Machine Translated by Google

Recomendaciones para mediciones de plancton en el programa GO-SHIP con relevancia para otras expediciones marítimas.

SCOR Working Group 154
Presentado a SCOR el 23 de enero de 2020

Miembros del SCOR

WG: Emmanuel Boss, Anya M Waite, Julia Uitz, Silvia G. Acinas, Heidi M. Sosik, Katja Fennel, Ilana Berman-Frank, Marcela Cornejo, Sandy Thomalla, Hidekatsu Yamazaki, Sonia Batten, Jorgen Berg, Hervé Claustre, Gérald Grégori, Johannes Karstensen, Frank Muller-Karger, Anthony Richardson, Bernadette Sloyan, Rik Wanninkhof.

Expertos en pigmentos y análisis elemental: Joséphine Ras, Céline Dimier, Ivona Cetinić, Lucile Duforêt, Lesley Clemenston.

Expertos en muestreo y análisis genético: Isabel Ferrera, Josep M. Gasol, Ramon Massana, Pablo Sánchez, Marta Sebastián, Shinichi Sunagawa, Laurence Garczarek, Colomban de Vargas, Stephane Pesant, Mathew Sullivan.

Experto en imagen cuantitativa: Lionel Guidi, Rainer Kiko, Michael Kloster, Barbara Niehoff.

Expertos en citometría de flujo: Lisa Campbell, Mike Brosnahan, Nicole Poulton, Dominique Marie.

Expertos en sensores bioacústicos: Peter Gaube, Ryan Downie, Rudy Kloser, Wu-Jung Lee, Mei Sato.

Expertos en sensores bioópticos: Collin Roesler, Giorgio Dall'Olmo, Wayne Slade, Michael Twardowski, Wilford Gardner, Nathan Briggs, Xiaogang Xing, Emanuelle Organelli, Robert Frouin, Benedetto Barone, Andrew McDonnel, Yangyang Liu, Alison Chase.

Expertos adicionales consultados: Patricia Miloslavich, Fabien Lombard, Michael Behrenfeld, Peter Jumars, Lee Karp-Boss.

Reconocemos las revisiones del borrador del documento publicado por Bernadette Sloyan, Rik Wanninkhof, Ed Urban, Jason Graf, Klas Ove Moller, Peer Fietzek, Rudy Kloser y Richard Feely. Sus comentarios ayudaron a mejorar significativamente este protocolo. Los temas más importantes abordados después de estas revisiones son la bioacústica y las mediciones que contribuyen a limitar la bomba biológica asociada con los calcificadores.

Machine Translated by Google

Tabla de contenido

1.0 INTRODUCCIÓN 3

1.1 MOTIVACIÓN - POR QUÉ ES CRÍTICO QUE MEDIMOS LAS VARIABLES BIOLÓGICAS..... 3

1.2 OBJETIVOS 5

1.3 ORGANIZACIÓN DE ESTE INFORME 6

2.0 MODOS Y CONFIGURACIONES DE MUESTREO: UNA VISIÓN GENERAL 7

2.1 MUESTREO DISCRETO DE AGUA ....

7 2.1.1Muestras discretas de CTD 7

2.1.2Muestras discretas del sistema de flujo-..... ....7 2.2 SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN 8

2.2.1 Instrumentación de roseta..... 8

2.2.2 Instrumentación de flujo continuo: ....8 2.2.3Instrumentación montada en barco: 8

3.0.ANÁLISIS DE MUESTRAS DISCRETAS 8

3.1 PIGMENTOS DE HPLC 8

3.2 ANÁLISIS ELEMENTAL 9

3.3 GENÉTICA 9

3.4 OBTENCIÓN DE IMÁGENES Y ENUMERACIÓN DE ORGANISMOS / PARTÍCULAS INDIVIDUALES EN MUESTRAS DE AGUA DISCRITAS RECOGIDAS 10

3.4.1Citometría de flujo..... ....10 3.4

.2 Microscopía en tierra 10

4.0 SISTEMAS MONTADOS EN BARCO 10

4.1 SENSORES BIOACÚSTICOS 10

4.1.2Ecosondas cuantitativas..... ....11 4.1.3Perfiladores de corriente Doppler acústico: ADCP ....11 4.2 RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA (PAR) RADIOMETROS..... 12

5. MEDICIONES DESDE SENSORES MONTADOS EN ROSETETA 12

5.1 BIO-ACÚSTICA..... ....12 5.2 IMÁGENES SUBMARINAS 12

5.3 SENSORES BIO-ÓPTICOS 12

5.3.1Transmisómetros de haz 12

5.3.2Fluorómetros..... 13

5.3.3Sensores de dispersión óptica 13

6. MEDICIONES DESDE LOS SENSORES DE FLUJO A TRAVÉS DE LA LÍNEA 13

6.1 MEDIDAS BIO-ÓPTICAS: ....13 6.2 IMÁGENES:..... 13

6.3 CITOMETRÍA DE FLUJO : 13

7. COSTE Y BENEFICIOS DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS 14

8. GESTIÓN DE DATOS Y REPOSITORIOS 14

9. PLAN DE MUESTREO RECOMENDADO 17

10. PLAN DE DESARROLLO DE IMPLEMENTACIÓN DETALLADO: 18

11.REFERENCIAS..... 19

12.APÉNDICES 22

12.1 ANEXO I: CASO DE ESTUDIO EN MUESTREO HOLÍSTICO 22

Machine Translated by Google

12.2 APÉNDICE II: UNA MUESTRA DE PREGUNTAS CIENTÍFICAS QUE ESTOS DATOS AYUDARÁN A RESPONDER: ....22 12.3 ANEXO III: DOCUMENTOS DE RECOMENDACIÓN PARA LAS MEDIDAS Y SENSORES ESPECÍFICOS

ENDOSADOS. ....

1.0 Introducción El

seguimiento de cómo la vida marina está respondiendo al aumento del uso humano y el cambio climático permitirá a la comunidad mundial predecir, mitigar y gestionar nuestro océano. En este documento demostramos la existencia de tecnologías maduras para medir la 'biología' como una combinación de indicadores de biomasa y diversidad en todo el espectro de tamaño del plancton. Ahora están listos para implementarse dentro de las limitaciones de GO-SHIP.

1.1 Motivación: por qué es fundamental que midamos variables biológicas Los programas

oceanográficos se vuelven transformadores cuando se integran como programas de observación multidisciplinarios sistemáticos y se implementan a escala mundial (Karsenti et al., 2012; Apéndice I). GO-SHIP tiene la oportunidad de liderar la implementación de esta visión a largo plazo a través de la observación global sostenida de la física, la química y la biología oceánicas, así como los vínculos entre estos.

Las mediciones de las variables biológicas esenciales del océano (EOVs1; Lindstrom et al., 2012; Miloslavich et al., 2018) para caracterizar la vida en el océano, incluida su composición, abundancia y cambios en la distribución, son fundamentales para nuestra comprensión de los ecosistemas marinos. . La biomasa y la diversidad de bacterias, fitoplancton y zooplancton son EOV y variables esenciales de biodiversidad (EBVs2 , Mueller Karger et al., 2018) y el fitoplancton y el zooplancton se representan como una única variable climática esencial (ECVs3 , WMO, 2016) . La abundancia de muchas especies de peces, aves marinas y mamíferos marinos está estrechamente relacionada con las fluctuaciones en la abundancia y diversidad de

1https://www.goosocean.org/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Item id=114

2https://geobon.org/ebvs/what-are-ebvs/

3https://public.wmo.int/en/programmes/global-climate-observing-system/essential-climate-variables

Machine Translated by Google

organismos planctónicos más pequeños. De manera similar, el plancton, que forma la base de las redes alimentarias acuáticas, media los ciclos de muchos elementos químicos en el océano que son críticos para la vida, incluidos el hierro, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo y el carbono. Muchos desafíos oceánicos relevantes para la sociedad y preguntas científicas a escalas de lo local a lo global, y de la costa al mar abierto, siguen sin abordarse debido a la falta de observaciones y monitoreo biológicos.

En parte, debido a que el océano es físicamente variable a través de múltiples escalas, el plancton oceánico permanece submuestreado en términos de su diversidad, abundancia, biomasa, productividad y variabilidad. La información de alta resolución (tanto temporal como espacial) con respecto a los EOV sobre la diversidad y distribución de fitoplancton y zooplancton es fundamental para desarrollar la comprensión científica, restringir los modelos ecosistémicos y biogeoquímicos a través de su inicialización y validación, y utilizar esta información en aplicaciones prácticas de beneficio para la sociedad. Existe la necesidad de establecer una línea de base de las distribuciones y la fenología del plancton (tiempo estacional en el fenotipo y la abundancia) en diferentes regiones del océano, dadas las brechas críticas en nuestra comprensión de los mecanismos que controlan el fitoplancton y el zooplancton. Existen argumentos top-down y bottom-up incompatibles para describir el mismo fenómeno (p. ej., la floración primaveral del Atlántico Norte). Algunas de las mayores incertidumbres en la predicción del clima futuro están asociadas con la respuesta de la biosfera al cambio ambiental presente y futuro, y las subsiguientes interacciones y respuestas bióticas. Para una gran cantidad de preguntas (incluido el impacto de la productividad primaria y la bomba biológica en la reducción de CO_2 atmosférico) ni siquiera conocemos el signo de la retroalimentación.

Se utiliza una variedad de modelos para pronosticar el éxito y el reclutamiento de organismos como los peces, la eficiencia de las redes alimentarias en el ciclo de los elementos, la transferencia de energía a través de los niveles tróficos y la comprensión y el pronóstico de la calidad del agua y otros cambios que afectan las tasas y la composición. de existencias biológicas. Estos modelos son herramientas fundamentales para evaluar procesos a múltiples escalas, como la disponibilidad y la calidad del alimento para peces y otros organismos, la expansión potencial de áreas hipóxicas en el océano, la tasa de acidificación del océano, la modulación del intercambio de gases aire-mar. (p. ej., oxígeno, dióxido de carbono), y la cantidad de materia orgánica que se hunde en las profundidades del océano, donde la vida está críticamente limitada por los alimentos. Sin embargo, se necesitan volúmenes significativos de datos in situ para construir, restringir y evaluar modelos.

Se han realizado grandes inversiones en infraestructura de medición oceánica a largo plazo (p. ej., el Sistema Mundial de Observación de los Océanos (GOOS) y muchos otros, véase Sloyan et al., 2019). Estos incluyen el desarrollo de estaciones de monitoreo ecológico a largo plazo, coordinación para observaciones repetidas en líneas de barcos, amarres sostenidos, despliegue de vehículos autónomos y varias otras tecnologías remotas de recopilación de datos, como observatorios cableados y sensores satelitales. Muchos de estos se implementan en grandes dominios geográficos. Importantes desarrollos en tecnologías para medir EOV físicos y químicos (por ejemplo, salinidad, temperatura, oxígeno, pH, nutrientes, corrientes) han dado como resultado que estos parámetros constituyan la gran mayoría de las observaciones recopiladas de las plataformas de muestreo en la actualidad. Esto es especialmente importante en un clima cambiante, donde una nueva generación de programas oceanográficos y las demandas recientes de entregables sociales,

Machine Translated by Google

impulsar una necesidad urgente de proporcionar mediciones interrelacionadas entre física, geoquímica y biología para abordar problemas científicos o prácticos relevantes para la vida en el mar, incluidas las necesidades sociales (productividad, pesquerías, calidad del agua y otros impactos ambientales o planificación, etc.). Se necesita críticamente más información biológica.

Para comprender la biología en el océano, debemos pasar a una descripción más holística de las comunidades planctónicas, resolviendo su biomasa y diversidad en sus ocho órdenes de magnitud de tamaño, desde virus hasta zooplancton. Con nuevos instrumentos y sensores, tenemos la capacidad de incluir mediciones de EOV, EBV y ECV biológicos en las plataformas existentes, de modo que dichos datos se puedan recopilar a nivel mundial, en una amplia gama de escalas. La ampliación de los programas globales para incluir características biológicas llenará lagunas críticas en nuestro conocimiento de la función y la dinámica de los ecosistemas y mejorará nuestra capacidad para pronosticar la respuesta del sistema para la formulación de políticas y la gestión de los sistemas costeros y marinos. Esta es una recomendación clave para los sistemas de observación del océano en general por parte de muchos programas científicos y aplicados (p. ej., Lindstrom et al., 2012). La posibilidad de mediciones multidisciplinarias in situ integrales respaldaría muchos otros programas, incluidos, por ejemplo, la radiometría del color del océano, otras tecnologías de detección remota y todos los sistemas de observación globales (p. ej., BGC-Argo: Roemmich et al., 2019, encuestas CPR: Batten et al., 2019). Tales observaciones ayudarán a caracterizar y explicar mejor los cambios sinópticos de la vida en el océano.

Aquí esbozamos un programa de mediciones de variables biológicas que proporciona el contexto para estudiar los vínculos entre la física y la química de los océanos y, en particular, la función y la salud de los ecosistemas. El programa propone la implementación de tecnologías y métodos fácilmente disponibles que se pueden implementar hoy a un costo modesto, para complementar el Programa de Investigación Hidrográfica Global Ocean Ship-Based (GO-SHIP), que planifica y ejecuta estudios oceanográficos a gran escala desde la costa. al interior del océano en diferentes cuencas oceánicas, repitiendo transectos oceanográficos en un horario regular.

GO-SHIP tiene restricciones existentes específicas en términos de velocidad de navegación, número de estaciones, presupuesto de agua, profundidad del perfil CTD y canales disponibles en el CTD, que tomamos en cuenta en nuestras recomendaciones. Por ejemplo, no mencionamos los sensores de roseta que no están clasificados para 6000 m, ya que no se pueden acomodar en GO-SHIP en este momento. Si bien es probable que nuestras recomendaciones sean útiles para otras expediciones en barcos, es posible que se pueda realizar un conjunto más amplio de mediciones en otros lugares y se debe considerar (p. ej., Lombard et al., 2019).

1.2Objetivos El

propósito de este informe es proporcionar los materiales necesarios para incorporar mediciones rutinarias biológicamente relevantes en GO-SHIP, que probablemente sirvan de base para otros programas operacionales y rutinarios de expediciones oceanográficas. Proporcionamos un inventario de mediciones validadas relacionadas con el plancton y sensores comerciales que podrían implementarse/instalarse a bordo de buques de investigación, describir el esfuerzo asociado involucrado (tiempo del personal, costos) y presentar la infraestructura de difusión de datos existente donde dichos datos se difunden actualmente. . Además, proporcionamos enlaces a los parámetros del modelo en modelos de ecosistemas y/o modelos biogeoquímicos que la medición biológica puede

Machine Translated by Google

ayudar a restringir. En general, nuestro objetivo es proporcionar una justificación para que algunas de estas medidas se conviertan en el Nivel 1 (medidas básicas, consulte: https://www.go-ship.org/DatReq.html) en GO-SHIP. Específicamente, nosotros:

- Justificar la necesidad de realizar un número limitado de mediciones EOVS biológicamente relevantes. • Proporcionar una descripción de la tecnología existente y los protocolos asociados. • Proporcionar los volúmenes de agua necesarios para los diferentes análisis. • Proporcione un análisis de costos detallado que incluya el tiempo del personal. • Proporcionar una estrategia de implementación.

