

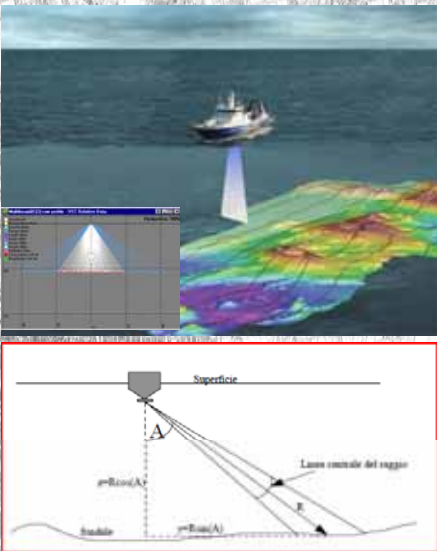



**Corso di Laurea Specialistica in
SCIENZE AMBIENTALI MARINE**

Gestione e Pianificazione delle Coste
 Modulo 10
 Strumenti

Prof. Ing. Paolo Lupino
 Regione Lazio - Gestione Aree Marine Protette
 Alessandro Bratti
 Regione Lazio - Centro di Monitoraggio GIZC

Gli ecoscandagli multi raggio sono diversi dai convenzionali ecoscandagli di rilievo batimetrico, nei loro principi di funzionamento e anche nel modo in cui sono costruiti. Un ecoscandaglio tradizionale produce un'onda sonora di profondità trasmettendo brevi impulsi di energia acustica in direzione del fondale. Alcune di queste onde di energia colpiscono il fondo e l'onda riflessa di ritorno è rilevata dall'ecoscandaglio, e la profondità sotto l'imbarcazione da rilievo è calcolata considerando il viaggio di andata e ritorno dell'onda e la velocità del suono lungo la colonna d'acqua:



$$d = 0.5 * c * T (1)$$

T è il tempo di andata e ritorno e
c è la velocità media del suono lungo la colonna d'acqua.

2

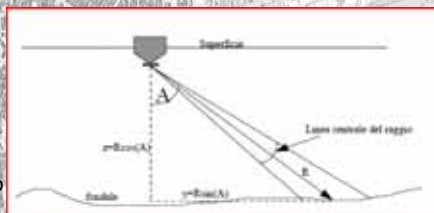
In questo modo una imbarcazione con ecoscandaglio da rilievo produce una linea di scandagli, e può essere realizzata una mappa interpolando i valori della profondità tra le diverse linee di indagine.

Un ecoscandaglio multibeam, invece, trasmette i suoi impulsi di energia acustica non solo verticalmente, ma su di un ampio ventaglio. L'energia dispersa di ritorno è ricevuta da un trasduttore multicanale e trasformata in numerosi raggi di ricezione in banda stretta allo scopo di analizzare e processare il segnale ricevuto. In questo modo un alto numero di scandagli sono generati per ogni impulso di trasmissione (**ping**). Ogni raggio ricevuto impiega un tempo pari al viaggio di andata e ritorno dell'onda, e in prima approssimazione la misura è convertita in un valore di scandaglio di profondità e di traccia trasversale di posizione dell'onda sonora tramite il semplice calcolo:

