



Istituto Nazionale di Oceanografia e di
Geofisica Sperimentale

SEZIONE DI OCEANOGRAFIA

Sistema di Monitoraggio AMBientale Operativo Boa MAMBO-1: revisione protocolli di acquisizione dati e registro tarature.

M. Lipizer, R. lungwirth, F. Arena, F. Brunetti, A. Bubbi, C. Comici, D. Deponte, S. Kuchler, R. Laterza, P. Mansutti, N. Medeot, R. Nair



Direttore della Sezione di Oceanografia

Dott. Paola Del Negro

Sistema Monitoraggio AMBientale Operativo Boa MAMBO-1: revisione protocolli di acquisizione dati e registro tarature.

Descrizione:

La boa meteo-oceanografica MAMBO (Monitoraggio AMBientale Operativo) è la prima stazione meteo-marina costiera, installata nell'Adriatico settentrionale, in grado di rilevare in tempo reale i principali parametri meteorologici ed oceanografici. La boa è operativa dal gennaio 1999 ed è ancorata su un fondale di circa 17 m, al confine dell'Area Marina Protetta di Miramare (WWF AMP Miramare), nel Golfo di Trieste, nella parte più settentrionale del mare Adriatico (45°41'95" N e 13°42'99" E). Il sistema di Monitoraggio AMBientale Operativo (Boa MAMBO-1) fa parte del sito Adriatico di Ricerche a Lungo Termine (LTER), assieme alla stazione di ricerche ecologiche a lungo termine C1.

La boa MAMBO è stata progettata e realizzata dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS). Nel corso degli anni la configurazione dei sistemi di acquisizione ha subito diverse modifiche riassunte nelle tabelle seguenti. Dal 1999 al 2004 i sensori per la determinazione di temperatura, conducibilità, pressione, ossigeno disciolto, torbidità, pH e clorofilla hanno operato in modalità profilante, effettuando un profilo verticale lungo la colonna d'acqua ogni tre ore. Dal 2005 i sensori hanno acquisito a profondità costante, inizialmente a 10 m, e successivamente anche a 1 e 15 m di profondità, con cadenza semi-oraria fino al 2014 e oraria successivamente. I dati meteorologici sono il risultato di medie di 10 minuti acquisite, rispettivamente, ogni 3 h (1999-2002), ogni mezz'ora (2002-2004; 2007-2017) ed ogni ora (2005-2007).

Configurazioni del sistema di acquisizione MAMBO-1:

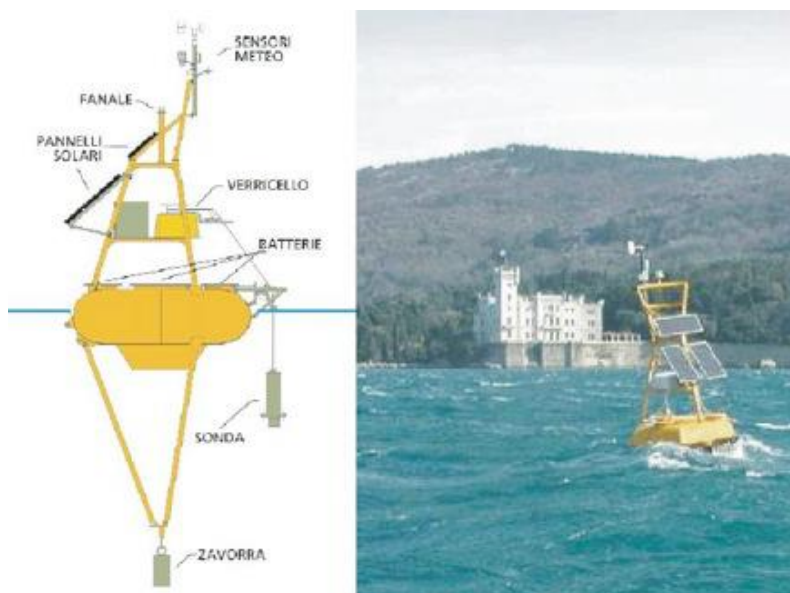


Figura 1: Configurazione del sistema di misura nel periodo 1999 – 2004.