Nos limitamos a tecnologías que están comercialmente disponibles, que están documentadas en publicaciones y protocolos de grupos distintos a sus inventores o fabricantes. Este es un indicador importante para el nivel de preparación tecnológica (TRL, https://www.nasa.gov/pdf/458490main_TRL_Definitions.pdf). Hay muchas tecnologías no documentadas aquí, que están trabajando para lograr un TRL más alto, pero aún no lo han logrado. Recomendamos que exista un proceso para actualizar la medición recomendada a medida que maduran las nuevas técnicas de detección.

1.3 Organización de este informe

Este documento reconoce y evalúa seis categorías de mediciones: citometría de flujo, sistemas de imágenes, genética, HPLC y análisis elemental, bioóptica y bioacústica.
Para cada categoría proporcionamos (en documentos adjuntos), la tecnología relevante (p. ej., nombre del instrumento/empresa que lo fabrica), análisis de agua, esfuerzo asociado, referencias clave y protocolos existentes, repositorios de datos y expertos identificados.

Consideramos los pros y los contras de dos modos de recolección de muestras e información:

- muestreo y análisis de muestras de agua, y - recopilación de datos con sensores automatizados.

Ambos son posibles en los cruceros GO-SHIP en varias configuraciones. Entre las estrategias de implementación que consideramos están:

1. Análisis del agua recolectada con CTD-rosette, sistemas de flujo continuo montados en el casco, o un cubo sobre el costado.
2. Sensores montados en barcos (bioacústica y PAR).
3. Sensores montados en una roseta CTD.
4. Sensores que miden las propiedades del agua bombeada desde el océano al R/V (sistema 'en línea' o de 'flujo continuo').

Todos los sensores y análisis de muestras de agua recomendados aquí se proporcionan en apéndices detallados, que incluyen referencias y protocolos destacados. Hemos contribuido y tomado prestado de una revisión reciente de Lombard et al. (2019), que abogó por un enfoque holístico para el muestreo de plancton y detalló una estrategia para llegar allí en un contexto de observación mucho más general que aquí.

Machine Translated by Google

2.0 Modos y configuraciones de muestreo: una descripción general

2.1 Muestreo discreto de agua: el agua recolectada de un sistema de roseta o de flujo continuo se puede recolectar para su análisis (principalmente en tierra), incluida la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), partículas de carbono orgánico e inorgánico (POC, PIC), secuenciación genética, análisis de células moleculares. recuentos y citometría de flujo (FCM), incluida la FCM clásica para picoplancton (incluidos picofitoplancton, virus, bacterias) y nanoplancton (nanoeucariotas fitoplanctónicos y nanoflagelados heterótrofos). El análisis de muestras discretas requiere personal dedicado para ejecutar la filtración a bordo de (a veces volúmenes significativos) de agua de mar (de 250 mL a 4 L, según el análisis).

2.1.1 Muestras discretas de CTD: siempre que sea posible, el uso de la roseta dedicada GO-SHIP y el protocolo estándar no requeriría tiempo de cableado adicional ni configuración de la plataforma. Sin embargo, el volumen de agua disponible puede ser insuficiente para muchos de los análisis de interés. Otra posibilidad, si el tiempo lo permite, es usar la roseta dedicada GO-SHIP para un lanzamiento poco profundo adicional (por ejemplo, 0 – 500 mo 1000 m de profundidad), proporcionando suficiente agua para las mediciones sugeridas aquí. El tiempo de estación adicional (> 1 h por estación) puede resultar difícil de programar. Una solución podría ser tener una roseta dedicada a la biología a bordo para usar a 500 mo 1000 m de profundidad para ahorrar tiempo entre lanzamientos, lo que puede requerir un segundo cabrestante, que no está disponible en todos los barcos.

2.1.2 Muestras discretas del sistema de flujo continuo: las muestras de un sistema de agua de mar limpia (ver a continuación) se pueden analizar para determinar las mismas propiedades que las de la roseta. Este método, aunque se limita a muestrear aguas de una toma de agua cerca de la superficie del océano, tiene la ventaja de proporcionar tanta agua como sea necesario y muestrear mientras está en marcha para cubrir distancias más grandes, potencialmente con una alta resolución espacial. Debido a que permite un muestreo casi continuo, este enfoque es particularmente útil para resolver escalas de variabilidad espacial y temporal cerca de la superficie del océano.

Para muestrear EOV relevantes para el plancton, estos sistemas deben:

1. Limpiarse antes de cada transecto (requiere enjuagar el sistema con lejía).
2. Utilice una bomba de diafragma o peristáltica en lugar de bombas de impulsor, ya que estas últimas rompen las células (Cetinić et al., 2016).
3. Minimizar el tiempo de residencia dentro del sistema (p. ej., tomando muestras cerca de la entrada) a < cinco min.
4. El caudal debe ser del orden de al menos 5 l/min (tenga en cuenta que si existe otra instrumentación en el sistema de flujo continuo (p. ej., para gases disueltos), debe tenerse en cuenta en los cálculos de caudal).
5. Para cada medición realizada, se deben comparar algunas muestras del sistema de flujo continuo con muestras de la botella con superficie de roseta para evaluar la posible contaminación y/o sesgo.

Machine Translated by Google

2.2 Sistemas de instrumentación 2.2.1
Instrumentación en roseta. La instrumentación en la roseta puede proporcionar medidas indirectas para la concentración de fitoplancton (p. ej., fluorescencia de clorofila (F_chl) o densidad de partículas finas (transmisómetro (660 nm), retrodispersión), estimaciones de flujo vertical y proxy de biomasa de partículas y zooplancton, así como diversidad de zooplancton (imágenes a través de perfilador de visión submarina 5 (UVP5-HD)).

2.2.2 Instrumentación de flujo continuo: la biomasa y la diversidad de nano y micro fitoplancton y microzoopancton se pueden estimar utilizando un Imaging FlowCytobot (IFCB). El IFCB proporciona información taxonómica altamente resuelta del fitoplancton en el rango de 6 a 130 µm. Las abundancias de pico y nanofitoplancton se pueden estimar utilizando un citómetro de flujo automatizado Cytosense. Resuelve los clusters convencionales determinados por citometría de flujo (Prochlorococcus, Synechococcus, pico- y nano-eucariotas y criptofitas). El dispositivo image-in-flow ofrece un plus para identificar algunas de las partículas analizadas. Los indicadores de la biomasa total de fitoplancton incluyen F_chl o un espectrofotómetro en línea [AC-S (modo filtrado/sin filtrar)]. Este último también proporciona un proxy para 6 grupos de pigmentos, POC y un índice de tamaño.

2.2.3 Instrumentación montada en barcos:
2.2.3.1. La irradiación descendente en el aire se mide con un disponible fotosintéticamente radiómetro de radiación (PAR), y
2.2.3.2. Sensores bioacústicos en el casco, un ADCP (medición requerida en GO-SHIP) y una ecosonda cuantitativa de banda ancha/multifrecuencia (calibrada) que proporcionan una medida semicuantitativa de las distribuciones verticales de zooplancton y peces. Los problemas de posibles interferencias entre la ecosonda y el ADCP deberán resolverse antes de utilizar la ecosonda.

3.0. Análisis de muestras discretas El objetivo final de los análisis de muestras de agua de los EOV de plancton es una evaluación de la estructura y función holística del ecosistema de plancton. Las estimaciones cuantitativas de la biomasa del plancton y la composición de la comunidad, picoplancton y bacterias heterótrofas, picoeucariotas, así como su composición genética y función metabólica, son fundamentales para caracterizar la vida en el océano. Todos los análisis descritos a continuación tienen recomendaciones documentadas en el apéndice III. El muestreo discreto, como se describe a continuación, está limitado por el volumen muestreado a organismos relativamente pequeños, sesgados hacia el microplancton y más pequeños.

Todos los sensores en Rosette y el sistema de flujo continuo que se utilizan para derivar proxies biogeoquímicos requieren el muestreo de agua (p. ej., para POC y pigmentos) para ayudar a evaluar las incertidumbres y las relaciones entre la medición del sensor y los proxies biológicos. De manera similar, si es posible realizar arrastres de red, se pueden validar los indicadores acústicos del zooplancton.

3.1 Pigmentos de HPLC
Se puede obtener información sobre la diversidad del fitoplancton a partir del análisis de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) de los pigmentos presentes en las muestras a granel.
La clorofila a se usa típicamente como un indicador de la biomasa de fitoplancton, ya que está presente en

Machine Translated by Google

todo el fitoplancton (aunque en su forma divinil en proclorofitas). Los pigmentos accesorios varían con la composición de la comunidad de fitoplancton, y algunos pigmentos pueden usarse como biomarcadores de taxones específicos; sin embargo, la clorofila por célula o por carbono varía con los taxones y la fisiología del fitoplancton, y los índices deben usarse con precaución. Se han propuesto varios enfoques basados en pigmentos que permiten estimar la contribución relativa a la clorofila a de diferentes taxones de fitoplancton (algoritmo CHEMTAX Mackey et al., 1996) o agrupaciones taxonómicas o clases de tamaño (Uitz et al., 2006 y sus referencias). Los métodos basados en pigmentos tienen la ventaja de que cubren todo el conjunto de fitoplancton en un solo análisis y brindan una evaluación cuantitativa de la composición de la comunidad de fitoplancton a nivel de clase o superior (Bax et al., 2001).
Mediante la validación combinada con citometría de flujo y microscopía, se pueden reducir las incertidumbres de estos métodos que están vinculadas a la variabilidad en la pigmentación accesoria dentro de un taxón dado o inducida por factores ambientales.

3.2Análisis elemental La

biomasa suspendida total en el océano abierto superior está dominada por partículas derivadas del plancton. El análisis de carbono orgánico, fósforo, nitrógeno y carbono inorgánico asociado con muestras de partículas a granel retenidas en un filtro proporciona descriptores esenciales de la dinámica de dichas partículas. Los métodos asociados se han probado y perfeccionado durante décadas (p. ej., Hurd y Spencer, 1991; Cutter et al., 2017).

3.3Genética El

análisis de las secuencias genéticas contenidas en muestras filtradas ha revolucionado nuestra comprensión de la diversidad y función planctónica (ver revisión de Pedrós-Alió et al., 2018). La secuenciación de alto rendimiento (HTS, por sus siglas en inglés) proporciona una secuenciación relativamente rentable y rápida de ADN y ARN, y se extrae más información genética a medida que las técnicas evolucionan y maduran. La secuenciación del ADN (los genes de los organismos marinos) brinda información sobre qué organismos están presentes en una muestra (Rusch et al., 2007). El ARN (las transcripciones de genes, producidos cuando un gen específico está activo) puede brindar información sobre la actividad de procesos clave (por ejemplo, la absorción de nutrientes) (Carradec et al., 2018).

El "código de barras" se dirige a secuencias específicas que son comunes en una amplia gama de taxones de plancton, identificando un organismo específico a través de diminutas diferencias genéticas en la secuencia común. Inicialmente desarrollado para bacterias individuales, se ha ido aplicando progresivamente a ecosistemas marinos completos, que incluyen plancton, necton e incluso organismos bentónicos. “Metabarcoding” es la aplicación de la identificación de especies a través de códigos de barras a escala de una muestra de agua filtrada completa (Bucklin et al., 2016). La “metagenómica” permite igualmente el estudio de todos los genes presentes en un filtro dado para inferir las capacidades metabólicas y funcionales de las comunidades microbianas (Rusch et al., 2007; Sunagawa et al., 2015), con la posibilidad de extraer la taxonomía (16S /18S fragmentos del gen rRNA — lo que se conoce como 16S/18S mTags; Logares et al., 2014) o genes funcionales de interés (Farrant et al, 2016) y que dan acceso a la reconstrucción de genomas completos de miles de microorganismos (ej., Delmont et al., 2018; Tully et al., 2018). Los análisis de ADN "ambiental" (eDNA) se ejecutan en el ADN liberado por animales metazoarios en el agua de mar. Las nuevas técnicas permiten la estimación de la diversidad de eDNA dentro de las muestras con una resolución taxonómica sin precedentes y, a medida que se vuelven relativamente

Machine Translated by Google

asequible y automatizado, eDNA tiene el potencial de revolucionar el análisis de diversidad en estudios globales de animales marinos (Deiner et al., 2017; Ortega et al., 2019).

Debido a que todas estas técnicas están evolucionando muy rápidamente, las muestras adicionales a menudo se almacenan en filtros a -80°C para futuros análisis. Por lo tanto, la conservación de muestras es fundamental para permitir la aplicación de técnicas futuras en muestras almacenadas (Pesant et al., 2015).

Finalmente, las secuencias genéticas solo brindan su valiosa información a través de la comparación estadística con secuencias conocidas, un proceso conocido como bioinformática. El desarrollo de técnicas bioinformáticas es complejo y continuo, y debe integrarse con el conocimiento preexistente. La integración completa de la información genética con la evaluación de organismos completos, a través de técnicas como el aislamiento y la imagen, ayudará a evitar los sesgos de la secuenciación pura y los enfoques in-silico (Pedrós-Alió et al., 2018).

3.4 Imágenes y enumeración de organismos/partículas individuales en muestras de agua discretas recolectadas

3.4.1 Citometría de flujo La

citometría de flujo
proporciona un medio para enumerar y caracterizar las propiedades de fluorescencia y dispersión de luz de los microbios en suspensión en una muestra líquida. Las partículas individuales se miden en flujo a medida que pasan a través de una fuente de luz enfocada (generalmente uno o varios rayos láser) y se pueden analizar combinaciones de señales de fluorescencia y dispersión para distinguir Prochlorococcus, Synechococcus, picofitoplancton eucariota y nanofitoplancton. Con la adición de una tinción de ácido nucleico a las muestras en el momento del análisis, también es posible enumerar procariotas heterótrofas de forma rutinaria. También se pueden utilizar análisis más especializados con tinciones para virus y microzooplancton, o viabilidad celular.

3.4.2 Microscopía en tierra Si es posible

realizar remolques con red, como se ha hecho en algunos cruceros GO-SHIP, las muestras de estos deben submuestrearse para microscopía. Estos se pueden usar para comparar con UVP (que los nadadores fuertes evitan, así como los datos bioacústicos (por ejemplo, la elección del modelo acústico basado en los organismos predominantes).

