

HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

PROGETTO ESECUTIVO

oggetto

file

codice

scala

Revisione

data

causale

redatto

verificato

approvato

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis**

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani**

committente

contraente generale



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale

Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale
Via Antico Squero, 31
48122 Ravenna



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl
Piazza del Popolo 18
00187 Roma



**Dredging
International**

DEME - Dredging International NV
Haven 1025 - Schiededijk 30
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti



Technital S.p.A.
Via Carlo Cattaneo, 20
37121 Verona

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Filippo Busola



F&M Ingegneria SpA
Via Bevedere 8/10
30035 Mirano (VE)

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl
Via Filangieri 11
80121 Napoli

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Marco Di Stefano



committente



Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale
Via Antico Squero, 31
48122 Ravenna

contraente generale



Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.

Consorzio Stabile Grandi Lavori Scrl
Piazza del Popolo 18
00187 Roma



Dredging
International

DEME - Dredging International NV
Haven 1025 - Schiedamsloot 30
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti



F&M Ingegneria S.p.A.
Via Carlo Cattaneo, 20
37121 Verona

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Filippo Buzzola



SISPI Ingegneria SpA
Via Belvedere 8/10
30038 Mirano (VE)

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl
Via Flangini 11
80121 Napoli

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Marco Di Stefano

Approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo del materiale estratto in attuazione del P.R.P. vigente 2007 - Fase I

Rilievi topo-batimetrici e indagini inerenti alla Progettazione Esecutiva e realizzazione dei lavori denominati HUB PORTUALE DI RAVENNA

Rilievi di Inquadramento tramite GNSS in modalità statica, livellazione geometrica di alta precisione e studio del livello medio mare locale



codice commessa
responsabile commessa
nome documento
versione
data

an20196
andrea zamariolo
relazione tecnica
01
12/02/2021



sommario

1.	PREMESSA.....	4
2.	INQUADRAMENTO DEL VERTICE HUB01.....	5
3.	ELABORAZIONE E COMPENSAZIONE DELLA RETE GNSS.....	8
4.	LIVELLAZIONE GEOMETRICA DI ALTA PRECISIONE.....	10
5.	CALCOLO DEL LIVELLO MEDIO MARE DI RAVENNA (MARINA DI RAVENNA) E DELLA QUOTA DEL CS SAPC0700 DELLA RGC NEL RIFERIMENTO LOCALE.....	13
5.1.	CONSIDERAZIONI SULLA STAZIONE MAREOGRAFICA DI MARINA DI RAVENNA.....	13
5.2.	CALCOLO LMML-RA.....	14
5.3.	CALCOLO QUOTA CS SAPC0700 – RGC RISPETTO AL LMML-RA.....	15
5.4.	BIBLIOGRAFIA.....	16
6.	TABELLE RIEPILOGATIVE CON COORDINATE E QUOTE DEI VERTICI/CAPOSALDI.....	17
7.	APPENDICE 1.....	18
8.	APPENDICE 2.....	19
8.1.	INQUADRAMENTO DEL RILIEVO IN ETRF2000 CON LA RETE SMARTNET/ITALPOS.....	19
9.	APPENDICE 3.....	22

1. Premessa

Al fine di inquadrare plano-altimetricamente il rilievo di banchine e delle aree portuali nel sistema di riferimento costituito dalla Rete Dinamica Nazionale (RDN) ETRS89-ETRF2000 (2008.0), nel seguito ETRF2000, con accuratezza sub-centimetrica, in data 30 novembre 2020, è stata realizzata e rilevata una rete di vertici GNSS (Figura 1). Sono stati utilizzati contemporaneamente 1 ricevitore Leica LEIATX1230GG e 2 ricevitori Topcon GR-3, posizionati a rotazione sui vertici HUB-BA-100, HUB_ba05, HUB_ba06 (situati all'interno dell'area portuale), sul vertice SAPC0700 (appartenente alla Rete Geodetica Costiera, RGC – monografia in Appendice 1) e sul caposaldo (CS) RMN4 (situato nei pressi della stazione mareografica di Marina di Ravenna). Un ulteriore ricevitore Trimble TRMR6 è stato posizionato sulla Torre di Controllo del Porto Turistico Marina di Ravenna, vertice HUB01, posto in acquisizione dati per tutta la durata delle operazioni di rilievo della rete GNSS, ed utilizzato, come ricevitore base (o master) durante le operazioni di rilievo delle banchine in modalità GNSS-RTK.



Figura 1: planimetria dei vertici della rete GNSS.

Successivamente, allo scopo di attribuire delle quote riferite ad un livello medio mare locale calcolato sui dati della Stazione Mareografica di Ravenna, Marina di Ravenna, il CS RMN4 ed il vertice SAPC0700 sono stati collegati al CS RMN2 posto all'esterno della stazione mareografica. Il collegamento altimetrico è stato effettuato tramite livellazione geometrica dal mezzo di alta precisione con un autolivello digitale Leica DNA03 e rispettiva stadia da 2 m (con codice a barre stampato su nastro INVAR). Tali operazioni si sono svolte in data 29 dicembre 2020.

Nel seguito si descrive dettagliatamente:

- inquadramento del vertice HUB01 per mezzo di stazioni GNSS permanenti;
- elaborazione e compensazione della rete GNSS;
- livellazione geometrica di alta precisione per la misura del dislivello ortometrico tra CS RMN2 (mareografo) e caposaldo SAPC0700 (RGC);
- calcolo del Livello Medio Mare Locale di Ravenna – LMML-RA
- tabella riepilogative con coordinate e quote.

2. Inquadramento del vertice HUB01

La rete di vertici rilevati attraverso la modalità GNSS statica è stata inquadrata in ETRF2000 mediante l'uso dei dati di una rete di stazioni permanenti appartenenti alla rete NETGEO/TOPNETLIVE/FOGER. In particolare, sono state utilizzate, come stazioni di inquadramento con coordinate fisse, le stazioni GARI, RAVE e SVRN rispettivamente situate a Porto Garibaldi, Ravenna e Savarna, le cui monografie sono riportate nelle Figura 2, Figura 3 e Figura 4.



Figura 2: Monografia della stazione permanente GARI.



Figura 3: Monografia della stazione permanente SVRN

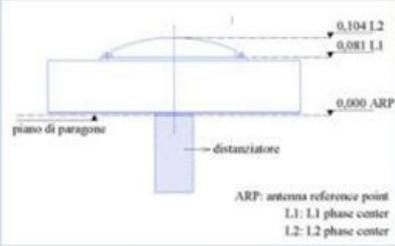
Ravenna		
RETE DI STAZIONI PERMANENTI GNSS DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA		
Comune: Ravenna Provincia: Ravenna	Indirizzo: Via Marconi, 6 Ravenna	Nome: RAVE Punto N°:
Particolari della materializzazione: 	Ricevitore: TPS NET-G3A (Topcon Odyssey RS fino al 5/7/2017) Antenna: Topcon CR-3 cod. IGS: TPSCR3_GGD offset verticale base antenna marker = 0.050 m	
Fotografia: 	Coordinate geografiche RDN ETRF2000 (2008.0): ϕ : 44° 24' 19.05223" λ : 12° 11' 30.75520" h : 51.856 m	

Figura 4: Monografia della stazione permanente RAVE

Lo schema delle baseline è riportato nella Figura 5.

