



**Istituto di
Scienze Marine**

Technical Report

Numero 1, Aprile 2018

**Le collezioni naturalistiche dell'Istituto di Scienze
Marine : dalla conservazione alla digitalizzazione**

F. MAGGIORE, S. ARMELI MINICANTE, S. DONNICI, A. DE LAZZARI, A. CEREGATO, G. SOCAL

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2: RICERCA SCIENTIFICA E COLLEZIONI NATURALISTICHE	7
3. METODOLOGIA DI LAVORO	8
3.1. ATTIVITÀ DI LABORATORIO	9
3.2 RICERCA ED ANALISI BIBLIOGRAFICA	10
3.3 RACCOLTA DEL MATERIALE ANCILLARE	10
3.4 BIODIVERSITY INFORMATICS	10
4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA ALLE COLLEZIONI NATURALISTICHE DI ISMAR-VENEZIA: PRIMI RISULTATI	12
4.1 LE COLLEZIONI NATURALISTICHE DI ISMAR VENEZIA	12
4.2 L'ARCHIVIO DI STUDI ADRIATICI E IL <i>REPOSITORY</i>	16
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE	17
6. RINGRAZIAMENTI	21
7. BIBLIOGRAFIA	21
APPENDICE 1	26
APPENDICE 2	31

Le collezioni naturalistiche dell'Istituto di Scienze Marine : dalla conservazione alla digitalizzazione

F. MAGGIORE, S. ARMELI MINICANTE, S. DONNICI, A. DE LAZZARI, A. CEREGATO, G. SOCIAL
ISMAR-CNR Castello 2737/f - 30122 VENEZIA.

Corresponding author F. Maggiore francesca.maggiore@ismar.cnr.it

<https://doi.org/10.26383/2611-4070.2018.001>

ABSTRACT

Nel corso di progetti di ricerca condotti nella sede di Venezia dell'Istituto ISMAR, sono state costituite raccolte di organismi marini animali e vegetali (invertebrati ed alghe), espressione di ambienti estuarini e marini del Nord Adriatico, e collezioni di carote di sedimento estratte per indagare le cause della subsidenza della laguna di Venezia. Il presente lavoro descrive le fasi di un percorso metodologico "multidisciplinare" che dallo studio dei campioni conduce alla loro messa in rete sul *repository* "Archivio Studi Adriatici". Il percorso prevede attività di laboratorio (manutenzione ed allestimento delle collezioni ed indagine tassonomica), ricerca ed analisi bibliografica sui tratti funzionali, raccolta di materiale ancillare, *biodiversity informatics*. Gli obiettivi del lavoro sono a) costruire una struttura facilmente accessibile alla comunità scientifica e dei cittadini utile alla conoscenza, formazione ed educazione ed alla conservazione della biodiversità e b) proporre tale metodo come strumento per rendere fruibili collezioni naturalistiche presenti in istituzioni di ricerca e non adeguatamente valorizzate.

PAROLE CHIAVE: collezioni naturalistiche, ambienti marini ed estuarini, tassonomia, inventario di specie, tratti funzionali, *biodiversity informatics*

During research projects carried out at the ISMAR Institute in Venice, collections of animal and vegetable marine organisms (invertebrates and algae), expression of marine and estuarine environments of North Adriatic Sea, and collections of sediment cores extracted to investigate the Venice lagoon subsidence were gathered. The present report describes the steps of a "multidisciplinary" methodological path from the study of the samples to their networking on the *repository* "Archivio di Studi Adriatici". The path includes laboratory activities (maintenance and setting up of collections, taxonomic study), bibliographic research and analysis on functional traits, collection of ancillary material, *biodiversity informatics*. The aims of this work are a) to build a structure easily accessible to the scientific and citizens community, useful for knowledge, training, education and conservation of biodiversity and b) to propose this method as a tool to make available the institutional naturalistic collections not adequately enhanced.

KEYWORDS: Natural collections, marine and estuarine environments, taxonomy, species inventory, functional traits, *biodiversity informatics*

1. Introduzione

Le collezioni naturalistiche sono raccolte di "oggetti" provenienti da ricerche o da campagne programmate o da scoperte fortuite e che sono conservati, catalogati e gestiti da musei ed organizzazioni scientifiche (National Science and Technology Council, 2009).

Le collezioni biologiche sono costituite da campioni di specie animali e vegetali; ogni campione porta informazioni sulla biodiversità e/o le caratteristiche di un territorio, sulla popolazione e sui *taxa* in esso

presenti (Rollins, 1965); esse rappresentano le prove fisiche del ritrovamento di una specie in un determinato momento e luogo, ci forniscono informazioni sull'interesse scientifico dei secoli passati e, in alcuni casi, ci dicono qualcosa sulla storia dei nomi delle specie (Lane, 1996; van Andel et al., 2012); le collezioni rappresentano un'informazione insostituibile sulla condizione in cui si trova la biosfera, in un'era dominata dall'influenza antropica su scala planetaria e dal pericolo della perdita di biodiversità. Infatti, la conservazione e l'uso sostenibile di flora e fauna sono sancite dalla Convenzione sulla Diversità Biologica¹ (Firmata a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992) che impone, alle nazioni firmatarie, un'indagine sulle specie di piante e animali che vivono entro i propri confini politici (Alberch, 1993; Lane, 1996; Edwards et al., 2000; Mikkelsen e Cracraft, 2001; Winker, 2004; Rainbow, 2009; Suarez e Tsutsui 2004; Boakes et al., 2010; Johnson et al., 2011; Hoeksema et al., 2011). Pyke e Ehlich (2010) mettono in luce l'importanza delle collezioni biologiche come serbatoio di informazioni non deducibili dai semplici dati grezzi; poter studiare gli organismi, anche se conservati, fornisce conoscenza sui modelli spaziali e temporali della taglia di popolazione di una specie, sugli attributi morfologici (lunghezza del corpo o dello stelo), sui tratti riproduttivi (taglia del frutto e del seme, numero di semi per frutto, numero di uova, taglia degli organi riproduttivi, numero di giovani per femmina), sugli attributi genetici, sulle misure di crescita e sulle forme di resistenza. Queste conoscenze sono importanti per contribuire a comprendere i diversi processi di declino delle specie in pericolo e come i cambiamenti climatici possano influenzare i modelli stagionali della riproduzione e della crescita di una specie, il controllo, la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità.

Affinché tali collezioni possano essere utilizzate in maniera razionale, è importante la loro cura e gestione. Il primo approccio per la corretta gestione delle collezioni biologiche è la rigorosità tassonomica. La tassonomia è la scienza che identifica la specie e le assegna il nome secondo un sistema regolato da convenzioni internazionali definito nomenclatura binomia. Un approccio tradizionale per l'identificazione delle specie è quello che si basa sui caratteri morfologici; oggi, alla tassonomia fenotipica si integra la metodica del *DNA barcoding* (Hebert et al., 2003; Boero e Bernardi, 2014), basata sul sequenziamento di specifiche regioni genomiche (*barcode*) quale carattere discriminante nell'identificazione delle specie. La conoscenza tassonomica delle specie presenti in un habitat è il punto di partenza per una buona conservazione della biodiversità, ma altro requisito fondamentale è la conoscenza approfondita di ecologia, fisiologia e biogeografia delle specie che vi abitano (Pyke e Ehlich 2010; Boero e Bernardi, 2014).

Tra le collezioni naturalistiche, anche le collezioni geologiche rivestono grande importanza. Le collezioni geologiche sono costituite da campioni di rocce, di sedimenti e da minerali; tali campioni descrivono e caratterizzano l'ambiente naturale da cui provengono, fornendo altresì dati ambientali dell'epoca della loro formazione o deposizione. Tra queste, le collezioni paleontologiche forniscono informazioni in parte simili a quelle dei campioni biologici e permettono inoltre di conoscere come era costituita la biosfera nelle diverse fasi di evoluzione del pianeta. Tramite l'analisi dei reperti fossili è possibile scoprire le numerose specie vegetali e animali che hanno popolato il pianeta nelle ere geologiche, studiare l'evoluzione biologica, dall'origine delle prime forme di vita ad oggi e avere informazioni sulle estinzioni di massa che si sono verificate nel passato. Molte specie fossili hanno un prezioso significato

¹ Convenzione sulla Diversità Biologica: <https://www.cbd.int/convention/text/default.shtml>

paleoambientale, altre hanno un valore biostratigrafico, perché sono esclusive di un definito intervallo di tempo, e quindi consentono una datazione relativa delle rocce che li contengono.

Le collezioni naturalistiche possono, quindi, essere considerate come un archivio contenente una grande quantità di dati provenienti da studi scientifici di varia natura come, ad esempio, studi di zoologia, botanica, ecologia, biogeografia, fisiologia e geologia (Rothwell, 2001; National Science and Technology Council, 2009). In tabella 1 vengono brevemente elencati gli “oggetti” delle collezioni naturalistiche.

Tabella 1: esempi di collezioni naturalistiche.

COLLEZIONI NATURALISTICHE		
Collezioni biologiche	Botanica	Esemplari e/o parti di piante, alghe, funghi, briofite (erbario, colture, preparati microscopici, fissati in liquido, xiloteca, ecc.)
	Zoologia	Esemplari e/o parti di animali (essiccati, imbalsamati, fissati in liquido, preparati microscopici, ecc.)
Collezioni geologiche	Geologia	Rocce, minerali, carote di sedimento
Collezioni paleontologiche	Paleontologia	Reperti fossili animali e vegetali

Le collezioni naturalistiche nel loro insieme, curate e organizzate, diventano strumenti vitali con molteplici funzioni:

- **forte base di conoscenza per successive ricerche.** Hoeksema et al. (2011), confrontando campioni di coralli e spugne raccolti nelle Antille Olandesi con campioni prelevati nello stesso luogo 30 anni prima, rilevano l’impoverimento della fauna della barriera corallina, probabilmente per lo stress causato dall’ancoraggio di grandi navi;
- **prova insostituibile delle tendenze ecologiche a lungo termine.** Lister (2011) sottolinea l’importanza delle spedizioni marine “Discover” e “Challenger” che hanno permesso di campionare centinaia di stazioni marine a fine Ottocento-inizio Novecento; oggi queste serie di dati forniscono una risorsa eccezionale (e in gran parte inutilizzata) per una ricostruzione delle comunità del passato e per il confronto con i dati recenti (Robbirt et al., 2011);
- **fonte di dati da integrare con nuove metodologie per una corretta descrizione tassonomica.** L’utilizzo di nuovi strumenti, quali ad esempio le tecniche molecolari, permettono di revisionare le collezioni scientifiche, supportando una corretta identificazione tassonomica e fornendo nuovi dati (France e Kocher, 1996; Chase et al., 1998);
- **valore culturale.** Oltre ad essere strumenti fondamentali per la ricerca scientifica, le collezioni naturalistiche hanno anche altri importanti valori: culturale, in quanto costituiscono una fonte primaria per lo studio dell’evoluzione delle discipline naturalistiche (Beretta, 2002; Olmi, 2013), educativo, economico e anche espositivo, si pensi ad esempio alla bellezza dei campioni di rocce, minerali e fossili. (Nudds e Pettit, 1997; Stanley, 2004; Avanzini e Gios, 2012).

Storicamente, la conservazione e gestione delle collezioni naturalistiche è stata prerogativa dei musei di storia naturale e degli orti botanici; tali collezioni sono state raccolte durante spedizioni e lavori sul campo mirati alla scoperta del patrimonio naturale di una data area geografica. Il progresso della ricerca scientifica

ambientale, condotta in istituzioni di ricerca e università, ha sviluppato ricerche mirate alla valutazione degli impatti sulle componenti biotiche ed abiotiche, che sono state campionate e conservate e, in alcuni casi, rese fruibili in collezioni naturalistiche (Chamber, 2001; Scripps Institute of Oceanography <https://scripps.ucsd.edu/collections/bi/research/san-diego-shelf-collection>).