4.0 Sistemas montados en barcos

4.1Sensores bioacústicos Los

métodos acústicos pueden revelar mucho sobre la distribución espacial y la dinámica temporal del zooplancton. Por ejemplo, las ecosondas condujeron al descubrimiento de la migración vertical diaria de plancton y micronekton (Johnson, 1948) y sus agregaciones ubicuas y densas, pero previamente ocultas (Cheriton et al., 2007). La capacidad de las herramientas acústicas para evaluar simultáneamente animales que varían en tamaño desde escalas submilimétricas hasta métricas permite examinar los procesos ecológicos en el plancton cuando se eligen las frecuencias apropiadas. Sin embargo, esta capacidad también destaca un desafío clave: separar los tipos de animales y evaluar con precisión la biomasa de cada uno. Si bien estos enfoques se han utilizado durante mucho tiempo para la evaluación y gestión de poblaciones de peces de muchas especies (MacLennan y Simmonds, 1992), las diferencias dramáticas en el tamaño corporal del plancton, la composición de especies,

Machine Translated by Google

Las propiedades elásticas de los animales y la orientación influyen notablemente en la reflectividad acústica o la fuerza del objetivo, junto con la complejidad de la comunidad, dificultan la separación de taxones y la evaluación de la biomasa. Las mediciones acústicas tienen incertidumbres inherentes.

Muchos de los mejores conocimientos sobre el zooplancton fueron el resultado de la integración creativa de múltiples dispositivos de muestreo complementarios que incluyen acústica con redes, óptica, imágenes y etiquetado de animales para aprovechar las diferentes fortalezas y llenar los vacíos de cada enfoque (revisado en Benoit-Bird y Lawson, 2016). Los esfuerzos de fusión de sensores múltiples tienen el potencial de una aplicación más amplia mediante el uso de plataformas autónomas, lo que resuelve el problema del alcance limitado de la acústica de alta frecuencia.

Los sensores bioacústicos montados en el casco vienen en dos tipos:

4.1.2 Ecosondas cuantitativas Las ecosondas cuantitativas multifrecuencia son sensores calibrados diseñados para ensonificar una parte significativa de la columna de agua para obtener información cuantitativa sobre los organismos a través de la retrodispersión acústica. Cuanta más información independiente sobre los organismos en el agua (p. ej., de sistemas de imágenes y redes), mejor se puede realizar la inversión para estimar la biomasa. Muchos R/V académicos ya tienen estos sistemas instalados. La interferencia con los ADCP es un problema para estos instrumentos y se deben aplicar esfuerzos (ajuste) para evitar dicha interferencia y, en algunos casos, será necesario apagarlos (ya que los ADCP son mediciones centrales de GO-SHIP). En el pasado, en algunos viajes de GO SHIP, todos los demás sistemas acústicos se apagaron para no interferir con el ADCP.

Esto representa una gran pérdida de datos que se están volviendo cada vez más importantes para comprender los cambios biológicos en el océano. Los sistemas acústicos funcionan en muchas frecuencias y pueden producirse diafonías debido a un problema de frecuencia o tiempo.
El procesamiento de datos moderno en tiempo real y posprocesamiento puede eliminar artefactos conocidos (picos de transmisión) incluso cuando se produce a la misma frecuencia y produce datos funcionales. Por lo tanto, con las pruebas y herramientas adecuadas, muchos sistemas acústicos pueden operar de forma independiente sin comprometer funcionalmente la medición de corriente ADCP. Además, recientemente algunas ecosondas también han podido medir señales similares a ADCP (https://www.kongsberg.com/maritime/products/mapping-systems/fishery research/scientific-echo-sounders/ec150-3c?OpenDocument) haciendo Es posible evitar problemas de interferencia.

4.1.3 Perfiladores de corriente acústicos Doppler: ADCP Los ADCP de frecuencia única están diseñados principalmente para obtener la velocidad del agua a través del desplazamiento Doppler del sonido dispersado por las partículas en la columna de agua. Teniendo en cuenta la pérdida de energía teórica a lo largo del haz acústico y las características de los dispositivos ADCP individuales, el volumen de retrodispersión (Sv) en decibelios (dB) se puede estimar a partir de los registros de intensidad de retrodispersión. Aunque las señales de Sv no están vinculadas exclusivamente al plancton, otros análisis (p. ej., la variación diurna de los máximos verticales en Sv) han sido muy útiles para investigar la migración del plancton. A través de la calibración de Sv con observaciones de plancton in situ (p. ej., imágenes), los ADCP pueden usarse para obtener estimaciones cuantitativas de la biomasa y relacionarse entre embarcaciones y en el tiempo. Los ADCP son obligatorios en todos los GO-

Machine Translated by Google

Cruceros en BARCO. Los datos se pueden registrar con una resolución temporal de segundos y cubren un rango de profundidad desde cerca de la superficie hasta más de 1500 m de profundidad y están disponibles a lo largo de toda la trayectoria del crucero.

4.2 Radiación fotosintéticamente activa (PAR) Radiómetros Los sensores que miden la radiación fotosintéticamente activa (PAR) descendente son baratos, robustos, requieren una limpieza mínima y se han utilizado regularmente como parte de una estación meteorológica en la parte superior de los barcos. Esta medición es un aporte fundamental para la productividad y la fotofisiología del fitoplancton.

5. Mediciones de sensores montados en rosetas Todos los cruceros GO-SHIP utilizan rosetas CTD + para recolectar muestras de agua. Hay una variedad de sensores que podrían acomodarse en rosetas que podrían usarse para estudiar el plancton que se describe a continuación. Sin embargo, dada la limitación en la cantidad de puertos disponibles en la roseta CTD, es fundamental evaluar cuántos se pueden admitir en cada caso y si el registro automático de datos es opcional (e incluir el tiempo de descarga de datos en el flujo de trabajo)

5.1 Los ADCP bioacústicos se despliegan en rosetas para estimaciones in situ de la velocidad y la turbulencia utilizando, por lo general, sistemas de mayor frecuencia que los montados en el casco. Como se discutió anteriormente, la fuerza de la señal devuelta y las velocidades verticales medias son diagnósticos para la biomasa y los patrones de natación del plancton. Ecosonda cuantitativa, utiliza acústica multifrecuencia o de banda ancha para restringir las distribuciones de zooplancton y peces.

5.2Imágenes subacuáticas El Underwater Vision Profiler 5HD (UVP, Picheral et al., 2010) opera una cámara de 4 MPix que genera imágenes de un campo de visión de aproximadamente 1 litro de agua. El espectro de tamaño UVP incluye agregados de nieve marina > 100 µm e imágenes de plancton > 500 µm. Está integrado en un sistema CTD-Rosette como un sensor estándar que proporciona imágenes indexadas a los diferentes datos ambientales recopilados a una velocidad de 20 imágenes s^{-1} . El UVP es autoalimentado, con baterías recargables, registra datos internamente y proporciona una salida en tiempo real (si hay un puerto CTD disponible) proporcional a la concentración total de partículas.

5.3 Sensores bioópticos Al igual que los sensores acústicos, las mediciones ópticas se utilizan mejor con enfoques de muestreo complementarios de EOV biológicos. Las mediciones de las características ópticas del agua in situ se han utilizado durante décadas (p. ej., Gardner et al., 2018) para caracterizar las propiedades a granel asociadas con las partículas de tamaño micrométrico en general y el fitoplancton en particular (la dispersión cercana hacia adelante amplía este rango a un algunas centenas de micras).

5.3.1 Transmisómetros de haz Las mediciones de la transmisión del haz cerca de 660 nm se han realizado con sensores comerciales desde la década de 1980 para proporcionar una evaluación rápida de la calidad del agua y la cantidad de partículas en la columna de agua. Las mediciones son simples de realizar pero pueden requerir un esfuerzo significativo en aguas oceánicas donde la concentración de partículas es muy baja (estas

Machine Translated by Google

las aguas se utilizan a menudo para proporcionar un blanco para el instrumento (por ejemplo, Gardner et al., 2006). Las mediciones del transmisómetro pueden proporcionar un proxy para POC.

5.3.2 Fluorómetros Los

fluorómetros de emisión de excitación simple y múltiple pueden proporcionar información sobre otros pigmentos además de la clorofila a (Proctor y Roesler, 2010). Se han utilizado algunos estudios para proporcionar estimaciones de los grupos funcionales del fitoplancton. Estas mediciones se combinan mejor con EOV biológicos que brindan observaciones de biomasa y diversidad, ya que las observaciones de fluorescencia son difíciles de interpretar cuantitativamente debido a una serie de factores, incluida la fisiología y la diversidad de la comunidad de fitoplancton.

5.3.3 Sensores de dispersión óptica Los

sensores de retrodispersión se han utilizado desde la década de 1990 como sustitutos de materiales particulados. Pueden proporcionar estimaciones de la concentración de partículas a gran profundidad (p. ej., Poteau et al., 2017). Si se miden en múltiples longitudes de onda, sin verse afectados por la absorción de partículas, pueden proporcionar un indicador de tamaño para partículas de tamaño micrométrico (p. ej., Slade y Boss, 2015).

Estas técnicas son útiles como sustitutos del carbono orgánico particulado en general (Cetenić et al., 2012) y del carbono del fitoplancton en particular (Graff et al., 2015).

6. Mediciones de sensores de flujo continuo en línea 6.1 Mediciones bioópticas: todas las

tecnologías mencionadas en la sección 5.3 anterior (fluorómetros, sensores de retrodispersión y transmisómetros, así como espectrofotómetros hiperespectrales) se utilizan fácilmente con la mayoría de los sistemas de agua de mar de flujo continuo en línea. Si los sensores y los sistemas de flujo continuo están bien mantenidos (consulte la sección 2.1.2), pueden proporcionar mediciones de alta resolución de las propiedades superficiales relevantes. Las mediciones bioópticas requieren observaciones discretas de abundancia (p. ej., análisis elemental, pigmentos) para desarrollar relaciones indirectas (y verificar que las publicadas sean aplicables localmente). Mediciones adicionales de diversidad y productividad de grupos de organismos pueden mejorar significativamente su utilidad.

6.2 Imágenes:

Imaging Flow Cytobot (IFCB) es una celda de flujo integrada y un sistema de imágenes que proporciona imágenes claras y enfocadas de eucariotas y partículas orgánicas más grandes a medida que pasan por el sensor (Sosik y Olson, 2007). Las imágenes IFCB brindan información sobre la biodiversidad, así como el tamaño, la forma, la fluorescencia y la dispersión específicos del organismo, y estos instrumentos generalmente están configurados para tomar muestras automáticamente de 5 ml cada 25 minutos del flujo de agua de mar no contaminada. Este sensor se ha integrado de forma rutinaria para fluir a través de los sistemas, a menudo sin un técnico dedicado a bordo.

6.3 Citometría de flujo: El

Cytosense (Cytobuoy) es un citómetro de flujo automatizado especialmente diseñado para analizar microbios acuáticos de ~0,1 µm a 4 mm de largo y hasta 1,3 mm de ancho (Dubelaar et al., 1989). Puede registrar intensidades de luz dispersa hacia delante y hacia los lados, y varias longitudes de onda de fluorescencia, así como detectar curvatura y luz polarizada. El

Machine Translated by Google

Cytosense registra los perfiles ópticos completos a medida que las partículas fluyen a través del rayo láser, generando una huella digital óptica de las partículas (desde las células hasta las colonias). Un dispositivo de flujo de entrada de imagen también brinda la capacidad de tomar fotografías de algunas celdas objetivo. El Cytosense no requiere ninguna filtración previa. El citómetro está completamente automatizado y diseñado para realizar muestreos y análisis varias veces por hora (normalmente cada 20 a 30 minutos).

7. Costo y beneficios de las medidas propuestas En la Tabla 1, resumimos las principales consideraciones logísticas y los requisitos de recursos asociados con las medidas que recomendamos para los cruceros GO-SHIP. Todas las mediciones propuestas aquí tienen antecedentes de haberse realizado en embarcaciones de investigación y varias ya se han implementado en cruceros GO-SHIP. Se puede encontrar información más detallada y específica sobre cada uno en los documentos de recomendación en el Apéndice II. Un esfuerzo de muestreo holístico idealmente incluiría todas las medidas en la lista. Sin embargo, cada crucero tendrá diferentes restricciones logísticas, por lo que incluimos una consideración de las restricciones clave a continuación.

La asignación de "contenido de información" pretende reflejar la amplitud de la información biológica proporcionada por una sola medición. Por ejemplo, el POC o la óptica de 1 canal brindan información solo sobre la concentración, mientras que la genética y las imágenes brindan información sobre la diversidad y la composición de la comunidad.

8. Gestión de datos y repositorios Es necesario contar con un plan de gestión de datos cuidadoso que tenga en cuenta:

1. Usar prácticas JUSTAS (los datos deben ser localizables, accesibles, interoperables y reutilizable). Por lo tanto, se deben crear metadatos apropiados, se siguen los estándares de la comunidad y los datos están fácilmente disponibles.
2. Prácticas actuales utilizadas por la comunidad internacional en general.
3. Manera fácil de vincular entre los datos que están actualmente depositados en diferentes bases de datos.
4. Longevidad de la base de datos: elija tener los datos en bases de datos que probablemente alrededor de los años venideros.
5. Las muestras curadas deben mantenerse en instalaciones apropiadas y el acceso a ellas debe seguir los protocolos acordados.

Se recomienda que la comunidad de Bio-GO-SHIP identifique los productos y repositorios de datos que alojarán qué tipo de datos (es decir, citometría de flujo, eDNA, etc.) para ayudar a grupos como el Grupo de Coordinación de Observaciones del GOOS a desarrollar mapas de flujo de datos también. como datos publicitarios y disponibilidad de metadatos.

Machine Translated by Google

Tabla 1: Contenido de la información generada bajo la configuración de muestreo de GO-SHIP, precio, modo de muestreo (y, por lo tanto, densidad de muestreo) y escala espacial (vertical u horizontal según el modo de muestreo), tiempo promedio para el esfuerzo de recolección de muestras y procesamiento de datos posterior al crucero (no análisis), y esfuerzo curatorial. Todo el personal necesita una formación que es más amplia si se desea que el instrumento sea reparado en el mar. La instrumentación se seleccionó en función de la necesidad mínima de intervención.

Información de la muestra	Escala espacial	Aproximado Precio por muestra	Fuente de agua (R-roseta, I en línea, casco H) y tamaño de la muestra	Tiempo promedio del esfuerzo de muestreo vertical/horizontal (tiempo del técnico)		QA/QC + envío a la base de datos
punto de contacto	bajo	$20	RHODE ISLAND 1L	Botellas / 100 km 2 h por un rosetón completo	Un día por crucero.	
FOTO	bajo	$20	RHODE ISLAND 1L	Botellas / 100 km 2 h por un rosetón completo	Un día por crucero.	
HPLC	medio	$80	RHODE ISLAND 1L	Botellas / 100 km 2 h por un rosetón completo	Un día por crucero.	
FCM	medio	$20	R/I 10 mL	Botellas / 100 km 0,2 h por un rosetón completo	Un día por crucero.	
Genética	alto	$100	RHODE ISLAND 4-10 litros	Botellas / 100 km 2 h para una roseta completa		
Sensor		Precio del sensor implementado en			Esfuerzo de muestreo (tiempo técnico) 5 min por día	Esfuerzo de análisis
Óptica de un solo canal	bajo	~4K por canal	RHODE ISLAND	2m/ 300m		2 días por crucero
ADCP	bajo	Ya encendido GO-SHIP	HORA	10m/ 10m	5 minutos por día	1 semana por crucero
Óptica hiperespectral	medio	~40K	I	escala horizontal de 300 m	2-30 minutos por día	2 días por crucero

Machine Translated by Google

Ecosonda cuantitativa	medio	~400K – ya en algún GO-SHIP	H	Contenedor vertical de 0,3 m para montar en el casco	5 minutos por día	1 semana por crucero
medio LISTST		~35K	I	300m	2-30 min por día	2 días por crucero
Medio FCM (citosentido)		~130K	I	10km	30 min de carga de batería y descarga de datos	Distribución del tamaño - 2 días por crucero. Imágenes - actualmente 2 meses.
Imagen (UVP) alta		~130K	R	0,1 m	2-30 minutos por día	Distribución de tamaño - 2 días por crucero. Imágenes - actualmente 2 meses.
Imagen (IFCB) alta		~130K	I	10km	5 minutos por día	Distribución de tamaño - 2 días por crucero. Imágenes - actualmente 2 meses.

