

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI



GENOVA 2016

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

**DISCIPLINARE TECNICO
PER LA STANDARDIZZAZIONE
DEI RILIEVI IDROGRAFICI**



GENOVA 2016

NOTA

“La presente Pubblicazione contiene la traduzione della Pubblicazione IHO S-44 – IHO Standards for Hydrographic Surveys, 5^a edizione, febbraio 2008. L’IHO non ha controllato la traduzione e non si assume responsabilità rispetto alla sua accuratezza. In caso di dubbio, farà fede la versione originale della S-44 in ciascuna delle due lingue ufficiali.”

IHO Autorizzazione No. 2/2016.

© Copyright, IIM Genova 2016
Istituto Idrografico della Marina
Passo Osservatorio, 4 - Tel. 010 24431 Telefax: 010 261400
PEC: maridrografico.genova@postacert.difesa.it
PEI: maridrografico.genova@marina.difesa.it
Sito: www.marina.difesa.it

“Questo documento contiene dati protetti da Copyright. Qualsiasi riproduzione o adattamento in qualsiasi forma, anche parziale, ivi comprese elaborazioni numeriche o fotocopie, è vietata senza una preventiva autorizzazione scritta da parte dell’Istituto Idrografico della Marina.”

Stampato dall’Istituto Idrografico della Marina – Marzo 2016



Marina Militare

ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA

APPROVAZIONE 1/2016

Il Direttore dell'Istituto Idrografico della Marina,

VISTO l'articolo 117, comma 2 lettera r) della Costituzione;

VISTA la Legge 2 febbraio 1960, n. 68 - Norme sulla cartografia ufficiale dello Stato e in particolare l'art. 1 dove si sancisce che l'Istituto Idrografico della Marina è organo cartografico dello Stato e che le carte nautiche sono "cartografia ufficiale" dello Stato;

VISTO l'art. 27 comma 2 del Regolamento per l'esecuzione del Codice della navigazione;

VISTA la Legge 15 novembre 1973, n. 925 - Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla Organizzazione Idrografica Internazionale (International Hydrographic Organization - IHO);

VISTA la Convenzione internazionale per la salvaguardia della vita umana in mare (Ratificata con legge 23 maggio 1980, n. 313 - G.U. n.190 del 12 luglio 1980 - Suppl. Ordinario) e in particolare le regole 2 e 9 del Capitolo V così come emendate;

VISTA la Legge 28 gennaio 1994, n. 84 - Riordino della legislazione in materia portuale e in particolare gli articoli 4, 5, 5 bis e 8;

VISTO il Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 - Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni e agli Enti Locali, in attuazione del capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59 e in particolare gli articoli 94 e 105;

VISTO il Decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163 - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE e in particolare gli articoli 68 - Specifiche tecniche, 127 - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e 141 - Collaudo dei lavori pubblici;

VISTO il Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione e attuazione del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture» e in particolare i Titoli II - Progettazione e verifica del progetto e X - Collaudo dei lavori;

PRESO ATTO che a livello internazionale sono state emesse dall'International Hydrographic Organization norme per la standardizzazione e la realizzazione dei rilievi idrografici al fine di migliorare la sicurezza della navigazione e la protezione dell'ambiente marino tramite la pubblicazione "Standards for Hydrographic Surveys (IHO Special publication S-44)" 5^a Edizione, febbraio 2008;

VISTO l'articolo 117 del Decreto legislativo 15 marzo 2010, n. 66 - Servizio idrografico della Marina militare;

VISTO il Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90 - Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare, in particolare gli articoli 221 e 222 comma 1 lettere b), c), g) e l), nei quali sono conferite all'Istituto Idrografico della Marina le funzioni di concorrere alla sicurezza della navigazione, di redigere normative tecniche per la standardizzazione dei rilievi idrografici e di conferire la qualifica di idrografo;

VISTO il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 novembre 2011 (G.U. n. 48 del 27 febbraio 2012, - Suppl. Ordinario n. 37) - Adozione del sistema di riferimento geodetico nazionale;

VISTO il Decreto legislativo 24 gennaio 2006, n. 36 - Attuazione della direttiva 2003/98/CE relativa al riutilizzo di documenti nel settore pubblico;

VISTA la Legge 7 agosto 1990, n. 241;

VISTO il foglio prot. n. 745 del 29 gennaio 2016 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con il quale si richiamano le Autorità Portuali e i Provveditorati interregionali OO.PP. al rispetto del contenuto del Disciplinare tecnico edito dall'Istituto Idrografico della Marina;

CONSIDERATO che la pubblicazione "Standards for Hydrographic Surveys (IHO S-44)" determina solo le accuratezze minime standard per garantire la sicurezza della navigazione chiarendo:

- che spetta a ogni singolo Stato determinare procedure specifiche e accuratezze più stringenti;
- che è compito dei singoli Uffici Idrografici nazionali emanare le norme tecniche nazionali anche al fine di adattare al singolo uso e alle specifiche esigenze;

RITENUTO pertanto di dover concorrere a garantire la sicurezza della navigazione nei porti, nei canali di accesso agli stessi e nei litorali anche attraverso l'emanazione di regole attuative di norme riconosciute a livello nazionale e internazionale;

CONSIDERATO che l'accuratezza, la precisione e la verificabilità della misura del fondale hanno immediati e diretti riflessi sulla sicurezza della navigazione e la protezione dell'ambiente marino e non dipendono solo dalla precisione dello strumento utilizzato, ma soprattutto dai processi impiegati;

CONSIDERATO che solo attraverso l'adozione di un sistema e di una modalità unici di esecuzione del rilievo idrografico le misure di profondità possono essere ripetibili e soprattutto verificabili;

RITENUTO opportuno, anche alla luce all'evoluzione tecnologica, determinare più stringenti limiti di accuratezza delle misure per particolari aree sensibili dove insistono maggiori quantità di traffici di merci pericolose o inquinanti, quali i porti maggiori e i canali di accesso agli stessi;

CONSIDERATO che il navigante viene a conoscenza dello stato giuridico e fisico dei luoghi principalmente tramite la documentazione nautica ufficiale dello Stato e in particolare tramite la carta nautica e che quindi su tali documenti le informazioni devono essere riportate

APPROVA

il DISCIPLINARE TECNICO PER LA STANDARDIZZAZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI (I.I.3176 – ed. 2016) di seguito allegato.