La tendenza alla valorizzazione delle collezioni naturalistiche è sempre più diffusa nelle istituzioni di ricerca, facilitata anche dall'introduzione e dallo sviluppo delle infrastrutture virtuali. Oggi i ricercatori sono interessati alla creazione di banche dati per registrare la biodiversità e i campioni catalogati, che permetteranno l'inventario e il monitoraggio delle specie ed un più facile reperimento delle informazioni.

Diversi autori confidano nelle opportunità fornite dalla tecnologia dell'informazione per organizzare i dati delle collezioni naturalistiche e tutte le informazioni associate in una forma di recupero efficiente, allo scopo di soddisfare le esigenze della scienza e della società; questo compito è ben svolto dalla *biodiversity informatics*, nuova disciplina che integra la ricerca biologica, la scienza computazionale e l'ingegneria del software per affrontare la memorizzazione, l'integrazione e il recupero dei dati biotici. Grazie alla *biodiversity informatics* questi dati unici e preziosi saranno preservati per il futuro e si potrà dimostrare sia il potere delle collezioni esistenti, sia le lacune geografiche, ecologiche e tassonomiche che devono essere riempite da indagini e raccolte aggiuntive; si tratta di uno strumento sintetico funzionale ad indagini di biodiversità e ad analisi di pianificazione ambientale (Krishtalka e Humphrey, 2000; Pyke e Ehrlich 2010; Boakes et al., 2010; Elwood et al., 2015; Page et al., 2015; Rainbow 2009; Johnson et al., 2011).

Per soddisfare questa esigenza, giardini botanici, musei e istituzioni di ricerca di tutto il mondo hanno cominciato a digitalizzare le proprie collezioni e a creare banche dati facilmente consultabili. Focalizzando l'attenzione sull'ambiente marino, si possono citare alcune Istituzioni che hanno organizzato e rese fruibili le proprie collezioni provenienti dalla ricerca scientifica attraverso database contenenti la lista delle specie della collezione, i dati di tassonomia, di sistematica e di biogeografia, ma anche la litologia e le analisi eseguite per i campioni di rocce e sedimenti. Tra queste Istituzioni di ricerca si ricordano l'*Institut de Ciències del Mar* di Barcellona (<http://www.cmima.csic.es/serveis/colecc/>), l'*Instituto Español de Oceanografía* di Malaga (<http://www.ma.ieo.es/cfm/en/bibliografia.html>), il *Virginia Institute of Marine Science* (<http://www.vims.edu/research/facilities/fishcollection/about/>), la *Scripps Institution of Oceanography* di San Diego (<https://scripps.ucsd.edu/collections>), il *South African Institute for Aquatic Biodiversity* (<http://www.saiab.ac.za/saiab-collection-facility.htm>), l'*Helmholtz Centre for Ocean Research* di Kiel (<https://www.geomar.de/en/centre/central-facilities/tlz/core-rock-repository>)

Le collezioni naturalistiche, conservate in musei di storia naturale, giardini zoologici, orti botanici e istituti di ricerca, possono anche essere inserite in grandi networks, capaci di gestire un elevato numero di dati e fornire il libero accesso alle informazioni (es. BioCase - Biological Collection Access Services for Europe, <http://www.biocase.org/>; Europeana Collections, <https://www.europeana.eu/portal/it>; EOL – Encyclopedia of Life, <http://www.eol.org/>).

Nel corso di progetti di ricerca di ecologia e geologia condotti nella sede di Venezia dell'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISMAR), sono state costituite raccolte di organismi marini animali e vegetali, provenienti principalmente da ambienti estuarini e marini del Nord

Adriatico. A queste si affiancano le ricerche geologiche iniziate nei primi anni '70 per indagare le cause della subsidenza della laguna di Venezia. Le carote estratte dai sondaggi costituiscono uno straordinario archivio dell'evoluzione geologica e ambientale di quest'area nel Pleistocene (Massari et al., 2004). A queste si affiancano i campioni di sedimento e di roccia prelevati sia nella laguna veneta che nell'Adriatico settentrionale.

Obiettivo principale del presente report è quello di descrivere le varie fasi di un percorso metodologico multidisciplinare per organizzare, valorizzare e rendere fruibili le collezioni naturalistiche generate dalla ricerca scientifica ambientale di ISMAR al fine di costruire un "museo virtuale" facilmente accessibile non solo alla comunità scientifica ma anche ai cittadini e alle amministrazioni e che sia utile sia agli studi di conservazione e biodiversità, ma anche alla divulgazione della conoscenza. In particolare si vuole: i) individuare un percorso generale per gli studi di biodiversità e tassonomia delle collezioni naturalistiche di ISMAR; ii) eseguire un censimento delle raccolte e collezioni presenti in ISMAR Venezia; iii) pianificare le attività necessarie per la gestione e le ricerche da eseguire per le diverse tipologie di collezioni.

2. Ricerca scientifica e collezioni naturalistiche

L'Istituto di Scienze Marine di Venezia (ISMAR) nasce nel 2001 dall'unione di due istituti del CNR presenti sul territorio veneziano: l'Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse (ISDGM) e l'Istituto di Biologia del Mare (IBM) i cui fini istituzionali sono descritti al seguente indirizzo <http://www.cnr.it/istituti/sezione.html?id=632ecds=080>.

Le ricerche non mirate alla costituzione di collezioni naturalistiche, ma che le hanno inevitabilmente generate sono iniziate a cominciare dagli anni '40 del secolo scorso.

Attività di ricerca e studio delle macroalghe della Laguna di Venezia sono state condotte nel periodo compreso tra il 1941 e il 1952 nell'ambito di un progetto di ricerca finanziato dal Laboratorio Centrale di Idrobiologia di Roma e che ha avuto come obiettivo la produzione autarchica dell'*agar-agar*. Tale studio fu svolto da Michelangelo Minio (Direttore del Museo di Storia Naturale di Venezia), in collaborazione con Giacomo Zolezzi e Nicolò Spada. Durante questo periodo si effettuarono diversi studi di fenologia e attività riproduttiva delle specie di *Gracilaria* e *Ulva*. Da tale ricerca è stato realizzato un erbario attualmente conservato nella sede ISMAR di Venezia.

Negli anni '70 sono iniziati i "Sondaggi profondi per lo studio della subsidenza". Alcune carote storiche che avevano consentito di determinare già negli anni '70 la struttura idrogeologica del sottosuolo, sono state rianalizzate in tempi recenti consentendo di aggiornare le conoscenze scientifiche sulle variazioni del livello marino nel passato (Kent et al., 2002; Massari et al., 2004). L'uso dei carotaggi è proseguito anche dopo il 2000 con il progetto di Cartografia Geologica Regionale (Progetto CARG) per la realizzazione dei Fogli Venezia e Chioggia-Malamocco.

A partire dagli anni '80 ad oggi sono iniziate ricerche sulle comunità biologiche degli ecosistemi costieri ed estuarini del Nord Adriatico in relazione alle variabili ambientali, ai cambiamenti climatici e

all'impatto delle attività umane. Le ricerche sono iniziate con lo studio dei biotopi a foraminiferi della Laguna di Venezia e sono proseguite negli anni '90 nell'ambito di due progetti finanziati dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (MURST) "Sistema lagunare veneziano" I e II fase e Progetto PRISMA 2 (Programma di Ricerca e Sperimentazione per la salvaguardia del Mare Adriatico) "Alterazioni delle comunità bentoniche".

Sempre negli anni '90 un'altra serie di ricerche è stata indirizzata allo studio dei flussi di materiale particolato nella colonna d'acqua nell'Adriatico meridionale ed in Mar Ionio. Le ricerche, finanziate dalla Comunità Europea nell'ambito di due progetti MAST (Marine Science and Technology) MTP (Mediterranean Targeted Project) e EU MATER, sono state condotte attraverso trappole di sedimentazione che danno la possibilità di osservare eventuali cambiamenti del materiale particolato e di controllarne le variazioni a breve e lunga scala temporale. Nelle trappole di sedimentazione cadono fortuitamente organismi viventi, dei quali è stata conservata una selezione fotografica.

Dalla fine degli anni '90 ad oggi sono iniziate le ricerche su invertebrati bentonici.

Le collezioni di invertebrati bentonici sono state generate dagli studi di analisi di comunità mirati alla caratterizzazione biologica di ambienti costieri ed estuarini. In questo contesto si inserisce la prima analisi conoscitiva idrodinamica, fisico-chimica e biologica dell'estuario del fiume Piave. In Laguna di Venezia le ricerche, finanziate dal CO.RI.LA (Consorzio Ricerche Lagunari), sono state articolate in due progetti. Il primo "Lo studio della biodiversità per un equilibrio fra conservazione e sfruttamento in Laguna di Venezia" è stato rivolto allo studio della diversità biologica come contributo alle conoscenze dei meccanismi che regolano l'ecosistema lagunare e come base conoscitiva; il secondo "indicatori di indici di qualità ambientale per la Laguna di Venezia" ha sviluppato una metodologia unitaria per la determinazione/identificazione di indici di qualità ecologica, sulla base dell'integrazione di dati di tipo biologico, ecotossicologico e chimico. L'ARPAV ha finanziato il progetto "Sperimentazioni e attività di gestione del Campo Sperimentale" con la finalità di realizzare un'area attrezzata in mare (nord Adriatico) per sperimentazioni di carattere ambientale, in particolare di tecniche e metodologie di protezione costiera, ripopolamento ittico e molluschicoltura, monitoraggio ambientale attraverso bioindicatori, studio dei processi di colonizzazione.

3. Metodologia di lavoro

Il lavoro per l'organizzazione delle collezioni e la loro fruibilità richiede lo sviluppo di 4 attività: di laboratorio, di ricerca e analisi bibliografica, di raccolta di materiale ancillare, di *biodiversity informatics*. La fase preliminare prevede il censimento delle raccolte/collezioni, presenti in un Istituto di ricerca, che si vogliono organizzare al fine di avere una panoramica completa sulla tipologia, la consistenza, il livello di organizzazione, ma anche sulle necessità e il tipo di lavoro da intraprendere.

3.1 Attività di laboratorio

3.1.1 Manutenzione e allestimento

La prima fase prevede:

- manutenzione: valutazione dello stato di salute delle raccolte/collezioni, rabbocco o sostituzione dei conservanti nei contenitori per le collezioni in liquido, controllo dello stato di conservazione dei foraminiferi nelle cellette, controllo dello stato di conservazione delle carote e dei campioni di sedimento, controllo e/o trattamento dei fogli d'erbario, controllo e/o sostituzione delle etichette e di eventuali schede descrittive;
- allestimento: riorganizzazione dei campioni in contenitori, vassoi, scatole, armadi e individuazione di locali, opportunamente climatizzati e ventilati, per contenere e/o esporre le collezioni.

3.1.2 Indagine tassonomica

La seconda fase, applicabile alle raccolte biologiche e paleontologiche, richiede rigosità tassonomica. Boero e Bernardi (2014) definiscono tassonomia fenotipica quella in cui le specie si determinano in base ai caratteri morfologici e tassonomia genotipica la disciplina che identifica le specie sulla base dei propri caratteri genetici, utilizzando il metodo del “*genetic barcoding*”. Secondo gli autori la moderna tassonomia deve integrare le due metodologie tassonomiche in una forma di cooperazione e gli esemplari del *voucher*² devono essere codificati con un codice a barre e depositati in modo sicuro per consentire controlli futuri. Il fenotipo (*sensu* Mahner e Kary, 1997) è l'insieme di tutte le proprietà osservabili (tratti) di un organismo: morfologiche, riproduttive, di crescita, comportamentali che, come evidenziato da Pyke e Ehrlich (2010), mettono in luce l'importanza della conoscenza dei tratti fenotipici o funzionali per la comprensione di fenomeni ecologici più generali.

Seguendo l'approccio fenotipico le attività da svolgere sono: determinazione di *taxa* non ancora identificati, aggiornamento della nomenclatura, revisione delle specie dubbie alla luce degli ultimi sviluppi in campo tassonomico e in relazione della diffusione di specie aliene congeneriche e, dove possibile, analisi dei tratti fenotipici (taglia di popolazione, misure di crescita, aspetti riproduttivi quali la presenza di propaguli, spore, numero di uova, taglia degli organi riproduttivi, numero di giovani per femmina, forme di resistenza).