Machine Translated by Google

9. Plan de muestreo recomendado Tenga en cuenta
que las mediciones a continuación no se ordenaron según la prioridad, ya que la prioridad dependerá del agua disponible, la instrumentación disponible, la infraestructura y los recursos en tierra. La Tabla 1 podría usarse como una guía para establecer prioridades.

1. Escenario 1: impacto mínimo en las operaciones de GO-SHIP (es decir, sin tiempo adicional necesario)
   Dos técnicos (operaciones y mantenimiento de instrumentos y muestreo de agua)
   a. Flujo continuo (igual para todos los escenarios)
      i. Instrumentación 1.
         IFCB 2.
         LISST 3.
         ACS filtrado/sin filtrar 4. Citosentido

      ii. Agua – réplica para control de calidad de réplicas técnicas 1/día.
         1. HPLC 2.
         Genética 3.
         Análisis elemental 4. FCM

   b. roseta i.
      Instrumentación
         1. Transmisión (1 puerto CTD que se puede compartir con un cable Y con el sensor de retrodispersión Fchl para alimentar el sensor y obtener datos).
         2. Combinación de fluorómetro Chl y sensor de retrodispersión 3.
         UVP (se recomienda (pero no es necesario) que un canal de datos adicional para monitorear el UVP está funcionando bien).
         4. ADCP ii.
      Roseta: agua residual disponible 1. FCM 2.
         HPLC 3.
         Genética 4.
         Análisis elemental

   C. Sensores a bordo del barco i. ADCP
      ii. PAR
      iii. Ecosonda cuantitativa (si no hay interferencia ADCP)

2. Escenario 2: Impacto medio en GO-SHIP (se necesitan 1,5-2,5 horas de tiempo adicional)
   Igual que arriba + lanzamiento dedicado a la biología a 1500 m: mínimo 6 profundidades, incluidas dentro de la capa mixta, máximo de clorofila, máximo de partículas (~10 m por debajo del máximo de chl o 200 m), 500 m, 1000 m y 1500 m.
      1. FCM 2.
      HPLC (hasta 500 m máx.)

Machine Translated by Google

3. Genética 4.
POC

3. Escenario 3 – Escenario 2 + Roseta dedicada biológicamente para una mayor eficiencia y menos tiempo de impacto en las operaciones de GO-SHIP.

4. Escenario 4 – Escenario 2 o 3 a 6000 m o fondo si es menos profundo, con muestreo batipelágico que incluye cerca del fondo. 10 muestras.
   a. FCM en todas las profundidades (10 mL) b. HPLC a 6 profundidades menores (como se determina en el Escenario 2)
   c. POC en todas las profundidades (2 – 4 L) d. Genética a toda profundidad (2 – 10L)

Los escenarios 2-4 podrían tener lugar en cada estación GO-SHIP o a intervalos regulares.
Además, como se hizo en algunos cruceros GO-SHIP, se podrían realizar arrastres de red Bongo para proporcionar muestras para información visual y genética en niveles tróficos superiores y para calibrar la bioacústica.

10. Desarrollo detallado del plan de implementación: "muestras y sensores: un matrimonio hecho en P-OBS"

- Incluir experiencia biológica en los Comités GO-SHIP (Global y Nacional), incluyendo grupos asesores para responder preguntas apremiantes. •
- Conéctese y comuníquese con grupos locales de usuarios biológicos potenciales para obtener aceptación, interés y desarrollo de capacidades. • Los
- sensores que no forman parte del muestreo de rutina deben almacenarse en un laboratorio de expertos locales cuando no estén en un crucero GO-SHIP para que se utilicen, se les dé servicio y estén listos para implementarse en los próximos cruceros GO-SHIP.
- Se debe reunir y consultar la experiencia en conservación y taxonomía para asegurar los datos se utilizan por completo.
- Implementación paso a paso: comience con una cantidad limitada de instrumentos, cruceros y muestras y aumente a medida que mejore la habilidad: garantiza que los datos recopilados sean de alta calidad, que existan protocolos de mejores prácticas relevantes y que los usuarios de datos estén interesados. •
- La infraestructura de gestión de datos es de vital importancia. Existen archivos de datos para todas las medidas propuestas pero en varios repositorios diferentes. Asegúrese de que todos estén vinculados y que se utilicen términos y unidades apropiados en todos y que los procedimientos hayan sido revisados por especialistas en datos.

Machine Translated by Google

11.Referencias

Batten, S., Abu-Alhaija, R., Chiba, S., Edwards, M., Graham, G., Jyothibabu, R., et al. (2019). Un programa global de monitoreo de la diversidad del plancton. Frente. Mar. Sci., 6, 10.3389/fmars.2019.00321

Bax, NJ, Burford, M., Clementson, L. y Davenport, S. (2001). fitoplancton floraciones y fuentes de producción en la plataforma continental del sureste de Australia. Mar. Res de agua dulce 52, 451–462. doi: 10.1071/MF00001

Benoit-Bird, KJ y Lawson, GL (2016). Conocimientos ecológicos de hábitats pelágicos adquiridos mediante técnicas acústicas activas. Ana. Rev. Mar. Sci. 8, 463–490. doi: 10.1146/annurev-marine-122414-034001

Bucklin, A., Lindeque, PK, Rodriguez-Ezpeleta, N., Albaina, A., and Lehtiniemi, M. (2016). Metabarcode de zooplancton marino: perspectivas, progreso y peligros. j Res. de plancton 38, 393–400. doi: 10.1093/plankt/fbw023

Carradec, Q., Pelletier, E., Da Silva, C., Alberti, A., Seeleuthner, Y., Blanc-Mathieu, R., et al. (2018). Un atlas oceánico mundial de genes eucariotas. Nat. común 9, 373. doi: 10.1038/s41467-017-02342-1 Cetinić, I., Perry, MJ, Briggs, NT,

Kallin, E., D'Asaro, EA y Lee, CM (2012). Carbono orgánico particulado y propiedades ópticas inherentes durante el experimento de floración del Atlántico norte de 2008. J. Geophys. Res. Océanos 117. doi: 10.1029/2011JC007771

Cetinić, I., N. Poulton y W. Slade, 2016. Caracterización de la sopa de fitoplancton: efectos de bombeo y plomería en el ensamblaje de partículas en sistemas ópticos de agua de mar en curso. Optics Expresss, 24(18), http://dx.doi.org/10.1364/OE.24.020703.

Cheriton, OM, McManus, MA, Holliday, DV, Greenlaw, CF, Donaghay, PL y Cowles, TJ (2007). Efectos de los procesos físicos de mesoescala en capas delgadas de zooplancton en cuatro sitios a lo largo de la costa oeste de los Estados Unidos Estuaries Coasts 30, 575–590. doi: 10.1007/BF02841955

Cutter, G., Casciotti, K., Croot, P., Geibert, W., Heimbürger, L.-E., Lohan, M., et al. (2017) Protocolos de Muestreo y Manejo de Muestras para Cruceros GEOTRACES. Versión 3, agosto de 2017. Toulouse: Oficina Internacional de Proyectos GEOTRACES, 139 y Anexos. doi: 10.25607/OBP-2

Deiner, K., Bik, HM, Mächler, E., Seymour, M., Lacoursière-Roussel, A., Altermatt, F., et al. (2017). Metabarcode de ADN ambiental: transformando la forma en que inspeccionamos las comunidades de animales y plantas. mol. Ecol. 26, 5872–5895. doi: 10.1111/mec.14350

Delmont, TO, Quince, C., Shaiber, A., Esen, Ö. C., Lee, ST, Rappé, MS, et al. (2018). Las poblaciones fijadoras de nitrógeno de planctomicetos y proteobacterias son abundantes en los metagenomas de la superficie del océano. Nat. Microbiol. 3, 804–813. doi: 10.1038/

s41564-018-0176-9 Dubelaar GBJ, A..C. Groenewegen, W. Stokdijk, GJ van den Engh y JWM Visser, (1989). El analizador óptico de plancton (OPA): un citómetro de flujo para el análisis de plancton, II: especificaciones. Citometría 10: 529-539,1989

FarrantGK,H.Doré,FMCornejo-Castillo,F.Partensky,M.Ratin,M.Ostrowski,etal.(2016). Delineación de unidades taxonómicas ecológicamente significativas a partir de patrones globales de picocianobacterias marinas. ProcNatlAcadSciUSA. 113(24):3365-74.

Machine Translated by Google

Gardner, WD, A. Mishonov y MJ Richardson (2006), Concentraciones globales de POC a partir de datos satelitales e in situ, Deep Sea Res., Part II, 53 (5–7), 718–740, doi:10.1016/ j .dsr2.2006.01.029.

Gardner, WD, Richardson, MJ, Mishonov, AV y Biscaye, PE (2018). Comparación global de capas de nefeloide bénticos basada en 52 años de mediciones de nefelómetro y transmisómetro. progr. Oceanogr. 168, 100–111. doi: 10.1016/j.pocean.2018.09.008 Graff, JR, Westberry, TK, Milligan, AJ, Brown, MB,

Dall'Olmo, G., vanDongen Vogels, V., et al. (2015). Mediciones analíticas de carbono de fitoplancton que abarcan diversos ecosistemas. Resolución de aguas profundas. Yo Oceanogr. Res. Papilla. 102, 16–25. doi: 10.1016/j.dsr.2015.04.006 Hurd, DC y Spencer, DW, editores (1991). Partículas marinas: análisis y

caracterización, vol. 63. Washington DC: Unión Geofísica Americana.

Johnson, MH (1948). El sonido como herramienta en ecología marina, a partir de datos sobre ruidos biológicos y la capa de dispersión profunda. J. Mar. Rese. 7, 443–458.

Karsenti, E., Acinas, SG, Bork, P., Bowler, C., De Vargas, C., Raes, J., et al. (2011). Un enfoque holístico de la biología de los ecosistemas marinos. PLoS Biol. 9:e1001177. doi: 10.1371/journal.pbio.1001177

Lindstrom, E., Gunn, J., Fischer, A., McCurdy, A. y Glover, LK (2012). Un marco para la observación del océano. Por el equipo de trabajo para un Marco Integrado para la Observación Sostenida de los Océanos. París, Francia: UNESCO.

Logares R, S. Sunagawa, G. Salazar, FM Cornejo-Castillo, I. Ferrera, H. Sarmento, et al. (2014). Metagenómico 16S rDNA Illumina-Tags como una poderosa alternativa a la secuenciación de amplicones para explorar la diversidad y la estructura de las comunidades microbianas. Microbiol Ambiental. 9:2659-71

Lombard F, Boss E, Waite AM, Vogt M, Uitz J, Stemmann L, et al. (2019) a nivel mundial Observaciones cuantitativas consistentes de ecosistemas planctónicos. Frente. Ciencia de marzo. 6:196. doi: 10.3389/fmars.2019.00196

Mackey, M., Mackey, D., Higgins, H. y Wright, S. (1996). Chemtax: un programa para estimar la abundancia de clases a partir de marcadores químicos: aplicación a las mediciones de fitoplancton mediante hplc. Mar. Ecol. progr. Ser. 144, 265–283. doi: 10.3354/meps144265 MacLennan, DN y Simmonds, EJ

(1992). Acústica Pesquera. Londres: Chapman y Salón.

Miloslavich, P., Bax, N., Simmons, S., Klein, E., Appeltans, W., Aburto-Oropeza, O., et al. (2018). Variables oceánicas esenciales para observaciones sostenidas de la biodiversidad y los ecosistemas marinos. Biología del Cambio Global. Volumen 24, Número 6. Páginas 2416-2433. http://dx.doi.org/ 10.1111/gcb.14108.

Muller-Karger FE, Miloslavich P, Bax NJ, Simmons S, Costello MJ, Sousa Pinto I, et al. (2018) Avances en las observaciones biológicas marinas y los requisitos de datos de los marcos complementarios de variables oceánicas esenciales (EOV) y variables esenciales de biodiversidad (EBV). Frente. Ciencia de marzo. 5:211. doi: 10.3389/fmars.2018.00211

Ortega A, , NR Geraldi, I. Alam, AA Kamau, SG Acinas, R. Logares, et al. (2019). Importante contribución de las macroalgas al secuestro de carbono oceánico. Geociencias de la naturaleza. DOI: 10.1038/s41561-019-0421-8, https://nature.com/articles/s41561-

Machine Translated by Google

019-0421-8Pedrós-Alió C, Silvia G. Acinas, Ramiro Logares and Ramon Massana. 2018. Diversidad microbiana marina vista por secuenciación de alto rendimiento. En Ecología Microbiana de los Océanos, 3ª Edición Josep M. Gasol (Editor), David L. Kirchmann (Editor). ISBN: 978-1-119-10718-7 Pedrós-

Alió C, SG Acinas, R. Logares y R. Massana. (2018). microbiano marino Diversidad vista por secuenciación de alto rendimiento. En Ecología Microbiana de los Océanos, 3ª Edición Josep M. Gasol (Editor), David L. Kirchman (Editor). ISBN: 978-1-119-10718-7

Pesant, S., F. Not, M. Picheral, S. Kandels-Lewis, N. Le Bescot, G. Gorsky, et al. (2015). Recursos de ciencia abierta para el descubrimiento y análisis de datos de Tara Oceans. Datos científicos. 2:150023. doi: 10.1038/sdata.2015.23.

Proctor, CW y Roesler, CS (2010). Nuevos conocimientos sobre la obtención de fitoplancton concentración y composición de la fluorescencia de clorofila multiespectral in situ. Limnol. Oceanogr. Métodos 8, 695–708. doi: 10.4319/lom.2010.8.0695 Roemmich,

D., Alford, M., Claustre, H., Johnson, K., King, B., Moum, J., et al. (2019). Sobre el futuro de argo: una matriz global mejorada de flotadores de detección física y biogeoquímica): una plataforma para la ciencia oceánica multidisciplinaria integrada. Frente. Mar. Sci., 6, 439, 10.3389/fmars.2019.00439.

