



e.lab s.r.l.
environmental laboratory

**SERVIZIO VOLTO AL “MONITORAGGIO ANTE
OPERAM DELLE DINAMICHE COSTIERE IN
SENO AI LAVORI DI COMPLETAMENTO DEI
MOLI DI SOPRAFLUTTO E DI SOTTOFLUTTO
DEL PORTO DI TERMINE IMERESE”
(CIG: ZDB22A4C80)**

ELABORATO 1	NOME RELAZIONE CONCLUSIVA		
DATA 16/04/2018			E. Lab S.r.l. Il legale rappresentante
REV. 1.0	_____	_____	_____ (Ing. A. Scordo)

Redazione a cura della società E.Lab S.r.l. - Via Nunzio Morello, 20 - 90144 Palermo - P.Iva 05807380828 -tel./fax (+39) 091 5071416 -info@elabsrl.com - www.elabsrl.com

Questo documento è di proprietà di E. Lab S.r.l. (L. 22.04.1941 n. 633 - art.2575 e segg. CC) - Non può essere modificato, copiato, duplicato, riprodotto o divulgato senza autorizzazione scritta dallo stesso.

1. Premessa

La presente relazione è stata redatta dalla ditta E. Lab S.r.l., Spin-Off Accademico del Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali (DICAM) dell'Università degli Studi di Palermo, a conclusione dell'esecuzione del servizio volto al "monitoraggio ante operam delle dinamiche costiere in seno ai lavori di completamento dei moli di sopraflutto e di sottoflutto del porto di termine imerese" (CIG: ZDB22A4C80).

Il servizio di monitoraggio in oggetto è stato affidato alla scrivente ditta con D.P. n° 149 del 20.03.2018 dall'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale, giusta nota Prot. N° 0003649/18 - Uscita dell'Autorità Portuale di Palermo del 28/03/2018.

L'avvio del predetto servizio è stato formalizzato il 30 marzo 2018 dall'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale con nota Prot. N° 0003774/18 – Uscita. A seguito del rilascio dell'autorizzazione N° 07/2018 da parte dell'Ufficio Circondariale Marittimo di Termini Imerese in cui la scrivente società è stata autorizzata dal 06 al 20 aprile 2018 ad effettuare i rilievi nei due specchi d'acqua siti in prossimità del Porto di Termini Imerese, la società ha avviato le attività di pieno campo in data 7 Aprile 2018.

Successivamente, il giorno 09 aprile 2018 la E. Lab S.r.l. ha chiesto (giusta nota inviata via PEC) all'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale una proroga della consegna dei risultati delle attività di monitoraggio di giorni 7, ossia al giorno 20 aprile 2018, in quanto l'avvio delle attività costituenti il servizio di monitoraggio in oggetto è stato posticipato dal 28.03.2018 al 06.04.2018 per cause indipendenti dalla propria volontà.

Inoltre, in data 13 Aprile 2018 la Società ha comunicato lo stato di avanzamento delle attività, con una nota consegnata brevi manu all'Ufficio Protocollo dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale.

Le attività di monitoraggio ante operam delle dinamiche costiere sono state avviate giorno 07 Aprile; nello specifico, le attività di rilievo in campo hanno seguito il seguente calendario:

- 07 e 08 Aprile 2018: prelevamento dei 27 campionamenti superficiali di sedimento nei punti individuati nel piano di monitoraggio;
- 10 e 11 Aprile 2018: esecuzione dei rilievi batimetrici fino ad una distanza di 250 metri dalla linea di costa delle due porzioni di specchio d'acqua oggetto di monitoraggio;
- 13, 14 e 16 Aprile 2018: esecuzione del rilievo della linea di costa attraverso l'utilizzo di un SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) equipaggiato con una fotocamera digitale.