$$d = 0.5 * c * T * \cos(A) \quad (2)$$

$$y = 0.5 * c * T * \sin(A) \quad (3)$$

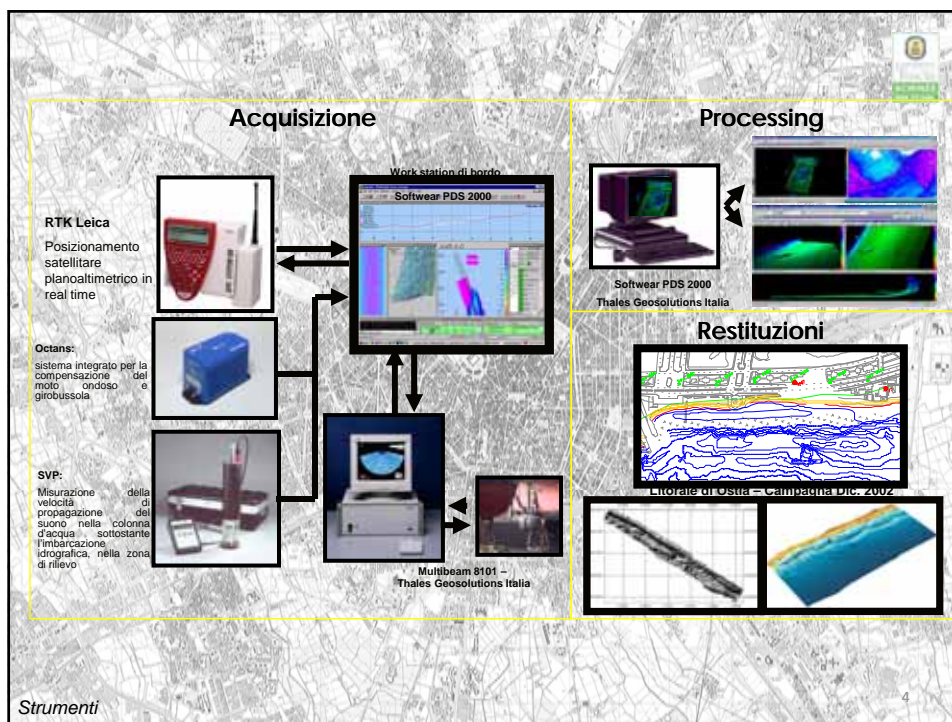
c e T hanno gli stessi significati che in (1),
 A è l'angolo fra la verticale e il raggio ricevuto



L'ecoscandaglio multiraggio produce in questo modo un modello denso di onde sonore di profondità che coprono un'ampia fascia per ogni linea di rilievo. Ciò consente di generare una mappa batimetrica regolando la spaziatura delle linee di rilievo in modo da avere fasce contigue leggermente sovrapposte, l'intera area da mappare sarà misurata attraverso un modello denso di scandagli senza ricorrere all'interpolazione tra gli scandagli stessi.

Strumenti

3



Strumenti

4

Operazioni preliminari

- **Calibrazione della Girobussola**
- **Calibrazione del sensore di moto**
- **Calibrazione del Multi-beam**

Strumenti 5


• **Calibrazione della Girobussola**

Una girobussola è un particolare tipo di bussola (chiamata anche direzionale o bussola giroscopica), ovvero un sistema di navigazione per trovare una direzione fissata, non basato sul campo magnetico terrestre, ma sulle proprietà giroscopiche.

La bussola giroscopica determina la direzione del Nord sfruttando quattro leggi fisiche; l'inerzia giroscopica e la precessione propria dei girostati; e due proprietà della sfera terrestre, la rotazione intorno all'asse e la forza di gravità.

La procedura va eseguita prima dell'uscita in mare, è realizzata con l'imbarcazione in ambiti di cui si conosce perfettamente l'orientamento rispetto al nord geografico. Questa calibrazione permette di determinare l'angolo d'installazione tra l'asse longitudinale della barca e l'asse della girobussola.

Si compiono una serie di misure poppa-prua da confrontare con le letture simultanee registrate dalla girobussola. L'angolo d'installazione deve essere pari a zero, vale a dire l'asse della girobussola coincide con quello longitudinale dell'imbarcazione altrimenti va compensato



Strumenti 6

•Calibrazione del sensore di moto

La calibrazione va eseguita prima dell'uscita in mare, per determinare gli offset angolari d'installazione a bordo del sensore di moto.

La procedura di va eseguita preferibilmente con barca ormeggiata in porto ed in condizioni d'estrema stabilità.

Tramite il software fornito dalla casa costruttrice dovranno essere registrati i dati di rollio e beccheggio per un periodo di 15 minuti. Il software provvederà a filtrare i dati d'assetto dovuti a piccoli movimenti della barca nel periodo di registrazione e fornire la media dei valori angolari d'installazione del sensore.