Completata questa fase vengono selezionati alcuni esemplari per l'acquisizione di immagini e successiva digitalizzazione.

Inoltre, quando possibile, i campioni saranno identificati e/o revisionati integrando i metodi tassonomici morfo-anatomici con la tecnica molecolare di *DNA barcoding*. Gli esemplari del *voucher* saranno codificati a barre e depositati in modo sicuro per consentire controlli futuri.

² Un *voucher* è un campione rappresentativo di un organismo identificato da esperti che viene depositato e conservato presso una struttura alla quale i ricercatori possono accedere per ottenere il campione per l'esame e ulteriori studi.

3.2 Ricerca e analisi bibliografica

3.2.1 I tratti funzionali

Tutte le informazioni derivate dall'attività tassonomica su ogni specie permettono di creare il "catalogo delle specie". Il catalogo delle specie dovrebbe essere corredato, per ciascuna di esse, da una scheda riassuntiva con informazioni di sistematica, tassonomia, tratti funzionali (biologia e autoecologia), relativa bibliografia; la scheda sarà collegata all'immagine fotografica e/o a disegni della specie/campione.

I database di riferimento dei tratti biologici delle specie marine sono BIOTIC, (<http://www.marlin.ac.uk/biotic/>), database sui tratti biologici degli invertebrati e dei vegetali bentonici delle coste inglesi e irlandesi e POLYTRAITS (<http://polytraits.lifewatchgreece.eu/>), database sui tratti biologici dei policheti. BIOTIC e POLYTRAITS sono importanti punti di riferimento ma non esaustivi per le collezioni di ISMAR per ragioni geografiche e di gruppi tassonomici trattati.

Per le specie presenti nelle collezioni che non sono state trattate dai citati database, si prevede la compilazione di schede descrittive con le informazioni tratte dalla bibliografia sul modello di BIOTIC.

In Appendice 1 è esposto il profilo di una specie campione in forma di scheda sintetica; l'esempio descritto è stato approfondito per un uso da parte di ricercatori e di studenti universitari, ma la scheda può anche essere costruita in una forma più semplice ed esplicativa che la renderà più accessibile anche ad un più ampio pubblico interessato alle scienze naturali.

3.3 Raccolta del materiale ancillare

3.3.1 Materiale ancillare

Questa fase riguarda tutte le collezioni e comprende la raccolta e organizzazione del materiale correlato alla singola specie o alla collezione; sono considerati dati ancillari, ad esempio, le coordinate geografiche, le osservazioni prese sul campo, i dati ambientali, i testi per la determinazione tassonomica, le fotografie e qualsiasi materiale documentale manoscritto o a stampa, gli articoli scientifici e di letteratura grigia sull'argomento, i dati storici sull'area interessata dalla collezione, ecc. La raccolta e organizzazione di tutti questi dati servirà inoltre per il processo di metadattazione.

Per il sedimento, oltre alla descrizione del campione, vengono archiviati anche tutti i dati relativi alle analisi svolte: analisi granulometriche; analisi macro e micro-plaentologiche; analisi petrografiche, mineralogiche e geochimiche; radiodattazioni; ecc.

3.4 Biodiversity informatics

La procedura di seguito descritta, ideata principalmente per le collezioni biologiche, si adatta anche alle collezioni geologiche, che verranno trattate nello stesso modo.

3.4.1 Catalogazione

Il nome scientifico della specie, la posizione sistematica, la data e il luogo di raccolta, gli autori della collezione, il nome di chi ha raccolto e determinato la specie, il codice del campione e l'eventuale numero di catalogo (*collection code*) vengono registrati su un foglio elettronico (Fig.1), che corrisponde ad una scheda di catalogazione. Ad ogni voucher viene associata un'etichetta riportante i dati essenziali estratti dalla scheda di catalogazione. Sul foglio elettronico possono essere registrati anche i dati provenienti dal materiale ancillare e le informazioni relative ai tratti funzionali; questo renderà più agevole ricavare i metadati necessari all'acquisizione e importazione dei dati per l'archiviazione.

VOUCHER ID	Catalog Name	Collection Code	LABEL	Folder position	Subfolder position	Istitution Storing	Shelf
ISMAR0925	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Wildemania lacimanda, Porphyra	Minio Folder XX	16	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0926	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Dermatholiton pust., Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0927	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0928	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra sp.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0929	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0930	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0931	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0932	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0933	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0934	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0935	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0936	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0937	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0938	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0939	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea undulata	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0940	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea v. undulata	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0941	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra atropurpurea	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0942	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor	Minio Folder XX	17	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0943	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra minor, Porphyra atropurpurea undulata	Minio Folder XX	18	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV
ISMAR0944	Collezione Minio&Spada	MS_Miscellanea	Porphyra atropurpurea s.l.	Minio Folder XX	18	Algarium Veneticum, ISMAR-CNR Venezia	IV

Fig. 1 – Esempio di foglio elettronico realizzato per la gestione dei campioni dell'*Algarium Veneticum*

3.4.2 Digitalizzazione e metadattazione

Le immagini relative agli esemplari selezionati sono acquisite con l'ausilio della strumentazione più adatta: scanner planetario digitale Bookeye® 3 (per fogli d'erbario, fotografie, libri, ecc.), microscopio SEM (per foraminiferi, ecc.), fotocamera digitale (per macrozoobenthos, campioni geologici, ecc.).

La descrizione delle immagini della collezione viene fornita dall'insieme di diverse tipologie di informazione indicate con il nome generico di metadati (dal greco *μετα* "oltre, per mezzo" e dal latino *datum* "informazione", letteralmente "dato per mezzo di un altro dato"). In particolare, a ciascuna immagine sarà associato un set di metadati comprendente sia lo standard dei Dublin Core (un vocabolario di quindici elementi di dati opzionali utili in diversi contesti biblioteconomici ed archivistici) che quello dei Simple Darwin Core (un insieme di termini capaci di descrivere oggetti attinenti al dominio della biologia) (Biodiversity Information Standards, <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/index.htm>); in Appendice 2 viene riportato un esempio di metadati utilizzati per l'*Algarium Veneticum* (Armeli Minicante et al., 2017a).

3.4.3 Creazione del repository

I campioni digitalizzati dalle rispettive collezioni saranno organizzati in un *repository*, ovvero un archivio informatico contenente le immagini dei campioni e i rispettivi metadati associati. Oltre ad avere la

funzione di organizzazione dei dati, il *repository* sarà utile in termini di diffusione delle informazioni, scambio di conoscenze, promozione educativa e incoraggiamento alla collaborazione, oltre che costituire una importantissima fonte per le ricerche sulla biodiversità. Per favorire un pieno accesso e riuso dei contenuti del *repository* e del museo virtuale che dovrà essere realizzato, si adotteranno licenze aperte standard (CC-BY) secondo lo standard Creative Commons (<https://creativecommons.org>).

4. Applicazione della metodologia alle collezioni naturalistiche di ISMAR-Venezia: primi risultati

4.1 Le collezioni naturalistiche di ISMAR-Venezia

E' stato effettuato un primo censimento delle raccolte e/o collezioni presenti in Istituto; in Tabella 2 viene illustrata la composizione delle collezioni e i progetti da cui sono state generate. Inoltre, per ogni tipologia di collezione è stata fatta una ricerca che ha portato ad ottenere informazioni relative alla consistenza, il livello di organizzazione e la localizzazione geografica di provenienza di ciascuna collezione. Di seguito vengono descritte le informazioni ottenute per ciascuna collezione.

4.1.1 L'Erbario *Algarium Veneticum*

L'Erbario *Algarium Veneticum* è l'erbario istituzionale del CNR-ISMAR Venezia, istituito nel 2015 e registrato con Index Herbariorum <ISMAR> (<http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>). L'erbario è stato costituito in seguito al ritrovamento presso Biblioteca Storica di Studi Adriatici dell'Istituto di Scienze Marine di un erbario algologico realizzato da Michelangelo Minio e Nicolò Spada durante la Seconda Guerra Mondiale. L'*Algarium Veneticum* comprende:

- la collezione Thuret: comprendente un esemplare di *Corallina mediterranea* Areschoug raccolta nel 1870 a Biarritz (Francia) e proveniente dallo storico Herbarium Thuret. Non si conosce il motivo per cui tale esemplare sia stato trovato tra la documentazione della Biblioteca, probabilmente esso è stato oggetto di scambio da parte di alcuni studiosi delle alghe della Laguna (forse lo stesso Michelangelo Minio o Aristocle Vatova). Questo esemplare rappresenta il campione più antico dell'*Algarium Veneticum*;
- la collezione Minio e Spada: realizzata da Michelangelo Minio (1872-1960), botanico e naturalista, con il contributo di Nicolò Spada e Giacomo Zolezzi, e comprendente in totale 1169 fogli d'erbario (*exsiccata*). La sezione principale è intitolata "*Distribuzione e polimorfismo di Gracilaria confervoides nella laguna di Venezia*" e contiene 19 carpette con 884 *exsiccata* identificati dagli Autori come *Gracilaria confervoides* (L.) Greville. I campioni sono stati raccolti tra il 1941 e il 1950 in 107 stazioni di campionamento distribuite nel centro storico della città di Venezia, nelle isole di Chioggia, Lido e Murano. La collezione comprende anche una sezione di miscellanea costituita da 9 carpette contenenti 285 *exsiccata* appartenenti a differenti *taxa* di alghe rosse, verdi e brune, raccolte nello stesso periodo nella Laguna di Venezia. I risultati di questa ricerca sono pubblicati in Minio (1949), Minio e Spada (1950; 1952);

Tabella 2 – Il patrimonio naturalistico di ISMAR Venezia censito in questo lavoro

	NOME COLLEZIONE	POSIZIONE GEOGRAFICA	GRUPPI TASSONOMICI	TIPOLOGIA	CURATORE RESPONSABILE	PROGETTO	ENTE FINANZIATORE
Z O B E N T H O S	Dese	Estuario del Dese	Annelida Polychaeta e Oligochaeta, Mollusca Gastropoda, Bivalvia e Opisthobranchia, Crustacea Malacostraca, Sipunculida, Echinodermata	In liquido	Maggiore F.	1)Lo studio della biodiversità per un equilibrio fra conservazione e sfruttamento in laguna di Venezia 2)Indicatori e indici di qualità ambientale in laguna di Venezia	CO.RI.LA
	Piave	Estuario del Piave	Annelida Polychaeta e Oligochaeta, Mollusca Bivalvia, Crustacea Peracarida, Insecta Chironomidae	In liquido	Maggiore F.		CNR ISDGM
	Barriere artificiali	Nord Adriatico	Annelida Polychaeta, Mollusca, Crustacea, Hydrozoa, Bryozoa	In liquido	Maggiore F.	Sperimentazioni e attività di gestione del Campo Sperimentale	ARPAV
	Serandrei-Barbero 1	Laguna di Venezia	Foraminifera	A secco	Donnici S.	I biotopi a foraminiferi della Laguna di Venezia	CNR ISDGM
	Serandrei-Barbero 2	Golfo di Venezia	Foraminifera	A secco	Donnici S.	I biotopi a foraminiferi della Laguna di Venezia	CNR ISDGM
	Bacino centrale	laguna di Venezia, Bacino centrale	Foraminifera	A secco	Donnici S.	Sistema Lagunare Veneziano	MURST
	Nord Adriatico	Nord Adriatico, delta del Po	Foraminifera	A secco	Donnici S.	Alterazioni delle comunità bentoniche PRISMA 2	MURST
	Baia di Guanabara	Brasile	Foraminifera	A secco	Donnici S.	TAGUBAR cooperazione Italia-Brasile	Ministero degli Affari esteri
	Baia di Laizhou	Cina	Foraminifera	A secco	Donnici S.	Accordo bilaterale CNR/ CHINESE Academy of sciences	CNR
F I T O B E N T H O S	Thuret	Francia	Rhodophyta	<i>exsiccatum</i>	Armeli Micicante S.		
	Minio e Spada	Laguna di Venezia	Macroalghe (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae)	<i>exsiccata</i>	Armeli Micicante S.	Distribuzione e polimorfismo di <i>Gracilaria confervoides</i> (L.) Delile nella Laguna di Venezia	Laboratorio Centrale di Idrobiologia
	SeaVe	Laguna di Venezia	Macroalghe (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae)	<i>exsiccata</i> , in liquido	Armeli Micicante S.	Seaweed of Venice Lagoon	
P L A N C T O N		Nord Adriatico	Mesoplancton	immagini	de Lazzari A., Socal G.	Sperimentazioni e attività di gestione del Campo Sperimentale	ARPAV
		Ionio	Mesoplancton	immagini	de Lazzari A., Socal G.	Mass Transfer and Ecosystem response	MAST-MPT EU MATER
		Adriatico meridionale	Mesoplancton	immagini	de Lazzari A., Socal G.	Mass Transfer and Ecosystem response	MAST-MPT EU MATER
S E D I M E N T O	pozzo VE-1	Isola del Tronchetto, Venezia			Donnici S.	Sondaggi profondi per lo studio della subsidenza	CNR ISDGM
	pozzo VE-1 bis	Isola del Tronchetto, Venezia			Donnici S.	Sondaggi profondi per lo studio della subsidenza	CNR ISDGM
	pozzo VE-2	Arsenale di Venezia			Donnici S.	Sondaggi profondi per lo studio della subsidenza	CNR ISDGM
	sondaggi Lito	Litorale veneziano Sottomarina-Jesolo			Donnici S.	Sondaggi per lo studio della subsidenza	CNR ISDGM