Nelle tabelle successive (Tab. 1 – 6) sono dettagliate le diverse configurazioni del sistema di acquisizione di dati meteo – oceanografici:

SPECIFICHE del sistema di misura nel periodo 1999 – 5/8/2002 (Tab. 1)

PARAMETRO	SENSORE	RANGE	ACCURATEZZA	SISTEMA DI ACQUISIZIONE
Pressione atmosferica	Setra mod.270	800 ÷ 1100 hPa	± 0.3 hPa	Teledyne, Micromet MM100 Meteorological data acquisition system
Temperatura aria	Teledyne PRT mod. 951	-50 ÷ +50 °C	± 0.1 °C	
Velocità del vento	Teledyne mod. WS-201	0 ÷ 90 m/s	± 0.5 m/s	
Direzione del vento	Teledyne mod. WS-201	0 ÷ 360°	± 3°	
Direzione bussola	B&G mod. Halcyon 3	0 ÷ 360°	± 1.5°	

Periodo di campionamento: una misura ogni 3 ore

Vento medio: risultato della media degli ultimi 10 minuti ogni 3 ore

Pressione idrostatica	Idronaut	0 ÷ 20 dbar	±0.04 dbar	Idronaut Ocean Seven 316 Multiparameter Probe
Temperatura acqua	Idronaut	-3 ÷ +50 °C	±0.003 °C	
Conducibilità elettrica	Idronaut	0 ÷ 64 mS/cm	±0.003 mS/cm	
Salinità	Idronaut	0 ÷ 40 psu	±0.01 psu	
Ossigeno disciolto	Idronaut	0 ÷ 50 ppm	±0.1 ppm	
pH	Idronaut	0 ÷ 14 pH;	±0.01 pH;	
Torbidità	Seapoint	0 ÷ 750 FTU;	±2%	
Clorofilla	Seapoint	0.02 ÷ 15 µg/l	±0.1 µg/l	

Periodo di campionamento: un profilo CTD-multiparametrico su tutta la colonna d'acqua ogni tre ore

NB: Posizione del barometro a 2 m s.l.m. e posizione altri sensori meteo a 4.5 m s.l.m..



SPECIFICHE del sistema di misura nel periodo agosto 14/8/2002 – 2004 (Tab. 2)

PARAMETRO	SENSORE	RANGE	ACCURATEZZA	SISTEMA DI ACQUISIZIONE
Pressione atmosferica	Young mod. 61201	800 ÷ 1100 hPa	± 0.5 hPa	Teledyne, Micromet MM100 Meteorological data acquisition system
Temperatura aria	Young mod. 41372VC	-50 ÷ +50 °C	± 0.3 °C	
Velocità del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 60 m/s	± 0.5 m/s	
Direzione del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 360°	± 3°	
Umidità relativa	Young mod. 41372VC	0 ÷ 100%	3% from 10 to 90 %	

Periodo di campionamento: una misura ogni mezz'ora

Vento medio: risultato della media degli ultimi 10 minuti di ogni mezz'ora

Pressione idrostatica	Idronaut	0 ÷ 20 dbar	±0.04 dbar	Idronaut Ocean Seven 316 Multiparameter Probe
Temperatura acqua	Idronaut	-3 ÷ +50 °C	±0.003 °C	
Conducibilità elettrica	Idronaut	0 ÷ 64 mS/cm	±0.003 mS/cm	
Salinità	Idronaut	0 ÷ 40 psu	±0.01 psu	
Ossigeno disciolto	Idronaut	0 ÷ 50 ppm	±0.1 ppm	
pH	Idronaut	0 ÷ 14 pH;	±0.01 pH;	
Torbidità	Seapoint	0 ÷ 750 FTU;	±2%	
Clorofilla	Seapoint	0.02 ÷ 15 µg/l	±0.1 µg/l	

Periodo di campionamento: un profilo CTD-multiparametrico su tutta la colonna d'acqua ogni tre ore

NB: Posizione dei sensori meteo a 5 m e barometro a 3.5 m s.l.m.