Strumenti

7

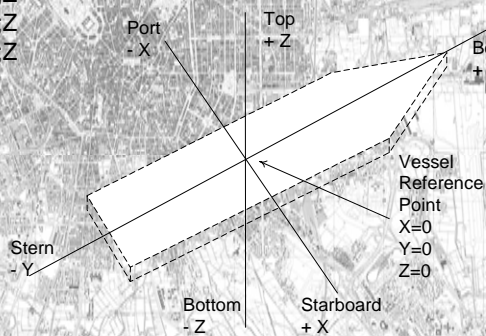
•Calibrazione del Multi-beam

Calibrazione del multibeam

Determinazione degli offset lineari

Si procede alla determinazione degli offset lineari mediante la misurazione dei delta in x, y e z tra i vari elementi del che compongono il sistema ed e un'asse univoco di riferimento. Posizionamento x y z

GPS-RTK	X;Y;Z
Octans	X;Y;Z
Trasduttore M.beam	X;Y;Z



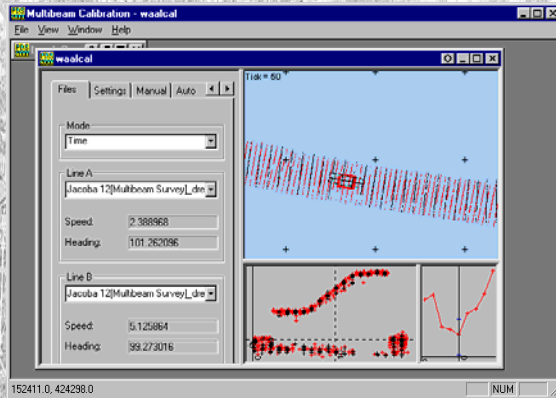
Strumenti

8

•Calibrazione del Multi-beam

Determinazione degli off set angolari

Deve essere individuato un bersaglio ad alta riflettanza sul fondale sul quale poi verranno tracciate diverse rotte parallele e perpendicolari tra loro, percorse dall'imbarcazione a differenti velocità e direzioni in modo tale da determinare gli offset angolari del trasduttore del multibeam.

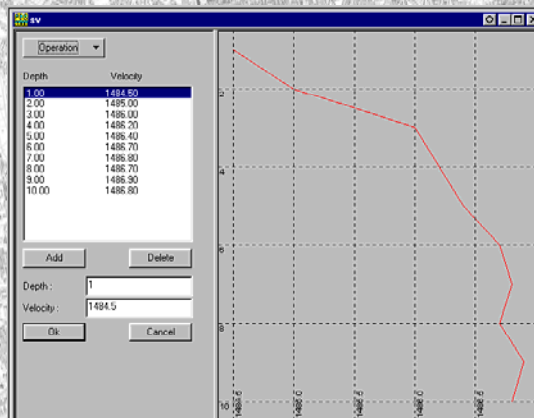


La visualizzazione e l'analisi dei valori derivanti dai percorsi di rilevamento determineranno l'adozione dei parametri che consentiranno il miglior allineamento