2. Oggetto del monitoraggio

Il servizio volto al “monitoraggio ante operam delle dinamiche costiere in seno ai lavori di completamento dei moli di sopraflutto e di sottoflutto del porto di termine imerese” realizzato dalla scrivente società ha riguardato la realizzazione di tre specifiche attività:

- Rilievo della linea di costa lungo il tratto di litorale che si estende dalla foce del Fiume San Leonardo fino all’inizio del molo di sopraflutto, per un’estensione lineare di 1350 metri, e per il tratto di costa posta a sud del porto dalla foce del Torrente Barratina all’inizio dell’area a mare della centrale termoelettrica dell’Enel , per un’estensione lineare di 4400 metri.
- Caratteristiche batimetriche lungo la stessa estensione della linea di costa investigata, fino ad una distanza di 250 metri dalla linea di riva;
- Rilievi sedimentologici lungo 9 transetti perpendicolari alla costa, in cui per ciascuno di essi sono stati eseguiti 3 campionamenti superficiali di sedimento.

Nella figura sottostante è indicato con un tratto continuo rosso la linea di costa, con uno sfondo celeste le due porzioni di specchio d’acqua a Nord e a Sud del porto e, infine, i nove punti relativi i transetti dei rilievi sedimentologici.



Figura 1 – Localizzazione delle aree interessate al servizio di monitoraggio svolto.

Per la realizzazione delle attività la società scrivente si è avvalsa delle seguenti figure professionali:

- Ing. Alessandro Scordo, socio e legale rappresentante della E. Lab S.r.l., come responsabile dei lavori e coordinatore delle attività (iscritto alla Sezione A dell’Albo degli Ingegneri della Provincia di Palermo al numero 7521);

- Ing. Salvatore Nizza, socio della E. Lab S.r.l., avente comprovata e documentata esperienza nell'utilizzo di SAPR e responsabile del rilievo della linea di costa (iscritto alla Sezione A dell'Albo degli Ingegneri della Provincia di Trapani al numero 1432);
- Ing. Vincenzo Pampalone, socio della E. Lab S.r.l., avente comprovata esperienza in ambito GIS e responsabile del rilievo delle caratteristiche batimetriche (iscritto alla Sezione A dell'Albo degli Ingegneri della Provincia di Trapani al numero 1454);
- Dott. Giovanni Bisconti, consulente esterno, in qualità di operatore di campo;
- Dott. Giuseppe Pipitone, consulente esterno, in qualità di operatore di campo;
- Dott. Vincenzo Raimondi, consulente esterno, in qualità di Conduttore di Battello.

Inoltre, la scrivente società per la realizzazione delle analisi dei campioni sedimentologici si è avvalsa del Laboratorio CON.GEO S.r.l..

3. Rilievo della linea di costa

Il rilievo della linea di costa, realizzato nei giorni 13 - 14 e 16 aprile 2018 tra le ore 10:00 e le 14:00, è stato effettuato attraverso l'utilizzo di un SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) equipaggiato con una fotocamera digitale in grado di acquisire fotografie aeree. Nello specifico, le strumentazioni utilizzate per effettuare il rilievo morfo-batimetrico sono state:

- un drone DJI SPARK, ossia un SAPR di modeste dimensioni utilizzabile anche per finalità aerofotogrammetriche in grado di poter operare ai sensi del vigente Regolamento ENAC anche in contesti urbani. Il sistema di acquisizione è costituito dall'aeromobile a pilotaggio remoto, ossia un quadricottero, da un radiocomando e da una stazione base che nel caso specifico può essere o uno smartphone o un tablet. Nella figura 2 si riportano il drone e il radiocomando utilizzato; in tabella 1, invece, le principali specifiche tecniche.



Figura 2–DJI Spark e radiocomando

Peso al decollo	300g
Alimentazione	n.1 Batteria LiPo 3S
Posizionamento	GPS DJI Spark
Camera	Sensore Integrato da 12 MP
Massima velocità	50 Km/h
Tempo massimo di volo	16 minuti
Telemetria	DJI utilizzabile tramite APP

Tabella 1–Principali specifiche tecniche del DJI Spark

- un GPS Topcon GRS-1 che, ricevendo contemporaneamente segnali sia dalla costellazione satellitare GPS che dalla costellazione GLONASS, garantisce un'elevata accuratezza nelle fasi di acquisizione dei dati.