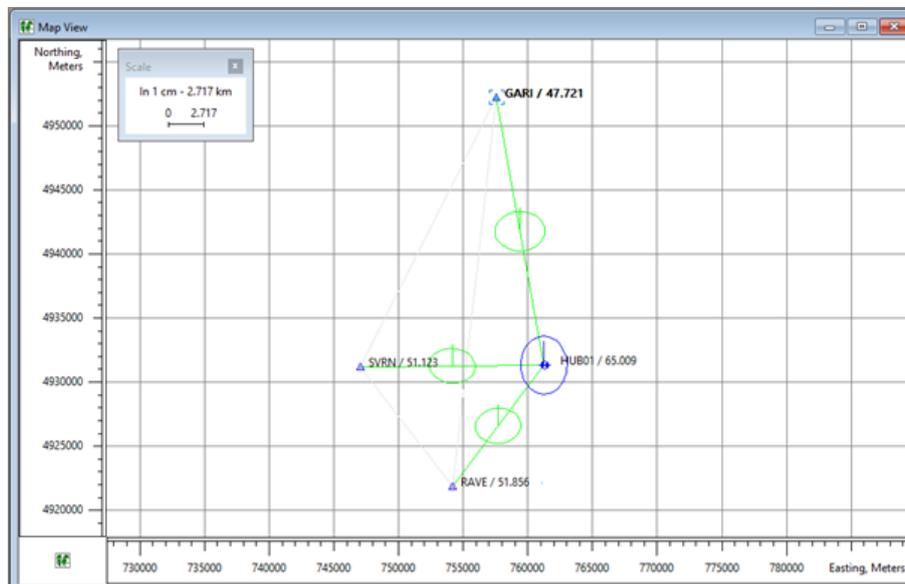


Figura 5: Schema delle baseline utilizzate ai fini dell'inquadramento in RDN

I dati relativi ai tempi di stazionamento, nonché alla tipologia di ricevitori utilizzati e le relative altezze strumentali sono riportati in Figura 6 e Figura 7.

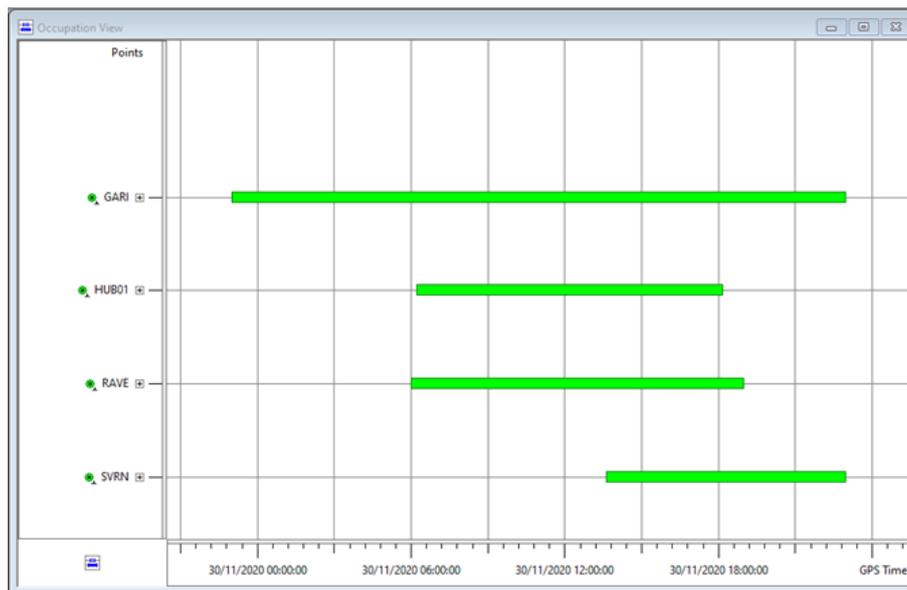


Figura 6: Tempi di occupazione per l'inquadramento in RDN

Point Name	Original Name	Antenna Type	Antenna Heig...	Ant Height Me...	Start Time	Stop Time	Duration	Method
HUB01	HUB01	TRMR6 NONE	1.200	Vertical	30/11/2020 06:12:45	30/11/2020 18:12:26	11:59:41	Static
RAVE	RAVE	CR-3 with Cone	0.050	Vertical	30/11/2020 06:00:00	30/11/2020 19:00:00	13:00:00	Static
SVRN	SVRN	PG-S1	0.000	Vertical	30/11/2020 13:37:59	30/11/2020 23:00:01	09:22:02	Static
GARI	GARI	CR-G3(TPSH)	0.000	Vertical	29/11/2020 23:00:00	30/11/2020 23:00:01	24:00:01	Static

Figura 7: Dati relativi ai ricevitori e alle rispettive altezze strumentali

Al fine del calcolo delle coordinate compensate del vertice HUB01 nel sistema di riferimento ETRF2000, sono state post-processate le baseline GNSS tra il vertice stesso e le stazioni permanenti precedentemente illustrate, giungendo a soluzioni Fixed con combinazione Iono Free che consente di eliminare l'effetto del disturbo dovuto alla ionosfera (vista la notevole lunghezza delle baseline stesse). Sono inoltre state utilizzate le orbite precise delle costellazioni GPS e GLONASS. Il dettaglio delle baseline è riportato in Figura 8.

Point From	Point To	Start Time	Duration	Note	Horizontal Prec...	Vertical Precisi...	dN (m)	dE (m)	dH (m)	Method	Solution Type	Orbit	AutoReject	Adjustment St...
HUB01	RAVE	30/11/2020 06:12:45	11:59:41		0.004	0.007	-9499.604	-7087.440	-13.173	PP	Fixed,Iono Free	Precise	Not Allowed	Adjusted
HUB01	SVRN	30/11/2020 13:37:59	09:26:27		0.005	0.008	-144.900	-14176.123	-13.869	PP	Fixed,Iono Free	Precise	Allowed	Adjusted
RAVE	HUB01	30/11/2020 06:12:45	11:59:41		0.007	0.012	-20851.296	3705.900	17.265	PP	None	Precise	Allowed	Adjusted
RAVE	SVRN	30/11/2020 13:37:59	05:22:01							PP	None	Precise	Allowed	Not Adjusted
GARI	RAVE	30/11/2020 06:00:00	13:00:00							PP	None	Precise	Allowed	Not Adjusted
GARI	SVRN	30/11/2020 13:37:59	09:22:02							PP	None	Precise	Allowed	Not Adjusted

Figura 8: Dati relativi alle baseline GNSS

Le coordinate finali del vertice HUB01 nel sistema cartografico ETRF2000-UTM32N, dopo la compensazione delle misure, con le rispettive deviazioni standard, sono riportate in Figura 9

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Control	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev u (m)	Std Dev Hz (m)
GARI	4952196.622	757541.874	47.721	Both	0.000	0.000	0.000	0.000
HUB01	4931345.309	761247.767	65.009	None	0.011	0.008	0.014	0.014
RAVE	4921845.689	754160.313	51.856	Both	0.000	0.000	0.000	0.000
SVRN	4931200.421	747071.656	51.123	Both	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 9: Coordinate compensate del vertice HUB01 e rispettive deviazioni standard

L'inquadramento è stato anche ripetuto, a scopo di verifica e controllo, utilizzando la rete di stazioni permanenti SMARTNET/ ITALPOS. I risultati, riportati in Appendice, hanno evidenziato differenze massime di circa 2 cm in tutte le componenti; tali valori sono considerati più che accettabili in quanto rientrano nelle differenze di inquadramento delle reti di stazioni permanenti GNSS.

3. Elaborazione e compensazione della Rete GNSS

Il rilievo della rete tramite modalità GNSS è avvenuto seguendo uno schema di acquisizione di baseline tra coppie di ricevitori posti in stazione contemporanea su vertici diversi. Lo schema adottato è presentato in Figura 10, dove i diversi colori rappresentano le cinque diverse sessioni di acquisizione, e nella Figura 11, che illustra la rete elaborata tramite il software Topcon Tools vers. 8.2.3.