Strumenti

9

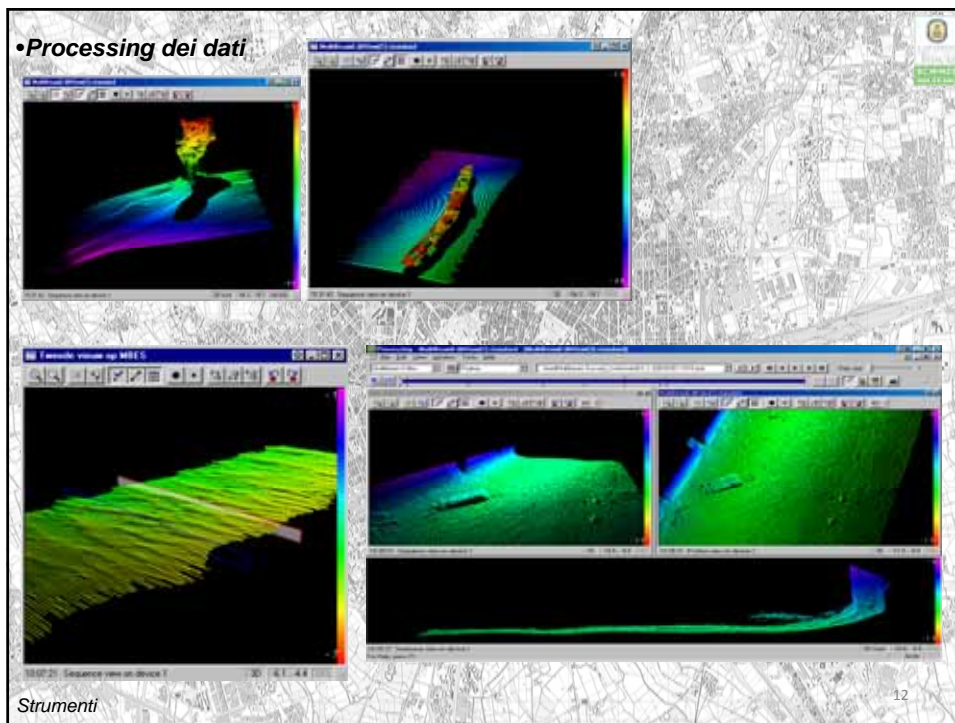
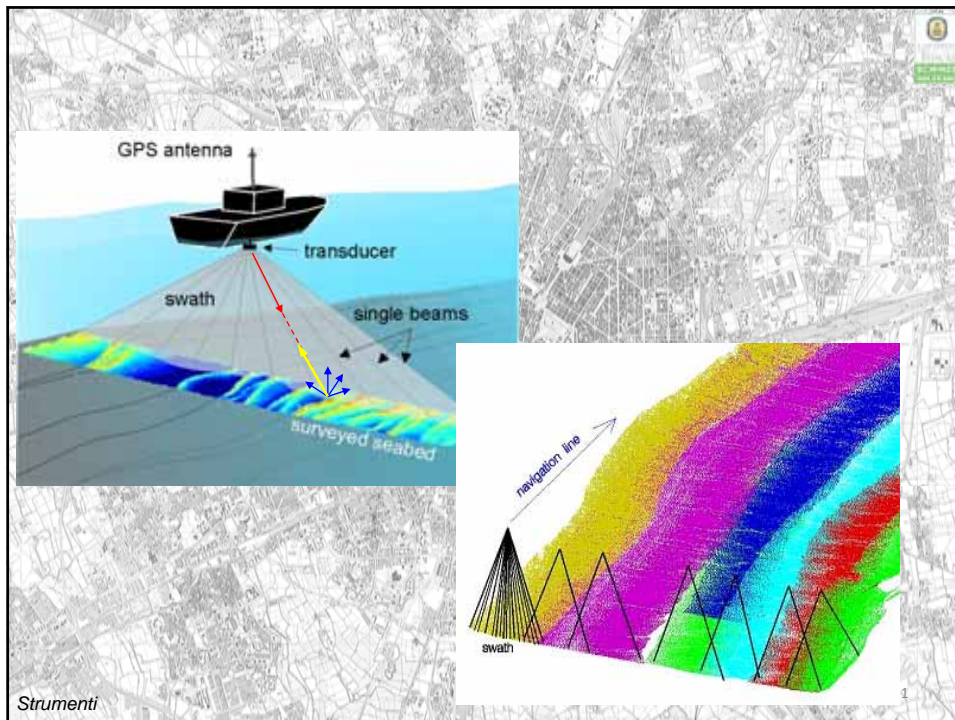
Prima di portare avanti qualunque survey è necessario costruire un profilo di velocità del suono in acqua relativo alla colonna d'acqua sottostante l'imbarcazione