Rusch, DB, AL Halpern, G. Sutton, et al. 2007. El Hechicero II Océano Global Expedición de muestreo: Atlántico noroccidental hasta el Pacífico tropical oriental. PLoS Biol. 5: e77.

Slade, WH y E. Boss, 2015. Atenuación espectral y retrodispersión como indicadores del tamaño medio de las partículas. Óptica Aplicada, 54, 24, 7264-7277, http://dx.doi.org/10.1364/AO.54.007264.

Sloyan, B., Wanninkhof, R., Kramp, M., Johnson, J., Talley, L., Tanhua, T., et al. (2019). El programa mundial de investigaciones hidrográficas oceánicas a bordo de buques (GO-SHIP): una plataforma para la ciencia oceánica multidisciplinar integrada. Frente. Mar. Sci., 6:445. doi: 10.3389/fmars.2019.00445

Sosik, HM y Olson, RJ (2007). Clasificación taxonómica automatizada de fitoplancton muestreado con citometría de imágenes en flujo. Limnol. Oceanogr. Métodos 5, 204–216. doi: 10.4319/lom.2007.5.204

Sunagawa S, Coelho LP, Chaffron S, Kultima JR, Labadie K, Salazar G, et al, 2015. Estructura y función del microbioma oceánico global. Ciencia. 348 (6237): 1261359. doi: 10.1126/ciencia.1261359

Tully, BJ, Graham, ED y Heidelberg, JF (2018). La reconstrucción de 2.631 borradores de genomas ensamblados en metagenoma de los océanos globales. ciencia Datos 5:170203. doi: 10.1038/sdata.2017.203

Uitz, J., Claustre, H., Morel, A. y Hooker, SB (2006). Distribución vertical de las comunidades de fitoplancton en mar abierto: una evaluación basada en la clorofila superficial. J. Geophys. Res. Océanos 111, C08005. doi: 10.1029/2005JC003207 Organización

Meteorológica Mundial (OMM) (2016). El Sistema Mundial de Observación del Clima: Necesidades de implementación. Organización Meteorológica Mundial Disponible en: https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3417.

Machine Translated by Google

12.Apéndices 12.1Apéndice

I: Estudio de caso de muestreo holístico Como estudio de caso,
presentamos el muestreo holístico (Karsenti et al., 2012) durante la expedición TARA Ocean. La mayoría de las tecnologías y el muestreo que defendemos aquí se implementaron durante los 3 años de la Expedición Tara Ocean (incluidas muchas mediciones adicionales, Pesant et al., 2015). El muestreo se realizó utilizando una roseta CTD, así como un sistema de flujo continuo, ambos de los cuales incluían sensores bioópticos y sistemas de imágenes, así como un conjunto de sensores físicos y químicos). Lo que lo convierte en un buen caso de estudio es que todos los instrumentos y el muestreo fueron realizados por 5-6 científicos/técnicos siguiendo los mismos protocolos para etapas de un mes en una goleta de 36 m convertida en R/V (realizando gran parte del trabajo generalmente en tierra). análisis a bordo). Dado que los buques de investigación son mucho más grandes y pueden transportar mucho más personal, la experiencia de Tara proporciona un límite realista para el personal total necesario y los costos. En términos de impacto y ciencia producida, el rendimiento por $ invertido ha sido muy alto (ver https://www.embl.de/tara/tara oceans-science/publications/).

12.2 Apéndice II: Una muestra de preguntas científicas que estos datos ayudarán a responder:

- ¿Cómo varía la diversidad biológica, la composición y la biomasa a lo largo del muestreo? líneas en relación con los parámetros ambientales?
- ¿Cuánta variabilidad biológica existe en función del tiempo y el espacio en la región batipelágica y mesopelágica y qué tan acoplada está a la ecología de la superficie?
- ¿Hasta qué punto se puede predecir la composición de la comunidad a partir de forzando?
- ¿Hasta qué punto el presa-depredador, el parasitismo, el mutualismo y otras procesos determinan la composición de la comunidad? •
- ¿Cómo funcionan los procesos de desoxigenación, acidificación y calentamiento de los océanos? reestructurar la composición y diversidad de organismos en el océano y su función?

Machine Translated by Google

12.3 Apéndice III: Documentos de recomendaciones para las medidas y sensores específicos aprobados.

12.3.1 Recomendaciones de HPLC

Recomendaciones de HPLC para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Contribución del subgrupo HPLC/POC.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios

Aplicación a necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos Las mediciones de
pigmentos determinados por HPLC proporcionan información sobre la biomasa y la diversidad del fitoplancton, ambos reconocidos como variables oceánicas esenciales (EOV). También representan medidas de referencia fundamentales requeridas para la calibración de datos derivados de sensores ópticos (fluorómetro de clorofila) y para la validación de productos de radiometría de color del océano.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
No se requiere instrumentación específica para las mediciones de pigmentos HPLC. Las muestras de agua de mar se recogen a bordo y se envían a instalaciones dedicadas en tierra para su análisis en el laboratorio.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Si hay agua
disponible, solo la recolección de agua de mar de la roseta CTD (< 30 min para 12 botellas). Los pigmentos de HPLC son datos de nivel 3 de GO-SHIP.

Para análisis de agua con pigmentos de HPLC

Nombre de la
muestra Pigmentos de HPLC: La concentración de pigmentos de fitoplancton determinada a partir del análisis de cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC)
Cantidad de agua por muestras de agua total o cantidad filtrada por muestra El volumen de agua
de mar a recolectar varía con la carga de partículas esperada , es decir, 1–4L para pigmentos HPLC.
Tipo de muestreo (si la muestra podría tomarse del flujo de agua en línea y/o roseta. Para este último, profundidades de interés)
El muestreo de agua de mar se puede realizar desde un sistema de flujo continuo de superficie o desde un dispositivo de roseta CTD equipado con botellas Niskin, lo que permite la adquisición de perfiles resueltos en profundidad. Cuando se utiliza el dispositivo de roseta CTD, las muestras de agua de mar generalmente se recolectan a 10-12 profundidades preseleccionadas, ubicadas entre la superficie y 200 m.

Machine Translated by Google

Precio por muestra
$50-150 para análisis HPLC (no incluye costos de suministro)
Precio por instrumento de
laboratorio ~$55 k
Costo de mantenimiento por instrumento de
laboratorio ~$8.5-11.5k/
año Tiempo del personal para analizar una
muestra La filtración de agua de mar no es muy técnica pero requiere cuidado y vigilancia constantes. En particular, la recolección de agua en situaciones de floración debe realizarse rápidamente o, idealmente, a través de un submuestreo (después de la agitación) de una garrafa grande llena de una botella CTD entera. Dependiendo de la carga de partículas de la muestra, la filtración puede durar de 1 a 2 horas.
Infraestructura necesaria a bordo (p. ej., congeladores, N2 líquido, estante de filtración, filtros, sistema Milli-Q, tipo de bomba para línea) y costo relevante (si no es un equipo estándar a bordo)
La toma de muestras para pigmentos HPLC requiere: -Botellas de PET para muestras de agua de mar, por ejemplo, Nalgene $30/ botella -Un estante de filtración equipado con embudos de polisulfona o policarbonato, por ejemplo, Pall Science Lab ~$220/embudo -Una bomba de chorro de agua para muestras suaves, bajas filtración al vacío de muestras de agua de mar (p. ej., bomba aspiradora de chorro de agua de Cole Parmer ~$2000) -Filtros de fibra de vidrio Whatman GF/F de 25 mm (tamaño de poro 0,7 µm) - 0,85 $/filtro -Tubos criogénicos Nunc - 0,75 $/tubo, o cápsulas de tejido como BioPlas HistoPrep - 0,75 €/cápsula, o láminas de aluminio para almacenar muestras congeladas -Un tanque (p. ej., CryoLab aluminio 50L Dewar $1450) lleno de nitrógeno líquido para la congelación rápida de muestras de pigmentos HPLC -Un congelador a 80°C para almacenamiento hasta el envío; las muestras también se pueden almacenar en nitrógeno líquido si hay suficiente disponible a bordo .
Las muestras de pigmentos de HPLC congeladas se envían en cajas secas (~1300 $/caja seca) precargadas con nitrógeno líquido de vuelta a las instalaciones para su análisis. Hay varios laboratorios de análisis HPLC analíticos nacionales a los que se pueden enviar muestras, por ejemplo, la plataforma SAPIGH en el Institut de la Mer, Villefranche-sur-Mer, Francia; instalación de la NASA en el Laboratorio de Ecología Oceánica en el Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA, Greenbelt, Maryland, EE. UU.; Instituto DHI para el Agua y el Medio Ambiente, Dinamarca; La Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth de Australia, CSIRO. El costo del análisis de HPLC por muestra varía mucho según la instalación elegida, de $50 a $150. HPLC requiere un operador experimentado para análisis de laboratorio e interpretación de cromatogramas.
Mediciones auxiliares relevantes/necesarias (más allá del GPS): Temperatura
Salinidad

Machine Translated by Google

Conductividad
Datos del radiómetro
Nutrientes
DOC / POC / CDOM
Bioóptica
Citometría de flujo
Imágenes (IFCB, UVP)

Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico limitado por esta medición El análisis HPLC permite la identificación y cuantificación de pigmentos de fitoplancton, es decir, clorofila ay pigmentos accesorios. La clorofila a es el principal pigmento involucrado en la fotosíntesis y se encuentra en todos los organismos fototróficos. La concentración de clorofila a (Chla) es, por lo tanto, el indicador más utilizado para la biomasa de fitoplancton. En contraste, los pigmentos accesorios brindan información cuantitativa sobre la composición de las comunidades de fitoplancton en todo el rango de tamaño que cubren.

Chla es el parámetro clave utilizado como entrada para modelos bioópticos biogeoquímicos y basados en el color del océano para producir estimaciones a gran escala de la producción primaria y la biomasa de fitoplancton. Estos pueden combinarse con información sobre la composición de la comunidad basada en pigmentos para proporcionar estimaciones de producción o biomasa específicas del grupo de fitoplancton.

Unidades: mgChl_a m^-3, mg Pigment_x m^-3
Restringe la concentración de fitoplancton, las clases de tamaño de fitoplancton, los tipos funcionales de fitoplancton, junto con otras medidas (luz, MLD, temperatura) restringe la producción primaria. Junto con POC, restringe la relación chl_a/Phyto_C y la tasa de crecimiento.

Protocolos existentes y publicaciones relevantes Bidigare et al. (2003) presentan un protocolo de muestreo y análisis muy detallado que es consistente con las recomendaciones de SCOR. El protocolo analítico recomendado es el de Wright et al. (1991) o, alternativamente, Goericke y Repeta (1993) o Van Heukelem y Thomas (2001). Este último ha sido optimizado por Ras et al. (2008) para aumentar la sensibilidad en el análisis de aguas ultra-oligotróficas.

Referencias:

Bidigare RR, L. Van Heukelem y CC Trees, 2003. Pigmentos de fitoplancton HPLC: muestreo, métodos de laboratorio y procedimientos de garantía de calidad, Capítulo 2, En: JL Mueller y GS Fargion y CR McClain (Eds), Ocean optics protocols for validación del sensor de color del océano satelital, Rev 5, Vol 5: Mediciones biogeoquímicas y bioópticas y protocolos de análisis de datos. Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA, Greenbelt, MD, págs. 5-14.

Goericke R., Repeta DJ, 1993. Clorofila-a y Clorofila-B y Divinil Clorofila-a y Clorofila-B en el Océano Atlántico Norte Subtropical Abierto.
Ecología Marina-Serie Progreso, 101, 307-313.

Machine Translated by Google

Ras J., H. Claustre y J. Uitz, 2008. Variabilidad espacial de las distribuciones de pigmentos de fitoplancton en el Océano Pacífico Sur subtropical: Comparación entre datos in situ y modelados. Biogeociencias, 5, 353-369. Van Heukelem L. y CS Thomas, 2001. Desarrollo de métodos de cromatografía líquida de alta resolución asistida por computadora con aplicaciones para el aislamiento y análisis de pigmentos de fitoplancton. Revista de cromatografía A, 910, 31–49. Wright SW, Jeffrey SW, Mantoura RFC, Llewellyn CA, Bjornland T., Repeta D. y Welschmeyer N., 1991. Método de HPLC mejorado para el análisis de clorofilas y carotenoides del fitoplancton marino. Serie Progreso de la Ecología Marina, 77, 183-196.
Las sinergias obvias con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Los datos de
GO-SHIP sobre el forzamiento físico y las reservas de nutrientes ayudarían a interpretar las condiciones ambientales que prevalecen en el establecimiento de comunidades de fitoplancton.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y hacer observaciones marinas reutilizables (desde física a la química y la biología)
Un ejemplo de vocabulario estandarizado de SeaDataNet: http:// seadatanet.maris2.nl/v_bodc_vocab_v2/search.asp?lib=p01&screen=0 Etiqueta: chl-a_water>GF/F_HPLC Etiqueta preferida: Concentración de clorofila-a {chl-a CAS 479-61-8} por unidad de volumen del cuerpo de agua [partículas >fase GF/F] por filtración, extracción con acetona y alta cromatografía líquida de rendimiento (HPLC) Definición: La cantidad (masa o moles) del pigmento especificado determinado por análisis HPLC de una muestra recolectada por disolución en acetona del residuo recolectado por filtración GF/F de un volumen conocido de cualquier cuerpo de agua. El valor cotizado resulta de una sola determinación o del promedio de determinaciones repetidas. Etiqueta: chl-a_water>GF/F_HPLCmeth Etiqueta preferida: Concentración de clorofila-a {chl-a CAS 479-61-8} por unidad de volumen del cuerpo de agua [partículas >fase GF/F] por filtración, extracción de metanol y alta cromatografía líquida de rendimiento (HPLC) Definición: La cantidad (masa o moles) del pigmento especificado determinado por ensayo HPLC de una muestra recolectada por disolución en metanol del residuo recolectado por filtración GF/F de un volumen conocido de cualquier cuerpo de agua.
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo probable del personal asociado