SPECIFICHE del sistema di misura dal 2005 al 12.01.2012 (Tab. 3)

PARAMETRO	SENSORE	RANGE	ACCURATEZZA	SISTEMA DI ACQUISIZIONE
Pressione atmosferica	Young mod. 61201	800 ÷ 1100 hPa	± 0.5 hPa	R.M. Young Company
Temperatura aria	Young mod. 41372VC	-50 ÷ +50 °C	± 0.3 °C	
Velocità del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 60 m/s	± 0.5 m/s	Wind monitor- MA Model 05106
Direzione del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 360°	± 3°	



Umidità relativa	Young mod. 41372VC	0 ÷ 100%	3% from 10 to 90 %
------------------	--------------------	----------	--------------------

Pressione idrostatica	Sea Bird	0 ÷ 69 dbar	0.25 % f.s.	Sea Bird Electronics Sea Cat SBE 19
Temperatura acqua	Sea Bird	-5 ÷ +35 °C	±0.01 °C	
Conducibilità elettrica	Sea Bird	0 ÷ 70 mS/cm	±0.01 mS/cm	

Periodo di campionamento: una misura ogni ora fino al 07.06.2007, di ogni mezz'ora dal 07.06.2007 ad oggi.

vento medio calcolato con le misure effettuate a 2 Hz nell'ultimo minuto di ogni ora e di ogni mezz'ora dopo il 07.06.2007; la raffica è il valore massimo dei 120 campionamenti.

La batisonda rimane ferma a 10 metri di profondità

SPECIFICHE del sistema di misura dal 27.01.2012 al 12/2014 (Tab. 4)

PARAMETRO	SENSORE	RANGE	ACCURATEZZA	SISTEMA DI ACQUISIZIONE
Pressione atmosferica	Young mod. 61201	800 ÷ 1100 hPa	± 0.5 hPa	R.M. Young Company Wind monitor- MA Model 05106
Temperatura aria	Young mod. 41372VC	-50 ÷ +50 °C	± 0.3 °C	
Velocità del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 60 m/s	± 0.5 m/s	
Direzione del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 360°	± 3°	
Umidità relativa	Young mod. 41372VC	0 ÷ 100%	3% from 10 to 90 %	
Radiazione solare	Eppley	0 ÷ 2800 W/m ²	± 9 μV/W/m ²	

Pressione idrostatica	Sea Bird	0 ÷ 110 dbar	0.1% f.s.	Sea Bird Electronics Sea Cat SBE 16 v2 posto a 10 m
Temperatura acqua	Sea Bird	-5 ÷ +35 °C	± 0.005 °C	
Conducibilità elettrica	Sea Bird	0 ÷ 90 mS/cm	± 0.005 mS/cm	
Ossigeno disciolto	Sea Bird SBE43	0 ÷ 120 %	2% saturazione	
pH	Sea Bird SBE18	0 ÷ 14 pH	0.1 pH	
Fluorescenza	Wetlab Eco-AFL/FL	0.01 ÷ 50 μg/l	± 0.025μg/l	
Torbidità	Wetlab Eco-NTU	0.01 ÷ 25 NTU	± 0.01 NTU	
radianza	Wetlab Eco-PAR	0 ÷ 6500 μmol photons/m ² /s	entro 3% fra 0-60 °C	

Temperatura acqua	Sea Bird	-5 ÷ +35 °C	± 0.002 °C	Sea Bird Electronics Sea Cat SBE 37 posto a 15 m
Conducibilità elettrica	Sea Bird	0 ÷ 70 mS/cm	± 0.003 mS/cm	



concentrazione CO2	PSI CO2-Pro	0 ÷ 600 ppm	± 1 ppm	Pro-Oceanus CO2-Pro posto a 15 m
--------------------	-------------	-------------	---------	-------------------------------------

Periodo di campionamento: una misura ogni mezz'ora

Vento medio: calcolato con le misure effettuate a 2 Hz nell'ultimo minuto di ogni mezz'ora; la raffica è il valore massimo dei 120 campionamenti.

