

LA DEFINIZIONE DI UN LIVELLO MEDIO MARE LOCALE

IL RIFERIMENTO ALTIMETRICO PER L'ITALIA, ELEMENTO CENTRALE NEL MONITORAGGIO DEL TERRITORIO, È IL LIVELLO MEDIO MARE DI GENOVA 1942. OGGI RISULTA FONDAMENTALE UNA DEFINIZIONE PIÙ AGGIORNATA. L'ESPERIENZA DELLA STAZIONE MAREOGRAFICA INTEGRATA DI PORTO GARIBALDI PUÒ ESSERE LA BASE PER IL PROGETTO DI RETE GEODETICA INTEGRATA GIN.

Negli ultimi anni la frequenza e l'intensità di eventi atmosferici estremi (quali forti mareggiate, esondazioni ecc.) hanno messo sempre più in evidenza l'importanza del monitoraggio dell'ambiente e del territorio. Come è ben noto, il monitoraggio si basa sulla conoscenza dello stato iniziale delle grandezze e degli elementi monitorati, tramite la realizzazione di un primo rilievo (rilievo di zero) e sulla periodica ripetizione dei rilievi stessi con frequenza temporale dipendente dai fenomeni e dell'ambiente studiato. Fondamentale il Sistema di riferimento geodetico a cui riferire i rilievi che deve essere certo, ben definito, correttamente materializzato e stabile nel tempo. Se dal punto di vista planimetrico i sistemi di posizionamento satellitare Gns consentono con relativa facilità la misura delle coordinate di vertici di riferimento, diverso è il problema della disponibilità di caposaldi con quote ortometriche note, riferite, in altre parole, al campo reale della gravità, e quindi al geoide: superficie equipotenziale del campo della gravità terrestre. D'altronde, nel monitoraggio del territorio, la realizzazione di opere antropiche e di interventi di qualunque tipo legati al deflusso delle acque deve ovviamente fare riferimento al geoide (soprattutto alle differenze di gravità) e non solo a superfici geometriche (matematicamente definite) come l'ellissoide usato nel posizionamento Gns.

La superficie di riferimento ("geoide nazionale") per l'Italia è il livello medio mare di Genova 1942: media di 10 anni di misure del livello medio annuale rilevate a Genova con il mareografo dell'Istituto idrografico della Marina (dal 1937 al 1946, anno centrale il 1942). Dal mareografo di Genova, tramite la Rete di livellazione di alta precisione, l'Igm (Istituto geografico militare) nel periodo 1950-1971, ha materializzato e rilevato le quote ortometriche di circa 13.000 capisaldi sull'intero territorio nazionale,



1

e negli ultimi decenni, ha rimisurato buona parte della rete portandola a circa 20.000 capisaldi. Le quote ortometriche di tali capisaldi rappresentano il sistema di riferimento altimetrico nazionale e possono essere utilizzate per inquadrare altimetricamente qualunque rilievo topografico o di monitoraggio locale. Negli ultimi anni, la rideterminazione delle quote da parte dell'Igm con strumenti e metodi di calcolo più rapidi e precisi rispetto a quelli degli anni 50 del secolo scorso, il fenomeno della subsidenza di alcuni territori (soprattutto nella pianura Padana e nella fascia costiera emiliana-romagnola) e le differenti epoche di inquadramento di rilievi locali hanno comportato alcune discrepanze nelle quote dei capisaldi assunti come riferimento altimetrico per rilievi di monitoraggio del territorio dell'ambiente e delle infrastrutture. In diverse situazioni si può verificare

che lo stesso caposaldo riporta quote differenti nelle monografie prodotte dai diversi enti (a volte anche con lo stesso anno di rilievo).

Oltre a queste problematiche, e considerati gli allarmi che giungono da più parti sui fenomeni collegati al *climate change*, tra cui l'innalzamento del livello del mare, sembra ormai opportuno, almeno a livello locale/regionale o di macro-area, proporre un sistema di riferimento altimetrico basato sull'effettivo livello medio attuale, e non su un livello del 1942 (quasi 80 anni fa). In effetti, gli ultimi dati pubblicati e relativi proprio al mareografo dell'Istituto idrografico della Marina di Genova riportano un innalzamento rispetto al

1 La stazione mareografica integrata di Porto Garibaldi (FE).

2 Mareografo dell'Istituto idrografico della Marina di Genova.

1942 di +0,107 m (periodo 2007-2016, L. Papa, 2017): un dato significativo per qualunque opera di difesa idraulica e di raccolta delle acque meteoriche che riguarda, quindi, non soltanto la costa e la protezione dalle mareggiate, ma anche la difesa e il monitoraggio di tutto il territorio.

