***	***0***	***0***
8	-1915.861	603.081	-0.317	4223374.446	2577561.351	2008.539	4223378.87	2577575.02	2008.475	4.424	13.669	-0.064
9	-3104.185	821.237	-0.81	4222186.122	2577779.507	3210.981	4222192.17	2577801.66	3210.881	6.048	22.153	-0.099
10	-4957.394	511.234	-1.953	4220332.913	2577469.504	4983.685	4220336.86	2577504.94	4983.521	3.947	35.436	-0.164

Tab. 4 – Sistema euleriano.

Non essendo dunque le coordinate rettilinee DG87 ricostruibili con alcuno dei procedimenti noti e scientificamente giustificabili, si è proceduto ad una ricostruzione numerica, attraverso una rototraslazione piana conforme. I risultati della trasformazione, riportati in tabella 5, evidenziano un decisivo accordo fra i dati: l'errore quadratico medio dell'unità di peso è pari ad 1 cm. I residui sulle coordinate risultano molto contenuti: valore medio 0.6 cm, valore massimo 2.4 cm; i parametri di trasformazione stimati risultano quindi di precisione più che sufficiente e sono stati adottati per ottenere le coordinate Gauss-Boaga dei dati noti in coordinate DG87.

RISULTATI DELLA TRASFORMAZIONE						
DATI						
Punto	Nord DG87	Est DG87	Nord GB	Est GB	In calcolo	
1	4232354.270	2578426.080	4232351.780	2578426.590	1	
2	4231831.500	2577279.850	4231829.320	2577280.660	1	
3	4231547.750	2576194.310	4231545.800	2576195.420	1	
4	4230231.140	2575854.810	4230229.670	2575855.860	1	
5	4228681.820	2575662.410	4228680.880	2575663.309	1	
6	4227276.870	2576025.060	4227276.350	2576025.636	1	
7	*4225290.307*	*2576958.270*	*4225290.307*	*2576958.270*	*1*	
8	4223378.870	2577575.020	4223379.410	2577574.550	1	
9	4222192.170	2577801.660	4222193.070	2577800.950	1	
10	4220336.860	2577504.940	4220338.400	2577504.050	1	
SOLUZIONE CON 4 PARAMETRI						
	Parametri		e.q.m.			
TN =	1740.721	M	3.561		Punti doppi:	10
TE =	250.696	M	3.561		Vincoli:	20
R =	0° 00' 28.8642"		0° 00' 00.1484"		Ridondanza:	16
S =	0.999673352		0.000000719			
Errore medio dell'unità di peso:			0.01	M		
RESIDUI DEI PUNTI NEI SISTEMI EULERIANI (metri)						
Punto	Delta Nord	Delta Est	In calcolo			
1	0.024	0.005	1			
2	0.002	0.004	1			
3	-0.012	-0.011	1			
4	-0.010	0.003	1			
5	-0.013	0.005	1			
6	-0.001	-0.003	1			
7	0.001	0.004	1			
8	0.003	0.003	1			
9	0.007	0.003	1			
10	-0.001	-0.014	1			

Tab. 5 – Risultati della rototraslazione piana conforme.

Una volta definita la trasformazione, tutti i file in coordinate DG87 sono stati trasformati in coordinate Gauss-Boaga e successivamente, tramite le procedure di trasformazione ufficiali fornite dall'IGM, in coordinate ETRF2000 (latitudine e longitudine ellissoidiche). Da queste ultime si è passati alle coordinate cartografiche PONTE secondo le definizioni del precedente paragrafo 2.
La trasformazione della cartografia preesistente nel sistema PONTE è stata dunque eseguita utilizzando rigorosi e controllati algoritmi di correlazione tra i sistemi interessati e dopo aver controllato l'affidabilità delle caratteristiche matematiche della cartografia di input dichiarate da chi ha realizzato il prodotto.

5 Cartografia EUROLINK 2009

Poiché i dati risultano già forniti anche in coordinate Gauss-Boaga, il processo di trasformazione ha seguito l'iter descritto al paragrafo precedente, con le stesse considerazioni su esposte.