- la collezione SeaVe: costituita da 197 *exsiccata* di Rhodophyta 34 di Phaeophyceae e 164 di Chlorophyta raccolte tra il 2014 e il 2016 lungo i canali del centro storico della città di Venezia. Tali campionamenti sono stati realizzati con l'obiettivo di effettuare un confronto con alcuni siti di campionamento di Minio e Spada, e aggiornare le informazioni sulle specie macroalgali presenti nella città di Venezia.

4.1.2 Gli invertebrati bentonici marini

Raccolte di invertebrati bentonici sono state costituite nel corso di diversi progetti di ricerca finalizzati principalmente alla valutazione della biodiversità in aree diverse del Nord Adriatico:

Le aree geografiche interessate sono l'estuario del Piave, l'estuario del Dese (Laguna di Venezia) e le barriere artificiali in Nord Adriatico.

- Estuario del Piave: la fauna proviene da campionamenti effettuati in giugno 1997 su fondo mobile ad una profondità di 1,5 m; la posizione delle 5 stazioni di campionamento è stata individuata in base alla distanza dalla foce ed alle località prossime. La fauna consta di 2000 individui ripartiti nei *taxa* dei Mollusca Bivalvia, Annelida Polychaeta e Oligochaeta, Crustacea e Insecta Diptera. I risultati sono illustrati in Maggiore et al. (2001);
- Estuario del Dese: la raccolta contiene invertebrati prelevati stagionalmente fra il 2002 ed il 2003 in 9 stazioni di fondo mobile ad una profondità media di 0,5 m. Le stazioni sono georeferenziate, corredate da osservazioni prese sul campo e, in parte, da dati fisico-chimici della colonna d'acqua. La fauna comprende circa 60.000 individui ripartiti principalmente nei *taxa* dei Mollusca Gastropoda e Bivalvia, Annelida Polychaeta e Oligochaeta, Crustacea Decapoda e Peracarida. I risultati sono presentati in Maggiore e Keppel (2007);
- Barriere artificiali in Nord Adriatico: i campioni sono stati prelevati da gennaio a novembre 2004, ogni due mesi, e a maggio e dicembre 2005 su substrati duri artificiali in mare ad una profondità di 14 m. La posizione della barriera è definita dalle coordinate geografiche; la raccolta di invertebrati è corredata da fotografie e dati fisico-chimici della colonna d'acqua. La fauna sessile include circa 10000 individui ripartiti nei *taxa* degli Hydroida, Anthozoa, Mollusca Bivalvia, Annelida Polychaeta, Crustacea Cirripedia, Bryozoa, Ascidiacea cui si aggiunge tutta la fauna vagile. I risultati vengono descritti in Maggiore e Keppel (2006).

Tali raccolte annoverano circa 170 specie a cui si aggiungono i *taxa* non ancora identificati.

4.1.3 I Foraminiferi

Le collezioni di Foraminifera provengono dall'intenso campionamento in Laguna e alto Adriatico compiuto dall'allora Istituto per lo Studio delle Grandi Masse (CNR-ISDGM) di Venezia (ora CNR-ISMAR) a partire dagli anni '70. La raccolta, proveniente dalla Laguna e dal Golfo di Venezia, contiene oltre 100 specie di foraminiferi bentonici, organizzate in ordine tassonomico. Tra le pubblicazioni più significative legate a questa raccolta si ricordano Albani e Serandrei-Barbero (1982, 1990) e l'Atlante dei Foraminiferi della Laguna di Venezia (Serandrei-Barbero et al., 2008). Sono inoltre presenti raccolte provenienti dal Mare Adriatico (Donnici e Serandrei-Barbero, 2002), da alcune baie dell'Australia, del Brasile (Donnici et al.,

2012) e della Cina costituite nel corso di diversi progetti di ricerca. Gli esemplari di foraminiferi, isolati dal residuo di lavaggio del sedimento, una volta determinati, sono incollati su cellette di plastica o su carta fotografica e conservati a secco in vassoi dedicati all'interno di un apposito armadio.

4.1.4 Le carote di sedimento

Le carote di sedimento vengono prelevate attraverso perforazioni spinte a diverse profondità nel sottosuolo. I sedimenti campionati differiscono tra loro in base ai diversi ambienti di deposizione che li hanno originati e, dalle analisi su questi campioni, si ottengono informazioni relative alle condizioni ambientali nel passato. La conservazione ordinata di questo materiale è fondamentale perché rimane disponibile per essere indagato indipendentemente dall'evoluzione delle tecniche di indagine, consentendo di ottenere nuove informazioni dagli stessi campioni ed evitando di ripetere lo sforzo tecnico ed economico di nuove acquisizioni (perforazioni). Ad esempio, alcune carote "storiche" conservate presso l'Istituto di Scienze Marine di Venezia, che avevano consentito di determinare già negli anni '70 la struttura idrogeologica del sottosuolo, sono state rianalizzate in tempi recenti consentendo di aggiornare le conoscenze scientifiche sulle variazioni del livello marino nel passato (Kent et al., 2002; Massari et al., 2004).

Tra le carote di sedimento attualmente conservate presso la sede dell'Istituto rientrano quelle recuperate dai seguenti sondaggi:

- il pozzo "VENEZIA 1-CNR": terebrato nell'Isola del Tronchetto in prossimità del centro storico di Venezia, che ha raggiunto i 950 metri di profondità. Le carote, recuperate in modo continuo da -60 a -920 m, sono conservate nelle cassette originali insieme a quelle di un secondo sondaggio, VE 1 bis, da 0 a -70 m (C.N.R., 1971; Favero et al., 1973, 1979; Favero e Passega, 1980; Bellet et al., 1982; Fontes e Bortolami, 1972, 1973; Bortolami et al., 1977; Mullenders et al., 1996);
- il sondaggio VE 2: eseguito all'Arsenale, giunto fino a -400 m (Serandrei-Barbero, 1975; Mullenders et al., 1996);
- i sondaggi LITO: 18 sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità medie di 25 metri e ubicati in modo equispaziato nei quattro settori litoranei (Tosi, 1994; Bonardi e Tosi, 1995).

Dato il valore di questo archivio che racchiude la storia degli ultimi 2 milioni di anni, le carote dovrebbero essere riordinate su scaffalature idonee per essere fruibili dagli studiosi e per permettere il controllo dello stato di conservazione.

Sono inoltre conservati i campioni di sedimento provenienti dal campionamento effettuato in occasione del progetto di cartografia geologica nazionale ed i campioni rocciosi prelevati per lo studio geologico delle Tegnùe di Chioggia.

4.1.5 L'archivio fotografico

Gli archivi fotografici digitali consentono di conservare e organizzare materiale raccolto nei vari progetti specifici, materiale che può essere rivisto e conservato nel tempo, anche al fine di poterlo confrontare con campioni più recenti riferiti alle stesse aree o ad aree diverse. L'utilità di una raccolta di

fotografie di specie animali e vegetali sta nel poter migliorare la determinazione anche in momenti successivi allo studio.

Una selezione fotografica di organismi, ritrovati in campioni raccolti con trappole di sedimentazione, è conservata presso la sede ISMAR di Venezia. Tali campioni provengono da aree marine diverse: Nord Adriatico, Sud Adriatico e Mar Ionio. Gli organismi appartengono al fitoplancton, rappresentato da frustuli di diatomee, da dinoflagellati, da silicoflagellati e da coccolitofori (quest'ultimi identificati come cellule intere o singole placche calcaree, dette coccoliti). Sono stati, inoltre, rinvenuti organismi microzooplanctonici unicellulari, quali radiolari e foraminiferi e talvolta anche esemplari appartenenti al mesozooplancton (i cosiddetti “*swimmers*”), che entrano volontariamente o passivamente nelle trappole; quest'ultimi sono rappresentati dal gruppo dei crostacei, quali copepodi, anfipodi ed eufasiacei, che caratterizzano le comunità di un'area. Grazie a dispositivi come le trappole di sedimentazione gli organismi vegetali ed animali possono essere studiati nel tempo con la complementarità dei dati biogeochimici, per controllarne le variazioni ed i processi a breve e lunga scala temporale (De Lazzari et al., 1999; Socal et al., 1999; Boldrin et al., 2002). La raccolta fotografica è costituita da un centinaio di immagini digitalizzate, molte delle quali necessitano però di una catalogazione e determinazione dei *taxa* non identificati e delle specie dubbie. Tali foto saranno anche corredate da schede informative contenenti dati e informazioni complementari che così potranno costituire un archivio di dati strutturato ma in continuo aggiornamento sulla base di quanto sviluppato da Zingone et al. (2009).

4.2 L'Archivio di Studi Adriatici e il *repository*

Contestualmente al lavoro di avvio e organizzazione delle collezioni dell'*Algarium Veneticum* è stato sviluppato il *repository* “Archivio di Studi Adriatici” (ASA, www.archiviosstudiadriatici.it), grazie al progetto RITMARE e in collaborazione con l'Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile del CNR (IRCrES) (Armeli Minicante et al. 2017a, 2017b; Perin et al., 2017; Ceregato et al., 2016).

Il *repository* è progettato in maniera tale che i metadati relativi a ciascun campione della collezione possano rimandare a “sezioni” interne del *repository*, ad esempio la Biblioteca di Studi Adriatici da dove sarà possibile scaricare i documenti bibliografici relativi, o rimandare esternamente alla piattaforma CIGNo (Collaborative Interoperable Geographic Node, <http://cigno.ve.ismar.cnr.it/>) da dove sarà inoltre possibile produrre ed esportare mappe. Tutta l'architettura sviluppata è basata sull'uso di software *open source*. Oltre all'aspetto economico, la scelta di utilizzare software *open source* rispecchia le linee d'azione che l'Istituto di Scienze Marine sta perseguendo sugli *open data* e *open science*.