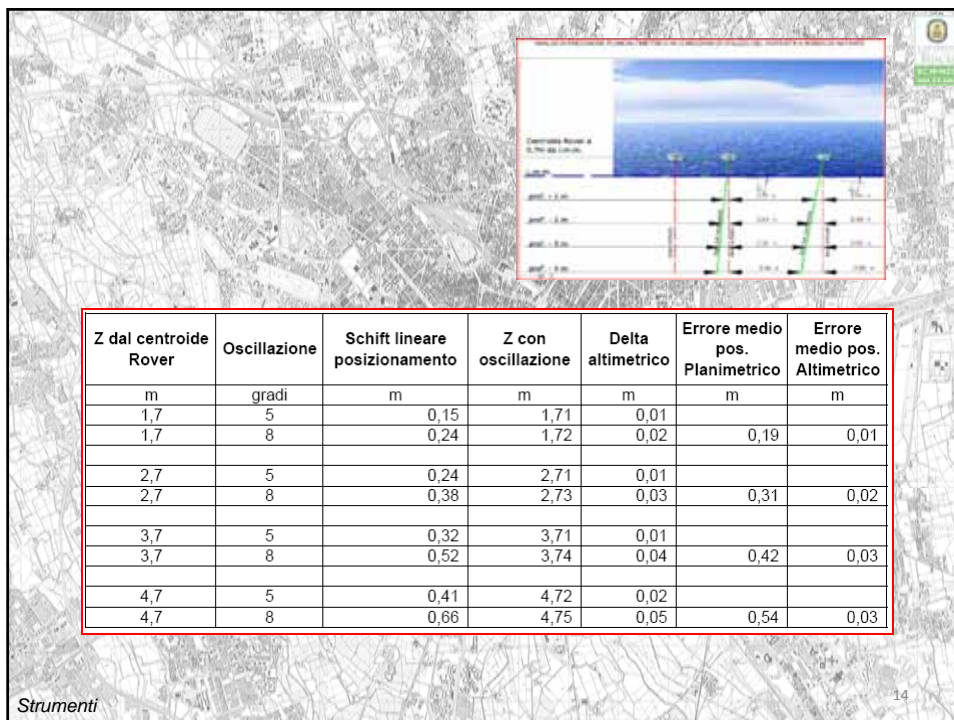
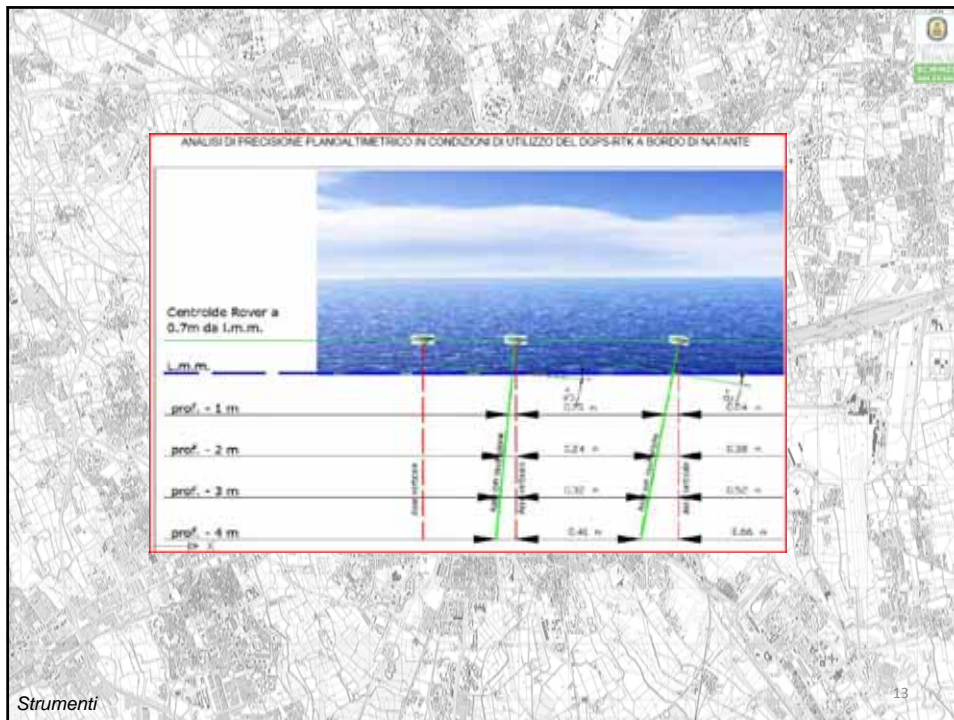