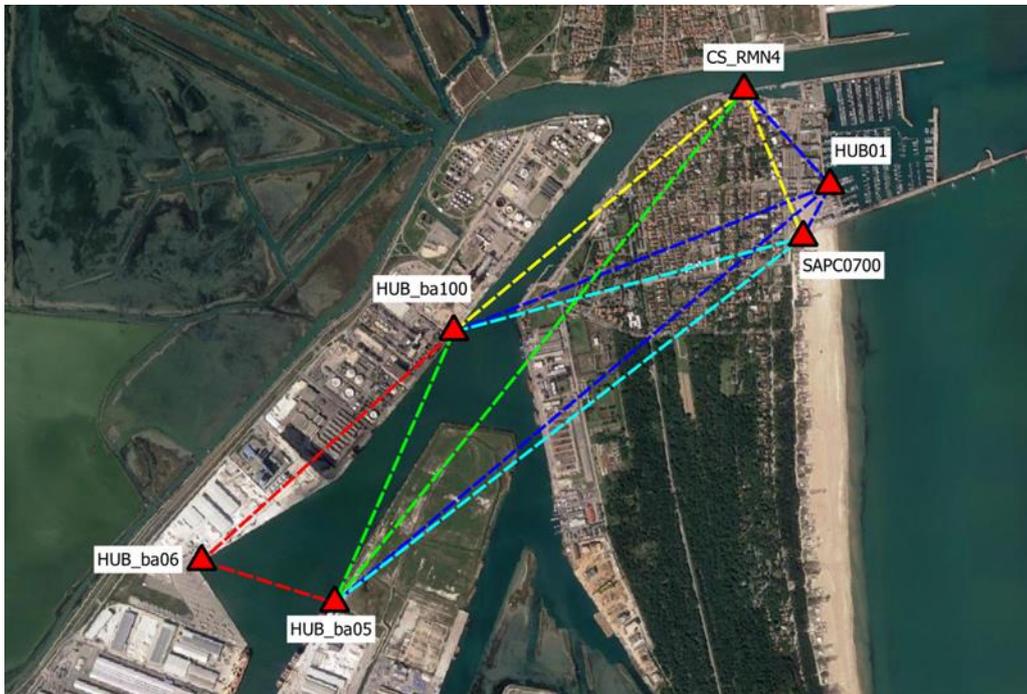


Figura 10: Schema di rilievo delle baseline GNSS

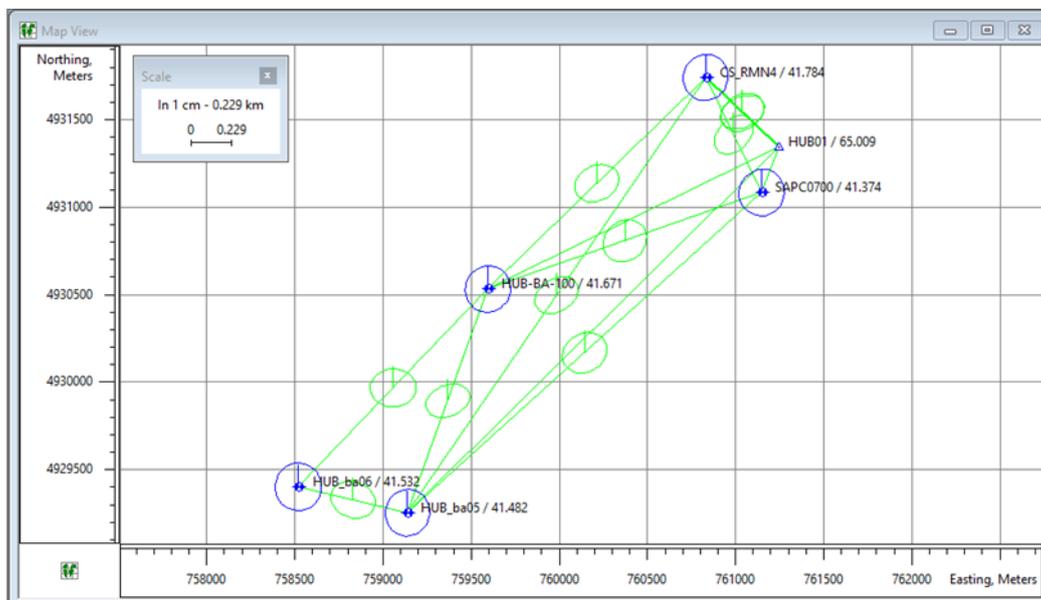


Figura 11: Schema ed elaborazione della rete GNSS con il software Topcon Tools

I dati relativi ai tempi di stazionamento, nonché alla tipologia di ricevitori utilizzati e relative altezze strumentali sono riportati in Figura 12 e Figura 13

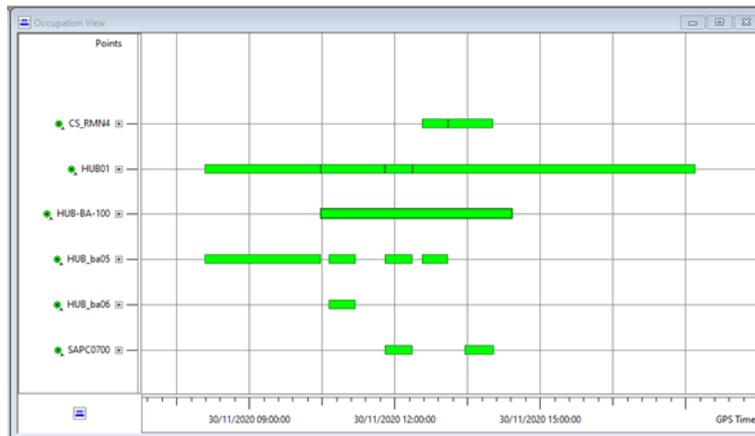


Figura 12: Tempi di occupazione per i vertici della rete GNSS

...	Point Name	Original Name	Antenna Type	Antenna Heig...	Ant Height Me...	Start Time	Stop Time	Duration	Method	
	HUB-BA-100	HUB-BA-100	LEIATX1230GG	NONE	1.697	Vertical	30/11/2020 10:28:24	30/11/2020 14:25:34	03:57:10	Static
	HUB_ba06	log1130k_V85C	GR-3		1.719	Slant	30/11/2020 10:38:37	30/11/2020 11:11:41	00:33:04	Static
	SAPC0700	log1130l_V85C	GR-3		1.342	Slant	30/11/2020 11:48:26	30/11/2020 12:22:08	00:33:42	Static
	CS_RMN4	log1130m_S2KG...	GR-3		1.317	Slant	30/11/2020 12:34:06	30/11/2020 13:06:28	00:32:22	Static
	SAPC0700	log1130m_S2KG...	GR-3		1.342	Slant	30/11/2020 13:26:58	30/11/2020 14:02:45	00:35:47	Static
	CS_RMN4	log1130m_V85...	GR-3		1.317	Slant	30/11/2020 13:06:28	30/11/2020 14:02:16	00:55:48	Static
	HUB01	HUB01_Tail_He...	TRMR6	NONE	1.200	Vertical	30/11/2020 08:05:03	30/11/2020 10:28:24	02:23:21	Static
	HUB01	HUB01_Tail_Tai...	TRMR6	NONE	1.200	Vertical	30/11/2020 10:28:24	30/11/2020 11:48:26	01:20:02	Static
	HUB01	HUB01_Tail_Tai...	TRMR6	NONE	1.200	Vertical	30/11/2020 11:48:26	30/11/2020 12:22:08	00:33:42	Static
	HUB01	HUB01_Tail_Tai...	TRMR6	NONE	1.200	Vertical	30/11/2020 12:22:08	30/11/2020 18:12:26	05:50:18	Static
	HUB_ba05	log1130l_S2KG...	GR-3		1.653	Slant	30/11/2020 08:05:03	30/11/2020 10:28:24	02:23:21	Static
	HUB_ba05	log1130l_S2KG...	GR-3		1.653	Slant	30/11/2020 10:38:37	30/11/2020 11:11:41	00:33:04	Static
	HUB_ba05	log1130l_S2KG...	GR-3		1.653	Slant	30/11/2020 12:34:06	30/11/2020 13:06:28	00:32:22	Static
	HUB_ba05	log1130l_S2KG...	GR-3		1.653	Slant	30/11/2020 11:48:26	30/11/2020 12:22:08	00:33:42	Static

Figura 13: Dati relativi ai ricevitori e alle rispettive altezze strumentali. Le altezze strumentali dei vertici HUB-ba-non sono riferite alla sommità del chiodo e non all'incavo ai fini di un eventuale collegamento tramite livellazione geometrica (differenza di 3mm).

Al fine del calcolo delle coordinate compensate dei vari vertici nel sistema di riferimento ETRF2000 sono state post-processate le baseline GNSS imponendo al vertice HUB01 le coordinate ricavate durante la precedente procedura di inquadramento e giungendo ad una soluzione Fixed per ogni baseline. Sono inoltre state utilizzate le orbite precise delle costellazioni GPS e GLONASS. Il dettaglio delle baseline è riportato in Figura 14.