6 Cartografia base di gara

Come descritto al paragrafo precedente.

7 Trasformazione di coordinate

Le operazioni di campagna, con le quali saranno collegati alcuni vertici dell'inquadramento topografico del lotto DGG87 della SA-RC, forniranno l'opportunità di conferma dell'affidabilità delle trasformazioni, che certo non possono migliorare il prodotto iniziale, ma che nulla possono operare in termini di deterioramento geometrico dell'informazione; le differenze attese certamente saranno molto inferiori alle tolleranze cartografiche previste per le scala di restituzione, effettuata e prevista. Tali ulteriori misure forniranno inoltre lo strumento analitico necessario per operare sulle zone di contatto senza la discontinuità ingestibile, che si sarebbe determinata in presenza di un sistema di coordinate differentemente concepito e senza le intollerabili discordanze geometriche tra misure di campagna e coordinate cartografiche che si sarebbero generate nell'ipotesi di estensione di validità del sistema DG87, totalmente asimmetrico rispetto all'opera.
Per operare le trasformazioni ipotizzate e sperimentate è stato allestito e consegnato, unitamente alle istruzioni d'uso (all. 1), uno specifico software applicativo, denominato Ret_Ponte, che consente:

- la trasformazione rigorosa e reversibile fra coordinate geografiche e cartografiche relative ai sistemi di interesse;
- la trasformazione rigorosa e reversibile tra quote ellissoidiche e quote geoidiche locali;
- la conversione dati rigorosa e reversibile dai sistemi geodetici PONTE ai sistemi convenzionali nazionali (planimetrici e altimetrici);
- la conversione dati rigorosa e reversibile dai sistemi geodetici e cartografici PONTE nei sistemi geodetici e cartografici adottati per la cartografia già realizzata, in modo da garantire la continuità geodetica e cartografica.

Il programma permette di applicare trasformazioni di coordinate a file di testo con liste di coordinate e a file cartografici vettoriali nei formati DXF, Shapefile e GCarto Ascii.

Le trasformazioni di coordinate avvengono fra i seguenti sistemi:

- TM-ETRS89 nella realizzazione ETRF2000, fuso 33 (*)
- Gauss-Boaga fuso Est;
- Rettilinee DG87;
- PONTE.

A parere dello scrivente è indispensabile che tutte le operazioni di rilievo geodetico, topografico e cartografico vengano condotte e prodotte nel sistema PONTE; tale impostazione è condizione necessaria e sufficiente per un corretto utilizzo dei dati ai fini progettuali.

(Prof. Ing. Luciano SURACE)

ALLEGATO 1- programma per le trasformazioni di coordinate

Ret_Ponte

vers. 1.0

Ret_Ponte è un programma per le trasformazioni di coordinate fra i vari sistemi che interessano la progettazione e la realizzazione del ponte sullo Stretto di Messina.