	Frequenza	1525 - 1559MHz
	Condizioni operative	Temp.: -20° / +60°C;
		Umidità: 95%
	Dinamica Altitudine	-400 / +18000 m s.l.m.
		Velocità <515 m/s
		Accelerazione <4g

Figura 3–GPS Topcon GRS-1 e sue principali caratteristiche tecniche

La realizzazione dei rilievi è stata preceduta da un’attenta fase di pianificazione dei voli realizzata dall’Ing. Salvatore Nizza seguendo le specifiche riportate nello stralcio del piano di monitoraggio ante operam delle dinamiche costiere consegnato alla scrivente società in sede di aggiudicazione del servizio. Nello specifico, la pianificazione delle acquisizioni fotogrammetriche è stata realizzata tenendo in considerazione anche le caratteristiche morfologiche delle porzioni di territorio da investigare; in ogni caso, appare opportuno sottolineare che la quota operativa di volo del SAPR è stata fissata a 50 m s.l.m. e la distanza orizzontale massima tra il SAPR e il pilota minore di 200 m. Per la realizzazione del rilievo della linea di costa sono stati complessivamente effettuati 25 voli, di cui 6 per il tratto a Nord e 9 per quello a Sud del porto di Termini Imerese; le fotografie acquisite complessivamente sono state poco meno di 1000. Le tabelle seguenti riportano la data e l’orario di acquisizione di ciascun volo realizzato

ID_Volo	Data di acquisizione	Orario
1	13 aprile 2018	10:20 – 10:30
2	13 aprile 2018	10:55 – 11:05
3	13 aprile 2018	11:10 – 11:20
4	13 aprile 2018	11:30 – 11:40
5	13 aprile 2018	11:50 – 12:00
6	13 aprile 2018	12:20 – 12:30
7	13 aprile 2018	12:40 – 12:50
8	13 aprile 2018	13:10 – 13:20
9	13 aprile 2018	13:30 – 13:40
10	13 aprile 2018	13:50 – 14:00
11	14 aprile 2018	10:10 – 10:20
12	14 aprile 2018	10:30 – 10:40
13	14 aprile 2018	10:50 – 11:00
14	14 aprile 2018	11:20 – 11:30
15	14 aprile 2018	11:40 – 11:50
16	14 aprile 2018	12:10 – 12:20
17	14 aprile 2018	12:30 – 12:40
18	14 aprile 2018	13:00 – 13:10
19	14 aprile 2018	13:20 – 13:30

Tabella 2–Data e ora di acquisizione dei 19 voli SAPR realizzati per il rilievo della linea di costa lungo il tratto a Sud del Porto di Termini Imerese

ID_Volo	Data di acquisizione	Orario
20	16 aprile 2018	10:30 – 10:40
21	16 aprile 2018	10:50 – 11:00
22	16 aprile 2018	11:20 – 11:30
23	16 aprile 2018	12:00 – 12:10
24	16 aprile 2018	12:30 – 12:40
25	16 aprile 2018	12:50 – 13:00

Tabella 3–Data e ora di acquisizione dei 6 voli SAPR realizzati per il rilievo della linea di costa lungo il tratto a Nord del Porto di Termini Imerese

Successivamente, i dati acquisiti sono stati processati attraverso l’ausilio di specifici software; nello specifico le fasi operative di elaborazione dei dati acquisiti sono state le seguenti:

- selezione dei fotogrammi: un’operazione preliminare consistente nell’eliminazione dei fotogrammi non necessari alle elaborazioni fotogrammetriche quali ad esempio le foto eventualmente acquisite durante le operazioni di decollo o atterraggio;
- allineamento delle foto: procedimento automatico che genera la nuvola di punti;
- minimizzazione errori: eliminazione dei fotogrammi che non sono stati correttamente allineati;
- geolocalizzazione: inserimento delle coordinate geografiche dei punti di controllo;
- creazione delle mesh: procedimento attraverso il quale vengono generati i vertici, gli spigoli e le facce che definiscono la forma degli oggetti rilevati.
- Generazione dell’ortofoto in formato geotif.