La presente edizione abroga l'edizione 2014.

GENOVA, li 22 marzo 2016

IL DIRETTORE
Capitano di Vascello
LUIGI SINAPI

INDICE

REGISTRAZIONE DELLE VARIANTI	5
1. PREMESSA	9
2. INTRODUZIONE	10
3. FONTI NORMATIVE E TECNICHE	11
4. CAMPO DI APPLICAZIONE	11
5. COMPETENZE E RESPONSABILITÀ	11
6. REQUISITI TECNICI DI ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI	12
6.1. Generalità.....	12
6.2. Classificazione dei rilievi idrografici	12
6.2.1 Ordine Speciale Nazionale.....	12
6.3. Datum temporale.....	13
6.4. Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo.....	13
6.5. Misure di posizione dei fondali marini.....	13
6.6. Incertezza dei dati di posizione planimetrica	13
6.7. Misura della profondità.....	13
6.8. Incertezza nella misura dei dati di profondità	14
6.9. Determinazione di linea di costa e ausili alla navigazione.....	14
6.10. Ricerca relitti	14
6.11. Misura del livello del mare	14
6.11.1 Variazioni del livello del mare	14
6.11.2 Monitoraggio del livello del mare	15
6.11.3 Misura del livello durante le operazioni di rilievo	16
6.12. Misura della corrente.....	16
6.13. Natura del fondo.....	16
6.14. Misurazioni della velocità del suono in acqua	16
6.15. Attributi dei dati (metadati).....	17
6.16. Apparecchiature/strumenti	17
6.17. Stima dell'incertezza della misura	18
6.18. Presentazione dei risultati	18
Annexo 1 - Elenco delle operazioni da effettuare in occasione di rilievi idrografici	
Annexo 2 - Documentazione minima necessaria per la verifica da parte dell'IIM	
Annexo 3 - Normativa	
Annexo 4 - Glossario	
Annexo 5 - Pubblicazione IHO S-44 - Traduzione di cortesia	
Annexo 6 - Stazione di monitoraggio mareometrica	

1. PREMESSA

Il presente *Disciplinare tecnico per la standardizzazione dei rilievi idrografici* prescrive le modalità di esecuzione dei rilievi idrografici nelle acque di competenza nazionale e si rivolge a chiunque svolga rilievi idrografici - privati e pubbliche amministrazioni – ed è formulato sulla base degli standard fissati nella 5^a edizione della S-44¹ dall'International Hydrographic Organization (IHO).

Seguire regole standard significa garantire l'affidabilità dei dati e di conseguenza la loro sicurezza, consentendo la comparabilità tra misure eseguite nella stessa zona di mare in tempi diversi e la verificabilità dei dati anche da parte dell'Istituto Idrografico della Marina (IIM).

Lo scopo del Disciplinare è regolamentare l'attività dei rilievi idrografici al fine di garantire la sicurezza nei porti, lungo i litorali, e in generale nelle acque di competenza nazionale, prescrivendo modalità e tecniche omogenee per la conduzione dei rilievi idrografici da adottarsi su tutto il territorio nazionale.

Il Disciplinare si propone altresì di conseguire sinergie progettuali e operative tra enti pubblici i quali, operando in attività di interesse comune attraverso protocolli standardizzati, riusciranno a realizzare la cruciale riduzione della spesa pubblica ottimizzando le risorse.

L'Istituto Idrografico della Marina, organo cartografico di Stato, ha redatto il Disciplinare ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 90 il quale prevede tra i compiti dell'Istituto quello di *“redigere le normative tecniche e fornire consulenza per standardizzare l'esecuzione dei rilievi idrografici...omissis...comunque inerenti alla sicurezza della navigazione”* (art. 222, comma 1 lettera c), quello di *“curare la formazione del personale da adibire a funzioni idrografiche e oceanografiche mediante l'organizzazione di corsi”* (art. 222 comma 1 lettera f) e, non ultimo, *“disciplina gli standard per quanto attiene i rilievi idrografici effettuati da soggetti esterni dall'amministrazione difesa.”* (art. 222 comma 1 lettera l)².

¹ L'elenco dei riferimenti internazionali è indicato nell'Annesso 3 - Normativa

² Il quadro di riferimento normativo è contenuto nell'Annesso 3 - Normativa.

2. INTRODUZIONE

Il presente Disciplinare è stato redatto sulla base della 5^a edizione della IHO Special Publication S-44 “Standards for Hydrographic Surveys”, ma è rivolto specificatamente alla realtà nazionale: tiene conto delle peculiarità delle acque italiane e introduce alcuni elementi propri quali il monitoraggio del livello medio mare locale e l’Ordine di Rilievo Speciale Nazionale.

Le disposizioni contenute nella S-44 rappresentano lo standard di riferimento per i rilievi idrografici a livello internazionale e tutte le informazioni nautiche raccolte e pubblicate ai fini della navigazione marittima secondo l’International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) devono rispettarle. In considerazione di alcune peculiarità delle coste e dei porti italiani, tuttavia, il presente Disciplinare stabilisce parametri più restrittivi rispetto alla S-44 quando le circostanze lo richiedono, per esempio nelle aree portuali e negli ingressi ai porti.