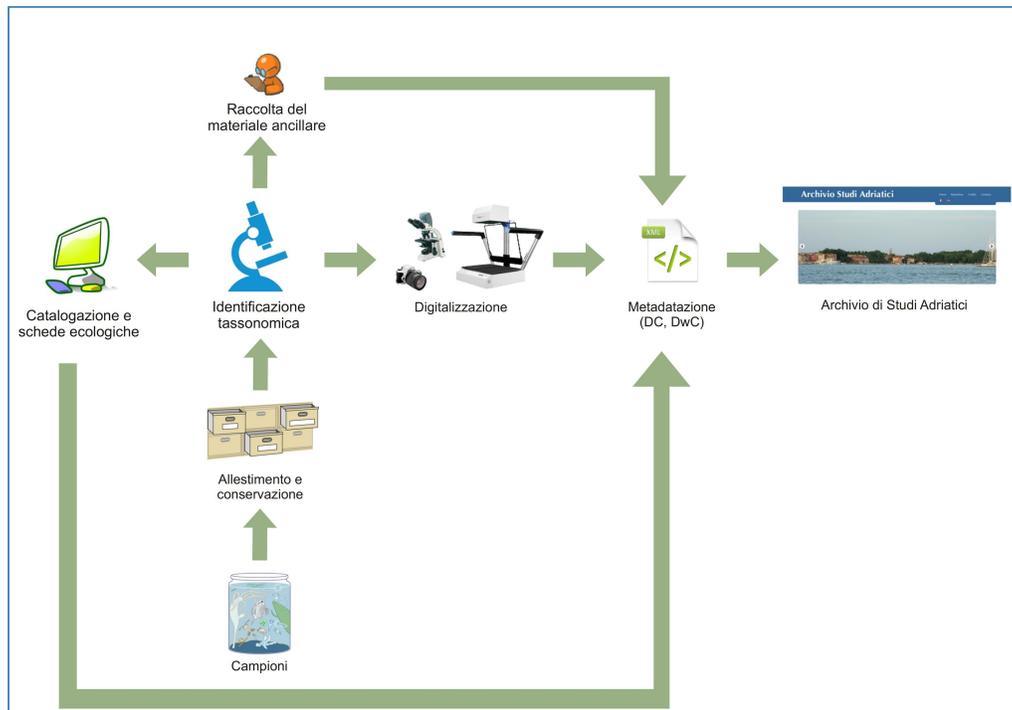


Fig. 2 – Work flow per lo studio e la gestione delle collezioni naturalistiche di ISMAR Venezia.

La Figura 2 illustra la procedura di lavoro per lo studio e la gestione delle collezioni naturalistiche. Le attività da svolgere per portare a compimento la conservazione e valorizzazione delle collezioni della sede veneziana ISMAR sono descritte in tabella 3.

5. Considerazioni conclusive e prospettive

Il percorso di lavoro descritto è funzionale alla conservazione e valorizzazione delle collezioni naturalistiche di ISMAR; la procedura descritta per la gestione delle collezioni potrebbe, infatti, essere esportata dalla sede di Venezia alle altre sedi dell’Istituto e ad altri Istituti. A titolo di esempio, presso la sede di Bologna sono presenti collezioni di Foraminiferi e una carototeca in continuo incremento e ampiamente utilizzata per lo sviluppo di diverse linee di ricerca applicativa e di base.

L’importanza di una corretta conservazione delle collezioni biologiche risiede nel fatto che esse sono un serbatoio di genotipi e fenotipi. Diversi autori, analizzandone campioni e collezioni ancillari correlate, hanno documentato come modifiche degli habitat, sfruttamento delle risorse biologiche, inquinamento, introduzione di specie aliene, cambiamenti climatici possano agire come forze selettive specifiche sui tratti fenotipici fra i quali la struttura di popolazione, la crescita, gli attributi riproduttivi (Suarez e Tsutsui, 2004; Holmes et al., 2016). Il percorso illustrato permetterà di costruire una base di dati delle collezioni di ISMAR contenente anche i tratti fenotipici che, insieme ai tratti funzionali reperiti dalla letteratura, costituiranno un valido supporto alla ricerca scientifica nelle aree di riferimento delle collezioni anche e soprattutto in relazione ai cambiamenti ambientali; a tal proposito, per la laguna di Venezia, sottoposta negli ultimi decenni a fenomeni di inquinamento e ad interventi di tipo ingegneristico che ne hanno modificato la morfologia, la

presenza di collezioni naturalistiche di riferimento offre la possibilità di verificare come tali impatti possano trasformare l'ecosistema.

Il patrimonio scientifico delle collezioni naturalistiche di ISMAR potrà essere reso fruibile sia alla comunità scientifica nazionale ed internazionale che a un più vasto pubblico; inoltre si potranno avviare forme di scambio e collaborazioni con musei e istituti di ricerca nazionali ed esteri. Tale patrimonio costituisce uno strumento utile anche per gli Enti che localmente gestiscono i dati di biodiversità a fini di conservazione della natura, come ad esempio i siti della Rete Natura 2000. Alla conclusione del percorso metodologico proposto, le collezioni di ISMAR saranno censite nei network nazionali ed internazionali di biodiversità secondo i diversi livelli di complessità. La figura 3 sintetizza i possibili sviluppi del lavoro di organizzazione delle collezioni e gli utilizzatori finali.

Il censimento delle collezioni di ISMAR ha già fornito le informazioni relative a consistenza, livello di organizzazione e localizzazione geografica di ciascuna collezione. E' quindi possibile inserire tali informazioni nei database come CollMap (<http://www.anms.it/collmap/index.php?tipo=collmap>), progetto dell'Associazione Nazionale Musei Scientifici (ANMS), e SciColl (Scientific Collection International, <http://scicoll.org/>), consorzio internazionale di collezioni scientifiche, che hanno costruito database contenenti informazioni sulle collezioni naturalistiche delle principali istituzioni scientifiche rispettivamente italiane e internazionali. Con lo sviluppo del progetto, l'output dell'indagine tassonomica che produrrà l'inventario di specie permetterà l'introduzione di dati specifici anche in database più complessi come BioCase (Biological Collection Access Service, <http://www.biocase.org/>), un network che raccoglie inventari di specie corredate di informazioni geografiche.

Il percorso metodologico descritto è anche finalizzato:

- alla realizzazione di laboratori didattici utilizzando le collezioni quale strumento per progetti e programmi didattici per la scuola secondaria di I e II livello, volti alla conoscenza dei percorsi che dai reperti conducono alle collezioni;
- alla *citizen science* coinvolgendo i cittadini appassionati di scienze naturali in attività collezioni-ambiente naturale (ad es. subacquei con passione dilettantistica per la natura);
- alla istituzione di percorsi naturalistici, programmazione di visite guidate, piccoli eventi culturali e mostre documentarie;
- alla realizzazione di un museo virtuale che avrà una significativa ricaduta sul territorio, in quanto renderà le collezioni disponibili in formato digitale per la ricerca, l'istruzione, il processo decisionale, le attività accademiche e creative e per l'interesse pubblico e permetterà di creare percorsi virtuali di divulgazione a vari livelli di complessità (elementare, media, superiore) e inerenti le tematiche di ricerca dell'Istituto di Scienze Marine.

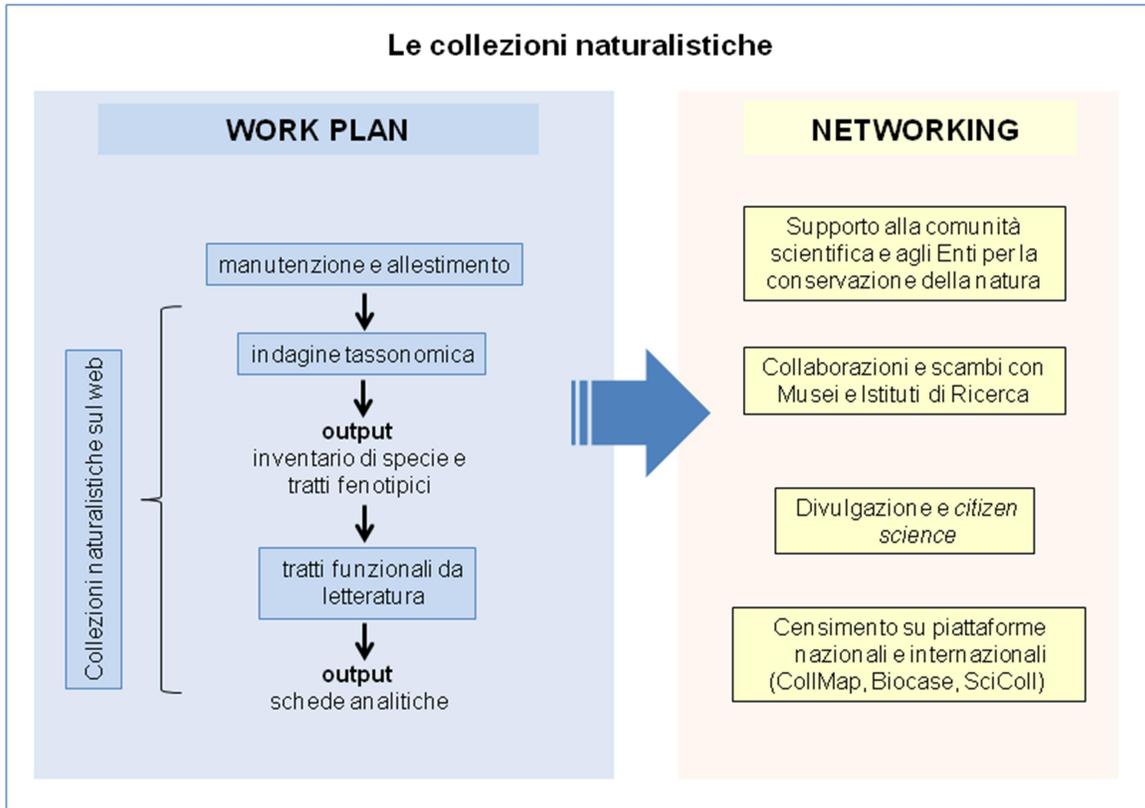


Figura 3 Piano di lavoro. In azzurro le attività da svolgere, in giallo i network

Tabella 3: Prospetto delle attività da svolgere per le collezioni naturalistiche di ISMAR Venezia (0= già effettuate; P= svolte parzialmente; X= da effettuare, NA= non applicabile).

	Attività di laboratorio						Analisi bibliografica	Materiale ancillare	Biodiversity informatics		
	manutenzione allestimento	identificazione taxa	aggiornamento nomenclatura	revisione specie	tratti fenotipici	foto	DNA barcoding	tratti funzionali	catalogazione	digitalizzazione e metadatazione	
Alghe	0	P	P	X	X	P	P	P	0	P	P
Policheti	X	0	X	P	X	X	X	0	X	X	X
Oligocheti	X	X	0	0	X	X	X	X	X	X	X
Molluschi	X	P	X	P	X	X	X	P	X	X	X
Crostacei peracaridi	X	P	X	P	X	X	X	P	X	X	X
Crostacei decapodi	X	P	X	P	X	X	X	P	X	X	X
Chironomidi	X	0	X	0	X	X	X	0	X	X	X
Briozoi	X	0	X	P	X	X	X	P	X	X	X
Idroidi	X	0	X	P	X	X	X	P	X	X	X
Poriferi	X	X	0	0	X	X	X	X	X	X	X
Foraminiferi	P	0	P	P	0	P	X	P	P	X	X
Carote	X	NA	NA	NA	NA	P	NA	NA	X	X	X
Fotografie	X	X	NA	NA	NA	-	NA	NA	X	X	X

6. RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano Alessandra Pugnetti, Lucia Bongiorno e Alessandro Sarretta per la revisione critica del manoscritto.