Le figure seguenti, a titolo esemplificativo, riportano una porzione della nuvola di punti generata a valle dell’allineamento delle foto relativa al tratto di costa a Nord del porto di Termini Imerese e una foto acquisita dal SAPR in cui è stato evidenziato uno dei punti di controllo a terra utilizzati.

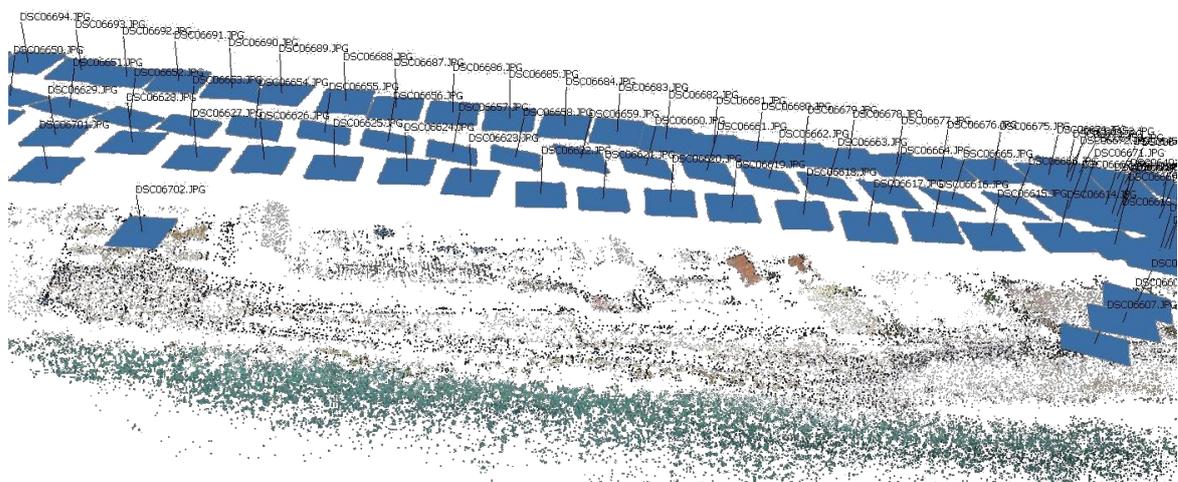


Figura 4– Porzione della nuvola di punti generata a valle dell’allineamento delle foto relativa al tratto di costa a Nord del porto di Termini Imerese



Figura 5– Foto acquisita dal SAPR in cui è stato evidenziato uno dei punti di controllo a terra utilizzati

Fanno parte integrante della presente relazione i seguenti allegati:

- Elaborato 2.1 - TRATTO A NORD DEL PORTO DI TERMINI IMERESE, ORTOFOTO SCALA 1:2000
- Elaborato 2.2 - TRATTO A SUD DEL PORTO DI TERMINI IMERESE, ORTOFOTO SCALA 1:2000

Si allegano inoltre n. 6 DVD contenenti le foto acquisite durante le operazioni di rilievo e ulteriori n. 2 DVD contenenti le ortofoto e le carte batimetriche prodotte.

4. Rilievo batimetrico

Il rilievo batimetrico, effettuato nei giorni 10 e 11 aprile 2018 tra le ore 07:00 e le 19:00 nelle porzioni di specchio d'acqua delimitate nella precedente figura 1, è stato realizzato utilizzando il battello pneumatico iscritto al numero PA3961 dei registri delle navi minori della capitaneria di porto del compartimento marittimo di Palermo (figura 6).