I parametri definiti dal presente Disciplinare sono i requisiti minimi necessari per condurre i rilievi idrografici. In casi particolari il soggetto che commissiona i rilievi potrà imporre parametri più restrittivi rispetto a quelli richiesti dal presente Disciplinare, notificandolo espressamente nel capitolato di appalto e specificando nel dettaglio i requisiti superiori richiesti.

Il grado di rispondenza dei dati di un rilievo ai requisiti richiesti dipende da una molteplicità di fattori. Le incertezze³ trattate nei capitoli successivi si riferiscono all’incertezza propagata totale di tutte le parti del sistema. Per soddisfare i requisiti di cui al presente Disciplinare, per esempio, non basta semplicemente usare uno strumento che in teoria consente di ottenere la precisione desiderata: occorre considerare anche la calibrazione dello strumento stesso e il modo in cui interagisce con gli altri componenti del sistema di misurazione. Tenuto conto della grande varietà di strumentazione e di metodologie a disposizione dell’idrografo, e delle particolari caratteristiche del fondo marino, è impossibile prescrivere un’unica procedura da seguire per ogni possibile evenienza. E’ responsabilità del committente valutare le necessità caso per caso e specificarle con chiarezza nel capitolato d’appalto ed è responsabilità della ditta esecutrice svolgere i lavori con diligenza. Da questo punto di vista, occorre sottolineare che i tecnici addetti svolgono un ruolo fondamentale. A condurre i rilievi deve essere preposto personale con adeguate qualifiche e di provata esperienza, che andranno documentate nella relazione finale. Quelle descritte nelle pubblicazioni dell’IHO M-5 “Standards of Competence for Hydrographic Surveyors” e S-47 “Training courses in hydrography and nautical cartography” sono le qualifiche di riferimento a livello internazionale. La pagina “Personale idrografo” del sito dell’Istituto Idrografico della Marina riporta i nominativi di tutti gli idrografi abilitati FIG/IHO/ICA (Fédération Internationale des Géomètres - International Hydrographic Organization - International Cartographic Association) categoria “A” e “B” in ambito nazionale.

(http://www.marina.difesa.it/conosciamoci/organizzazione/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/Elenco_idrografi/idrografi_cat_A_B.pdf).

Il presente Disciplinare vuole essere un punto di riferimento e fornire un supporto alla pianificazione e all’effettuazione di rilievi i cui dati possano garantire rappresentatività, tracciabilità e verificabilità superiori. Ormai l’idrografia non ha più come obiettivo soltanto la sicurezza della navigazione, ma anche quello più generale di supportare tutte le attività in mare, siano esse economiche, scientifiche, ambientali o inerenti la sicurezza e la difesa⁴. Per poter essere pienamente utilizzati i dati devono rispondere a determinati requisiti di incertezza e quindi vanno raccolti e

³ La definizione di incertezza è indicata nell’Annesso 4 - Glossario.

⁴ *Hydrography is the branch of applied sciences which deals with the measurement and description of the physical features of oceans, seas, coastal areas, lakes and rivers, as well as with the prediction of their change over time, for the primary purpose of safety of navigation and in support of all other marine activities, including economic development, security and defence, scientific research, and environmental protection.* [L’idrografia è quella branca delle scienze applicate che si occupa della misura e della descrizione delle caratteristiche fisiche di oceani, mari, aree costiere, laghi e fiumi, nonché della previsione dei relativi cambiamenti nel tempo, con lo scopo primario di garantire la sicurezza della navigazione e di supportare tutte le altre attività in mare, compresi lo sviluppo economico, la sicurezza e la difesa, la ricerca scientifica e la tutela dell’ambiente]

(https://www.iho.int/srv1/index.php?option=com_content&view=article&id=299&Itemid=289&lang=en)

gestiti secondo procedure standardizzate in ogni fase - acquisizione, elaborazione, verifica/collaudato e presentazione - e devono essere corredati di tutti i metadati necessari per futuri controlli e confronti, anche su serie storica.

Il Disciplinare assicura che i rilievi vengano svolti con gli stessi parametri fondamentali e rispondano ai medesimi standard su tutto il territorio nazionale con i seguenti vantaggi:

- garantisce uniformità quanto a risultati di misura, *reference frame* e qualità in termini di incertezza, tipo di ricerca e oggetti discriminati;
- fornisce alle amministrazioni un documento unico cui fare riferimento nella stesura dei capitolati d'appalto.

Inoltre, la standardizzazione di procedure e requisiti a livello nazionale garantisce maggiore trasparenza sia per i soggetti che commissionano rilievi sia per quelli che li eseguono.

3. FONTI NORMATIVE E TECNICHE

Il quadro normativo alla base del presente Disciplinare è descritto nell'Annesso 3 - Normativa. Contiene i riferimenti normativi nazionali e le fonti cosiddette tecniche utilizzate per la redazione del Disciplinare.

4. CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente Disciplinare è applicabile a tutti i rilievi idrografici, ma è stato redatto pensando in particolare all'ambito portuale e litoraneo.

La standardizzazione delle misure è cruciale per la certezza della situazione morfo-batimetrica dei porti. Le autorità portuali, e in generale gli enti competenti, devono assicurare la navigabilità attraverso la verifica funzionale e la manutenzione ordinaria e straordinaria delle zone comuni, compresa la manutenzione dei fondali dei porti di loro competenza, che avviene anche attraverso l'esecuzione di rilievi idrografici.