Le batisonde rimangono ferme a 10 ed a 15 metri di profondità

SPECIFICHE del sistema di misura dal 16.04.2015 al 21/1/2016 (Tab. 5)

PARAMETRO	SENSORE	RANGE	ACCURATEZZA	SISTEMA DI ACQUISIZIONE
Pressione atmosferica	Young mod. 61201	800 ÷ 1100 hPa	± 0.5 hPa	R.M. Young Company Wind monitor-MA Model 05106 +3 m - 30' NRT (Near Real Time)
Temperatura aria	Young mod. 41372VC	-50 ÷ +50 °C	± 0.3 °C	
Velocità del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 60 m/s	± 0.5 m/s	
Direzione del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 360°	± 3°	
Umidità relativa	Young mod. 41372VC	0 ÷ 100%	3% from 10 to 90 %	

Temperatura acqua	Sea Bird	-5 ÷ +35 °C	± 0.005 °C	Sea Bird SBE37-SM -1 m - 30' NRT
Conducibilità elettrica	Sea Bird	0 ÷ 90 mS/cm	± 0.005 mS/cm	
Pressione idrostatica	Sea Bird	0 ÷ 110 dbar	0.1% f.s.	SBE37- ODO -1 m - 30' NRT
Ossigeno disciolto	Sea Bird	0 ÷ 120 %	2% saturazione	
pH	Sunburst	0 ÷ 14 pH	0.1 pH	SAMI pH PRO -1 m - 30' NRT
concentrazione CO2	PRO Oceanus	0 ÷ 600 ppm	± 1 ppm	CO2-Pro -1 m - 4h NRT

Pressione idrostatica	Sea Bird 16	0 ÷ 110 dbar	0.1% f.s.	Sea Bird Electronics Sea Cat SBE 16 v2 -10 m - 1h NRT
Temperatura acqua	Sea Bird 16	-5 ÷ +35 °C	± 0.002 °C	
Conducibilità elettrica	Sea Bird 16	0 ÷ 70 mS/cm	± 0.003 mS/cm	
Ossigeno disciolto	Sea Bird 43	0 ÷ 120 %	2% saturazione	
pH	Sea Bird 18	0 ÷ 14	0.1 pH	
Fluorescenza	Wetlab Eco-AFL/FL	0.01 ÷ 50 µg/l	± 0.025µg/l	
Torbidità	Wetlab Eco-NTU	0.01 ÷ 25 NTU	± 0.01 NTU	
radianza	Wetlab Eco-PAR	0 ÷ 6500 µmol photons/m ² /s	entro 3% fra 0-60 °C	



Temperatura acqua	Sea Bird 16	-5 ÷ +35 °C	± 0.002 °C	Sea Bird Electronics Sea Cat SBE 16 v2 -15 m - 1h delayed mode
Conducibilità elettrica	Sea Bird 16	0 ÷ 70 mS/cm	± 0.003 mS/cm	
pH	Sea Bird 16	0 ÷ 14	0.1 pH	
Ossigeno disciolto	Sea Bird 16	0 ÷ 120 %	2% saturazione	

Periodo di campionamento: una misura ogni mezz'ora (1 h a 10 e 15m)

Vento medio: calcolato con le misure effettuate a 2 Hz nell'ultimo minuto di ogni mezz'ora; la raffica è il valore massimo dei 120 campionamenti

Le batisonde rimangono ferme a 1, 10 ed a 15 metri di profondità

SPECIFICHE del sistema di misura dal 04.2016 ad oggi (Tab. 6)