	Lunghezza f.t.	6,85m
	Larghezza f.t.	3,55m
	Altezza di costruzione	2,3m
	Stazza di calcolo	3 TSL
	Potenza totale installata	1x150CV
	Velocità massima	25nodi
	Velocità di survey	1,2Knt

Figura 6 – Mezzo nautico impiegato e relative specifiche tecniche

Le strumentazioni utilizzate per effettuare il rilievo morfo-batimetrico sono state:

- un Single Beam Reson 205, ossia un ecoscandaglio a singolo fascio (SBES) il quale emette una serie di impulsi che si propagano come onde sonore perpendicolarmente alla direzione di movimento dell'imbarcazione. In tal modo è possibile ottenere la copertura del fondale investigato effettuando transetti paralleli tra loro. La figura seguente riporta l'ecoscandaglio utilizzato e le sue principali caratteristiche tecniche.

	Frequenza	15-600 kHz
	Risoluzione in profondità	1 cm
	Numero di beam	1
	Potenza massima	300 W
	Dimensioni (mm)	273 x 278 x 215
	Peso	5,5 kg

Figura 7–Single Beam Reson 205 e sue principali caratteristiche tecniche

- una sonda Valeport swift che permette di ottenere informazioni relative alla velocità del suono lungo la colonna d'acqua, necessarie per una corretta acquisizione dei dati batimetrici (figura 8);

	Range velocità del suono	1.350-1.600 m/sec
	Risoluzione	0,1 m/sec
	Accuratezza	±0,25 m/sec
	Range di profondità	200 m (intervallo 0.5 m)
	Range di temperatura	0/+45°C
	Misure	900 x 100 x 550 mm

Figura 8 - sonda Valeport swift e sue principali caratteristiche tecniche

- un GPS Topcon GRS-1 che,ricevendo contemporaneamente segnali sia dalla costellazione satellitare GPS che dalla costellazione GLONASS, garantisce un'elevata accuratezza nelle fasi di acquisizione dei dati (vedasi precedente figura 3).
- un sistema di posizionamento Hemisphere A101 Smart Antenna che consente di posizionare il mezzo nautico durante le attività di rilievo offrendo una correzione differenziale del segnale GPS (DGPS) e garantendo un'elevata accuratezza nelle fasi di acquisizione dei dati.

	Condizioni operative	Temp.: -40° / +70°C; Umidità: 95%
	Dinamica Altitudine	-400 / +18000 m s.l.m. Velocità <515 m/s Accelerazione <4g
	Alimentazione	7-36V; Consumo 249mA 12V

Figura 9–GPS Topcon GRS-1 e sue principali caratteristiche tecniche

- una Girobussola / MRU TSS Mahrs che effettua la correzione in tempo reale dei movimenti dell' imbarcazione (*pitch/roll/yaw*) utilizzata durante le fasi di acquisizione e consente di effettuare una correzione in tempo reale dei dati batimetrici acquisiti.

	Errore in cond. statiche	±0.05°RMS
	Accuratezza in condizioni dinamiche	±0.1°RMS
	Velocità rilevamento	200° al secondo
	Limiti rilevamento	45° beccheggio e rollio
	Dimensione	242 x 430 x 232mm
	Condizioni operative	-10 / +55°C

Figura 10–Girobussola/MRU TSS Mahrse sue principali caratteristiche tecniche

I dati sono stati acquisiti in pieno campo seguendo le specifiche riportate nello stralcio del piano di monitoraggio ante operam delle dinamiche costiere consegnato alla scrivente società in sede di aggiudicazione del servizio. Appare opportuno sottolineare che le rotte di navigazione del battello hanno seguito un piano di acquisizione preconstituito da una griglia di linee parallele e perpendicolari con una spaziatura non superiore a 15 m, con infittimenti ove necessari. La figura seguente riporta a titolo esemplificativo le rotte seguite dal battello durante il rilievo batimetrico della porzione di specchio di acqua a Nord del porto di Termini Imerese.