5. COMPETENZE E RESPONSABILITA'

Il personale è essenziale per la buona riuscita di un rilievo idrografico, specie se interessa aree portuali e litoranee. È fondamentale pertanto che gestione, verifica/controllo ed esecuzione delle operazioni siano affidate a personale di comprovata capacità specifica nel settore idrografico, acquisita attraverso un adeguato percorso di formazione professionale e supportata da esperienza pratica. Una provata solidità professionale è indispensabile soprattutto nelle aree ad alto rischio.

Chi commissiona il rilievo deve quindi porre come condizione che a pianificare, dirigere ed effettuare le operazioni sia personale in possesso di adeguata competenza e professionalità e affidare a personale altrettanto competente l'incarico di verificare/collaudare le attività, in maniera tale da avere un contraddittorio reale.

La professionalità dell'idrografo può essere valutata attraverso i seguenti criteri:

- a) Possesso del Certificato di qualifica professionale nell'ambito delle regole imposte dall'IHO e riconosciuta FIG/IHO/ICA:
 - categoria "A": ai sensi della pubblicazione IHO S-5, il personale idrografo in possesso di questa certificazione è abilitato a condurre attività di pianificazione, progettazione, direzione, esecuzione, verifica/collaudato e verifica a fini cartografici per la successiva rappresentazione sulla documentazione ufficiale dello Stato di un rilievo idrografico (altura, litoraneo, portuale).
 - categoria "B": tale livello tecnico presuppone competenze più limitate e orientate alla figura professionale di *surveyor* (mera esecuzione del rilievo).

- b) Fermo restando che per la trasposizione su documentazione ufficiale dello Stato il rilievo deve essere verificato da un soggetto in possesso di cat. A, in assenza delle qualifiche di cui al precedente punto a) il personale operante dovrà possedere le seguenti caratteristiche:
- per pianificazione, progettazione, direzione esecuzione e verifica/collaudo: una laurea o attestato post-laurea in *surveying* o discipline affini aventi i necessari contenuti tecnico-scientifici (quali ad esempio i contenuti descritti nella pubblicazione IHO S-5) e una comprovata esperienza, competenza e professionalità maturata nel campo idrografico (è preferibile che siano certificati almeno 2 anni di attività di *surveying*);
 - per l'esecuzione dei rilievi idrografici (l'operatore o "surveyor"): un certificato che attesti la frequenza di un corso di *surveying* oppure almeno un anno di attività sul campo.

6. REQUISITI TECNICI DI ESECUZIONE DEI RILIEVI IDROGRAFICI

6.1. Generalità

Per garantire risultati rappresentativi della realtà, l'esecuzione dei rilievi idrografici deve rispettare le regole del presente Disciplinare.

In particolare, si dovrà:

- valutare la fattibilità del lavoro, definire gli strumenti da usare, le modalità di conduzione e le tempistiche di acquisizione e *processing*;
- calibrare, tarare e controllare correttamente la strumentazione;
- eseguire il lavoro con professionalità e diligenza acquisendo i dati in conformità a quanto descritto nella Tabella 1;
- valorizzare i dati raccolti con l'indicazione dei metadati e della stima dell'incertezza delle misure. In particolare, i dati spaziali devono essere riferiti a un datum geodetico planimetrico e verticale e corredati della necessaria stima dell'incertezza delle misure, essenziale per valutare l'Ordine del Rilievo.

6.2. Classificazione dei rilievi idrografici

Ai quattro Ordini di Rilievo Idrografico definiti dall'IHO nella pubblicazione S-44 è stato aggiunto l'Ordine Speciale Nazionale, che viene descritto al paragrafo seguente. I requisiti, tutti necessari, per l'effettuazione dei rilievi sono suddivisi per tipologie di Ordine e riassunti nella Tabella 1. Inoltre, quale ulteriore ausilio all'utilizzatore, in Annesso 5 è stata riportata la traduzione di cortesia della pubblicazione IHO S-44.

In genere le aree portuali e quelle avanportuali particolarmente delicate sono interessate da due classi di rilievo (Ordine Speciale Nazionale e Ordine Speciale) mentre le restanti aree litoranee, costiere e d'altura sono interessate da rilievi di Ordine 1a, 1b e 2.

6.2.1 Ordine Speciale Nazionale

Ha lo scopo di stabilire uno standard più rigoroso rispetto all'Ordine Speciale raccomandato dall'IHO e riguarda i rilievi idrografici finalizzati a operazioni particolari per le quali è richiesta un'incertezza dei dati più stringente.

E' obbligatorio nel caso in cui le misure di fondale servano a: sicurezza della navigazione, protezione ambientale, operazioni di dragaggio, ricerche morfologiche di dettaglio, costruzioni o esame di costruzioni (in particolare per il loro controllo e mantenimento), verifiche funzionali dei limiti di utilizzo dell'area.

6.3. Datum temporale

Per essere rappresentativi, i dati idrografici hanno bisogno di essere riferiti a un unico datum temporale. A tal fine si raccomanda di utilizzare le potenzialità dei sistemi GNSS (Global Navigation Satellite System) che forniscono la stima dell'orario del datum temporale UTC.

6.4. Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo

I punti di inquadramento geodetico del rilievo devono avere incertezza centimetrica rispetto al datum di restituzione del rilievo - ETRF 2000 (2008). E' consigliabile inquadrare il rilievo sui punti geodetici della rete trigonometrica italiana dell'Istituto Geografico Militare (IGM) o su quelli di raffittimento delle regioni, province, ecc. che siano stati agganciati alla rete di inquadramento principale, oppure su quelli della rete costiera dell'Istituto Idrografico della Marina.