PARAMETRO	SENSORE	RANGE	ACCURATEZZA	SISTEMA DI ACQUISIZIONE
Pressione atmosferica	Young mod. 61201	800 ÷ 1100 hPa	± 0.5 hPa	R.M. Young Company Wind monitor-MA Model 05106 +3 m - 30' NRT (Near Real Time)
Temperatura aria	Young mod. 41372VC	-50 ÷ +50 °C	± 0.3 °C	
Velocità del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 60 m/s	± 0.5 m/s	
Direzione del vento	Young Wind Monitor	0 ÷ 360°	± 3°	
Umidità relativa	Young mod. 41372VC	0 ÷ 100%	3% from 10 to 90 %	

Temperatura acqua	Sea Bird	-5 ÷ +35 °C	± 0.005 °C	Sea Bird SBE37-SM -1 m - 30' NRT
Conducibilità elettrica	Sea Bird	0 ÷ 90 mS/cm	± 0.005 mS/cm	
Pressione idrostatica	Sea Bird	0 ÷ 110 dbar	0.1% f.s.	SBE37- ODO -1 m - 30' NRT
Ossigeno disciolto	Sea Bird	0 ÷ 120 %	2% saturazione	
pH	Sunburst	0 ÷ 14 pH	0.1 pH	SAMI pH PRO -1 m - 30' NRT
concentrazione CO2	PRO Oceanus	0 ÷ 600 ppm	± 1 ppm	
				CO2-Pro -1 m - 4h NRT

Pressione idrostatica	Sea Bird 16	0 ÷ 110 dbar	0.1% f.s.	Sea Bird Electronics Sea Cat SBE 16 v2 -10 m - 1h registrazione separata - non in tempo reale
Temperatura acqua	Sea Bird 16	-5 ÷ +35 °C	± 0.002 °C	
Conducibilità elettrica	Sea Bird 16	0 ÷ 70 mS/cm	± 0.003 mS/cm	
Ossigeno disciolto	Sea Bird 43	0 ÷ 120 %	2% saturazione	
pH	Sea Bird 18	0 ÷ 14	0.1 pH	
Fluorescenza	Wetlab Eco-AFL/FL	0.01 ÷ 50 µg/l	± 0.025µg/l	
Torbidità	Wetlab Eco-NTU	0.01 ÷ 25 NTU	± 0.01 NTU	



radianza	Wetlab Eco-PAR	0 ÷ 6500 $\mu\text{mol photons/m}^2/\text{s}$	entro 3% fra 0-60 °C	
----------	----------------	---	----------------------	--

Temperatura acqua	Sea Bird 16	-5 ÷ +35 °C	± 0.002 °C	Sea Bird Electronics Sea Cat SBE 16 v2 -15 m - 1h registrazione separata - non in tempo reale
Conducibilità elettrica	Sea Bird 16	0 ÷ 70 mS/cm	± 0.003 mS/cm	
pH	Sea Bird 16	0 ÷ 14	0.1 pH	
Ossigeno disciolto	Sea Bird 16	0 ÷ 120 %	2% saturation	

Periodo di campionamento: una misura ogni mezz'ora (1 h a 10 e 15m)
 Vento medio: calcolato con le misure effettuate a 2 Hz nell'ultimo minuto di ogni mezz'ora; la raffica è il valore massimo dei 120 campionamenti.
 Le batisonde rimangono ferme a 1, 10 ed a 15 metri di profondità

La configurazione operativa da aprile 2015 e i sensori oceanografici installati alle diverse profondità sono illustrati in Fig. 2 e Tab. 7.