Point From	Point To	Start Time	Duration	Note	Horizontal Prec...	Vertical Preci...	dR (m)	dE (m)	dR (m)	Method	Solution Type	Orbit	AutoReject	Adjustment St...
HUB-BA-100	HUB_ba06	30/11/2020 10:38:37	00:33:04		0.001	0.002	-1130.630	-1075.544	-0.142	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
CS_RMN4	HUB-BA-100	30/11/2020 13:06:28	00:55:48		0.001	0.001	-1208.212	-1235.258	-0.115	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
CS_RMN4	SAPC0700	30/11/2020 13:26:58	00:35:18		0.001	0.001	-657.842	318.320	-0.409	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
HUB01	HUB-BA-100	30/11/2020 10:28:24	01:20:02		0.001	0.001	-812.336	-1652.741	-23.339	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
HUB01	SAPC0700	30/11/2020 11:48:26	00:33:42		0.001	0.001	-261.969	-99.163	-23.634	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
CS_RMN4	HUB01	30/11/2020 12:34:06	00:32:22		0.001	0.001	-395.870	417.486	23.226	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
CS_RMN4	HUB01	30/11/2020 13:06:28	00:55:48		0.001	0.001	-395.875	417.486	23.224	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
HUB-BA-100	SAPC0700	30/11/2020 11:48:26	00:33:42		0.001	0.001	550.366	1553.578	-0.299	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
HUB01	HUB_ba05	30/11/2020 08:05:03	02:23:21		0.001	0.002	-2090.901	-2108.378	-23.528	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
HUB_ba05	HUB_ba06	30/11/2020 10:38:37	00:33:04		0.000	0.001	147.939	-619.911	0.052	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
HUB-BA-100	HUB_ba05	30/11/2020 12:34:06	00:32:22		0.001	0.001	-1278.569	-455.636	-0.188	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
CS_RMN4	HUB_ba05	30/11/2020 12:34:06	00:32:22		0.001	0.002	-2486.779	-1690.894	-0.300	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted
HUB_ba05	SAPC0700	30/11/2020 11:48:26	00:33:42		0.001	0.002	1828.937	2009.212	-0.107	PP	Fixed	Precise	Allowed	Adjusted

Figura 14: Dati relativi alle baseline GNSS

Le coordinate finali dei vertici dopo la compensazione delle misure, con le rispettive deviazioni standard, sono riportate in Figura 15.

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Control	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev u (m)	Std Dev Hz (m)
HUB-BA-100	4930532.973	759595.025	41.671	None	0.001	0.001	0.001	0.001
HUB_ba06	4929402.343	758519.480	41.532	None	0.002	0.001	0.002	0.002
CS_RMN4	4931741.183	760830.282	41.784	None	0.001	0.001	0.001	0.001
SAPC0700	4931083.340	761148.603	41.374	None	0.001	0.001	0.001	0.001
HUB01	4931345.309	761247.767	65.009	Both	0.000	0.000	0.000	0.000
HUB_ba05	4929254.404	759139.390	41.482	None	0.001	0.001	0.001	0.002

Figura 15: Coordinate compensate dei vertici e rispettive deviazioni standard

4. Livellazione geometrica di alta precisione

I vertici/caposaldi CS RMN4 e SAPC0700 della Rete GNSS descritta al precedente paragrafo, sono stati collegati altimetricamente alla stazione mareografica di Marina di Ravenna a sua volta riferita al CS RMN2 esterno alla stazione stessa (si veda il successivo paragrafo). In dettaglio, per questioni logistiche, il caposaldo RMN1, situato di fronte al Faro di Molo Dalmazia, è stato collegato sia al CS RMN2 sia ai vertici/CS RMN4 e SAPC0700. Sono state eseguite tre linee di livellazione in andata e ritorno (Figura 20), verificando che l'errore di chiusura non risultasse superiore alla tolleranza T pari a:

$$T \text{ [mm]} = 2 \cdot \sqrt{L \text{ [km]}}$$

dove L rappresenta la lunghezza del tratto. I dislivelli misurati, gli errori di misura e le rispettive tolleranze sono riportati in Tabella 1



Figura 16: Linee di livellazione eseguite



Figura 17: Livellazione su RMN1



Figura 18: Livellazione su RMN2



Figura 19: Livellazione su RMN4



Figura 20: Livellazione su SAPC0700

Tratto	Dislivello andata	Dislivello ritorno	Dislivello medio	Discrepanza	Lunghezza	Tolleranza
RMN1-RMN2	+0.64438 m	-0.64443 m	+0.6444 m	-0.05 mm	122.29 m	0.70 mm
RMN1-RMN4	+1.67496 m	-1.67503 m	+1.6750 m	-0.07 mm	339.09 m	1.16 mm
RMN1-SAPC0700	+1.28984 m	-1.28977 m	+1.2898 m	+0.07 mm	671.14 m	1.64 mm

Tabella 1: Dislivelli, errori di chiusura e tolleranze nei vari tratti

Si osservi che il dislivello RMN4–SAPC0700 misurato tramite livellazione geometrica di alta precisione risulta essere quindi pari a -0.3852 m, mentre quello misurato tramite GNSS statico con applicazione del modello di ondulazione del geoide ITALGEO05 risulta essere pari a -0.389 m, con una differenza di 4 mm

5. Calcolo del Livello Medio Mare di Ravenna (Marina di Ravenna) e della quota del CS SAPC0700 della RGC nel riferimento locale

Il calcolo del Livello Medio Mare Locale di Ravenna (LMML-RA) si basa sulle misure realizzate dalla Stazione Mareografica "Ravenna-Porto Corsini" (attualmente situata a Marina di Ravenna) facente parte della Rete Mareografica Nazionale (RMN) dell'ISPRA (www.mareografico.it). All'interno della stazione mareografica il sensore di livello idrometrico misura e registra un dato di livello del mare ogni 10 minuti. I dati di livello sono scaricabili dagli utenti in formato grezzo tramite apposite pagine web.

Per calcolare il livello medio mare in un determinato periodo di tempo è necessario applicare ai dati grezzi una procedura di calcolo riconosciuta a livello internazionale dalla IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) basata sinteticamente sui seguenti punti:

- a) calcolo dei livelli orari, tramite filtro passa-basso, per passare da un dato ogni 10' ad un dato orario (diminuzione della frequenza di campionamento);
- b) calcolo del livello medio giornaliero con applicazione di un filtro di Bloomfield o X0 di Doodson, il cui compito è quello di eliminare dal segnale il contributo delle componenti diurne e semidiurne di marea;
- c) calcolo del livello medio mare mensile tramite semplice media dei livelli medi giornalieri (da specifiche IOC); il livello medio mensile non può essere calcolato se vi sono più di 6 giorni senza dati di livello medio giornaliero). I livelli medi mensili sono stati utilizzati per il calcolo del livello medio mare locale di Ravenna (LMML-RA);
- d) calcolo del livello medio mare annuale tramite semplice media dei livelli mensili; con pochi anni a disposizione (come in questo lavoro) i livelli medi annuali possono essere insufficienti per un calcolo di livello medio mare attendibile, e si preferisce calcolare quest'ultimo sulla base dei livelli medi mensili.

5.1. Considerazioni sulla Stazione Mareografica di Marina di Ravenna

Sui dati di livello della stazione mareografica di Ravenna è necessario fare alcune considerazioni/osservazioni di rilevante importanza che hanno influito sul calcolo del livello medio mare locale:

- la stazione si trova in un'area interessata al noto fenomeno della subsidenza (abbassamento del suolo dovuto a cause naturali ed antropiche); tale fenomeno ha comportato un abbassamento della stazione con valori variabili nel tempo: da circa 1 cm/anno nel secolo scorso fino ad alcuni mm/anno in questo ultimo decennio. La misura del livello del mare è "sporcata" dal dato di subsidenza, infatti, un apparente innalzamento del livello del mare può in realtà essere dovuto all'abbassamento della stazione mareografica a causa appunto della subsidenza del sito;
- la stazione è inquadrata altimetricamente, tramite livellazione geometrica, al Caposaldo (CS) IGM (Istituto Geografico Militare) avente denominazione "0016_D01_12C, Faro di Molo Dalmazia – Marina di Ravenna" (nel seguito "Faro di Molo Dalmazia") appartenente alla Rete Geodetica Altimetrica Nazionale; tale caposaldo coincide con il CS "000630" della Rete ARPA Emilia-Romagna per il Monitoraggio della subsidenza; il caposaldo è stato quotato l'ultima volta dall'IGM nel 1990 con quota +0.6273 m;
- la stazione mareografica è diventata operativa nell'attuale posizione nel settembre 2013 dopo il completo rifacimento dell'area del Molo Dalmazia (la stazione mareografica di Porto Corsini/Marina di Ravenna era stata posta in opera nel 1957; nel 2009, in occasione dei lavori di rifacimento del molo, i sensori della stazione sono stati provvisoriamente spostati nel Circolo Velico Ravennate, per poi tornare nel 2013 nell'attuale stazione mareografica);
- in occasione del rifacimento della Stazione mareografica si è deciso di aggiornare la quota del CS "Faro di Molo Dalmazia", tramite una nuova livellazione geometrica di alta precisione che ha consentito di misurare al 2012/13 il dislivello geoidico/ortometrico tra Ravenna, CS IGM "0016_48P,