Machine Translated by Google

Un ejemplo de difusión de datos de pigmentos de HPLC es la base de datos MAREDAT, publicada en Earth System Science Data (ESSD) (Peloquin et al. 2013a) y archivada (+ DPI) en PANGEA (Peloquin et al. 2013b). Los datos de pigmentos de HPLC de uno de los viajes de GO-SHIP se archivaron en PANGEA (Raes et al. 2017, https://doi.org/10.1594/PANGAEA.884052). Otra opción es publicar un documento de referencia (descripción de datos) en ESSD (Organelli et al. 2017) y archivar datos en SEANOE, como se hizo recientemente para el primer conjunto de datos global de BGC-Argo (Organelli et al. 2016, https:// www .seanoe.org/data/00360/47142/). Referencias: Organelli E., Barbieux M., Claustre H., Schmechtig C., Poteau A., Bricaud A., Boss E., Briggs N., Dall'Olmo G., D'Ortenzio F., Leymarie E., Mangin A., Obolensky G., Penkerc'h C., Prieur L., Roesler C., Serra R., Uitz J., Xing X., 2017. Dos bases de datos derivadas de mediciones de flotación BGC-Argo para biogeoquímica y bioquímica. aplicaciones ópticas a escala mundial. Datos científicos del sistema terrestre, doi:10.5194/essd-9-861- 2017 Organelli E., Barbieux M., Claustre H., Schmechtig C., Poteau A., Bricaud A., Uitz J., D'ortenzio F., Dall'olmo G., 2016. Una base de datos bioóptica global derivada de mediciones biogeoquímicas de Argo flotando dentro de la capa de interés para aplicaciones de color de océanos remotos y de campo. SEANOE, doi:10.17882/47142. Peloquin J. et al., 2013a. La base de datos global MAREDAT de mediciones de pigmentos marinos por cromatografía líquida de alta resolución. Datos científicos del sistema terrestre, doi:10.5194/essd-5-109-2013. Peloquin J. et al., 2013b. La base de datos global MAREDAT de mediciones de pigmentos marinos por cromatografía líquida de alto rendimiento - Producto de datos cuadriculados (NetCDF) - Contribución al Atlas mundial oceánico de tipos funcionales de plancton de MAREDAT. PANGAEA, doi:10.1594/PANGAEA.793246. Raes EJ, Clementson L., Bodrossy L., Strutton P., Waite A., 2017. Pigmento y productividad primaria en el transecto P15S GO-SHIP: desde el borde del hielo hasta el ecuador a lo largo de 170°O. PANGAEA, doi:10.1594/PANGAEA.884052.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados
Para trabajo a bordo: Joséphine Ras (jras@obs-vlfr.fr) Céline Dimier (celine.dimier@obs-vlfr.fr)

12.3.2 Recomendaciones de análisis elemental

Recomendaciones de análisis elemental para mediciones relacionadas con el plancton para muestras recolectadas a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Contribución del subgrupo HPLC/POC.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios

Machine Translated by Google

Aplicación a necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos Las mediciones de POC
brindan información sobre el carbono orgánico particulado total y restringen la biomasa de carbono del fitoplancton, las cuales son variables oceánicas esenciales (EOV). También representan medidas de referencia fundamentales requeridas para la calibración de datos derivados de sensores ópticos (retrodispersión, transmisómetro) y para la validación de productos de radiometría de color del océano. El PIC permite cuantificar la biomasa de carbono inorgánico asociada a organismos calcificadores que son especies clave en el lastrado y exportación de materia orgánica.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
No se requiere instrumentación específica a bordo para las mediciones de POC, PN y PIC. Las muestras de agua de mar se recogen a bordo y se envían a instalaciones dedicadas en tierra para su análisis en el laboratorio.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Si hay agua
disponible, solo la recolección de agua de mar de la roseta CTD (< 30 min para 12 botellas).

Para análisis de agua POC, PC y PIC Nombre de

la muestra El
stock de carbono orgánico particulado (POC), nitrógeno particulado (PN) y carbono inorgánico particulado (PIC) determinado a partir del analizador elemental CHN.
Cantidad de agua por muestras de agua total o cantidad filtrada por muestra El volumen de agua
de mar a recolectar varía con la carga de partículas esperada, en el orden de 1–4L. Se deben recolectar dos muestras de agua de mar, una para POC/PN, otra para PIC.
Tipo de muestreo (si la muestra podría tomarse del flujo de agua en línea y/o roseta. Para este último, profundidades de interés)
El muestreo de agua de mar se puede realizar desde un sistema de flujo continuo de superficie o desde un dispositivo de roseta CTD equipado con botellas Niskin, lo que permite la adquisición de perfiles resueltos en profundidad. Cuando se utiliza el dispositivo de roseta CTD, las muestras de agua de mar generalmente se recolectan a profundidades preseleccionadas, ubicadas entre la superficie y 1000 m.
Precio por muestra
$9-18 para análisis CHN (no incluye costos de suministro)
Precio por instrumento de
laboratorio ~$45k por un analizador elemental
CHN Costo de mantenimiento por instrumento de
laboratorio
~$1.4-3k / año Tiempo del personal para
analizar una muestra La filtración para POC, PN y PIC no es muy técnica, pero requiere cuidado y vigilancia constantes. En particular, la recolección de agua en situaciones de floración debe realizarse rápidamente (p. ej., después del muestreo de gases) o, idealmente, a través de submuestreos.

Machine Translated by Google

(después de la agitación) de una bombona grande que se habría llenado con una botella entera de CTD. Dependiendo de la carga de partículas, la filtración puede requerir de 1 a 2 horas.
Infraestructura necesaria a bordo (p. ej., congeladores, N2 líquido, estante de filtración, filtros, sistema Milli-Q, tipo de bomba para línea) y costo relevante (si no es un equipo estándar a bordo)
El muestreo para POC, PN y PIC requiere: -Botellas de PET para muestreo de agua de mar, por ejemplo, Nalgene $30/botella -Un estante de filtración equipado con embudos de polisulfona (para evitar la contaminación por POC), por ejemplo, Pall Science Lab ~$220/ embudo -Un agua -bomba de chorro para una filtración suave y de bajo vacío de muestras de agua de mar (p. ej., bomba aspiradora de chorro de agua de Cole Parmer ~$2000) -Filtros de fibra de vidrio Whatman GF/F de 25 mm (tamaño de poro 0,7 µm) preparados para la filtración, es decir, precombustidos en un horno o prelavados con diclorometano según el protocolo elegido (ver más abajo) -Viales de centelleo precombustidos, placas de Petri o papel de aluminio, según la opción preferida de almacenamiento y envío (ver a continuación) -Un horno y un desecador para secar los filtros o el nitrógeno líquido, un congelador de -20 °C o un congelador de -80 °C para el almacenamiento hasta el envío a la instalación analítica, según la opción preferida de almacenamiento y envío (ver más abajo)
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
Hay dos opciones principales de almacenamiento y envío. Después de la filtración: -Los filtros pueden colocarse en viales de centelleo precombustidos o placas de Petri, secarse en horno a 50 °C durante la noche y almacenarse en un lugar seco o en un desecador hasta su envío y análisis en el laboratorio. -Los filtros pueden envolverse en papel de aluminio precombustido y almacenarse en -20 °C, -80 °C o nitrógeno líquido, y enviarse en un contenedor seco (~$1300 / contenedor seco). El costo del análisis POC es de alrededor de $10 por muestra cuando los análisis se realizan en el Laboratoire d'Océanologie et Geosciences (LOG), Wimereux, Francia, o el Institut de la Mer de Villefranche (IMEV), Villefranche-sur-Mer, Francia. En los EE. UU., UCSB, OSU y UMaine, entre muchos otros laboratorios, realizan análisis de HCN.
Mediciones auxiliares relevantes/necesarias (más allá del GPS)
Temperatura Salinidad Conductividad Datos del radiómetro Nutrientes Pigmentos HPLC Bioóptica Citometría de flujo Imágenes (IFCB, UVP)
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico limitado por esta medición

Machine Translated by Google

El análisis POC permite la cuantificación de la biomasa de carbono. Combinado con las mediciones de clorofila a, proporciona una restricción en la proporción de clorofila a carbono del fitoplancton, un indicador de la fisiología del fitoplancton.

El POC es un parámetro clave utilizado como entrada para modelos bioópticos biogeoquímicos y basados en el color del océano para producir estimaciones a gran escala de la producción primaria y la biomasa de fitoplancton.

El PIC permite cuantificar la biomasa de organismos calcificadores que son actores clave en el lastrado y exportación de materia orgánica.

Los datos de POC y PN son útiles para la inicialización y validación de modelos biogeoquímicos. PIC también es útil en modelos de la bomba biológica.

Unidades: mgC m-3 , mgN m-3
Restringe POC, PON, PIC, proxy para Phyto_C y, junto con otras mediciones, restringe Chla/Phyto_c y la tasa de crecimiento.

Protocolos existentes y publicaciones relevantes El

protocolo JGOFS de referencia para el análisis CHN POC/PN (UNESCO 1994, Capítulo 15) se detalla en Knap et al. (1996). Sin embargo, se puede preferir utilizar el tratamiento con diclorometano en lugar de la precombustión de los filtros GF/F, como se describe en Claustre et al. (1999), con el fin de evitar cambios en la porosidad de los filtros GF/F que puedan ser inducidos por la combustión.

Además del protocolo JGOFS de referencia, Gardner et al. (2003) recomiendan que la filtración a bordo de muestras de agua de mar para el análisis de COP vaya acompañada de la recopilación de filtros en blanco para tener en cuenta la contaminación por carbono orgánico disuelto (DOC) adsorbido, lo que puede dar lugar a una sobreestimación sustancial del COP.
Se han propuesto varios métodos sin consenso (Gardner et al. 2003 y referencias allí; Behrenfeld y Boss, 2006; Cetinić et al. 2012; Novak et al.
2018). Aquí recomendamos que el agua de mar filtrada, resultante de la recolección de las muestras del filtro de agua de mar, se tome y vuelva a filtrar a través de nuevos filtros GF/F precombustidos de 25 mm (similares a los utilizados para las muestras). Se debe recolectar una cantidad suficiente de filtros DOC en blanco para que se pueda determinar y restar un promedio de todos los DOC en blanco de todas las muestras (independientemente de la profundidad de muestreo).

Referencias:

Behrenfeld MJ, Boss E., 2006. Atenuación del haz y concentración de clorofila como índices ópticos alternativos de la biomasa de fitoplancton. Revista de Investigación Marina, 64(3), 431–451.

Claustre H., Morel A., Babin M., Caillau C, Marie D., Marty J.-C., Vaulot D., 1999.
Variabilidad en la atenuación de partículas y fluorescencia estimulada en el Pacífico tropical y ecuatorial: escalas, patrones y algunas implicaciones biogeoquímicas. Revista de Investigación Geofísica-Océanos, 104, 3401–3422.
Cetinić I., Perry MJ, Briggs NT, Kallin E., D'Asaro EA, Lee CM, 2012.
Carbono orgánico particulado y propiedades ópticas inherentes durante 2008 Atlántico Norte

Machine Translated by Google

Experimento de floración. Revista de Investigación Geofísica-Océanos, 117, C06028, doi:10.1029/2011JC007771.

Gardner WD, Richardson MJ, Carlson CA, Hansell D., Mishonov AV, 2003. Determinación de carbono orgánico particulado verdadero: botellas, bombas y metodologías. Deep Sea Res., Parte II, 50(3–4), 655–674, doi:10.1016/S0967-0645(02)00589-1.

Knap A., Michaels A., Close A., Ducklow H., Dickson A., 1996. Protocolos para las mediciones básicas de los estudios conjuntos del flujo oceánico global (JGOFS), JGOFS Rep. 19, JGOFS Core Proj. Off., Bergen, Noruega. Reimpresión de Manuales y Guías de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, no. 29, 170 págs., UNESCO, París, 1994.

Novak MG, Cetinić I., Chaves JE, Mannino A., 2018. La adsorción de carbono orgánico disuelto en filtros de fibra de vidrio y su efecto en la medición de partículas de carbono orgánico: un ejercicio de laboratorio y modelado. Limnol. Oceanogr. Métodos, 16: 356–366. doi:10.1002/lom3.10248.

Hay dos protocolos principales disponibles para el análisis PIC:
García et al. (2011) recomiendan que uno de los dos filtros recolectados se sature con vapores de ácido clorhídrico para eliminar el carbono inorgánico. Ambos filtros (acidificados y no acidificados) se analizan utilizando un analizador elemental CHN. El PIC se calcula como la diferencia entre PC (filtro no acidificado) y POC (filtro acidificado).
En Poulton et al. (2006), se utiliza un filtro de nitrato de celulosa de 0,45 mm para recolectar agua de mar para el análisis PIC. Luego se enjuaga el filtro con una solución de tetraborato de potasio, se acidifica con ácido nítrico y se analiza por Espectrometría de Masas Atómicas.

Referencias:

Garcia CAE, Garcia VMT, Dogliotti AI, Ferreira A., Romero SI, Mannino A., Souza MS, Mata MM, 2011. Condiciones ambientales y firma bioóptica de una floración de cocolitofóridos en la plataforma patagónica. Revista de Investigación Geofísica, 116, C03025, doi:10.1029/2010JC006595.

Poulton AJ, Sanders R., Holligan PM, Stinchcombe MC, Adey TR, Brown L., Chamberlain K., 2006. Mineralización de fitoplancton en el Océano Atlántico tropical y subtropical. Ciclos biogeoquímicos globales, 20, GB4002, doi:10.1029/2006GB002712

Las sinergias obvias con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Los datos GO-SHIP
sobre el forzamiento físico y las reservas de nutrientes ayudarían a interpretar las condiciones ambientales que prevalecen en el establecimiento de comunidades de fitoplancton.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Un ejemplo de vocabulario estandarizado de SeaDataNet: http://seadatanet.maris2.nl/v_bodc_vocab_v2/search.asp?lib=p01&screen=0

Machine Translated by Google

Etiqueta: POC_>GF/F_Acid_ElemAnal Etiqueta preferida: Concentración de carbono orgánico {organic_C CAS 7440-44-0} {POC} por unidad de volumen de la masa de agua [partículas >fase GF/F] mediante filtración, acidificación y análisis elemental Definición: las partículas recolectadas en un filtro GF/F se vaporizaron con ácido y luego se analizaron usando un analizador elemental de carbono/nitrógeno.
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo probable del personal asociado Un ejemplo realizado para la
difusión de datos de pigmentos de HPLC es la base de datos MAREDAT, publicada en ESSD y archivada (+ DOI) en PANGEA (Peloquin et al. ., 2013). Otra opción es publicar un documento de referencia en ESSD, pero archivar los datos en SEANOE, como se hizo recientemente para el primer conjunto de datos global de BGC-Argo (Organelli et al., 2016): https://www.seanoe.org/data/ 00360/47142/ Una lista de
expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para trabajo a bordo:
Ivona Cetinic (ivona.cetinic@nasa.gov) Toby Westberry (westbert@science.oregonstate.edu) Wilford Gardner (wgardner@ocean.tamu.edu)

12.3.3 Recomendaciones genéticas

Recomendaciones genéticas para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Contribución del subgrupo de Genética.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios
Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOVS biológico La recolección de células
de plancton microbiano para analizar más a fondo los genes (ADN) de las comunidades microbianas proporciona información de alta resolución en tres diferentes niveles: 1) taxonomía de los protistas, procariotas y virus; 2) patrones y estimaciones de diversidad de estas comunidades; y 3) capacidades metabólicas y funcionales de las comunidades microbianas, incluida la reconstrucción de genomas microbianos abundantes y no cultivados.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Los análisis genéticos de las comunidades planctónicas se basan en tres pasos (ver detalles a continuación): 1) Muestreo de biomasa microbiana. Recolección de agua de mar para concentrar células microbianas de plancton a realizar a bordo. 2) La extracción de ADN se realizará en tierra y será accesible en la mayoría de los laboratorios de biología. 3) Amplificación por PCR de la secuenciación del gen 16S/18S rRNA y/o secuenciación del ADN completo que se realizará en tierra, generalmente a través de servicios externos.