Nel caso si usino servizi di correzione della posizione (siano essi via satellite o web, gratuiti o a pagamento, in tempo reale o in *post processing*) bisognerà specificare il datum rispetto al quale tali servizi operano e le incertezze che vengono raggiunte durante il rilievo.

6.5. Misure di posizione planimetrica dei fondali

Il posizionamento planimetrico dei fondali, dei pericoli e di tutti gli altri oggetti sommersi significativi deve essere restituito rispetto al sistema di riferimento geodetico stabilito dall'ordinamento⁵ in modo tale che l'incertezza orizzontale risulti conforme a quanto prescritto nella Tabella 1 in funzione dell'Ordine del Rilievo.

6.6. Incertezza della posizione planimetrica dei fondali

L'incertezza delle posizioni geografiche deve essere specificata nelle misure rispetto a un dato sistema di riferimento geodetico. Se l'incertezza di una posizione è influenzata da più parametri, occorre considerare il contributo di tutti i parametri all'errore totale di posizione. Occorre altresì adottare un metodo statistico che combini le differenti fonti d'errore per determinare l'incertezza del posizionamento; si ricorda che tale incertezza si riferisce ai *sounding* processati e non solo al sistema di posizionamento.

Per la determinazione della posizione con sistemi terrestri (sistemi ottici, a radiofrequenza, radar) devono essere utilizzati luoghi di posizione ridondanti. Gli apparati di posizionamento terrestre (sistemi ottici, a radiofrequenza, radar, inerziale) devono essere sottoposti a calibrazione e verifica della misura prima e dopo l'acquisizione dei dati. I sistemi satellitari (GPS, EGNOS, GLONASS, Galileo) devono essere in grado di tracciare un numero di satelliti tale da garantire un'incertezza nel posizionamento compatibile con l'Ordine del Rilievo.

6.7. Misura della profondità

I particolari anomali dell'area interessata dal rilievo devono essere esaminati dettagliatamente e il loro minimo fondale deve essere determinato. Le dimensioni minime degli ostacoli da rilevare a seconda dell'Ordine di Rilievo sono indicate nella Tabella 1.

Le profondità misurate devono essere ridotte a un determinato datum verticale attraverso correzione per riportare i dati alla superficie del mare (immersione, *heave*, velocità del suono) ed eliminare l'effetto della marea.

⁵ In aderenza al DPCM 10 novembre 2011, tutte le amministrazioni sono tenute all'utilizzo del sistema di riferimento geodetico ETRF 2000 (2008).

La strumentazione necessaria per ciascuna classe di rilievo idrografico deve essere scelta in funzione dell'Ordine del Rilievo. Per gli Ordini Speciale Nazionale, Speciale e 1a è prevista l'esplorazione totale del fondo, che presuppone l'utilizzo di uno strumento con fascio acustico di tipo *swath* (*multibeam*, *beamforming* o interferometrico, *side scan sonar* ecc.). Per la scelta dello strumento e il suo utilizzo occorre tenere conto sia dell'incertezza delle misure sia delle dimensioni minime degli oggetti da rilevare richieste dall'Ordine selezionato.

6.8. Incertezza nella misura dei dati di profondità

La determinazione della topografia del fondo marino, le correzioni di livello e il rilevamento, la classificazione e la misurazione dei pericoli sul fondo sono obiettivi fondamentali del rilievo idrografico. Numerosi errori come *offset* statici, dinamici, velocità del suono, calibrazioni degli strumenti, influenzano i dati di profondità misurati e vanno tenuti in considerazione nella stima finale dell'incertezza. Il valore di incertezza massima tollerata, al livello di confidenza del 95%, può essere desunto dalla Tabella 1 applicando la formula indicata in funzione dell'Ordine del Rilievo e della profondità media.

6.9. Determinazione di linea di costa e ausili alla navigazione

Nell'esecuzione dei rilievi idrografici litoranei è necessario integrare i dati batimetrici con quelli a terra attraverso la determinazione della linea di costa e degli ausili alla navigazione (ad esempio fari e fanali o punti cospicui).

La linea di costa può essere determinata con tecniche di rilevamento dirette (GNSS, *Total Station*, *Laser Scanner* ecc.) o indirette (a mezzo ortofoto, telerilevamento ecc.), indicando sempre una stima dell'incertezza del risultato delle misure. Tale incertezza dovrà essere conforme a quanto stabilito nella Tabella 1. Gli ausili alla navigazione e i punti cospicui dovranno essere determinati con le stesse tecniche ed essere accompagnati dalla relativa incertezza, sempre entro i limiti stabiliti dalla Tabella 1.

6.10. Ricerca relitti

Ove non diversamente specificato, dovranno essere segnalati tutti i relitti pericolosi per la navigazione con battente minimo d'acqua inferiore a 50 metri. E' consigliabile segnalare anche i relitti rilevati con battenti d'acqua superiori a 50 metri.

Per ciascun relitto dovranno essere individuate le seguenti informazioni:

- nome o identificativo e tipologia;
- posizione geografica nel datum planimetrico del rilievo;
- dimensioni (larghezza, lunghezza, massima altezza) e orientamento;
- minimo battente d'acqua sopra il punto più elevato del relitto;
- fondale minimo e massimo dell'area su cui poggia il relitto.

6.11. Misura del livello del mare

6.11.1 Variazioni del livello del mare

La variazione del livello del mare è funzione di diversi fenomeni che interagiscono tra loro, quali la marea astronomica, le condizioni meteorologiche e gli aspetti morfologici del bacino di interesse (superficie della massa d'acqua, forma della costa, differenza di profondità, ecc.).