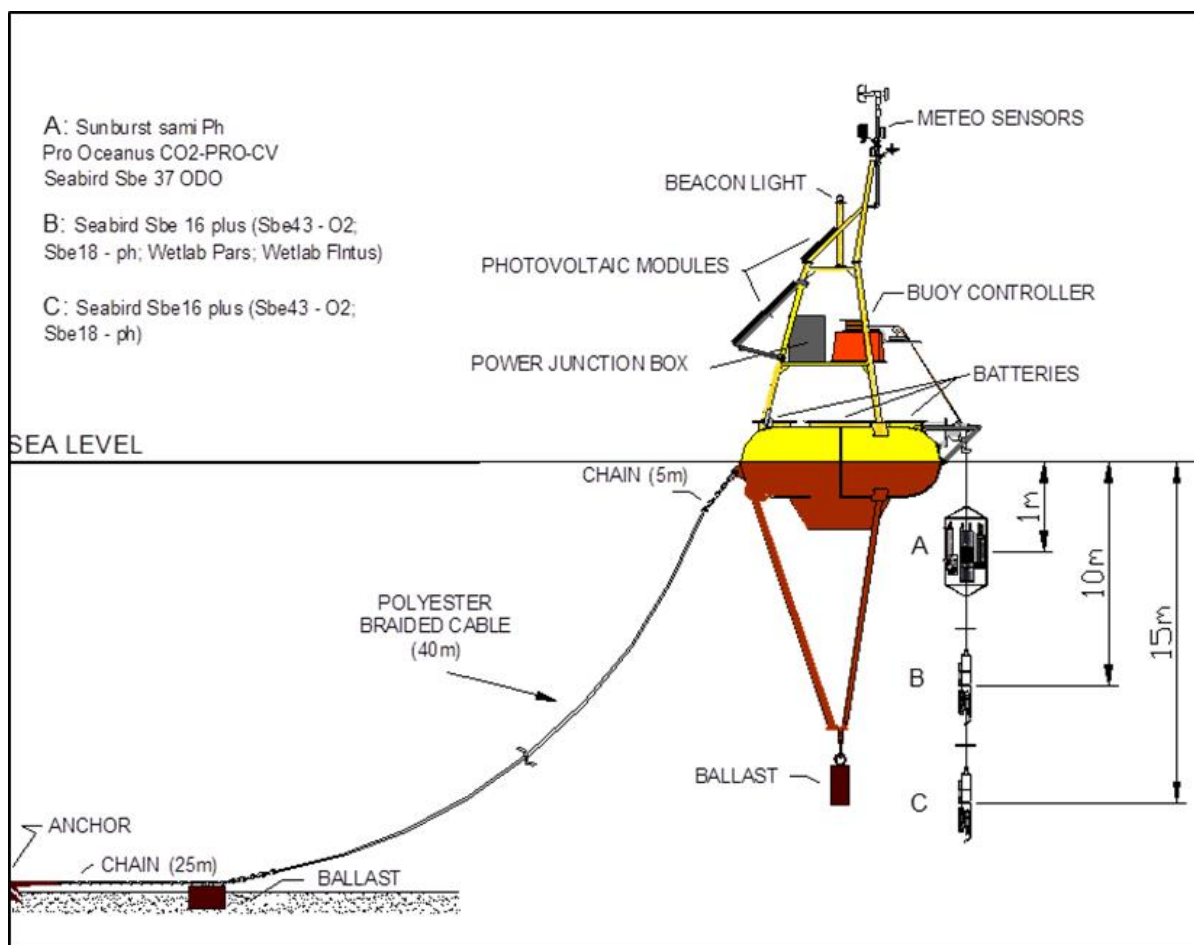


Figura 2: Configurazione del sistema di misura dal 16/4/2015.

Tabella 7: Sensori e numero di serie installati nel 2016.

2016	Sensore (con serial N.)	
1 m	SBE 37 ODO s/n 11563 (tempo reale)	
10 m	SBE16 s/n 6642 in modalità autoregistrante	SBE16 Plus s/n 6962 in modalità real time
15m	SBE16 s/n 6644	

La serie di dati a 10 m è stata acquisita per l'intero periodo di funzionamento del sistema, con le modalità di campionamento ed i sensori indicati nella seguente tabella (Tab. 8).