Chiesa di Santa Maria in Porto”, ed il caposaldo “Faro di Molo Dalmazia”; tale livellazione è stata realizzata dal Dipartimento di Ingegneria dell’Università di Ferrara su incarico dell’Autorità Portuale di Ravenna. Per il CS “Chiesa di Santa Maria in Porto – Ravenna”, all’epoca della livellazione del 2012/13, si è considerata la quota fornita nel 2005 dall’IGM senza tenere conto della subsidenza nel periodo 2005-2013 (al 2013 i dati sulla subsidenza del sito di Ravenna non sono stati considerati affidabili, per lo studio attuale invece si hanno ulteriori informazioni che permettono di valutare la subsidenza dell’area nel periodo 2005-2013);

- in occasione del Rifacimento della Stazione sono stati realizzati nuovi CS con denominazione RMN1 (di fronte al Faro di Molo Dalmazia); RMN2 (esterno alla stazione, a poche decine di centimetri di distanza); RMN3 (interno alla stazione); RMN4 (a circa 200 metri dalla stazione, come CS ausiliario). I CS RMN1 e RMN2 sono di particolare importanza perché sono facilmente accessibili e possono essere rilevati senza dover accedere all’interno dell’area del Faro di Molo Dalmazia (attualmente chiuso per lavori di ristrutturazione) o della stazione mareografica stessa; per tali motivi RMN1 e RMN2, insieme anche a RMN4, sono stati utilizzati nelle misure realizzate appositamente nell’ambito del presente lavoro.

Sulla base delle considerazioni precedentemente elencate, soprattutto tenendo conto della subsidenza del territorio e dello spostamento della stazione mareografica, si ritengono attendibili solo le misure di livello del mare successive al settembre 2013, cioè misurate dalla stazione nell’attuale sede/realizzazione, e con l’inquadramento altimetrico del 2013 realizzato tramite la livellazione geometrica suddetta. Il periodo di misura considerato è quindi: **settembre 2013 – dicembre 2020** (88 livelli medi mare mensili).

Inoltre, la procedura descritta nel seguito è da considerarsi strettamente legata alle misure che sono state realizzate sulla base dell’incarico ricevuto, in particolar modo alla livellazione geometrica di alta precisione tra i CS della stazione mareografica (RMN1, RMN2, RMN4) ed il CS SAPC0700 della Rete Geodetica Costiera (RGC).

5.2. Calcolo LMML-RA

Considerando queste premesse, il calcolo del Livello Medio Mare Locale di Ravenna (LMML-RA) si è basato sulle seguenti fasi:

Considerando queste premesse, il calcolo del Livello Medio Mare Locale di Ravenna (LMML-RA) si è basato sulle seguenti fasi:

1. **aggiornamento della quota del caposaldo “Chiesa di Santa Maria in Porto – Ravenna”**; nel 2013, come già precedentemente detto, era stata utilizzata la quota IGM del 2005, senza tener conto della subsidenza intercorsa tra 2005 e 2012/13; oggi disponiamo delle mappe di subsidenza dell’ARPAE Emilia-Romagna (https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=2051&idlivello=1423) basate sulla tecnica satellitare interferometrica radar SAR che forniscono per l’area in oggetto una velocità di movimento verticale del suolo compresa tra 0 e 5 mm/anno nei periodi 2006-2011 e 2011-2016 (tali mappe non esistevano all’epoca del 2013); inoltre si può fare riferimento alla pubblicazione Cenni, Pellegrinelli del 2012 che, tramite elaborazione della stazione GNSS di Ravenna, indica un valore di subsidenza di -2.9 ± 0.7 mm/anno nel periodo 2005-2011; ed ancora, si considera che sempre nel 2013, sulla base dei dislivelli tra il CS “Chiesa di Santa Maria in Porto – Ravenna” ed i CS IGM limitrofi, era emersa una minore subsidenza del CS “Chiesa di Santa Maria in Porto – Ravenna” rispetto alle aree circostanti; sulla base di queste considerazioni, nell’ambito del presente lavoro, si è considerata una subsidenza di **-3.0 mm/anno per il periodo 2005-2013**;
2. **dislivello tra il CS “Chiesa di Santa Maria in Porto – Ravenna” e il CS “Faro di Molo Dalmazia – Marina di Ravenna”**; la misura di questo dislivello non è stata ripetuta nell’ambito di questo lavoro, quindi si è utilizzato il dislivello rilevato nel 2012/13; insieme a questo sono stati utilizzati anche i dislivelli 2012/13 tra il CS “Faro di Molo Dalmazia” e i CS RMN1, RMN2, RMN4;
3. **calcolo del livello medio mare di Ravenna (LMML-RA)**; le misure della stazione mareografica di Marina di Ravenna sono state scaricate dal sito della Rete Mareografica Nazionale (RMN) dove si trovano i dati di livello del mare con un campionamento di 10’. Questi dati sono stati elaborati con

algoritmi e procedure riconosciute a livello internazionale (IOC) e descritte sinteticamente in introduzione (punti a, b, c, d); tali algoritmi hanno permesso il calcolo del livello medio mare mensile. Purtroppo, il dato della stazione di Marina di Ravenna, per il periodo preso in considerazione, presenta ampie fasce temporali mancanti, dovute a periodi in cui il sensore, per varie problematiche, non ha effettivamente registrato la misura di livello (verificato direttamente con ISPRA). Nel dettaglio non è stato possibile calcolare il dato del mese di:

- luglio 2014;
- da luglio 2015 ad agosto 2016;
- da agosto 2017 a febbraio 2019.

Queste lacune sono state riempite con i corrispondenti valori della Stazione Mareografica Integrata di Porto Garibaldi, denominata GARI, (circa 21 Km a nord rispetto a Marina di Ravenna) di proprietà di ARPAE Emilia-Romagna (precedentemente Provincia di Ferrara) i cui dati vengono gestiti e controllati mensilmente dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara. GARI, oltre a due sensori di livello del mare che acquisiscono un dato ogni 10', è dotata di una strumentazione GNSS che consente il monitoraggio continuo e contemporaneo della subsidenza della stazione stessa. In questo lavoro si sono infatti utilizzati i livelli mare di GARI dopo aver eliminato l'effetto della subsidenza grazie al dato GNSS.

Naturalmente, prima di procedere al riempimento dei livelli mancanti, i dati di GARI sono stati omogeneizzati a quelli di Marina di Ravenna calcolando lo scostamento medio sulla base dei periodi comuni. Per il calcolo si sono utilizzati solo i mesi da giugno a settembre normalmente caratterizzati da condizioni meteorologiche più "tranquille" rispetto agli altri periodi dell'anno. Lo scostamento medio è risultato pari a + 0.0357 m (più alto il valor medio di Porto Garibaldi);

4. effetto subsidenza sui dati di livello mare di Marina di Ravenna; per Marina di Ravenna, a partire da settembre 2013, si è considerato l'effetto sulle misure di livello di una subsidenza lineare di **4.0 mm/anno**. Tale valore è stato ricavato utilizzando diverse fonti, in particolare:

- mappe subsidenza ARPAE Emilia-Romagna: per il periodo 2011-2016 si deduce un valore di subsidenza compreso tra -2.5 e 5.0 mm/anno;
- pubblicazione Zerbini et al 2017: tramite misure GNSS su un vertice a Marina di Ravenna appartenente ad una rete GNSS di proprietà dell'Università di Bologna hanno pubblicato un valore di -3.66 mm/anno, ed un valore analogo con delle elaborazioni interferometriche SAR - 3.62 mm/anno;
- dalle misure di livellazione del 2020, confrontate con le analoghe misure del 2013, appare una maggiore stabilità del sito del CS RMN4, rispetto ai CS RMN1 e CS RMN2 più in prossimità della stazione mareografica.