7. BIBLIOGRAFIA

- Albani A.D., Serandrei-Barbero R., 1982. A foraminiferal fauna from the lagoon of Venice, Italy. *Journal of Foraminiferal Research* 12(3): 234-241.
- Albani A.D., Serandrei-Barbero R., 1990. I foraminiferi della Laguna e del Golfo di Venezia. Università di Padova, Memorie di Scienze Geologiche 42: 271-341.
- Alberch P., 1993. Museums, collections and biodiversity inventories. *Trends in Ecology e Evolution* 8: 372–375.
- Armeli Minicante S., Birello G., Ceregato A., Perin A., 2017a. Archivio Studi Adriatici (ASA) al servizio della ricerca: istruzioni per l'uso. *Rapporto Tecnico IRCrES-CNR*, n. 4/2017.
- Armeli Minicante S., Birello G., Sigovini M., Minuzzo T., Perin A., Ceregato A., 2017 b. Building a Natural and Cultural Heritage *Repository* for the Storage and Dissemination of Knowledge: The Algarium Veneticum and the Archivio di Studi Adriatici Case Study. *Journal of Library Metadata*, 17, 2: 111-125.
- Avanzini M., Gios G., 2012. Le collezioni naturalistiche hanno un valore economico misurabile? *Museologia Scientifica nuova serie* 6(1-2):69-75.
- Bellet J., Oudin J.L., Favero V., Passega R., 1982. Analyse optique de la matière organique du Quaternaire: sondage CNR VE-1, Venise. *Revue de l'Institut Francais du Petrole* 37: 587-598.
- Beretta M, (2002) Storia materiale della Scienza. Dal libro ai laboratori. Bruno Mondadori, Milano:329 p.
- Boakes E., McGowan P., Fuller R., Chang-qing D., Clark N., Connor K., Mace G., 2010. Distorted views of biodiversity: spatial and temporal bias in species occurrence data. *PLoS Biol* 8: e1000385.
- Boero F., Bernardi G., 2014. Phenotypic vs genotypic approaches to biodiversity, from conflict to alliance. *Marine Genomics* 17: 63–64.
- Boldrin A., Miserocchi S., Rabitti S., Turchetto M.M., Balboni V., Socal G., 2002. Particulate matter in the southern Adriatic and Ionian Sea: characterisation and downward fluxes. *Journal Marine Systems*, 33-34: 389-410.
- Bonardi M., Tosi L., 1995. Caratterizzazione e differenziazione mineralogica dei livelli sabbiosi tardo-quadernari del litorale veneziano. *Il Quaternario* 8: 315-322.
- Bortolami G.C., Fontes J.Ch., Markgraf V., Saliège J.F., 1977. Land, sea and climate in the northern Adriatic region during late Pleistocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology Palaeoecology* 21: 139-156.

- Ceregato A., Armeli Minicante A., Minuzzo T., Birello G., Perin A., 2016. *Algarium Veneticum*. Da una collezione storica alla creazione di un archivio digitale multitematico. *Conferenza GARR, Firenze*.
- Chamber S., 2001. The Atlantic Frontier Environmental Network surveys – A good example of how to develop sample collections. IN: *Marine Sample Collections: their value, use and future*. Rothwell R.J. Ed. No. Information document No8. IACMST-The Inter-Agency Committee on Marine Science and Technology, Southampton. UK.
- Chase M.R., Etter R.J., Rex M.A., Quattro J.M., 1998. Bathymetric patterns of genetic variation in a deep-sea protobranch bivalve, *Deminucula atacellana*. *Marine Biology* 131: 301–308.
- C.N.R., 1971. Relazioni sul Pozzo Venezia 1. Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, Technical Reports, Venice, pp. 14-21.
- De Lazzari A., Boldrin A., Rabitti S., Turchetto M.M., 1999. Variability and downward fluxes of particulate matter in the Otranto Strait area *Journal Marine Systems* 20: 399-413.
- Donnici S., Serandrei-Barbero R., 2002. The benthic foraminiferal communities of the North Adriatic continental shelf. *Marine Micropaleontology* 44/3-4, pp 93-123.
- Donnici S., Serandrei-Barbero R., Bonardi M., Sperle M., 2012. Benthic foraminifera as proxies of pollution: The case of Guanabara Bay (Brazil). *Marine Pollution Bulletin* 64, 2015-2028.
- Edwards J.L., Lane M.A., Nielsen E.S., 2000. Interoperability of biodiversity databases: biodiversity information on every desktop. *Science* 289: 2312–2314.
- Ellwood E., Dunckel B., Flemons P., Guralnick R., Nelson G., Newman G., Newman S., Paul D., Riccardi G., Rios N., et al. 2015. Accelerating the digitization of biodiversity research specimens through online public participation. *BioScience* 65: 383–396.
- Favero V., Alberotanza L., Serandrei Barbero R., 1973. Aspetti paleoecologici, sedimentologici e geochimici dei sedimenti attraversati dal pozzo Ve 1 bis C.N.R.-C.N.R. Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, Technical Report 63, Venice, pp. 1-51.
- Favero V., Leplat P., Mennig J.J., Passega R., 1979. Exemple de distribution de la matière organique au Quaternaire: sondage CNR VE-1, Venise. *Revue de l'Institut Francais du Petrole* 34: 351-370.
- Favero V., Passega R., 1980. Quaternary turbidities in a neritic environment: well CNR VE 1, Venice, Italy. *Journal of Petroleum Geology* 3: 153-174.
- Fontes J.C., Bortolami G., 1972. Subsidence of the area of Venice during the past 40,000 years. C.N.R. Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, Technical Report 54: 3-11.
- Fontes J.C., Bortolami G., 1973. Subsidence of the Venice area during the past 40,000 yr. *Nature* 244: 339-341.
- France S., Kocher T., 1996. Geographic and bathymetric patterns of mitochondrial 16S rRNA sequence divergence among deep-sea amphipods, *Eurythenes gryllus*. *Marine Biology* 126: 633–643.

- Hebert P.D.N., Cywinska A., Ball S.L., de Waard J.R., 2003 - Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London* 270: 313-321.
- Hoeksema B., van der Land J., van der Meij S., Van Ofwegen L., Reijnen B., van Soest R., de Voogd N., 2011. Unforeseen importance of historical collections as baselines to determine biotic change of coral reefs : the Saba Bank. *Marine Ecology* 32: 135-141.
- Holmes MW, Hammond TT, Wogan GOU, Walsh RE, Labarbera K, Wommack EA, Martins FM, Crawford JC, Mack KL, Bloch LM, et al. 2016. Natural history collections as windows on evolutionary processes. *Molecular Ecology* 25: 864-881.
- Johnson K., Brooks S., Fenberg P., Glover A., James K., Lister A., Michel E., Spencer M., Todd J., Valsami-Jones E., et al. 2011. Climate change and biosphere response: unlocking the collections vault. *BioScience* 61: 147-153.
- Kent D. V., Rio D., Massari F., Kukla G., Lanci L., 2002. Emergence of Venice during the Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 21(14): 1719-1727.
- Krishtalka L., Humphrey P., 2000. Can natural history museums capture the future? *BioScience* 50: 611-617.
- Lane M., 1996. Roles of natural history collections. *Annals of Missouri Botanical Garden* 83: 536-545.
- Lister A., 2011. Natural history collections as sources of long-term datasets. *Trends in Ecology e Evolution* 26: 153-154.
- Maggiore F., Ceretti G., Da Ros O., 2001. Benthic community studies in the Piave river estuary (North Italy). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale, Venezia*, 51: 147-155.
- Maggiore F., Keppel E., 2006. Colonizzazione su substrato duro in un'area a barriere artificiali nel nord Adriatico: un anno di studio. In: *Campo Sperimentale in mare: prime esperienze nel Veneto relative a elevazioni del fondale con materiale inerte*. Agenzia Regionale Prevenzione e Protezione Ambientale Veneto (ARPAV) eds.: 109-122.
- Maggiore F., Keppel E., 2007. Biodiversity and distribution of Polychaetes and Molluscs along the Dese Estuary (Lagoon of Venice, Italy). *Hydrobiologia* 588:189-203.
- Mahner M., Kary M., 1997. What Exactly Are Genomes, Genotypes and Phenotypes? And What About Phenomes? *Journal of Theoretical Biology* 186: 55-63.
- Massari F., Rio D., Barbero R.S., Asioli A., Capraro L., Fornaciari E. and Vergerio P.P., 2004. The environment of Venice area in the past two million years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 202(3), pp.273-308.
- Mikkelsen P., Cracraft J., 2001. Marine biodiversity and the need for systematic inventories. *Bulletin of Marine Science* 69: 525-534.
- Minio M., 1949. Esuberanza di sviluppo vegetativo ed attività cistocarpifera da deperimento in *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. Collana: *Istituto di Studi Adriatici*, 1: 1-15.
- Minio M., Spada N., 1950. Distribuzione e polimorfismo di *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. nella Laguna di Venezia. Collana: *Istituto di Studi Adriatici*, 3: 1-20.

- Minio M., Spada N., 1952. Epifitismo su *Gracilaria* Grev. e convivenza *Ulva lactuca* (L.) Le Jol. - *Gracilaria confervoides* (L.) Grev. nella Laguna di Venezia. Collana: *Istituto di Studi Adriatici - Venezia*, 5: 1-10.
- Mullenders W., Favero V., Coremans M., Dirickx M., 1996. Analyses polliniques de sondages à Venise (VE-I, VE-Ibis, VE-II). In: Gullentops, F. (Ed.), *Pleistocene Palynostratigraphy. Aardkundige Mededelingen* 7: 87-116.
- National Science and Technology Council, Committee on Science IWG on SC., 2009. *Scientific Collections : Mission-Critical Infrastructure for Federal Science Agencies* (Office of Science and Technology Policy, Ed). Washington, DC.
- Nudds, J.R., Pettit, C.W., 1997. 'The value and valuation of natural science collections', Geological Society, London.
- Olmi G., 2013. Musei, orti botanici e teatri anatomici, in: *Enciclopedia italiana di scienze, lettere ed arti. Il contributo italiano alla storia del pensiero. Scienze*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana: 30 – 37.
- Page L.M., MacFadden B.J., Fortes J.A., Soltis P.M., Riccardi G., 2015. Digitization of biodiversity collections reveals biggest data on biodiversity. *BioScience* 65: 841–842.
- Perin A., Birello G., Ceregato A., Armeli Minicante S., 2017. www.archiviodistudiadriatici.it, ID: 368824.
- Pyke G.H., Ehrlich P.R., 2010. Biological collections and ecological/environmental research : a review , some observations and a look to the future. *Biological Review* 85: 247–266.
- Rainbow P., 2009. Marine biological collections in the 21st century. *Zoologica Scripta* 38: 33–40.
- Rollins R.C., 1965. The Role of the University Herbarium in Research and Teaching. *International Association for Plant Taxonomy*, 14(4): 115-120.
- Robbirt K., Davy A., Hutchings M., Roberts D., 2011. Validation of biological collections as a source of phenological data for use in climate change studies: a case study with the orchid *Ophrys sphegodes*. *Journal of Ecology* 99: 235–241.
- Rothwell R., 2001. Marine Sample Collections: their value, use and future. No. Information document No8. IACMST-The Inter-Agency Committee on Marine Science and Technology, Southampton. UK.
- Serandrei-Barbero R., 1975. Il sondaggio Venezia 2: stratigrafia e paleoecologia. *Giornale di Geologia* 40: 168-180
- Serandrei-Barbero R., Albani A., Donnici S., 2008. Atlante dei Foraminiferi della Laguna di Venezia. *Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Venezia, 125 pp.
- Socal G., Boldrin A., Bianchi F. Civitarese G., De Lazzari A., Rabitti S. Totti C., Turchetto M.M., 1999. Seasonal variability of nutrient, particulate matter and phytoplankton in the photic layer of the Otranto Strait (Eastern Mediterranean). *Journal Marine Systems* 20: 381-398.
- Stanley M., 2004. Standards in the Museum Care of Geological Collections 2004. 75 pp.
- Suarez A., Tsutsui N. 2004. The value of museum collections for research and society. *BioScience* 54: 66–74.