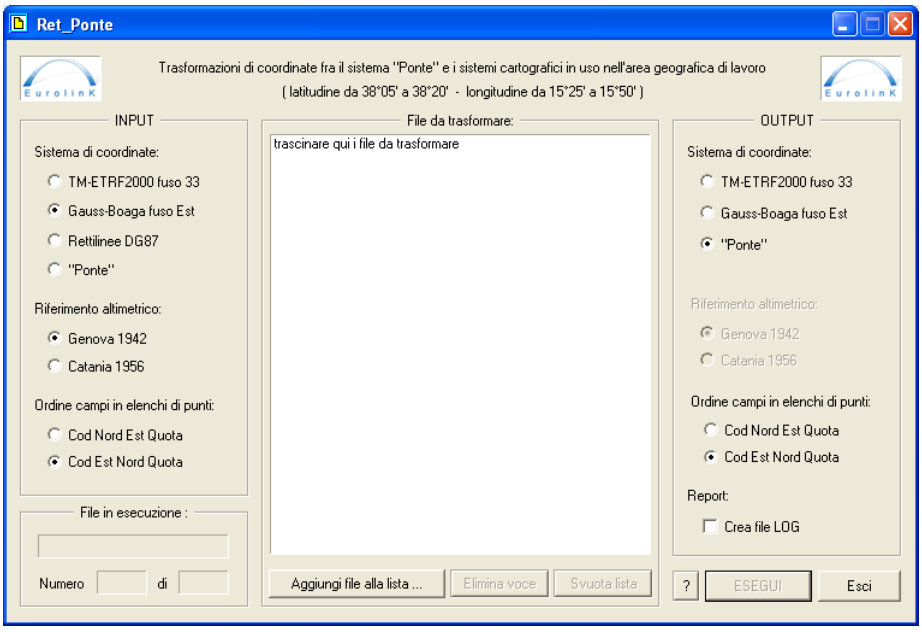
Il programma permette di applicare trasformazioni di coordinate a file di testo con liste di coordinate e a file cartografici vettoriali nei formati DXF, Shapefile e GCarto Ascii.

Le trasformazioni di coordinate avvengono fra i seguenti sistemi:

- TM-ETRS89 nella realizzazione ETRF2000, fuso 33 (*)
- Gauss-Boaga fuso Est;
- Rettilinee DG87;
- “Ponte”.

(*) nel linguaggio comune il sistema ETRS89 viene talvolta indicato come WGS84.

L’interfaccia è stata progettata per essere autoesplicativa.



Nella parte a sinistra sono presenti le impostazioni da assegnare per indicare il sistema di coordinate in ingresso.
Si tratta semplicemente di selezionare le opzioni corrispondenti alla propria scelta, per indicare il sistema di coordinate planimetrico (TM-ETRF2000 fuso 33, Gauss-Boaga fuso Est, Rettilinee DG87, Sistema “Ponte”), il riferimento altimetrico (Genova 1942-Sistema altimetrico nazionale continentale oppure Catania 1956-Sistema altimetrico nazionale per la Sicilia) ed eventualmente l’ordine delle coordinate Est e Nord nel tracciato record dei file di testo con liste di punti.
Nella parte centrale è presente una “list-box” destinata a contenere la lista dei file da elaborare, che possono essere selezionati con il sottostante bottone “Aggiungi file alla lista” oppure trascinati direttamente nella lista con un’operazione di “drag&drop”.
I bottoni “Elimina voce” e “Svuota lista” consentono rispettivamente l’eliminazione di una delle voci già presenti e lo svuotamento totale della lista. La prima delle due opzioni è attiva solo quando viene selezionata una voce della lista.
La parte destra dell’interfaccia presenta le opzioni per la scelta del formato e del sistema di coordinate di output, nonché l’indicazione se creare o meno un file di “log”, ovvero il report su file dell’esito dell’elaborazione.
Durante l’esecuzione del programma, ogni file in corso di elaborazione scompare dalla lista e viene indicato nel riquadro in basso a sinistra come “in esecuzione”. Le voci della lista scorrono quindi progressivamente verso l’alto, fino al completo svuotamento di quest’ultima.

Nomi dei file di output

Il nome dei file di output è composto in modo automatico dal programma, mediante l’aggiunta di un suffisso al nome originale di ogni file elaborato.
Il suffisso è impostato in base al sistema di coordinate scelto in output:
- .E2K = TM-ETRS89 realizzazione ETRF2000
- .GBE = Gauss-Boaga fuso Ovest
- .PON = Sistema “Ponte”

File “Log” con il report dell’elaborazione

Se le trasformazioni dei file avvengono in modo regolare il file di report contiene semplicemente la data e la lista dei file elaborati. Se invece si verificano errori, tale circostanza viene riportata nel file di report, con una codifica che permette di riconoscere il tipo di errore occorso ed il file di input sul

quale l'errore si è verificato.