Dalla successione dei punti precedenti si è ottenuto un valore di livello medio mare di Ravenna calcolato sul periodo suddetto (sett. 2013-dic. 2020) pari a: + 0.06 ±0.01 m (deviazione standard complessiva calcolata sulla base della stima delle deviazioni standard delle quattro fasi elencate). Sulla base di queste elaborazioni si ricava quindi che il livello medio mare attuale a Ravenna si è alzato di 6 cm rispetto al Genova 1942: zero delle quote per il territorio peninsulare nazionale. La quota del CS RMN2, esterno alla stazione mareografica ed utilizzato nel 2013 per inquadrare la stazione stessa, nel riferimento altimetrico locale LMML-RA assume quota +1.41 m.

5.3. Calcolo quota CS SAPC0700 – RGC rispetto al LMML-RA

La quota del caposaldo CS della Rete Geodetica Costiera (RGC) SAPC0700 si ottiene aggiungendo i dislivelli rilevati nell'ambito del presente lavoro tra i CS RMN2, RMN1 e SAPC0700. I dislivelli ottenuti dai rilievi sono:

- dislivello RMN2-RMN1 = - 0.6444 m;
- dislivello RMN1-SAPC0700 = + 1.2898 m.

Con questi valori di dislivello si ottiene una quota per il CS SAPC0700 pari a:

2.05 m ± 0.01m

(quota ortometrica del CS SAPC0700 RGC nel riferimento altimetrico locale LMML-RA)

5.4. Bibliografia

- Autorità Portuale di Ravenna-Dipartimento di Ingegneria Università di Ferrara; Inquadramento altimetrico della nuova Stazione Mareografica di Marina di Ravenna - Relazione Finale; 2013;
- IOC Manuals and Guides 14, Manual on Sea Level, Measurement and Interpretation vol. I: basic procedures; UNESCO 1985;
- IOC Manuals and Guides 14, Manual on Sea Level, Measurement and Interpretation vol. II: emerging technologies; UNESCO 1994;
- IOC Manuals and Guides 14, Manual on Sea Level, Measurement and Interpretation vol. III: reappraisals and recommendations as of the year 2000; UNESCO 2002;
- IOC Manuals and Guides 14, Manual on Sea Level, Measurement and Interpretation vol. IV: an update to 2006; UNESCO 2006;
- Manual of Quality Control Algorithms and Procedures for Oceanographic Data Going Into International Oceanographic Data Exchange, pg. 255;
- Pellegrinelli A., Lovo S. "La Stazione Mareografica Integrata di Porto Garibaldi"; volume monografico a cura della Provincia di Ferrara- Acque Costiere ed Economia Ittica; pp 60; stampa 02/2011 – ISBN 978-88-97168-00-3;
- Pellegrinelli A., Cenni N.; "Stazioni mareografiche e stazioni GNSS integrate: l'esempio di Porto Garibaldi e di Ravenna"; Convegno Nazionale SIFET 2012: "I GNSS: dall'inquadramento al rilievo di dettaglio"; Atti convegno SIFET dal 12 al 14 settembre 2012 – Modena; ISBN 978-88-905917-8-5; pp. 25-27;
- Zerbini S., Raicich F., Prati C.M., Bruni S., Del Conte S., Errico M., Santi E.; "Sea-level change in the Northern Mediterranean Sea from long-period tide gauge time series"; Earth-Science Reviews; 2017; doi: 10.1016/j.earscirev.2017.02.009

6. Tabelle riepilogative con coordinate e quote dei vertici/caposaldi

Sistema di Riferimento ETRF2000; Coord. geografiche sessagesimali; Quota ellissoidica – codice EPSG 6705			
Nome	Latitudine	Longitudine	Quota (m)
HUB-BA-100	44°28'53.21538"N	12°15'51.73023"E	41.671
HUB_ba06	44°28'18.01875"N	12°15'01.08580"E	41.532
CS_RMN4	44°29'30.70790"N	12°16'49.75197"E	41.784
SAPC0700	44°29'09.00843"N	12°17'02.94541"E	41.374
HUB01	44°29'17.35578"N	12°17'07.90385"E	65.009
HUB_ba05	44°28'12.43285"N	12°15'28.83242"E	41.482

Sistema di Riferimento ETRF2000; Coordinate piane UTM 32N – codice EPSG 7791; Quota geoidica da ITALGEO05			
Nome	Est (m)	Nord (m)	Quota ITALGEO05 (m)
HUB-BA-100	759595.025	4930532.973	2.410
HUB_ba06	758519.480	4929402.343	2.308
CS_RMN4	760830.282	4931741.183	2.482
SAPC0700	761148.603	4931083.340	2.093
HUB01	761247.767	4931345.309	25.719
HUB_ba05	759139.390	4929254.404	2.262

Sistema di Riferimento ETRS89 (IGM95); Coordinate piane UTM 32N – codice EPSG 25832; Quota LMML-RA			
Nome	Est (m)	Nord (m)	Quota LMML-RA (m)
HUB-BA-100	759595.056	4930532.904	2.37
HUB_ba06	758519.511	4929402.274	2.27
CS_RMN4	760830.312	4931741.114	2.44
SAPC0700	761148.633	4931083.271	2.05
HUB01	761247.797	4931345.240	25.68
HUB_ba05	759139.421	4929254.335	2.22



Nota: Le quote finali dei vertici sono riferite alla sommità dei chiodi:

7. Appendice 1

Monografia del vertice SAPC0700 della RGC di ARPAE



Rete Geodetica Costiera per il Monitoraggio Topografico e Batimetrico - Vertici GPS stazionabili -

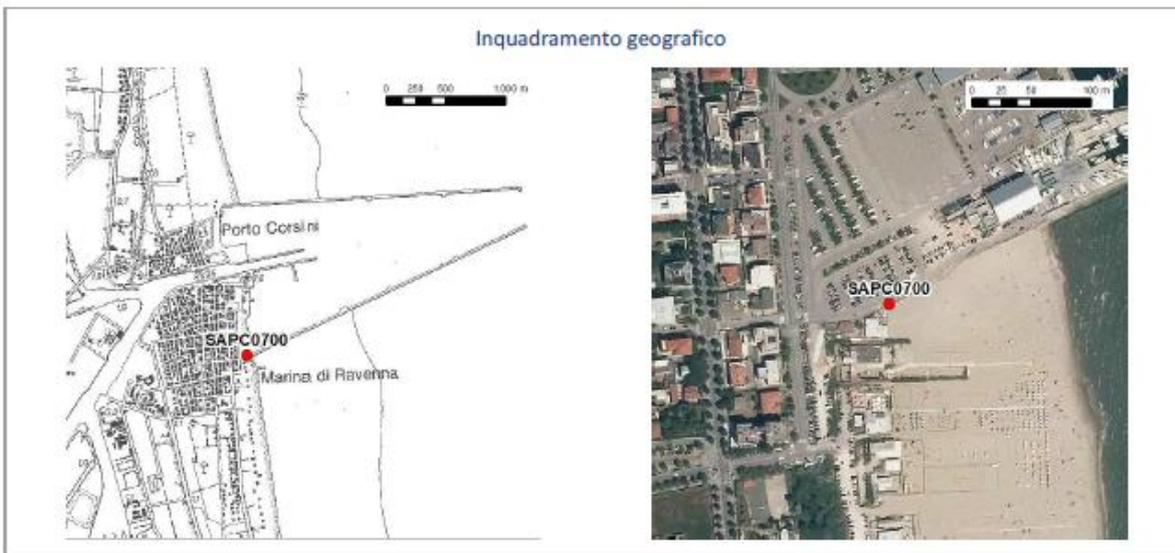
VERTICE:

Aggiornamento al 02/2018

Comune:	<input type="text" value="Ravenna"/>	Provincia:	<input type="text" value="Ravenna"/>
Indirizzo:	<input type="text"/>	Località:	<input type="text" value="Marina di Ravenna"/>
Ubicazione:	<input type="text" value="Molo sud"/>		

Istituito da:	<input type="text" value="Arpa"/>	Anno:	<input type="text" value="2005"/>	Denominazione:	<input type="text" value="130301"/>
Rete di appartenenza:	<input type="text" value="Rete Regionale di controllo della subsidenza - Archivio Capisaldi di Livellazione"/>				