Per il calcolo preciso dell'ampiezza, della frequenza e dell'orario delle variazioni di livello del mare in un determinato periodo dell'anno e in un determinato punto della superficie terrestre, occorre quindi tenere conto di:

- aspetti astronomici;
- aspetti geografici (superficie delle acque, differenziale di profondità dei fondali, forma a cuneo delle baie ecc.);
- aspetti meteorologici quali intensità e direzione dei venti e gradiente di pressione atmosferica.

Siccome i dati idrografici devono essere normalizzati e riferiti a un datum verticale univoco, l'osservazione del livello del mare dovrà essere fatta per tutto il corso del rilievo e per un minimo di 29 giorni allo scopo di ottenere:

- a) le correzioni di livello per lo scandagliamento effettuato;
- b) i dati per le analisi di marea e per le successive previsioni.

In questo modo è possibile ottenere le precisioni richieste per l'Ordine Speciale.

Per affinare ancor di più le misure di livello e aumentarne il grado di confidenza, come richiesto dall'Ordine Speciale Nazionale, è necessario analizzare anche le fluttuazioni periodiche, specie ove queste presentino una certa regolarità come in presenza di sesse o di fluttuazioni di livello legate al ritmo delle stagioni, e pertanto è indispensabile misurare il livello per un lungo periodo (un anno o più).

6.11.2 Monitoraggio del livello del mare

Il rilievo idrografico ha come obiettivo restituire misure rappresentative del territorio. Per raggiungere il massimo grado di accuratezza - quello richiesto dall'Ordine Speciale Nazionale - le misure di profondità devono essere confrontabili, rappresentative e utili per gli scopi per cui vengono raccolte. Essendo il livello dell'acqua variabile, esse perdono di rappresentatività se non sono rapportate a un riferimento verticale oggettivo, materializzato e costantemente monitorato.

Conoscere il livello dell'acqua localmente è fondamentale non soltanto per la navigazione, ma anche per la costruzione di opere in mare e per il *port management*. La posizione fisica del livello medio del mare rispetto alla morfologia del bacino e delle opere portuali/costiere è di importanza cruciale. Tale livello ha le seguenti caratteristiche:

- non è direttamente e fisicamente collegato al riferimento zero delle quote normalmente utilizzate a terra, il cosiddetto zero IGM (Istituto Geografico Militare), in quanto localmente l'acqua varia il suo livello in funzione di complesse variabili che non dipendono soltanto dal campo della gravità;
- nel tempo varia la sua posizione fisica rispetto alla terraferma e al fondo del mare, per diversi fenomeni legati ai movimenti relativi dell'una e dell'altro;
- può essere modellizzato, ma le incertezze raggiungibili superano le incertezze degli strumenti di misura potenzialmente installabili (mareometri);
- rappresenta un riferimento che, una volta determinato, permette di monitorare nel tempo la situazione dell'area da un punto di vista idrografico.

Occorre pertanto predisporre nell'area di interesse una rete di misurazione atta a determinare e monitorare nel tempo la posizione del livello medio dell'acqua locale e la differenza altimetrica tra tale livello e:

- il riferimento delle quote a terra (zero IGM), attraverso i metodi di misura che garantiscono le minime incertezze;
- il sistema di riferimento geodetico, cioè la componente verticale del datum ellissoidico e relative rappresentazioni⁶.

In Annesso 6 è riportato un vademecum su come realizzare la rete di monitoraggio.

⁶ Anche per ciò che riguarda la coordinata Z il già citato DPCM 10 novembre 2011 stabilisce che il sistema di riferimento geodetico da utilizzare è l'ETRF 2000 (2008).

6.11.3 Misura del livello durante le operazioni di rilievo

L'osservazione del livello deve essere fatta per tutta la durata del rilievo allo scopo di:

- ottenere le correzioni da applicare ai dati di profondità per riferirli correttamente al datum verticale del rilievo;
- correlare i dati osservati al datum prescelto, prevedendo livellazioni dello strumento, sessioni geodetiche GNSS per determinare la quota ellissoidica, determinare il livello medio mare.

Per ottenere l'Ordine Speciale le osservazioni devono avere una durata minima di 29 giorni.

Per l'Ordine Speciale Nazionale bisogna analizzare anche le fluttuazioni di origine atmosferica, specie ove queste presentino una certa regolarità come in presenza di sesse o di fluttuazioni di livello legate al ritmo delle stagioni, e pertanto è indispensabile misurare la marea per un periodo più lungo, un anno o più.

Affinché i dati batimetrici possano essere sfruttati appieno, nella relazione finale va indicata la quota ellissoidica (ottenuta con misure GNSS) del datum prescelto, con relativa stima dell'incertezza.

Si rammenta che, allo scopo di consentire una corretta valorizzazione e verifica dei dati idrografici raccolti e per garantire la sicurezza della navigazione, un rilievo idrografico non può prescindere dalla misura delle variazioni di livello fino ai 200 metri di profondità.

6.12. Misura della corrente

La misura della corrente è uno dei fattori da tenere in considerazione e da mettere a corredo delle informazioni batimetriche soprattutto in canali, ingressi di porti, bocche di porto lagunari o comunque in tutte le zone dove la corrente può influenzare la navigazione.

6.13. Natura del fondo

La natura del fondo deve essere determinata almeno all'interno delle zone di potenziale ancoraggio e ormeggio. Essa va determinata con campionamento diretto o dedotta con altre metodologie (*side scan sonar, sub-bottom profiler, video, ecc.*). Campioni fisici dovrebbero essere raccolti con idonea spaziatura a seconda della geologia del fondo e della caratterizzazione ottenuta con i sensori utilizzati.

Ad esempio, ciò si può ottenere con la seguente procedura:

- acquisire nell'intera area del rilievo i dati di *backscatter* acustico a mezzo *multibeam echosounder*;
- suddividere l'area del rilievo in sottoaree ognuna delle quali caratterizzata da una certa classe acustica;
- calibrare ogni classe acustica con campionamenti diretti.