Machine Translated by Google

Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Las muestras
genéticas son fáciles de recolectar y solo requieren pequeños volúmenes de botellas Niskin o sistemas de flujo de agua en línea (2-12 L).

Nombre de la muestra:
Recolección de Biomasa de Plancton Microbiano para análisis genéticos
Tipo de muestreo: Flujo
de agua en línea siempre y si es posible muestreo en roseta a tres profundidades diferentes (Superficial, Máxima Clorofila Profunda y Mesopelágica (500-1000m aprox.)
Precio por muestra: $25
Precio por instrumento de laboratorio:
$9200 Filtración Bomba peristáltica Masterflex con cabezal de bomba (Cole-Parmer; HV-77963-10): $4100 2 portafiltros de 142 mm, acero inoxidable (YY3014236, Millipore): $4452 3 recipientes de muestra de agua compactables (20 l): $150 Tubo de silicona Masterflex L/S (Cole-Parmer; 96410-73): $498
Cantidad filtrada por muestra Por lo
general, alrededor de 12 l de muestra para análisis genéticos, incluidas etiquetas de genes de ARNr 16S/18S de amplicón y metagenómica. Mínimo 2L para iTAG del gen 16S/18S rRNA de amplicón.
Modo de operación (muestras automatizadas vs. discretas)
Muestras discretas de la bomba peristáltica de alto volumen en línea y/o roseta.
Costo de mantenimiento por instrumento de laboratorio:
$2500
Tiempo del personal para analizar una
muestra: 1 h
como máximo Infraestructura necesaria a bordo: (p. ej., congeladores, N2 líquido, estante de filtración, filtros, sistema MiliQ, tipo de bomba para en línea) y costo relevante (si no es equipo estándar a bordo).
Congelador (-20ºC) Sistema MiliQ o sistema de agua destilada Bomba peristáltica integrada de alto volumen en línea / Filtración continua de muestras de agua Bomba peristáltica Masterflex con cabezal de bomba (HV-77963-10) 2 portafiltros de 142 mm, acero inoxidable (YY3014236) Tubo de silicona Masterflex L/S (96410-73) Tubo de Silicona Regular 3x Contenedores de muestras de Agua Compactables (20L)
Consumibles necesarios a bordo: Filtros de
membrana de policarbonato Isopore de 0,2 µm GTTP14250

Machine Translated by Google

Filtros de membrana de policarbonato Isopore 3,0 µm TSTP14250 Corning® Tubos de centrífuga de 15 ml CLS430791-500EA
Recursos humanos necesarios
Una persona para ejecutar la filtración, limpieza antes y después del muestreo. El tiempo estimado es de 1h para montar todo el sistema de filtración y preparar el material 15 min/ muestra.
Filtros de
salida con biomasa de plancton concentrada para análisis genéticos. Archivar ADN (>25 nanogramos) como recurso genético para futuros análisis
Mediciones auxiliares necesarias/relevantes (más allá del GPS).
Temperatura Salinidad Conductividad Datos del radiómetro Clorofila a y otros pigmentos (si es posible) Nutrientes DOC / POC / CDOM Recuento de células por citometría de flujo (si es posible)
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico limitado por esta medición: Biodiversidad de pico y
nanoplancton si se realizan amplicones del gen 16S/18S rRNA. Biodiversidad y análisis funcionales si se hace metagenómica (secuenciación del genoma completo).
Protocolos existentes y publicaciones relevantes: diez
artículos seleccionados relacionados con protocolos de recolección de plancton microbiano y análisis genéticos de expediciones globales como ICOMM, GOS, Tara Oceans y Malaspina Expeditions o GO-SHIP transect. (Nota: una lista de extensiones y trabajos asociados se pueden encontrar en la carpeta Genética). 1. Stéphane Pesant Le , Fabrice No, Marc Picheral, Stefanie Kandels-Lewis, Noan Bescot, Gabriel Gorsky, Daniele Ludicone, Eric Karsenti, Sabrina Speich,Romain Troublé, Céline Dimier, Sarah Searson y Tara Oceans Consortium Coordinadores; Silvia G. Acinas, Peer Bork, Emmanuel Boss, Chris Bowler, Colomban De Vargas, Michael Follows, Gabriel Gorsky, Nigel Grimsley, Pascal Hingamp, Daniele Iudicone, OlivierJaillon, Stefanie Kandels-Lewis, Lee Karp-Boss, Eric Karsenti, Uros Krzic , Fabrice Not, Hiroyuki Ogata, Stéphane Pesant, Jeroen Raes, Emmanuel G. Reynaud, Christian Sardet, Mike Sieracki, Sabrina Speich, Lars Stemmann, Matthew B. Sullivan, Shinichi Sunagawa, Didier Velayoudon, Jean Weissenbach, Patrick Wincker. 2015. Recursos científicos abiertos para el descubrimiento y análisis de datos de Tara Oceans. Datos científicos. 2:150023. doi: 10.1038/sdata.2015.23. 2. Adriana Alberti, Julie Poulain, Stefan Engelen, Karine Labadie, Sarah Romac, Isabel Ferrera, Guillaume Albini, Jean-Marc Aury, Caroline Belser, Alexis Bertrand, Corinne Cruaud, Corinne Da Silva, Carole Dossat, Frédéric Gavory, Shahinaz Gas, Julie Guy, Maud Haquelle, E'krame Jacoby, Olivier Jaillon, Arnaud Lemainque, Eric Pelletier, Gaëlle Samson, Mark Wessner, Genoscopio

Machine Translated by Google

Equipo Técnico, Silvia G. Acinas, Marta Royo-Llonch, Francisco M. Cornejo-Castillo, Ramiro Logares, Beatriz Fernández-Gómez, Guy Cochrane, Clara Amid, Petra Ten Hoopen, Colomban De Vargas, Nigel Grimsley, Elodie Desgranges, Hiroyuki Ogata, Nicole Poulton, Michael E. Sieracki, Ramunas Stepanauskas, Matthew B. Sullivan , Jennifer R. Brum, Melissa B. Duhaime, Bonnie T. Poulos, Bonnie L. Hurwitz, Coordinadores del Consorcio Tara Oceans, Stéphane Pesant, Eric Karsenti, Patrick Wincker. 2017. Plancton marino de virus a metazoos: secuencias de nucleótidos de la expedición Tara Oceans (2009-2013). Datos científicos. 1 de agosto de 2017;4:170093. doi: 10.1038/sdata.2017.93.

3. Rusch, DB, AL Halpern, G. Sutton, et al. 2007. Expedición The Sorcerer II Global Ocean Sampling: Noroeste del Atlántico hasta el este del Pacífico tropical. PLoS Biol. 5: e77.

4. Zinger L, Amaral-Zettler LA, Fuhrman JA, Horner-Devine MC, Huse SM, et al. 2011. Patrones globales de la diversidad beta bacteriana en los ecosistemas del fondo marino y del agua marina. PLoS ONE 6(9): e24570. doi:10.1371/journal.pone.0024570.

5. Colomban de Vargas, Stéphane Audic, Nicolas Henry, Johan Decelle, Frédéric Mahé, Ramiro Logares, Enrique Lara, Cédric Berney, Noan Le Bescot, Ian Probert, Margaux Carmichael, Julie Poulain, Sarah Romac, Sébastien Colin, Jean-Marc Aury , Lucie Bittner,Samuel Chaffron, Micah Dunthorn, Stefan Engelen, Olga Flegontova, Lionel Guidi, Aleš Horák, Olivier Jaillon, Gipsi Lima-Mendez, Julius Lukeš,Shruti Malviya,Raphael Morard, Matthieu Mulot, Eleonora Scalco, Raffaele Siano,Flora Vincent , Adriana Zingone, Céline Dimier,Marc Picheral,Sarah Searson,Stefanie Kandels-Lewis,Tara Oceans Coordinators, Silvia G. Acinas, Peer Bork, Chris Bowler, Gabriel Gorsky, Nigel Grimsley,Pascal Hingamp, Daniele Iudicone, Fabrice Not,Hiroyuki Ogata , Stephane Pesant, Jeroen Raes, Michael E. Sieracki, Sabrina Speich, Lars Stemmann, Shinichi Sunagawa, Jean Weissenbach, Patrick Wincker, Eric Karsenti. 2015. Diversidad de plancton eucariótico en el océano global iluminado por el sol. Ciencia. 348 (6237): 1261605. doi: 10.1126/ciencia.1261605.

6. Sunagawa S, Coelho LP, Chaffron S, Kultima JR, Labadie K, Salazar G, Djahanschiri B, Zeller G, Mende DR, Alberti A, Cornejo-Castillo FM, Costea PI, Cruaud C, d'Ovidio F, Engelen S, Ferrera I, Gasol JM, Guidi L, Hildebrand F, Kokoszka F, Lepoivre C, Lima -Mendez G, Poulain J, Poulos BT, Royo-Llonch M, Sarmento H, Vieira-Silva S, Dimier C, Picheral M, Searson S, Kandels-Lewis S; Coordinadores de Tara Oceans, Bowler C, de Vargas C, Gorsky G, Grimsley N, Hingamp P, Iudicone D, Jaillon O, Not F, Ogata H, Pesant S, Speich S, Stemmann L, Sullivan MB, Weissenbach J, Wincker P, Karsenti E*, Raes J*, Acinas SG*, Bork P*. 2015. Estructura y función del microbioma oceánico global. Ciencia. 348 (6237): 1261359. doi: 10.1126/ciencia.1261359.

7. Salazar G, Cornejo-Castillo FM, Benítez-Barrios V, Fraile-Nuez E, Álvarez Salgado XA, Duarte CM, Gasol JM, Acinas SG. 2016. Diversidad global y

Machine Translated by Google

Biogeografía de procariotas pelágicas de aguas profundas. ISME J. doi: 10.1038/ismej.2015.137. Epub 2015 7 de agosto.

8. Mestre M, Ruiz-González C, Logares R, Duarte CM, Gasol JM, Sala MM. 2018. Las partículas que se hunden promueven la conectividad vertical en el microbioma oceánico. Proc Natl Acad Sci US A. 17 de julio de 2018;115(29):E6799-E6807. doi: 10.1073/pnas.1802470115. Epub 2018 2 de julio.
9. Raes E. J, Levente Bodrossy, Jodie van de Kamp, Andrew Bissett, Martin Ostrowski, Mark V. Brown, Swan LS Sow, Bernadette Sloyan y Anya M. Waite. Los límites oceanográficos restringen los gradientes de diversidad microbiana en el Océano Pacífico Sur. 2018. PNAS. E8266–E8275. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1719335115.
10. Ruiz-González C, Logares R, Sebastián M, Mestre M, Rodríguez-Martínez R, Galí M, Sala MM, Acinas SG, Duarte CM, Gasol JM. 2019. La mayor contribución de taxones bacterianos raros a nivel mundial refleja las transiciones ambientales en la superficie del océano. Mol Ecol. 21 de enero. doi: 10.1111/mec.15026.

Sinergias obvias con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí.

Bioóptica
Imágenes

bioacústicas, Citometría de
flujo

HPLC Vocabulario para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ) y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo en la conservación y realización de observaciones marinas reutilizables (desde la física hasta la química y la biología).

Plankton Biomasa y Biodiversidad, Secuenciación de ADN, archivado Infraestructura

de difusión de datos de ADN y probable latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo probable del personal asociado.

Bases de datos públicas como SRA, ENA, PANGEA, etc.
Datos probables Latencia: 6-12 meses
Análisis basado en Shored: extracción, secuenciación y análisis de ADN. Se necesita un laboratorio y una persona de bioinformática.

Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados.

Isabel Ferrera (diversidad bacteriana y arqueológica y diversidad génica funcional)
• Instituto Español de Oceanografía – IEO/Málaga • Email:
isabel.ferrera@ieo.es Josep M. Gasol
(diversidad bacteriana y arqueológica y citometría de flujo) • Instituto de Ciencias del
Mar (ICM)-CSIC • Email: pepgasol@icm.csic .es
Ramon Massana (diversidad de
protistas) • Instituto de Ciencias del Mar
(ICM)-CSIC • Email: ramonm@icm.csic.es Pablo
Sánchez (análisis bioinformáticos)

Machine Translated by Google

• Instituto de Ciencias del Mar (ICM)-CSIC •
pablosanchez@icm.csic.es Marta
Sebastián (oceanografía microbiana)
• Instituto de Ciencias del Mar (ICM)-CSIC • Instituto
de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG) • msebastian@icm.csic.es
Shinichi Sunagawa (bioinformática
microbiana y genómica) • ETH Zurich e Instituto Suizo de Bioinformática •
ssunagawa@ethz.ch

Laurence Garczarek (diversidad de picoplancton) • CNRS
Station Biologique de Roscoff Colomban de
Vargas (diversidad de protistas y genómica) • CNRS Station
Biologique de Roscoff • Correo electrónico:
vargas@sb-roscoff.fr Stephane Pesant
(protocolos y repositorio de conjuntos de datos)
• MARUM; Centro de Ciencias Ambientales Marinas •
spesant@marum.de
Matthew Sullivan (diversidad de virus y genómica) •
Universidad Estatal de Ohio (EE. UU.) •
Correo electrónico: sullivan.948@osu.edu

12.3.4 Recomendaciones de citometría de flujo (FCM)

Recomendaciones de citometría de flujo para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Contribución del subgrupo de Citometría de flujo.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios
Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos La citometría de flujo
proporciona un medio para enumerar y caracterizar las propiedades de dispersión de luz y fluorescencia de los microbios. Las partículas individuales se miden en flujo a medida que pasan a través de una fuente de luz enfocada (generalmente uno o varios rayos láser) y se pueden analizar combinaciones de señales de fluorescencia y dispersión para distinguir Prochlorococcus, Synechococcus y picofitoplancton y nanofitoplancton eucariotas. Con la adición de una tinción de ácido nucleico a las muestras en el momento del análisis, también es posible enumerar procariotas heterótrofas de forma rutinaria. También se pueden utilizar análisis más especializados con tinciones para virus y microzooplancton, o viabilidad celular (protocolo NADS).
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
La citometría de flujo es de uso rutinario en la investigación del plancton acuático y existen instalaciones que analizan muestras como un servicio de pago.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Las
muestras de citometría de flujo son fáciles de recolectar y solo requieren pequeños volúmenes de agua de mar recolectada de botellas de roseta.