Altra rete di appartenenza:	<input type="text"/>
Denominazione:	<input type="text"/>



Coordinate geografiche		Coordinate piane	
ETRS89-ETRF 2000 (2008.0)		ETRS89-ETRF 2000-UTM 32N (2008.0)	
EPSG: 6706		EPSG: 7791	
Lat (*):	<input type="text" value="44,48583553"/>	Long (*):	<input type="text" value="12,28415144"/>
Est (m):	<input type="text" value="761148,6"/>	Nord (m):	<input type="text" value="4931083,33"/>

Quota ellissoidica	h (m):	<input type="text" value="41,37"/>	Data di acquisizione:	<input type="text" value="03/05/2017"/>
Quota ortometrica	H (m):	<input type="text" value="2,09"/>	Data di riferimento:	<input type="text" value="05/2011"/>

8. Appendice 2

8.1. Inquadramento del rilievo in ETRF2000 con la rete SMARTNET/ITALPOS

L'inquadramento del vertice HUB01 per mezzo di stazioni GNSS permanenti è stato ripetuto, per verifica, con i dati della rete SMARTNET/ITALPOS. A tale scopo sono state impiegate le stazioni permanenti COMACCHIO (Figura 25) e FAENZA (Figura 26).

Lo schema delle baseline è riportato nella Figura 27.

I dati relativi ai tempi di stazionamento, nonché alla tipologia di ricevitori utilizzati e relative altezze strumentali sono riportati in Figura 28 e Figura 29.

Al fine del calcolo delle coordinate compensate del vertice HUB01 nel sistema di riferimento ETRF2000 sono state post-processate le baseline GNSS tra il vertice stesso e le stazioni permanenti precedentemente illustrate, giungendo a soluzioni Fixed con combinazione Iono Free che consente di eliminare l'effetto del disturbo dovuto alla ionosfera (vista la notevole lunghezza delle baseline stesse). Sono inoltre state utilizzate le orbite precise delle costellazioni GPS e GLONASS. Il dettaglio delle baseline è riportato in Figura 30.

Leica Geosystems AG
Heinrich Wild Strasse
CH-9435 Heerbrugg
St. Gallen, Switzerland

Phone: + 41 71 727 3131
Fax: + 41 71 727 4674

- when it has to be **right**



Intervalli GNSS

Report creati: 01/12/2020 18:08:14

Dettagli Progetto

Generale	Dettagli Cliente:	Sistema di Coordinate Master
Nome Progetto: Hub Ravenna Gns	Nome Cliente: -	Nome Sistema di Coordinate: UTM32
Proprietario: -	Persona di Contatto: -	Coordinate: -
Tecnico Responsabile: Cyclone	Numero: -	Tipo Trasformazione: Classica 3D
Data Creazione: 01/12/2020 12:57:24	Email: -	Distribuzione Residui: Nessuno
Ultimo accesso: 01/12/2020 18:05:24	Skype: -	Ellissoide: WGS 1984
Software Applicazione: Infinity 2.4	Sito web: -	Tipo Proiezione: UTM
		Modello Geolide: -
		Modello CPCS: -

Percorso: C:\Users\Cyclone\Documents\Leica Geosystems\Infinity\Projects\Hub Ravenna Gns\Hub Ravenna Gns.ipj
Dimensione: 116.6 MB
Commenti: -

Riassunto

ID Punto	Utilizzo	Modo Occupazione	Ora Inizio	Ora Fine	Durata	Nome IGS Antenna	Nome Ricevitore
COMACCHIO	-	Statico	30/11/2020 08:59:42	30/11/2020 15:59:41	06:59:59	LEIAR10	LEICA GR30

ID Stazione: COMACCHIO

Nome IGS Antenna: LEIAR10	Modo Occupazione: Statico	Ruolo Punto: Navigata
Nome Ricevitore: LEICA GR30	Ora Inizio: 30/11/2020 08:59:42	Sistema Satellitare: GPS/GLONASS/Galileo/Beidou
Numero Seriale Ricevitore: 1704306	Ora Fine: 30/11/2020 15:59:41	Frequenza Campionamento: 1.00 sec
Altezza Ant.: 0.0000 m	Durata: 06:59:59	
WGS84 Latitudine: 44° 41' 23.7055" N	WGS84 Cartesiana X: 4 439 543.0489 m	Est: 752 657.4668 m
WGS84 Longitudine: 12° 11' 18.6700" E	WGS84 Cartesiana Y: 958 932.0736 m	Nord: 4 953 451.8984 m
Quota Elliss.: 49.4204 m	WGS84 Cartesiana Z: 4 462 951.1548 m	Quota Orto.: -

Figura 21: Monografia di COMACCHIO

Leica Geosystems AG
Heinrich Wild Strasse
CH-9435 Heerbrugg
St. Gallen, Switzerland
Phone: + 41 71 727 3131
Fax: + 41 71 727 4674

- when it has to be right **Leica**
Geosystems

Intervalli GNSS

Report creati: 01/12/2020 18:07:42

Dettagli Progetto

Generale	Dettagli Cliente:	Sistema di Coordinate
Nome Progetto: Hub Ravenna Gnss	Nome Cliente: -	Master
Proprietario: -	Persona di Contatto: -	Nome Sistema di Coordinate: UTM32
Tecnico Responsabile: Cyclone	Numero: -	Tipo Trasformazione: Classica 3D
Data Creazione: 01/12/2020 12:57:24	Email: -	Distribuzione Residui: Nessuno
Ultimo accesso: 01/12/2020 18:05:24	Skype: -	Ellissoide: WGS 1984
Software Applicazione: Infinity 2.4	Sito web: -	Tipo Proiezione: UTM
		Modello Geoidale: -
		Modello CSCS: -

Percorso: C:\Users\Cyclone\Documents\Leica Geosystems\Infinity\Projects\Hub Ravenna Gnss\Hub Ravenna Gnss.ipj
 Dimensione: 116.6 MB
 Commenti: -

Riassunto

ID Punto	Utilizzo	Modo Occupazione	Ora Inizio	Ora Fine	Durata	Nome IGS Antenna	Nome Ricevitore
FAENZA	-	Statico	30/11/2020 08:59:42	30/11/2020 15:59:41	06:59:59	LEIAR10	LEICA GR30

ID Stazione: FAENZA

Nome IGS Antenna: LEIAR10	Modo Occupazione: Statico	Ruolo Punto: Navigata
Nome Ricevitore: LEICA GR30	Ora Inizio: 30/11/2020 08:59:42	Sistema Satellitare: GPS/GLONASS/Galileo/Beidou
Numero Seriale Ricevitore: 1705213	Ora Fine: 30/11/2020 15:59:41	Frequenza Campionamento: 1.00 sec
Altezza Ant.: 0.0000 m	Durata: 06:59:59	

WGS84 Latitudine: 44° 17' 07.2313" N	WGS84 Cartesiana X: 4 475 437.4127 m	Est: 730 104.2996 m
WGS84 Longitudine: 11° 53' 01.9774" E	WGS84 Cartesiana Y: 941 807.8113 m	Nord: 4 907 611.1118 m
Quota Elliss.: 91.7064 m	WGS84 Cartesiana Z: 4 430 907.9415 m	Quota Orto: -

Figura 22: Monografia di FAENZA

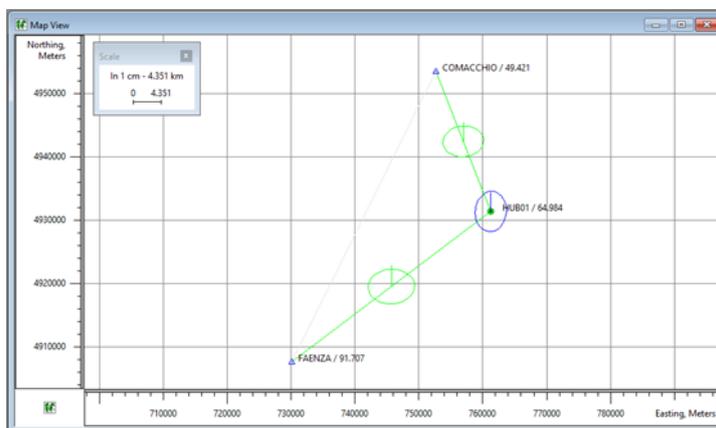


Figura 23: Schema delle baseline utilizzate ai fini della ripetizione dell'inquadramento in RDN