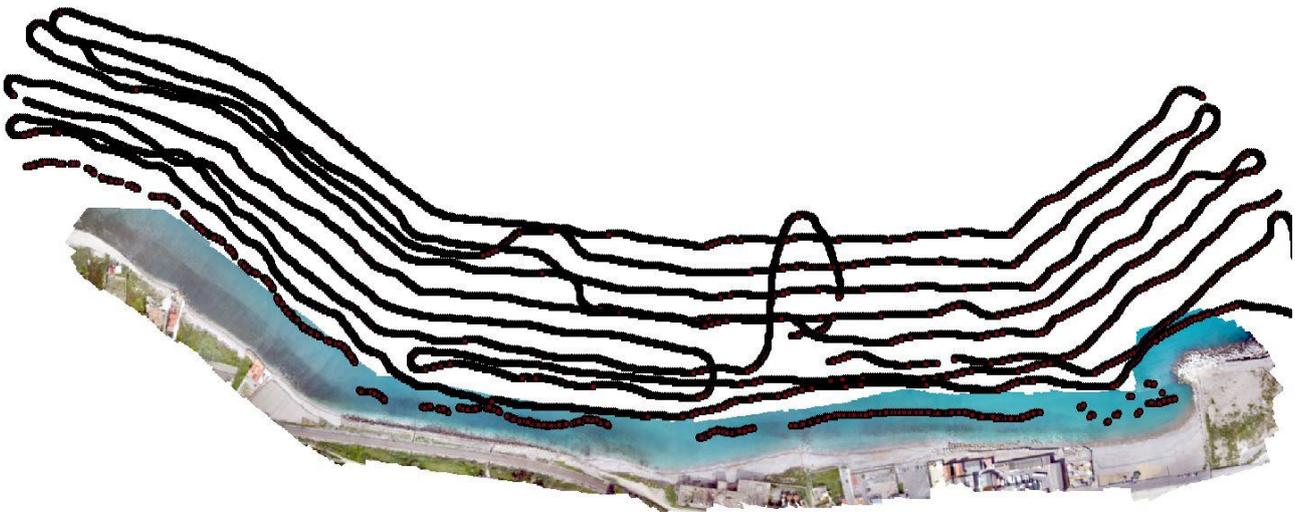


Figura 10–Rotte seguite dal battello durante il rilievo batimetrico della porzione di specchio di acqua a Nord del porto di Termini Imerese.

Successivamente, i dati acquisiti sono stati processati attraverso l’ausilio di specifici software; nello specifico le fasi operative di elaborazione dei dati acquisiti sono state le seguenti:

- *editing* delle singole linee acquisite;
- controllo di eventuali problemi connessi a salti del sistema di posizionamento;
- creazione del modello digitale del terreno (DTM)
- esportazione in formato ASCII dei punti (xyz) e in formato tif.

Fanno parte integrante della presente relazione i seguenti allegati:

- Elaborato 3.1 - TRATTO A NORD DEL PORTO DI TERMINI IMERESE, CARTA BATIMETRICA SCALA 1:3000
- Elaborato 3.2 - TRATTO A SUD DEL PORTO DI TERMINI IMERESE, CARTA BATIMETRICA SCALA 1:5000

5. Rilievo sedimentologico

Il rilievo sedimentologico è stato effettuato nei giorni 7 e 8 aprile 2018 nei 9 transetti individuati nella precedente figura 1. Per ciascun transetto sono stati eseguiti 3 campionamenti superficiali di sedimento seguendo le specifiche indicate nello stralcio del piano di monitoraggio ante operam delle dinamiche costiere consegnato alla scrivente società in sede di aggiudicazione del servizio.

Una volta prelevati i campioni la scrivente società si è avvalsa del Laboratorio CON.GEO S.r.l. per analizzarli.

Si allegano alla presente relazione le risultanze ottenute dal Laboratorio CON.GEO S.r.l..