6.14. Misurazioni della velocità del suono in acqua

Se la profondità è misurata mediante sistemi acustici, la misurazione della velocità del suono (VS) in acqua è essenziale. Per alcuni ecoscandagli (*multibeam wide swath*) è necessaria, oltre alla misura del profilo di velocità del suono lungo la colonna d'acqua, anche la misura diretta sulla testa del trasduttore. L'accuratezza di tali dati è condizione necessaria per il corretto tracciamento dei fasci acustici (*ray tracing*) e la conseguente determinazione del dato di profondità. La misurazione della VS deve essere ricampionata a mezzo profilatore acustico quando i valori di fondale ai limiti laterali dello *swath* acustico non sono compatibili con la massima incertezza ammissibile per l'Ordine del Rilievo.

Gli ecoscandagli di nuova generazione sia a singolo fascio che a fascio multiplo sono quasi tutti dotati di software di acquisizione integrati con *tool* che consentono l'inserimento dei valori di VS misurati o ottenuti a mezzo calate di profilatori di velocità del suono (SVP, CTD) o sonde a perdere (XCTD, XBT). Il metodo di misurazione della VS condiziona il livello di confidenza del dato di profondità.

6.15. Attributi dei dati (metadati)

Per permettere una stima completa della qualità dei dati del rilievo è necessario registrare e/o documentare alcune informazioni a contorno dei dati. Tali informazioni (metadati) sono essenziali per lo sfruttamento dei dati del rilievo in tempi e contesti diversi, anche da parte di utenti differenti. I metadati devono comprendere informazioni su:

- il rilievo in generale (data, area, strumenti usati con relativi certificati di calibrazione, nome dell'Unità che ha effettuato il rilievo, personale coinvolto con relative qualifiche);
- il sistema di riferimento geodetico utilizzato, planimetrico e verticale;
- gli *offset* impostati;
- le procedure di calibrazione utilizzate (*multibeam patch test*, taratura alla sbarra) e relativi risultati;
- l'elenco delle velocità del suono utilizzate, corredate di orario di misura e posizione;
- le correzioni di livello, e relativa procedura utilizzata per il calcolo delle correzioni a partire dai dati misurati;
- le incertezze raggiunte e i rispettivi livelli di confidenza per posizioni, profondità e relativi modelli batimetrici utilizzati.

I metadati devono essere preferibilmente in forma digitale e costituiscono parte integrante della registrazione del rilievo.

Per la rielaborazione completa dei modelli tridimensionali da parte dell'IIM al fine di realizzare la documentazione nautica occorre fornire i dati grezzi di acquisizione e non solo i prodotti delle elaborazioni fornite dai software di valorizzazione, come dettagliato in Annesso 2.

6.16. Apparecchiature/strumenti

Per essere conforme a un dato Ordine del presente Disciplinare, il rilievo deve essere effettuato con apparecchiature, hardware e software idonei al raggiungimento dei requisiti dettagliati nella Tabella 1. In particolare le apparecchiature impiegate devono consentire il raggiungimento delle incertezze richieste. A tal fine è necessario stabilire programmi di taratura e calibrazione periodica che soddisfino le specifiche prima di procedere al rilievo idrografico.

Le apparecchiature devono inoltre essere utilizzate da personale idoneo e addestrato all'impiego che dovrà avere sempre a disposizione le istruzioni sul loro uso e manutenzione (compresi i relativi manuali forniti dal costruttore).

Nella relazione finale devono essere indicati tutti gli elementi dei sistemi e delle apparecchiature utilizzati e i relativi software e devono essere allegati tutti i tracciati e le registrazioni effettuate durante l'esecuzione del rilievo.

Le registrazioni devono comprendere come minimo:

- l'identificazione dell'elemento del sistema o dell'apparecchiatura utilizzati e relativo software;
- il nome del costruttore, l'identificazione del tipo, il numero di serie o altra identificazione univoca;

- le verifiche di conformità delle apparecchiature alle specifiche;
- le procedure di *setting* e utilizzo operativo del sistema;
- le date, i risultati e le copie dei rapporti e dei certificati di tarature, regolazioni, criteri di accettazione e data di scadenza;
- il piano di manutenzione, ove appropriato, e lo stato di aggiornamento delle manutenzioni;
- ogni danno, malfunzionamento, modifica o riparazione subiti dai sistemi o dalle apparecchiature utilizzati.

Chi esegue il rilievo deve disporre di procedure pianificate per l'impiego e la manutenzione dei sistemi e delle apparecchiature, al fine di assicurarne il corretto funzionamento e prevenirne il deterioramento.

Nell'Annesso 1 sono riportate le *checklist* da seguire per un corretto svolgimento delle operazioni di rilievo.

6.17. Stima dell'incertezza della misura

Chi esegue i lavori deve applicare idonee procedure per stimare l'incertezza delle misure per le varie tipologie di dati raccolti, tenendo conto di tutte le componenti che possono influenzarla. Tali procedure possono basarsi su considerazioni metrologiche (calibrazione su banco di misura e stima dell'accuratezza del sistema con minimizzazione dei bias) e statistiche (stima della precisione del sistema con indicatori statistici quale, per esempio, lo scarto quadratico medio delle misure, RMS).

Il livello di rigore necessario nella stima dell'incertezza dei rilievi (dati) dipende da:

- i requisiti del rilievo, sintetizzati nell'Ordine;
- gli strumenti impiegati;
- fattori esterni quali il moto ondoso, la calibrazione degli strumenti e i risultati del *patch test*, la validazione dei dati.