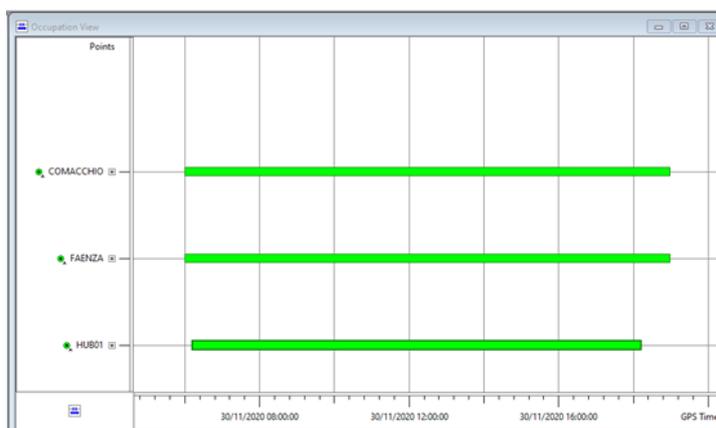


Figura 24: Tempi di occupazione per la ripetizione dell'inquadramento in RDN

Point Name	Original Name	Antenna Type	Antenna Heig...	Ant Height Me...	Start Time	Stop Time	Duration	Method	
HUB01	HUB01	TRMR6	NONE	1.200	Vertical	30/11/2020 06:12:45	30/11/2020 18:12:26	11:59:41	Static
COMACCHIO	COMACCHIO	LEIAR10	NONE	0.000	Vertical	30/11/2020 06:00:00	30/11/2020 19:00:00	13:00:00	Static
FAENZA	FAENZA	LEIAR10	NONE	0.000	Vertical	30/11/2020 06:00:00	30/11/2020 19:00:00	13:00:00	Static

Dati relativi ai ricevitori e alle rispettive altezze strumentali

Point From	Point To	Start Time	Duration	Note	Horizontal Prec...	Vertical Precisi...	dN (m)	dE (m)	dRt (m)	Method	Solution Type	Orbit	AutoReject	Adjustment St...
COMACCHIO	HUB01	30/11/2020 06:12:45	11:59:41		0.008	0.014	-22106.581	8990.341	15.567	PP	Fixed, Ionosphere Free	Precise	Allowed	Adjusted
FAENZA	HUB01	30/11/2020 06:12:45	11:59:41		0.014	0.022	23734.218	31143.482	-26.723	PP	Fixed, Wide Lane	Precise	Allowed	Adjusted
COMACCHIO	FAENZA	30/11/2020 06:00:00	13:00:00							PP	None	Precise	Allowed	Not Adjusted

Figura 25: Dati relativi alle baseline GNSS

Le coordinate finali del vertice HUB01, nel sistema cartografico ETRF(2000)-UTM32N dopo la compensazione delle misure, con le rispettive deviazioni standard, sono riportate in Figura 26: Coordinate compensate del vertice HUB01 e rispettive deviazioni standard

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Control	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev u (m)	Std Dev Hz (m)
FAENZA	4907611.112	730104.299	91.707	Both	0.000	0.000	0.000	0.000
COMACCHIO	4953451.898	752657.447	49.421	Both	0.000	0.000	0.000	0.000
HUB01	4931345.321	761247.786	64.987	None	0.009	0.007	0.023	0.011

Figura 26: Coordinate compensate del vertice HUB01 e rispettive deviazioni standard

Le differenze ottenute tra l'inquadramento con la rete NETGEO/TOPNETLIVE/FOGER e la rete SMARTNET/ITALPOS sono riportate in Tabella 2: Confronto tra le coordinate compensate del vertice HUB01 ottenute utilizzando due diverse reti di stazioni permanenti

HUB01 - Sistema = ETRF2000; Coordinate piane fuso 32; Quota geoidica			
Rete	Est (m)	Nord (m)	Quota IIALGEO05(m)
NETGEO/TOPNETLIVE/FOGER	761247.767	4931345.309	65.009
SMARTNET/ITALPOS	761247.786	4931345.321	64.987
Differenze	0.019	0.012	-0.022

Tabella 2: Confronto tra le coordinate compensate del vertice HUB01 ottenute utilizzando due diverse reti di stazioni permanenti

9. Appendice 3

Fotografie dei vertici della rete



Figura 27: Vertice HUB_ba05

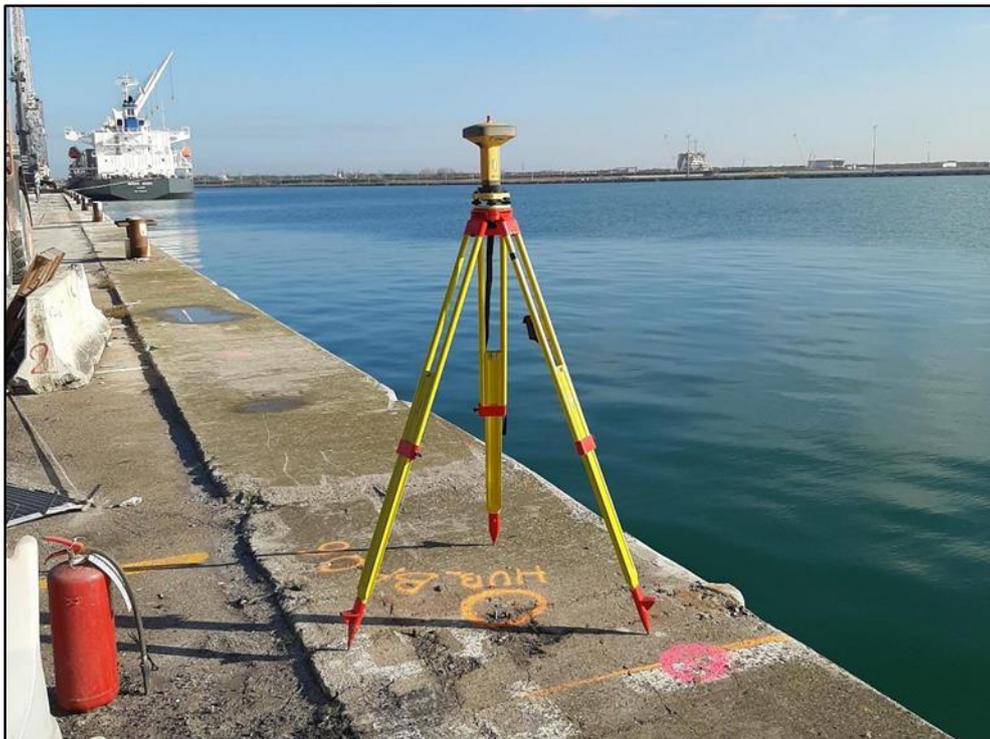


Figura 28: Vertice HUB_ba06

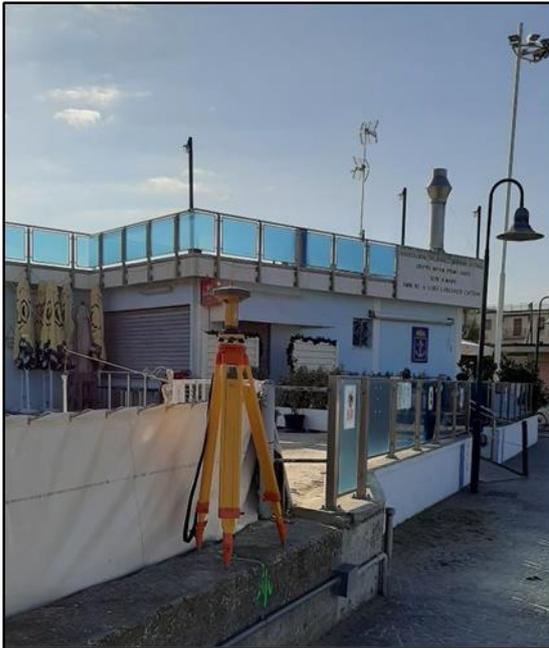


Figura 29: Vertice SAPC0700



Figura 30: Vertice CS_RMN4