L'operazione va ripetuta ad ogni inizio e fine delle sessioni di lavoro o al variare del termocline

Strumenti

10





Strumenti

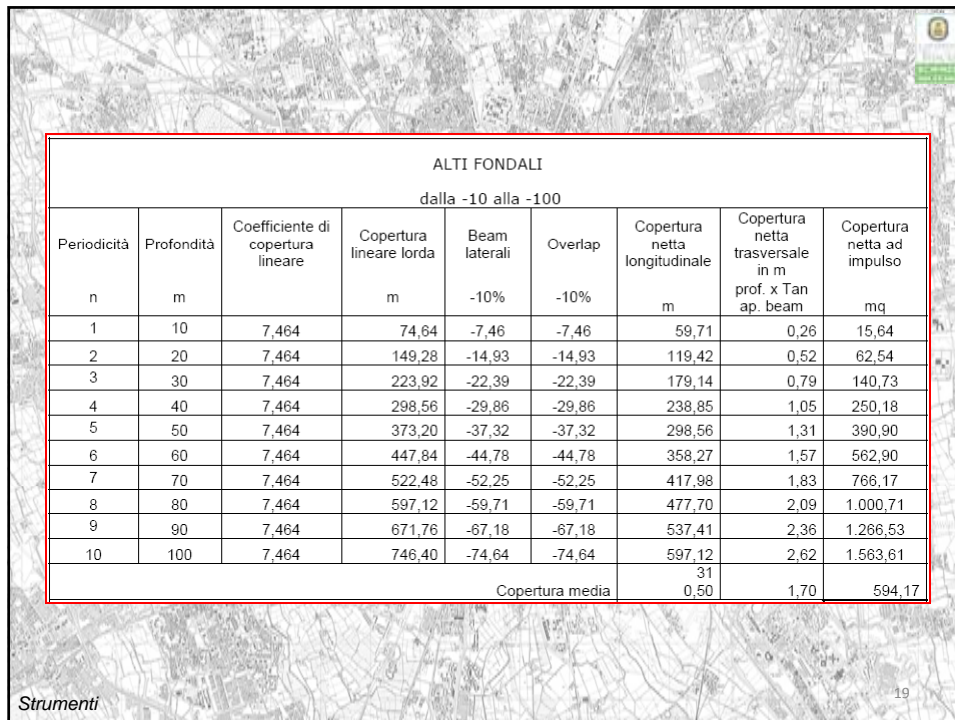
15

Strumenti

16

Effetti della mancata compensazione da rollio

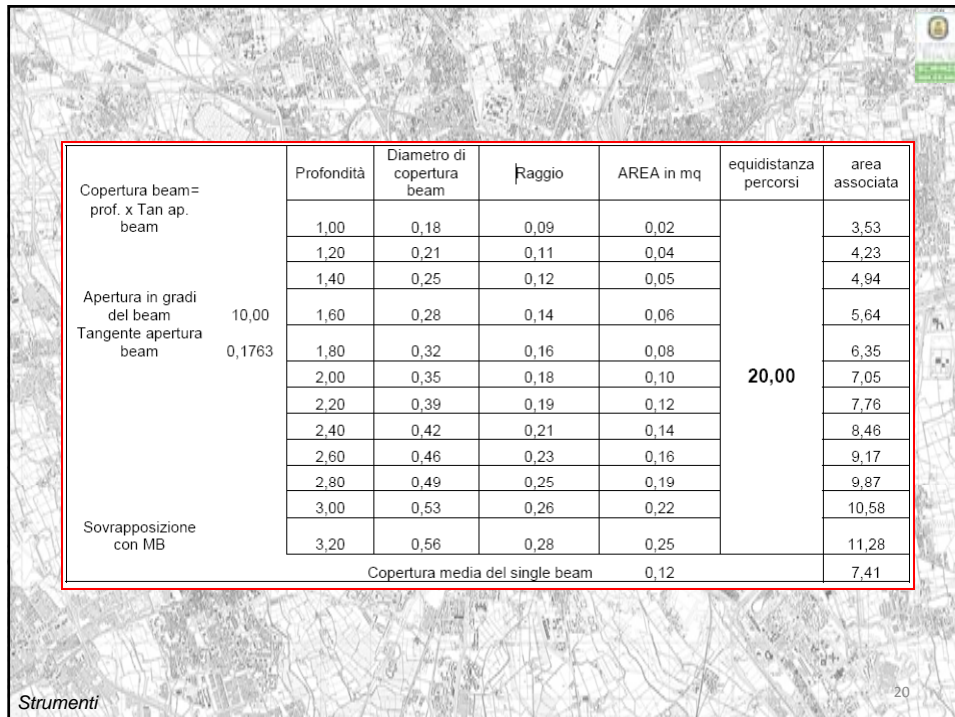
Z dal trasduttore SB	Oscillazione	Schift lineare posizionamento	Z con oscillazione	Delta altimetrico	Errore medio pos. Planimetrico	Errore medio pos. Altimetrico
m	gradi	m	m	m	m	m
0,6	5	0,05	0,60	0,00		
0,6	10	0,11	0,61	0,01	0,08	0,01
1	5	0,09	1,00	0,00		
1	10	0,18	1,02	0,02	0,13	0,01
2	5	0,17	2,01	0,01		
2	10	0,35	2,03	0,03	0,26	0,02
3	5	0,26	3,01	0,01		
3	10	0,53	3,05	0,05	0,40	0,03
4	5	0,35	4,02	0,02		
4	10	0,71	4,06	0,06	0,53	0,04
5	5	0,44	5,02	0,02		
5	10	0,88	5,08	0,08	0,66	0,05



ALTI FONDALI
dalla -10 alla -100

Periodicità n	Profondità m	Coefficiente di copertura lineare	Copertura lineare lorda m	Beam laterali -10%	Overlap -10%	Copertura netta longitudinale m	Copertura netta trasversale in m prof. x Tan ap. beam	Copertura netta ad impulso mq
1	10	7,464	74,64	-7,46	-7,46	59,71	0,26	15,64
2	20	7,464	149,28	-14,93	-14,93	119,42	0,52	62,54
3	30	7,464	223,92	-22,39	-22,39	179,14	0,79	140,73
4	40	7,464	298,56	-29,86	-29,86	238,85	1,05	250,18
5	50	7,464	373,20	-37,32	-37,32	298,56	1,31	390,90
6	60	7,464	447,84	-44,78	-44,78	358,27	1,57	562,90
7	70	7,464	522,48	-52,25	-52,25	417,98	1,83	766,17
8	80	7,464	597,12	-59,71	-59,71	477,70	2,09	1.000,71
9	90	7,464	671,76	-67,18	-67,18	537,41	2,36	1.266,53
10	100	7,464	746,40	-74,64	-74,64	597,12	2,62	1.563,61
Copertura media						31 0,50	1,70	594,17