In particolare, come delineato nella S-44, l'incertezza totale delle misure⁷ dovrà essere calcolata nelle sue componenti orizzontali e verticali a un livello di confidenza del 95%⁸.

6.18. Presentazione dei risultati

I risultati devono essere registrati in modo chiaro, accurato, oggettivo e senza ambiguità.

Nell'Annesso 1 del presente Disciplinare sono indicate le informazioni che devono essere inserite nella relazione tecnica.

Nell'Annesso 2 è descritto l'elenco della documentazione minima necessaria per la verifica dei rilievi idrografici da parte dell'IIM al fine di redigere e aggiornare la documentazione nautica di competenza.

L'osservanza di quanto indicato nel presente Disciplinare permette la tracciabilità dei dati dalla loro acquisizione alla loro restituzione.

⁷ Definita nella S44 TPU, Total Propagated Uncertainty (Incertezza Propagata Totale – IPT) .

⁸ La componente verticale è denominata TVU, Total Vertical Uncertainty (Incertezza Verticale Totale – IVT), mentre la componente orizzontale è denominata Total Horizontal Uncertainty – THU (Incertezza Orizzontale Totale - IOT). In particolare, per calcolare la THU ad un livello di confidenza del 95 % è possibile ipotizzare una distribuzione isotropa degli errori nel caso la configurazione geometrica dei luoghi di posizione sia sufficiente a garantirlo.

TABELLA 1
Minimi Standard per i rilievi idrografici

Ordine	Speciale Nazionale	Speciale	1a	1b	2
Descrizione area	Aree portuali in cui il battente d'acqua sotto chiglia è critico e per <i>port management</i> .	Aree in cui il battente d'acqua sotto chiglia è critico.	Aree con profondità <100 m e battente d'acqua sotto chiglia meno critico ma in cui è possibile la presenza di ostacoli significativi per la navigazione in superficie.	Aree con profondità <100 m in cui il battente d'acqua sotto chiglia non è considerato problematico per il tipo di navigazione in superficie previsto in quella zona.	Aree con profondità generalmente >100 m in cui è ritenuta sufficiente una rappresentazione generica del fondale.
IOT massima consentita (Livello di confidenza 95%)	0.5 m	2 m	5 m + 5% della profondità	5 m + 5% della profondità	20 m + 10% della profondità
IVT massima consentita (Livello di confidenza 95%)	a = 0.10 m ¹ b = 0.0075	a = 0.25 m b = 0.0075	a = 0.5 m b = 0.013	a = 0.5 m b = 0.013	a = 1.0 m b = 0.023
Ricerca totale sul fondo	Richiesta	Richiesta	Richiesta	Non richiesta	Non richiesta
Rilevamento di ostacoli	Ostacoli cubici > 0.5 m	Ostacoli cubici > 1 m	Ostacoli cubici > 2 m in profondità fino a 40 m; 10% della profondità oltre i 40 m	Non applicabile	Non applicabile
Interlinea massima raccomandata	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	Non indicata in quanto è richiesta la <i>ricerca totale sul fondo</i>	25 m o 3 x la profondità media, se il risultato è >25. Per LIDAR batimetrico spazio fra spot 5 x 5 m	4 x profondità media
Posizione di ausili alla navigazione fissi e topografia significativa per la navigazione (Livello di confidenza 95%)	0.5 m	2 m	2 m	2 m	5 m
Posizione di linea di costa e topografia meno significativa per la navigazione (Livello di confidenza 95%)	1 m	10 m	20 m	20 m	20 m
Posizione media di ausili alla navigazione galleggianti (Livello di confidenza 95%)	2 m	10 m	10 m	10 m	20 m

¹ NORMA TRANSITORIA: In fase di prima applicazione e fino a 18 mesi dalla pubblicazione del presente provvedimento, al fine di consentire di ottemperare a quanto previsto dal para 6.11.1 e 6.11.3 il coefficiente a è da intendersi uguale a 0,15 m anziché 0,10 m

Note:

1. Poiché l'incertezza dei fondali è determinata da incertezze sia costanti sia dipendenti dalla profondità, va usata la seguente formula per calcolare la IVT massima permessa a un livello di confidenza del 95%. I parametri "a" e "b" per ciascun Ordine, come da Tabella 1, insieme con la profondità "d" vanno introdotti nella formula per calcolare la IVT massima permessa per una determinata profondità :

$$\pm\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Dove:

- a è la parte di incertezza che non varia al variare della profondità (ATTENZIONE alla nota 1 relativa alla norma transitoria)
 - b è il coefficiente che rappresenta la parte di incertezza che varia al variare della profondità
 - d è la profondità
 - b x d è la quota di incertezza che varia al variare della profondità.
2. Ai fini della sicurezza della navigazione per i rilievi di Ordine Speciale e 1a, può essere ritenuto sufficiente usare un sistema meccanico tipo sentinella subacquea determinato con precisione per garantire una profondità di battente minima sicura in tutta l'area considerata.
 3. Un ostacolo cubico è un cubo regolare aventi lati di eguale lunghezza. Va notato che il requisito di rilevamento di cubi di 1 m e 2 m rispettivamente per l'Ordine speciale e l'Ordine 1a IHO è un requisito minimo. Il servizio o l'ente idrografico può ritenere necessario il rilevamento di ostacoli più piccoli per minimizzare il rischio di pericoli per la navigazione in superficie non rilevati. Per l'Ordine 1a, l'estensione del rilevamento ostacoli ai 40 metri riflette il pescaggio massimo previsto delle imbarcazioni.
 4. L'interlinea può essere allargata se sono utilizzate procedure atte a garantire un'adeguata densità di misure.
 5. Da applicare esclusivamente ove tali misure sono richieste per il rilievo.