Tabella 8: Modalità di acquisizione a 10m.

Period	Sampling depth	Sampling frequency	Sensor
1999	profiling	3h	Idronaut
2000	profiling	3h	Idronaut
2001	profiling	3h	Idronaut
2002	profiling	3h	Idronaut
2003	profiling	3h	Idronaut
2004	profiling	3h	Idronaut
2005	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE19
2006	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE19
2007	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE19
2008	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE19
2009	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE19
2010	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE19
2011	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE19
2012	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE16 v2; ns: 6962
2013	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE16 v2; ns: 6962
2014	10m	30'	Sea Bird Sea Cat SBE16 v2; ns: 6962
2015	10m	1h	Sea Bird Sea Cat SBE16 v2; ns: 6962
2016	10m	1h	Sea Bird Sea Cat SBE16 v2; ns: 6962/ns:6642
2017	10m	1h	Sea Bird Sea Cat SBE16 v2; ns: 6962

Il periodo di funzionamento del sistema MAMBO-1 dal 1999 ad oggi (febbraio 2017) è riassunto in Tab. 9.

Tabella 9: Periodi di funzionamento del sistema MAMBO-1.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												



Tarature periodiche

Al fine di garantire nel tempo la qualità dei dati acquisiti in continuo, i sensori vengono regolarmente calibrati presso il Centro di Taratura e Metrologia Oceanografica (CTMO) di OGS (<http://nettuno.ogs.trieste.it/jungo/cto/index.html>).



Registro delle tarature:

Calibration date:	Document type:	ACQUISITION System:	Calibrated parameters:	Sensor-depth:
11/06/2016	2016/47-OGS	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6273	T, C, O2	15
23/03/2016	SeaBird	SBE16 plus SeaCat Serial number: 6962, S/N 2251	O2	10
10/02/2016	2016/10-OGS	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6962 with SBE 18 pH Sensor Serial number: 0892	T, C, pH, O2	10
9 - 28/01/2015	SeaBird	SBE37, ODO s/n: 13121; SBE63 s/n: 0941	T, C, P	2
09/12/2014	2014/75-OGS	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6962 with SBE 18 pH Sensor Serial number: 0892	T, C, pH	10
08/07/2013	2013/65-OGS	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6962 with SBE 18 pH Sensor Serial number: 0892	T, C, pH	10
19/03/2013	SeaBird	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6273	T, C, P	15
12/02/2013	SeaBird	O2 sensor SBE43 s/n: 1529	O2	15
22/10/2012	2012/89-OGS	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6962 with SBE 18 pH Sensor Serial number: 0892	T, C, pH	10
21/08/2012	2012/82-OGS	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6962 with SBE 18 pH Sensor Serial number: 0892	T, C, pH	10
02/06/2012	SeaBird	SBE16 plus V2 SeaCat Serial numbers: 6962 with O2 sensor s/n: 2251	O2	10



Ringraziamenti:

Il sistema di Monitoraggio AMBientale Operativo MAMBO è il risultato di un'attività iniziata da OGS, allora Dipartimento di Oceanografia e Geofisica Ambientale (OGA), a fine anni '90. Il progetto per la costruzione e lo sviluppo successivo di MAMBO sono stati eseguiti da OGS e finanziati, oltre che da OGS, anche da alcuni progetti di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico (tra gli altri: Fondo Trieste, progetto EU Jerico, progetto premiale nazionale Acid.it, progetto premiale NEMO-Biosist).

Si desidera ricordare e ringraziare i tanti tecnici, tecnologi e ricercatori di OGA, ora OCE (Sezione di Oceanografia), la cui attività ha consentito la progettazione, lo sviluppo e la manutenzione di MAMBO fin dal 1999. Si desidera, infine, ringraziare i diversi direttori di OGA e OCE che hanno inizialmente promosso e, quindi, sostenuto l'attività.