Strumenti 19



Copertura beam= prof. x Tan ap. beam	Profondità	Diametro di copertura beam	Raggio	AREA in mq	equidistanza percorsi	area associata	
Apertura in gradi del beam Tangente apertura beam	10,00 0,1763	1,00	0,18	0,09	0,02	20,00	3,53
		1,20	0,21	0,11	0,04		4,23
		1,40	0,25	0,12	0,05		4,94
		1,60	0,28	0,14	0,06		5,64
		1,80	0,32	0,16	0,08		6,35
		2,00	0,35	0,18	0,10		7,05
		2,20	0,39	0,19	0,12		7,76
		2,40	0,42	0,21	0,14		8,46
		2,60	0,46	0,23	0,16		9,17
		2,80	0,49	0,25	0,19		9,87
Sovrapposizione con MB		3,00	0,53	0,26	0,22	10,58	
		3,20	0,56	0,28	0,25	11,28	
Copertura media del single beam				0,12		7,41	

Strumenti 20

Copertura beam= prof. x Tan ap. beam	Profondità	Diametro di copertura beam	Raggio	AREA in mq	equidistanza percorsi	area associata	
	1,00	0,18	0,09	0,02	50,00	8,82	
	1,20	0,21	0,11	0,04		10,58	
	1,40	0,25	0,12	0,05		12,34	
Apertura in gradi del beam Tangente apertura beam	10,00	1,60	0,28	0,14		0,06	14,11
	0,1763	1,80	0,32	0,16		0,08	15,87
		2,00	0,35	0,18		0,10	17,63
		2,20	0,39	0,19		0,12	19,40
		2,40	0,42	0,21		0,14	21,16
		2,60	0,46	0,23		0,16	22,92
		2,80	0,49	0,25		0,19	24,69
Sovrapposizione con MB	3,00	0,53	0,26	0,22		26,45	
	3,20	0,56	0,28	0,25		28,21	
Copertura media del single beam				0,12			18,51

Strumenti 21

Copertura beam= prof. x Tan ap. beam	Profondità	Diametro di copertura beam	Raggio	AREA in mq	equidistanza percorsi	area associata	
	1,00	0,18	0,09	0,02	100,00	17,63	
	1,20	0,21	0,11	0,04		21,16	
	1,40	0,25	0,12	0,05		24,69	
Apertura in gradi del beam Tangente apertura beam	10,00	1,60	0,28	0,14		0,06	28,21
	0,1763	1,80	0,32	0,16		0,08	31,74
		2,00	0,35	0,18		0,10	35,27
		2,20	0,39	0,19		0,12	38,79
		2,40	0,42	0,21		0,14	42,32
		2,60	0,46	0,23		0,16	45,85
		2,80	0,49	0,25		0,19	49,37
Sovrapposizione con MB	3,00	0,53	0,26	0,22		52,90	
	3,20	0,56	0,28	0,25		56,42	
Copertura media del single beam				0,12			37,03

Strumenti 22

Single Beam – area rilevata ed area associata al punto

PERICOLO DI RILEVAMENTO IN ELESTICAZIONE

Profondità -1	Area del punto battuto	m2	0.02
	Area associata di rilevamento	m2	3.53
Profondità -2	Area del punto battuto	m2	0.35
	Area associata di rilevamento	m2	7.50
Profondità -3	Area del punto battuto	m2	0.53
	Area associata di rilevamento	m2	10.58

PERICOLO DI RILEVAMENTO IN ELESTICAZIONE

Profondità -1	Area del punto battuto	m2	0.02
	Area associata di rilevamento	m2	8.82
Profondità -2	Area del punto battuto	m2	0.35
	Area associata di rilevamento	m2	17,63
Profondità -3	Area del punto battuto	m2	0.53
	Area associata di rilevamento	m2	26,45

PERICOLO DI RILEVAMENTO IN ELESTICAZIONE

Profondità -1	Area del punto battuto	m2	0.02
	Area associata di rilevamento	m2	17,63
Profondità -2	Area del punto battuto	m2	0.35
	Area associata di rilevamento	m2	37.27
Profondità -3	Area del punto battuto	m2	0.53
	Area associata di rilevamento	m2	52.90

Multi Beam

Strumenti

23

TRANSETTO SINGLE BEAM

RILEVAMENTO MULTI BEAM

24