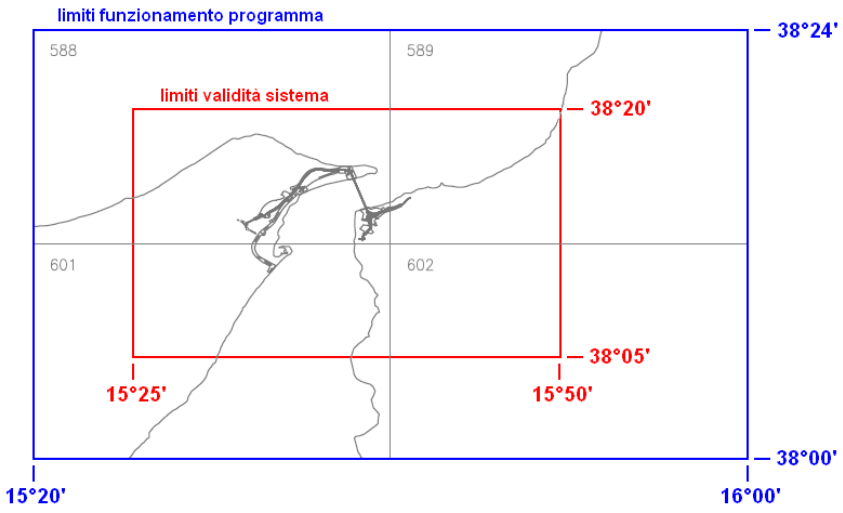
Il file di log viene rinnovato ad ogni elaborazione; si è evitato di accodare ogni volta le informazioni in un unico file, per evitare dimensioni di difficoltosa gestione. Per consentire le presenza di più file di log nella stessa cartella, ogni file assume una denominazione univoca, composta dal prefisso "Ret_Ponte_Log" seguito dalla data e dall'ora dell'esecuzione. La data è espressa nella forma aaaa_mm_gg, che rispetta l'ordine cronologico in caso di ordinamento alfabetico; essendo tale formato inverso rispetto all'uso italiano, si è ritenuto conveniente identificare le tre componenti anno, mese e giorno con le lettere "a", "m" e "g" immediatamente prima del valore numerico. L'orario (ore, minuti, secondi) serve solo a distinguere i file relativi alle diverse esecuzioni che avvengono nella stessa giornata, e viene espressa nella forma "hhmmss". Esempio di denominazione di un file di log:

Ret_Ponte_Log_a2010_m04_g15_093516.txt

Limiti geografici di funzionamento

Il sistema "Ponte" è stato definito in modo specifico per una precisa area geografica. L'adattamento alle caratteristiche morfologiche di tale zona ha permesso di minimizzare le deformazioni residue, ma rende inopportuno l'utilizzo del sistema in aree geografiche diverse.

Il programma ha dei limiti geografici di funzionamento corrispondenti alla copertura completa di quattro fogli 1:50.000, per permettere la conversione di eventuali basi cartografiche che dovessero estendersi a cavallo del bordo della zona di definizione.



Limiti geografici di definizione del sistema "Ponte" e di funzionamento del programma

Definizione del sistema "Ponte"

Il sistema di coordinate "Ponte" è così definito:

- Sistema geodetico: ETRF2000
- Rappresentazione di Gauss
- Longitudine del meridiano centrale: 15° 37'
- Fattore di scala sul meridiano centrale: 1.000016
- Falsa origine Est: 200 000 m
- Falsa origine Nord: -3 700 000 m
- Quote ortometriche riferite al mareografo di Genova

Elaborazione di file di testo con liste di punti

Il programma consente la trasformazione delle coordinate di intere liste di punti, in forma di file di testo.

Ogni record (riga del file) contiene le informazioni di punto, nel formato:

Codice Coordinata_Est Coordinata_Ovest Quota

con lo spazio o la tabulazione come carattere separatore.

L'ordine delle componenti planimetriche Est e Nord può essere invertito. Nella finestra di dialogo del programma un'apposita opzione permette di indicare l'ordine in cui sono espresse le coordinate.