- Tosi L., 1994. L'evoluzione paleoambientale tardo-quadernaria del litorale veneziano nelle attuali conoscenze. *Il Quaternario. Italian Journal of Quaternary Sciences* 7 (2): 589-596.
- van Andel T., Veldman S., Maas P., Thijsse G., Eurlings M., 2012. The forgotten Hermann Herbarium: A 17th century collection of useful plants from Suriname. *TAXON*, 61(6), 1296–1304.
- Winker K., 2004. Natural History Museums in a Postbiodiversity Era. *BioScience* 54: 455–459.
- Zingone A., Montresor M., Sarno D. Editors WeMP, Website on Mediterranean Phytoplankton [online]. Italy, 2001-2004. Updated april 2009. Available from: <http://www.szn.it/SZNWeb/showpage/124? languageId =2>

APPENDICE 1. Scheda sintetica di una specie di Anfipode con dati di tassonomia e autoecologia

Information for <i>Monocorophium insidiosum</i>	
Researched by	Data supplied by
Refereed by	
Taxonomy	
Scientific name <i>Monocorophium insidiosum</i>	Common name
Recent Synonyms	
Phylum Arthropoda	Subphylum Crustacea
Superclass Multicrustacea	Class Malacostraca
Subclass Eumalacostraca	Superorder Peracarida
Order Amphipoda	Infraorder Corophiida
Superfamily Corophioidea	Family Corophidae
Subfamily corophiinae	
Additional Information	
<p><i>M insidiosum</i> is a member of the family Corophidae. Crawford (1937) described it firstly as <i>Corophium insidiosum</i> analysing different collections of specimens attributed to <i>Corophium bonelli</i> Milne Edwards, 1830 (= <i>Crassicorophium bonelli</i> (Milne Edwards, 1830) coming from England, Denmark, Germany, Italy and western coasts of North America. Bousfield and Hoover (1997) revisited the <i>Corophium</i> species of the Pacific coasts of North America through cladistic methods; based largely on characters states (plesiomorphic, apomorphic and intermediate) the genus <i>Corophium</i> was split into twelve genus; between them <i>Monocorophium</i> is identified by apomorphic and intermediated characters. Apomorphic characters are, principally, <u>Antenna II</u> (gland cone short, segment 4, in the male, with bidentate distal process, segment 5 with proximomedial tooth, flagellum short and thick), <u>Mandibular lobes</u> strong, <u>Maxillipeds</u> (inner plate and palp segment 2 short to medium and, outer plate slender), <u>Gnathopod 1</u> (propodal palm short, oblique and exceeded by a dactyl variously denticulate), <u>Gnathopod 2</u> (dactylus short tri- or quadridentate), <u>Peraeopods 3 and 4</u> (basis, segments 4 and 5 variously broadened). Intermediated characters are <u>mandibular palp</u> and <u>Urosome</u> (segments fused, uropods arising from lateral notches). The species <i>M insidiosum</i> is characterised by Pleosome segment 3 with posterodorsal tufted, U1 inserted laterally, Gn1 dactylus short, bases and segment 4 of Peraeopods 3 and 4 moderately to strongly setose, U2 with inner ramus with outer margin bare and outer ramus with outer marginal spines. The species is also characterised by a clear sexual dimorphism concerning position, number, morphology and arrangement of processes on Antennae I-II and rostrum morphology. The male is identified by very long rostrum (distinctly projecting beyond lateral head lobes) and the outgrowth on the first article on the antenna I, while the ovigerous females are easily recognized by the arrangement of the spines on the antennae. For a comprehensive description of the species, see Crawford (1937), Myers (1982), Bousfield and Hoover (1997)</p>	
collegamento con Foto e/o disegni	
Taxonomy References: Crawford (1937), Myers (1982), Bousfield and Hoover (1997)	
General Biology	
Growth form not relevant	Feeding method Suspension-feeder/Deposit feeder
Mobility/Movement swimmer, temporary attachment	Environmental position epifaunal

Typical food types organic detritus, rotifers, diatoms, phytoplankton	Habit tube dwelling
Bioturbator no	Flexibility
Fragility	Size: 5-6 mm
Height	Growth Rate: 7.5–11.2 µm/ day
Adult dispersal potential	Dependency
Sociability gregarious	
Toxic/Poisonous No	
<p>Additional information: in experiments on food capture mechanism in aquaria and in a recirculating flume observed that <i>M. insidiosum</i> may acts as a suspension or deposit feeder. As suspension feeder, it creates a current with pleopods movement, filters particles in transport near the sediment surface with a basket formed by the plumose setae of the second gnathopods, sweeps particles with the first gnathopods setae and transfers them to the mouthparts, which, with their movements, sort food particles, finally it rejects non suitable particles anteriorly from the buccal mass. As deposit-feeder the second antennae are involved in collecting sediments particles from the substratum surface with a scraping motion, the animal withdraws into its tube with the second antennae grasping a bolus of sediment particles. Manipulation of particles by the first gnathopods and mouthparts are identical in both suspension- and deposit-feeding. The experiment suggests that selection might be a function of individual particle characteristics such as size, shape, weight, surface texture, adhesive properties, particle composition, adsorbed substances, and surface-attached micro-flora. <i>M. insidiosum</i> selects small over large particles in both surface-deposit- and suspension-feeding, but it apparently selects smaller beads in suspension-feeding than in deposit-feeding, a hypothesis is that larger beads may be concentrated slightly in the lowest few millimetres of the boundary layer from which <i>Monocorophium</i> feeds.</p>	
Biology References: Miller (1984), Nair and Anger 1979	
Distribution and Habitat	
Distribution in Mediterranean: widely distributed along Tyrrhenian, Adriatic, Ionian and Aegean coasts	
<p>Global distribution: <u>Northern Hemisphere</u> North Atlantic, American and European coasts from Denmark to the Mediterranean sea; North Pacific from the British Columbia (Canada) to California and in the Japanese coasts; Hawaii and Cuba; <u>Southern Hemisphere</u> Chilean, Argentine and Australian temperate coasts .</p>	
Biogeographic range: not researched	Depth range Intertidal
Migratory NO	
<p>Distribution Additional Information: Crawford (1937), reviewing <i>Corophium</i> species, analysed several specimens coming from natural history museums and personal collections. The first record of <i>M. insidiosum</i> was in North Europe (Denmark, Germany and UK), Mediterranean Sea (Lagoon of Venice, Italy) and Pacific coasts of USA (Oakland, CA). Afterwards Shoemaker (1947), in re-examining the material in the Smithsonian National Museum, recorded this species on both the east and west coasts of the United States and in Chile (Talcahuana). The increasing research effort in benthic ecology provided more and more information on <i>M. insidiosum</i>; According to Cohen and Carlton (1995) <i>M. insidiosum</i> is primarily a North Atlantic species that, through various types of passive transport, invaded other geographic areas. It is considered a NIS (Non Indigenous Species) along the Pacific coasts of North America, where it was probably transported in ship fouling or with shipments of Atlantic oysters, in the Hawaiian islands where it had become highly variable, typical of other species having reached island niches or special environments (Barnard 1970), in Buenos Aires Province (Argentina) where major commercial harbours are located (Alonso de Pina, 1997; Orensanz et al., 2002), in South Australia probably introduced by ballast water and mariculture (Cohen et al., 2001; Hewitt et al., 2004).</p>	
Distribution References: Crawford, 1937; Shoemaker, 1947; Cohen and Carlton, 1995; Alonso de Pina, 1997; Orensanz et al., 2002; Cohen et al., 2001; Hewitt et al., 2004	
Substratum preferences: firm substrate, silt to sand.	Physiographic preferences: estuaries, bays, ports, fjords.
Biological zone	Wave exposure

Tidal stream strength/Water flow	Salinity: 3,64-35,84 ‰
<p>Habitat Preferences Additional Information: <i>M. insidiosum</i> exhibited higher density in every type of firm substrate: <i>Laminaria</i> holdfasts and algal mats (Sheader 1978), mangrove roots (Lalana-Rueda and Gosselck 1986), algae (i.a. Vásquez-Luis et al. 2008), Phanerogames meadow (i.a. Cunha et al. 1999), biogenic aggregates (i.a. Heiman et al. 2008), tubes of Bryozoans and filamentous algae (Alonso de Pina 1997); jetties and wooden piles (i.a. Sconfiatti 1988), hard substrates (Diviacco and Bianchi 1987), <i>Ruppia cirrhosa</i> debris, shells and algae (i.a. Bachelet et al. 2000), agglomerations of calcareous tubes of serpulid polychaetes (i.a. Reizopoulou and Nicolaidou, 2007). while lower density were reported on soft substrates (i.a. Kevrekidis and Koukouras 1988)</p> <p>Sakamaki and Richardson (2008) carried out experimental tests in an estuarine mudflat in British Columbia (Canada), where coarse leaf material from the deciduous tree were deposited, to understand if estuarine organisms used terrestrial leaves as food or habitat; they performed two tests: the leaf pack and the stable isotope experiments. In the first experiment natural senescent leaves and artificial leaves made of polyester cloth simulating natural leaves were put, separately, in nylon bags with 10 mm mesh; packs were set on sediment surface along the estuarine area and sampled and analysed at intervals from September to December; the results showed that the most important species was <i>M. insidiosum</i> whose densities did not differ significantly between natural and artificial leaf pack. In the second experiment carbon and nitrogen stable isotopes were analysed in leaves, in amphipods in the natural and artificial leaf packs and in the environment; the results showed that all the amphipods showed no significant differences in their isotope signature but they deviated from the signatures of leaves. Both experiment results indicated that this species uses the leaves as habitat rather than food source.</p> <p>On the other hand a firm substrate is required to have an anchorage point for the tube building; Myers (1977), Nair and Anger (1979) and Ulrich et al. (1995) observed tube building activity in laboratory culture. <i>M. insidiosum</i> builds the first tube 24 h after the release from the brood pouch; it builds tubes 15 mm long, 2 mm outside diameter and 1 mm inside diameter using coarse sand, fine natural detritus or coarse particle of macro algae which seems to be the preferred material; it mates and moults within its tube which was sealed during the fulfilment of such functions; it leaves its tube frequently and rebuilds.</p> <p><i>M. insidiosum</i> is recorded in areas grading from oligo to euhaline zones with greater density in the poly-euhaline areas. Salinity range of 3,64-35,84‰ is the optimum for the populations development (de Casabianca 1973) and it disappear, for death or/and emigration, due to the sharp decline in salinity below 1 ‰ (Kevrekidis (2004). <i>M. insidiosum</i> population density was strongly affected by the salinity fluctuations; its maximum number of individuals were observed when daily salinity fluctuations were restrained, while minimum number or absence were recorded in the period of very wide salinity fluctuations. (Delgado et al. 2009).</p>	
<p>Habitat References: Myers, 1977; Sheader, 1978; Nair and Anger 1979; Lalana-Rueda and Gosselck, 1986; Diviacco and Bianchi 1987; Kevrekidis and Koukouras 1988; Sconfiatti, 1988; Ulrich et al., 1995; Alonso de Pina, 1997; Cunha et al., 1999; Bachelet et al., 2000; Reizopoulou and Nicolaidou, 2007; Heiman et al., 2008; Sakamaki and Richardson, 2008; Vásquez-Luis et al., 2008.</p>	
Reproduction/Life History	
Reproductive type Gonochoristic	Developmental mechanism direct development
Reproductive Season : see additional information infor	Reproductive Location in adult burrow
Reproductive frequency: Annual species reproducing two-three times a year	Regeneration potential: No
Life span: 5-6 months	Age at reproductive maturity: 1 to 3 months depending on the temperature
Fecundity: to ca 80 juveniles per female	
Egg/propagule size: Insufficient information	Fertilization type: internal

Reproduction Preferences Additional Information.