Per risolvere le problematiche suddette e per definire un sistema di riferimento altimetrico locale allineato con l'attuale livello del mare, il progetto di Rete geodetica integrata Gin (*Geodetic Integrated Network*) prevede diverse attività geodetiche, tra cui l'integrazione delle stazioni mareografiche esistenti (Porto Garibaldi e Marina di Ravenna) e la realizzazione di 1-2 nuove stazioni mareografiche nella parte più a sud della regione Emilia-Romagna (ad esempio Cesenatico, Cattolica o Rimini). Si tratterebbe di stazioni mareografiche integrate in quanto, insieme ai sensori di livello del mare, verrebbero co-installate delle stazioni Gns permanenti per il monitoraggio del fenomeno della subsidenza locale. Si prevede il collegamento altimetrico delle stazioni mareografiche tramite livellazione geometrica di alta precisione, aggiornando anche le quote ortometriche locali della recente Rete geodetica costiera di Arpa Emilia-Romagna.

Le installazioni potrebbero essere realizzate sulla base dell'esperienza della stazione mareografica integrata di Porto Garibaldi (v. foto 1) realizzata nel 2009 dall'ex Provincia di Ferrara e attualmente passata in gestione alla Struttura oceanografica Daphne di Arpa. La stazione di Porto Garibaldi è dotata di 2 sensori mareografici (un *encoder* con galleggiante all'interno di tubo di calma e un sensore radar) e

diversi sensori ambientali (per la misura di pressione atmosferica, temperatura, velocità e direzione del vento, pluviometro e altro); inoltre, la stazione è integrata con un ricevitore Gns geodetico con antenna sul tetto dotata di *choke-ring*. L'inquadramento altimetrico è stato realizzato tramite misura del dislivello ortometrico ottenuto per livellazione geometrica di precisione rispetto a un caposaldo della rete Igm con quota ortometrica rispetto al livello medio mare Genova 1942 rilevata nel 2005. I dati di livello del mare (registrati ogni 10 minuti) vengono periodicamente elaborati attraverso un processo di analisi e di filtraggio riconosciuto a livello internazionale, che ha lo scopo di calcolare un livello medio mare orario, giornaliero, mensile e annuale. In *figura 1* si riportano i livelli medi mare, mese per mese, per il periodo luglio 2009-giugno 2019. Dalla media semplice di tali livelli si ottiene un livello medio mare a Porto Garibaldi pari a +0,107 m su Genova 1942. Questo dato è però influenzato dal fenomeno della subsidenza della stazione, nel senso che un abbassamento della stazione legato alla subsidenza comporta un apparente innalzamento del livello del mare misurato. Per tenere conto di questo fenomeno si analizzano le serie temporali che si ottengono dall'elaborazione Gns. La strumentazione Gns costituisce infatti una stazione permanente (site name Gari) entrata, nel novembre 2009, nella rete Epn (*European Permanent Network*) della Euref (*European Reference Frame*). Da allora, i dati Gns vengono elaborati da diversi centri di calcolo internazionali, oltre che localmente dal dipartimento di Ingegneria di Ferrara. Analizzando l'intera serie temporale della componente Up (sistema geodetico locale) in diversi sistemi di riferimento

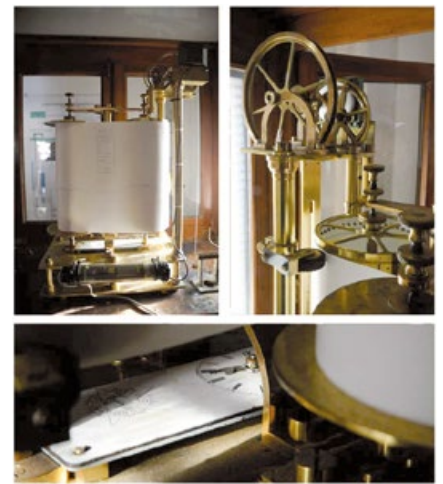


FOTO: MARINA DIFESA.IT

2

(ETRS89-ETRF2000, ETRF2014) si ottiene una velocità V_{up} di $-3,0 \pm 0,02$ mm/anno: abbassamento in completo accordo anche con altri dati relativi alla subsidenza regionale. Applicando questo dato alla misura del livello medio mare mensile si ottiene un livello medio mare locale per il periodo considerato (luglio 2009-giugno 2019) pari a: +0,093 m rispetto a Genova 1942.

Queste informazioni ed elaborazioni della stazione mareografica integrata di Porto Garibaldi, insieme ad altri dati e rilievi geodetici esistenti e di nuova acquisizione, possono essere alla base del progetto di Rete geodetica integrata Gin.

Alberto Pellegrinelli

Dipartimento di Ingegneria,
Università degli studi di Ferrara

FIG. 1
LIVELLO DEL MARE

Serie temporale dei livelli medi mensili del mare rilevati a Porto Garibaldi nel periodo luglio 2009-giugno 2019.

● I.m.m. - Porto Garibaldi - rif IGM