Eventuali righe inizianti col carattere apice (') o barra (/) sono ignorate dal programma, perché considerate di commento.

Esempio di contenuto di file:

```
// TM-ETRF2000 fuso 33
P01  559568.621  4233219.440   113.904
P02  556845.488  4235480.103     8.021
P03  554947.639  4234899.329     5.759
```

Avvertenza sull'uso del formato DXF

I file in formato DXF possono contenere, in generale, alcune tipolgie di oggetti (immagini, solidi, retini, riferimenti, blocchi molto estesi, ecc.) che per loro natura non sono elementi su cui sia possibile applicare una corretta trasformazione di coordinate.

Il programma permette l'elaborazione del formato DXF, purché gli oggetti contenuti siano descritti

mediante le primitive geometriche normalmente utilizzate per le rappresentazioni cartografiche: punti, linee, polilinee bi e tridimensionali, blocchi come simboli puntuali ecc.

Gli oggetti di tipo “blocco” meritano inoltre alcune considerazioni aggiuntive. Com’è noto, nel formato DXF un blocco rappresenta un insieme di oggetti aggregati fra loro e trattati come un’unica entità. Di conseguenza, il riferimento posizionale di tutto l’insieme è rappresentato da un unico punto di inserimento. La descrizione della geometria del blocco è memorizzata solo nella sua definizione; ogni “istanza” inserita nel disegno contiene solo le informazioni di posizione, rotazione e scalatura. Una funzione di trasformazione di coordinate non è pertanto in grado di modificare le geometria del blocco, come invece sarebbe opportuno per assegnare correttamente la posizione ad ogni suo vertice; essa può agire soltanto sul punto di inserimento, traslando - o al massimo rototraslando - il blocco nel suo insieme.

Normalmente l’uso dei blocchi nei file cartografici è volto a rappresentare simboli puntuali. In tal caso, essendo l’estensione geografica del tutto trascurabile, agire sul solo punto di inserimento non comporta alcun problema.

Occorre però evitare di utilizzare il blocco per rappresentare estese porzioni di territorio, come interi fogli di cartografia; in tali casi, infatti, trasformare soltanto le coordinate del punto di inserimento induce un disallinneamento del contenuto del blocco rispetto al contesto, e una descrizione geometrica non corretta rispetto al sistema di coordinate di destinazione.

Altrettanto problematico è il caso di blocchi definiti col punto di inserimento molto lontano dalle entità che compongono il simbolo. Con maldestre forzature di inserimento si può riuscire a posizionare il simbolo apparentemente al suo posto, ma le coordinate memorizzate nel file DXF assumono valori molto diversi da quelli dell’area in cui viene disegnato il simbolo, e possono risultare esterne ai limiti geografici di funzionamento del programma.

La componente altimetrica

In Sicilia, il riferimento altimetrico non è lo stesso dell’Italia continentale. Nell’area di definizione del sistema “Ponte” sono quindi presenti due diversi riferimenti per le quote ortometriche:

- Genova 1942 per la Calabria;
- Catania 1956 per la Sicilia.

I valori di quota di uno stesso punto, espressi rispetto ai due riferimenti, differiscono di 0.14 metri; precisamente le quote del territorio siciliano se riferite a Genova diminuiscono di tale valore.

Il programma permette all’utente di indicare il riferimento altimetrico in cui sono espressi i dati di input e quello da utilizzare per i risultati.

Nel caso in cui le due impostazioni non coincidano, il calcolo di trasformazione viene esteso alla terza dimensione, sommando o sottraendo il valore 0.14 m alla componente Z di ogni punto nel caso di file con liste di coordinate o di ogni vertice di entità nel caso di oggetti tridimensionali presenti nei file cartografici.

La trasformazione altimetrica applicata ai file cartografici può produrre delle anomalie formali: la quota delle curve di livello non corrisponde più ad un multiplo esatto dell'equidistanza e i punti quotati assumono una coordinata Z diversa da quanto espresso nel testo associato.