Reproductive season: *M. insidiosum* reaches sexual maturity in spring at the lower latitudes and early summer at the higher; peaks of recruitment were observed in April-May in Mediterranean Sea (de Casabianca, 1968; Prato and Biandolino, 2006), in June-July in the north European seas (Sheader, 1978; Anger, 1979). The reproduction is continuous until the end of summer (Mediterranean sea) and autumn (north European seas) when a second peak of recruitment occurred. Therefore the life cycle of *M. insidiosum* generally shows two overlapped generation per year: the first is produced in spring-summer, mature and breed in the same season, give rise to the next input of recruits and disappear in autumn; the second is produced at the end of summer-autumn overcome the winter and mature and breed the following spring. Some authors observed “resting state” to overcome the rigors of winter (Sheader, 1978; Kevrekidis, 2004). A further peak of recruitment has been observed in summer when high temperatures persist over time (de Casabianca, 1968)

Reproduction References: de Casabianca; 1968; Prato and Biandolino, 2006; Sheader, 1978; Anger, 1979; Kevrekidis, 2004

References

- Alonso de Pina GM (1997) Records of intertidal Amphipods from the southwest Atlantic, with the description of a new species of *Elasmopus*. *J Crustacean Biol* 17(4): 745-757.
- Anger K, (1979) Untersuchungen zum Lebenszyklus der Amphipoden *Bathyporeia sarsi*, *Microdeutopus gryllotalpa* und *Corophium insidiosum* in der Kieler Bucht. *Mitt Zool Mus Kiel* 1(3):3-6.
- Bachelet G, de Montaudouin X, Auby I, Labourg N (2000) Seasonal changes in macrophyte and macrozoobenthos assemblages in three coastal lagoons under varying degrees of eutrophication. *ICES J Mar Sci* 57: 1495-1506. 10.1006/jmsc.2000.0902
- Bousfield EL, Hoover PM, (1997) The Amphipod Superfamily Corophioidea on the Pacific coast of North America. V Family Corophidae: Corophinae, new Subfamily. *Systematics and distributional ecology. Amphipacifica* 2(3): 67-140
- Cohen AN, Carlton JT (1995) Nonindigenous aquatic species in a United States estuary: a case study of the biological invasions of the San Francisco Bay and Delta. National Technical Information Service (NTIS), Rep PB96-166-525. Cohen BF, McArthur MA, Parry GD (2001) Exotic marine pests in the Port of Melbourne, Victoria. Marine and Freshwater Resources Institute. Technical Report 25: 1-68.
- Crawford GI (1937) A review of the amphipods genus *Corophium* with notes on the British species. *J Mar Biol Ass UK* 21: 589-630.
- Cunha MR, Sorbe JC, Moreira ME (1999) Spatial and seasonal changes of brackish peracaridan assemblages and their relation to some environmental variables in two tidal channels of the Ria de Aveiro (NW Portugal). *Mar Ecol Prog Ser* 190: 69-87.
- de Casabianca ML (1968) Sur le cycle annuel des populations de *Corophium insidiosum* Crawford dans l'étang de Biguglia (Corse), et ses variations dans des conditions exceptionnelles. *Vie Milieu* 19(1 A): 159-164.
- Diviacco G, Bianchi CN (1987) Faunal interrelationships between lagoonal and marine Amphipod Crustacean communities of the Po River Delta (Northern Adriatic). *An Biol* 12(3): 67-77.
- Heiman KW, Vidargas N, Micheli F (2008) Non-native habitat as home for non-native species: comparison of communities associated with invasive tubeworm and native oyster reefs. *Aquat Biol* 2: 47-56. doi: 10.3354/ab00034 Hewitt CD, Campbell ML, Thresher RE, Martin RB et al. (2004) Introduced and cryptogenic species in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Mar Biol* 144:183-202. DOI 10.1007/s00227-003-1173-x
- Kevrekidis T, Koukouras K (1988) Bionomy of the amphipods in the Evros Delta (North Aegean Sea). *PSZNI Mar Ecol* 9:199-212.
- Kevrekidis T, (2004) Population dynamics, growth and reproduction of *Corophium insidiosum* (Crustacea: Amphipoda) at low salinities in Monolimni lagoon (Evros Delta, North Aegean Sea). *Hydrobiologia* 522: 117-132. DOI: 10.1023/B:HYDR.0000029971.11713.41
- Lalana-Rueda R, Gosselck F (1986) Investigations of the benthos of Mangrove coastal lagoon in Southern Cuba. *Int Revue ges Hydrobiol* 71(6): 779-794.
- Miller DC (1984) Mechanical post-capture particle selection by suspension- and deposit-feeding *Corophium*. *J Exp Mar Biol Ecol* 82: 59-76.
- Myers AA (1982) Family Corophiidae. Part 1. Gammaridea (Acanthonotozomatidae to Gammaridae). In: S.Ruffo (Ed.), *Mémoires del l'Institut Océanographique, Monaco*, 185-208.

- Myers AC (1977) Sediment processing in a marine subtidal sandy bottom community: I. Physical aspects. *J Mar Res* 35(3): 609-632.
- Nair KKC, Anger K (1979) Life cycle of *Corophium insidiosum* (Crustacea, Amphipoda) in laboratory culture. *Helgol Wiss Meeresunters* 32: 279-294.
- Orensanz JM, Schwindt E, Pastorino G, Bortolus A, et al., (2002) No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biol Invasions* 4:115-143.
- Prato E, Biandolino F (2006) Life history of the amphipod *Corophium insidiosum* (Crustacean: Amphipoda) from Mar Piccolo (Ionian Sea, Italy). *Sci Mar* 70: 355-362.
- Reizopoulou S, Nicolaidou A (2007) Index of size distribution (ISD): a method of quality assessment for coastal lagoons. *Hydrobiologia* 577: 141-149. DOI 10.1007/s10750-006-0423-6.
- Sakamaki T, Richardson JS (2008) Retention, breakdown and biological utilisation of deciduous tree leaves in an estuarine tidal flat of southwestern British Columbia, Canada. *Can J Fish Aquat Sci* 65: 38-46. doi:10.1139/F07-151.
- Sconfiatti R (1988) Researches on spatial distribution of Amphipods, Isopods and Tanaids (Peracarida) in a Mediterranean estuary (river Dese, Lagoon of Venice). *Crustaceana* 55(2): 193-201.
- Shearer M, (1978) Distribution and reproductive biology of *Corophium insidiosum* (Amphipoda) on the north east coast of England. *J Mar Biol Ass U K* 58: 585-596.
- Shoemaker CR (1947) Further notes on the amphipod genus *Corophium* from the east coast of America. *J Wash Acad Sci* 37(2): 47-63.
- Ulrich I, Anger K, Schiittler U (1995) Tube-building in two epifaunal amphipod species, *Corophium insidiosum* and *Jassa falcata*. *Helgol Meeresunters* 49: 393-398.
- Vasquez-Luis M, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere JT, (2008) Changes in amphipod (Crustacea) assemblages associated with shallow-water algal habitats invaded by *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the western Mediterranean Sea. *J Mar Res* 65: 416-426. doi:10.1016/j.marenvres.2008.01.006.

APPENDICE 2

Standard	Term	Definition	Example
dc	title	A name given to the resource	Gracilaria confervoides (Linnaeus) Greville ISMAR0001
dc	description	An account of the resource	
dc	subject	The topic of the resource	Gracilaria confervoides Gracilariopsis longissima Rhodophyta Laguna di Venezia Michelangelo Minio Nicolò Spada
dwc	institutionCode	The name (or acronym) in use by the institution having custody of the object(s) or information referred to in the record	ISMAR
dwc	recordNumber	An identifier given to the Occurrence at the time it was recorded. Often serves as a link between field notes and an Occurrence record, such as a specimen collector's number	ISMAR0001
dwc	collectionCode	The name, acronym, coden, or initialism identifying the collection or data set from which the record was derived	MS
dwc	order	The full scientific name of the order in which the taxon is classified	Gracilariales
dwc	scientificName	The full scientific name, with authorship and date information if known. When forming part of an Identification, this should be the name in lowest level taxonomic rank that can be determined. This term should not contain identification qualifications, which should instead be supplied in the identificationQualifier term	Gracilaria confervoides (Linnaeus) Greville
dc	creator	An entity primarily responsible for making the resource	Michelangelo Minio Nicolò Spada
dwc	identifiedBy	A list (concatenated and separated) of names of people, groups, or organizations who assigned the Taxon to the subject	Michelangelo Minio, Nicolò Spada
dwc	acceptedNameUsage	The full name, with authorship and date information if known, of the currently valid (zoological) or accepted (botanical) taxon	Gracilariopsis longissima (S.G.Gmelin) M.Steenoft, L.M.Irvine e W.F.Farnham
dwc	taxonID	An identifier for the set of taxon information (data associated with the Taxon class). May be a global unique identifier or an identifier specific to the data set	http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=Dd5250145d09fd98b
dwc	eventDate	The date-time or interval during which an Event occurred. For occurrences, this is the date-time when the event was recorded. Not suitable for a time in a geological context. Recommended best practice is to use an encoding scheme, such as ISO 8601:2004(E)	1949-07-20
dc	date	A point or period of time associated with an event in the lifecycle of the resource	1949-07-20
dwc	country	The name of the country or major administrative unit in which the Location occurs. Recommended best practice is to use a controlled vocabulary such as the Getty Thesaurus of Geographic Names	Italia
dwc	higherGeography	A list (concatenated and separated) of geographic names less specific than the information captured in the locality term	Laguna di Venezia
dwc	locationID	An identifier for the set of location information (data associated with deterns:Location). May be a global unique identifier or an identifier specific to the data set	Z1_01
dwc	locality	The specific description of the place. Less specific geographic information can be provided in other geographic terms (higherGeography, continent, country, stateProvince, county, municipality, waterBody, island, islandGroup). This term may contain information modified from the original to correct perceived errors or standardize the description	Ponte Lungo

dwc	decimalLatitude	The geographic latitude (in decimal degrees, using the spatial reference system given in geodeticDatum) of the geographic center of a Location. Positive values are north of the Equator, negative values are south of it. Legal values lie between -90 and 90, inclusive	45.21349
dwc	decimalLongitude	The geographic longitude (in decimal degrees, using the spatial reference system given in geodeticDatum) of the geographic center of a Location. Positive values are east of the Greenwich Meridian, negative values are west of it. Legal values lie between -180 and 180, inclusive	12.27450
dwc	coordinateUncertaintyInMeters	The horizontal distance (in meters) from the given decimalLatitude and decimalLongitude describing the smallest circle containing the whole of the Location. Leave the value empty if the uncertainty is unknown, cannot be estimated, or is not applicable (because there are no coordinates). Zero is not a valid value for this term	150
dwc	georeferenceVerificationStatus	A categorical description of the extent to which the georeference has been verified to represent the best possible spatial description. Recommended best practice is to use a controlled vocabulary	verified by curator
dwc	geodeticDatum	The ellipsoid, geodetic datum, or spatial reference system (SRS) upon which the geographic coordinates given in decimalLatitude and decimalLongitude are based. Recommended best practice is use the EPSG code as a controlled vocabulary to provide an SRS, if known. Otherwise use a controlled vocabulary for the name or code of the geodetic datum, if known. Otherwise use a controlled vocabulary for the name or code of the ellipsoid, if known. If none of these is known, use the value "unknown"	WGS84
dwc	associatedReferences	A list (concatenated and separated) of identifiers (publication, bibliographic reference, global unique identifier, URI) of literature associated with the Occurrence	Minio M. e Spada N. (1950) - Distribuzione e polimorfismo di <i>Gracilaria confervoides</i> (L.) Grev. nella Laguna di Venezia. Istituto di Studi Adriatici - Venezia Vol. 3
dcterms	rightsHolder	A person or organization owning or managing rights over the resource	Algarium Veneticum, Biblioteca Storica di Studi Adriatici
dc	publisher	An entity responsible for making the resource available	Algarium Veneticum, Biblioteca Storica di Studi Adriatici
dc	rights	Information about rights held in and over the resource	CC BY
dcterms	accessRights	Information about who can access the resource or an indication of its security status. Access Rights may include information regarding access or restrictions based on privacy, security, or other policies	CC BY
dcterms	bibliographicCitation	A bibliographic reference for the resource as a statement indicating how this record should be cited (attributed) when used. Recommended practice is to include sufficient bibliographic detail to identify the resource as unambiguously as possible	ASA, ISMAR-CNR Venezia (2017) www.archiviodiadiadriatici.it
dwc	associatedMedia	A list (concatenated and separated) of identifiers (publication, global unique identifier, URI) of media associated with the Occurrence	
dc	type	The nature or genre of the resource	StillImage
dcterms	type	The nature or genre of the resource. For Darwin Core, recommended best practice is to use the name of the class that defines the root of the record	StillImage
dwc	basisOfRecord	The specific nature of the data record	PreservedSpecimen