Machine Translated by Google

Nombre y descripción del instrumento Se
requiere un citómetro de flujo sensible configurado para el análisis de plancton en una instalación en tierra. Muchos, pero no todos los citómetros de flujo de sobremesa disponibles en el mercado, son lo suficientemente sensibles para ser utilizados en la ecología microbiana marina. También se pueden utilizar clasificadores de células. Los ejemplos incluyen el BD Influx Mariner operado en la Instalación JJ MacIsaac para Citometría Acuática en el Laboratorio Bigelow de Ciencias Oceánicas y la plataforma de citometría de flujo PRECYM del Instituto Mediterráneo de Oceanología.
Volumen de agua analizado Para la
citometría de flujo posterior al crucero, normalmente se conservan 2 mililitros de muestras enteras de agua de mar con un fijador y deben mantenerse congeladas hasta el análisis.
Tipo de muestreo (si la muestra podría tomarse del flujo de agua en línea y/o roseta. Para este último, profundidades de interés)
Las muestras de rosetas de las profundidades de la zona eufótica son de gran interés científico, aunque las muestras más profundas también serían útiles para caracterizar el plancton heterótrofo. Las muestras de agua de flujo en línea también se pueden recolectar y analizar si se desea una mayor resolución espacial/temporal para las aguas superficiales.
Precio por muestra
~$20 para pico/nano-fitoplancton, ~$20 USD para procariotas heterótrofas, ~$26 para protistas heterótrofas Precio por instrumento de
laboratorio N/A (se recomienda el
uso de las instalaciones existentes con servicio de tarifa por muestra). El precio por instrumento de laboratorio depende de la configuración del instrumento (número de láseres, de fotodetectores, etc.).
Costo de mantenimiento por instrumento de
laboratorio N/A (se recomienda el uso de las instalaciones existentes con servicio de tarifa por muestra).
Tiempo del personal para analizar una
muestra N/A (se recomienda el uso de las instalaciones existentes con servicio de tarifa por muestra).
Infraestructura necesaria a bordo (p. ej., congeladores, N2 líquido, estante de filtración, filtros, sistema Milli-Q, tipo de bomba para línea) y costo relevante (si no es un equipo estándar a bordo)
Las muestras conservadas en crioviales requieren almacenamiento en un recipiente de nitrógeno líquido o en un congelador de -80 . Idealmente, el conservante se agrega en una campana extractora. Las muestras deben mantenerse congeladas.
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que deben mantenerse las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
Las muestras deben mantenerse congeladas y deben enviarse urgentemente a la instalación de análisis, ya sea en un contenedor seco criogénico o en espuma de poliestireno empacada con hielo seco.
Mediciones auxiliares necesarias/relevantes (más allá del GPS)
No se requieren medidas auxiliares especiales. Las mediciones de fluorescencia de Chl adquiridas durante los moldes de rosetas CTD son útiles para guiar el muestreo (p. ej., seleccionar profundidades con concentración elevada de clorofila)
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico limitado por esta medición

Machine Translated by Google

Muchos modelos biogeoquímicos en uso actual incluyen múltiples taxones o tipos funcionales de fitoplancton, bacterias y zooplancton. La citometría de flujo proporciona información directa sobre las concentraciones y distribuciones de tamaño de estos organismos.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes
Conservación de muestras: Marie, D., F. Rigaut-Jalabert y D. Vaulot. 2014. Un protocolo mejorado para el análisis de citometría de flujo de cultivos de fitoplancton y muestras naturales. Citometría Parte A 85: 962-968. 10.1002/cyto.a.22517 Las
sinergias obvias con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Imágenes automatizadas de
nano y microplancton (como con Imaging FlowCytobot o el análisis automatizado con los citómetros de flujo Cytosense brindan información altamente complementaria sobre clases de tamaño más grande de fitoplancton y microzooplancton Las imágenes proporcionan cierta taxonomía para el análisis de citometría de flujo.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Existen estándares bien establecidos para los archivos de datos de citometría de flujo (formato de archivo estándar FCS, p. ej., Spidlen et al. 2010). Los productos de análisis de citometría de flujo son manejados de forma rutinaria por repositorios y sistemas de datos existentes como BCO-DMO, SeaDataNet y SeaBASS. Varios grupos (como, por ejemplo, el grupo europeo JERICO Next, Bengt et al., 2017) están desarrollando métodos novedosos para las observaciones automatizadas in situ de la diversidad del fitoplancton y para la estandarización necesaria para comparar los resultados de varios estudios. Spidlen, J., Moore, W., Parks, D., Goldberg, M., Bray, C., Bierre, P., … Brinkman, RR (2010). Estándar de archivo de datos para citometría de flujo, versión FCS 3.1. Citometría. Parte A: Revista de la Sociedad Internacional de Citología Analítica, 77(1), 97– 100. doi:10.1002/ cyto.a.20825 Bengt K., Felipe A., Veronique C., Arnaud L., Guillaume W., Jukka S et al. (2017). JERICO-SIGUIENTE. Nuevos métodos para observaciones automatizadas in situ de la diversidad de fitoplancton. D3.1. JERICO-NEXT-WP3-D3.1, 4 de octubre de 2017. http://archimer.ifremer.fr/doc/00422/53393/
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), es probable que el tiempo de personal asociado al análisis
en tierra de las muestras preservadas requiera varios meses para programarse y completarse.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Heidi
M. Sosik - hsosik@whoi.edu Nicole Poulton - npoulton@bigelow.org Josep M. Gasol - pepgasol@icm.csic.es

Machine Translated by Google

Dominique Marie - marie@sb-roscoff.fr

12.3.5 Recomendaciones de citometría de flujo automatizada (Cytosense)

Recomendaciones de citometría de flujo automatizada para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Contribución del subgrupo de Citometría de flujo.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios
Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos La citometría de flujo autónoma
permite el conteo automatizado de pico a micro fitoplancton (células cm-3). Se registran la dispersión de luz y varias emisiones de fluorescencia (formas de pulso a lo largo de las partículas). La imagen en flujo realizada a nivel de una sola celda es una opción para tomar fotografías de las celdas mientras fluyen en el instrumento. La dispersión de la luz se puede utilizar como indicador del tamaño, y las intensidades de fluorescencia están en relación con el contenido de pigmento disponible dentro de cada partícula (célula, colonia).
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
La citometría de flujo automatizada, realizada con los citómetros de flujo Cytobuoy, es ampliamente accesible. Existen protocolos desarrollados y compartidos por la comunidad, incluso para la calidad de los datos. La salida cuantitativa (recuentos absolutos) requiere una calibración absoluta. Los protocolos se presentan en las mejores prácticas del H2020 JERICO-NEXT (D2.2) Programa Europeo.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Agregado al
sistema de flujo continuo.

Nombre y descripción del instrumento
El registro de pulsos CytoSense de fluorescencia y dispersión basadas en láser utiliza un FOV de campo de visión amplio en una celda de flujo muy amplia de 1000x1200 µm de sección transversal y, gracias a su electrónica de tiempo muerto cero, detecta y analiza todas las partículas que fluyen, hasta aprox. 20K partículas/seg, rodeado por un fluido envolvente libre de partículas. Para partículas de menos de 5 µm, los datos de escaneo convergen a datos de citometría de flujo normales, es decir, datos multiparamétricos correlacionados para la discriminación de varios picoplancton. La dispersión y la fluorescencia basadas en láser, con óptica de alta apertura numérica, producen la alta sensibilidad requerida para el picoplancton, hasta partículas minerales de 0,1 µm o células de 0,3 µm. El principio de escaneo es "sin fin" por diseño electrónico que permite la captura completa de partículas alargadas y filamentosas, normalmente demasiado largas para cuadros de imágenes de alta resolución. Con partículas que aumentan más de 5 µm (grosor de la hoja láser), la información morfológica en los escaneos también aumenta, lo que permite un reconocimiento y un agrupamiento de mayor resolución. La emisión de luz dispersa y fluorescencia es muy independiente de la orientación de las partículas alrededor de su eje longitudinal, por lo tanto, es una medida directa robusta y altamente lineal del tamaño de las partículas y la biomasa. La velocidad de procesamiento puede ser > 10.000 partículas por segundo. Los escaneos de pulso consisten en hasta 8 diferentes dispersión de luz y/o fluorescencia

Machine Translated by Google

los cursos del detector se digitalizan en tiempo real a 4 MHz mientras la partícula atraviesa uno o dos rayos láser de excitación bien enfocados a una velocidad de 2 m/s.
fabricante de instrumentos
CytoBuoy bv, Woerden, Países Bajos
Tipo de muestreo (si la muestra podría tomarse del flujo de agua en línea y/o roseta. Para este último, profundidades de interés)
Las muestras de rosetas de las profundidades de la zona eufótica son de gran interés científico, aunque las muestras más profundas también serían útiles para caracterizar el plancton heterótrofo. Las muestras del flujo de agua en línea también se pueden recolectar y analizar si se desea una mayor resolución espacial/temporal para las aguas superficiales.
Precio por muestra
De 1 € a <5 € por muestra, dependiendo de la frecuencia de muestreo.
Precio por instrumento 90 €
- 150 K según configuración (número de láseres y detectores, sumergible, autonomía, etc.). Una opción es un dispositivo automatizado (BST) para la limpieza adicional de la vaina y un cargador de solución de perlas para la calibración y el control del citómetro.
Coste de mantenimiento por instrumento de
laboratorio Se necesitan unos 7 000 €/año para mantenimiento (por Cytobuoy) y consumibles (tubos, filtros, perlas de calibración).
Tiempo del personal para analizar una
muestra Los citómetros de flujo Cytosense son autónomos y automatizados. No necesitan tiempo de personal para analizar una muestra cuando funcionan en modo de flujo continuo. Sin embargo, se recomienda la supervisión y se puede realizar de forma remota si hay Internet disponible.
Infraestructura necesaria a bordo (p. ej., congeladores, N2 líquido, estante de filtración, filtros, sistema Milli-Q, tipo de bomba para línea) y costo relevante (si no es un equipo estándar a bordo)
Fuente de alimentación Banco o equivalente para instalar el citómetro de flujo. Suministro de agua de mar (a través de un FerryBox ya instalado u otro suministro de agua del barco, como el que se utiliza para el termosalinógrafo).
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares necesarias/relevantes (más allá del GPS)
T, S, Nutrientes, Chl a, PAR, producción primaria, análisis de pigmentos HPLC, Diversidad (microscopía)
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico limitado por esta medición Abundancia de grupos
funcionales de fitoplancton, clases de tamaño, distribución de alta resolución, contribución a la fluorescencia total por grupo funcional.

Machine Translated by Google

Protocolos existentes y publicaciones relevantes Los
protocolos existentes se presentan en las mejores prácticas del Programa Europeo H2020 JERICO-NEXT (D2.2). Publicaciones relevantes: L. Haraguchi, HH Jakobsen, N. Lundholm, J. Carstensen, Monitoreo de comunidades naturales de fitoplancton: una comparación entre métodos tradicionales y citometría de flujo de registro de forma de pulso, Aquat. Microbio. Ecol. 80 (2017) 77-92 H. Tan, T. Oishi, A. Tanaka, R. Doerffer, Y. Tan, Clorofila: una función específica de dispersión de volumen del fitoplancton, Optics EXPRESS 25 (2017) A564-A573 L. Duforêt-Gaurier, W. Moutier, N. Guiselin, M. Thyssen, G. Dubelaar, X. Mériaux, L. Courcot, D. Dessailly, H. Loisel, Determinación de la sección transversal de retrodispersión de partículas individuales a partir de mediciones citométricas: una nueva metodología, Opt. Expresar. 23 (2015) 31510-31533. S. Fontana, OL Petchey, F. Pomati, Conceptos e índices de diversidad de rasgos a nivel individual para describir de manera integral el cambio comunitario en el espacio de rasgos multidimensionales, Funct. Ecol. 30 (2015) 808–818. M. Thyssen, S. Alvain, A. Lefèbvre, D. Dessailly, M. Rijkeboer, N. Guiselin, V. Creach, L.-F. Artigas, Análisis de alta resolución de la estructura de una comunidad de fitoplancton del Mar del Norte basado en observaciones de citometría de flujo in situ y posible implicación para la teledetección, Biogeociencias. 12 (2015) 4051–4066. MN McFarland, J. Rines, J. Sullivan, P. Donaghay, Impacto del tamaño y la fisiología del fitoplancton en las propiedades ópticas de las partículas determinadas con citometría de flujo de barrido, Mar. Ecol. prog. Ser. 531 (2015) 43–61. S. Bonato, U. Christaki, A. Lefebvre, F. Lizon, M. Thyssen, LF Artigas, Alta variabilidad espacial del fitoplancton evaluada por citometría de flujo, en una zona costera productiva dinámica, en primavera: El Canal de la Mancha oriental, Estuar. Costa. Estante de ciencia. 154 (2015) 214–223. M. Dugenne, M. Thyssen, N. García, N. Mayot, G. Bernard, Monitoreo de una especie de alga potencialmente dañina en la laguna de Berre mediante citometría de flujo in situ automatizada, Productividad marina: perturbaciones y resiliencia de los ecosistemas sociales, Springer Publicaciones internacionales, (2015) 117–127. Hofstraat JW, Vreeze MEJ, Zeijl van WJM, Peperzak L, Peeters JCH, Balfoort HW, 1991. Discriminación por citometría de flujo de las clases de tamaño del fitoplancton por emisión de fluorescencia y propiedades de excitación. J. de Fluorescencia 1, p249-265

Machine Translated by Google

Peeters JCH., GBJ Dubelaar, J. Ringelberg y JWM Visser, 1989 El analizador óptico de plancton (OPA): un citómetro de flujo para el análisis de plancton, I: Consideraciones de diseño. Citometría 10: 522-528,1989 Dubelaar GBJ, A..C. Groenewegen, W. Stokdijk, GJ van den Engh y JWM Visser, 1989. El analizador óptico de plancton (OPA): un citómetro de flujo para el análisis de plancton, II: especificaciones. Cytometry 10: 529-539,1989 Sinergias obvias con
las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Ya existen sinergias con varias mediciones (T, S, O2
disuelto, pCO2, nutrientes). Podrían producirse posibles sinergias con la imagenología y la genómica.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Un vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados (todavía en desarrollo) está disponible en http://vocab.nerc.ac.uk/collection/F02/current/ Infraestructura de difusión
de datos y probable latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo probable del personal asociado. Por lo general, lleva varias semanas analizar los
datos producidos para un crucero completo (principalmente con un análisis manual). Sin embargo, el software de análisis de datos automatizado ya está disponible (Easyclus y Rclustool) y debería reducir ese tiempo.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados •
Melilotus Thyssen, melilotus.thyssen@mio.osupytheas.fr • Gérald Grégori, gerald.gregori@mio.osupytheas.fr • Machteld Rijkeboer, machteld. rijkeboer@rws.nl

12.3.6 Recomendaciones de citometría de flujo de imágenes automatizadas (IFCB)

Recomendaciones de citometría de flujo de imágenes automatizadas para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Contribución del subgrupo de Imagenología.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOVS biológico Imaging FlowCytobot (IFCB),
genera imágenes de protistas para brindar información sobre la biodiversidad, así como el tamaño específico del organismo, forma, fluorescencia y dispersión .
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
El instrumento está disponible comercialmente y se incorpora fácilmente a un sistema de agua de mar superficial de flujo continuo a bordo.

Machine Translated by Google

Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin
interrupción, el instrumento está integrado en el sistema de agua de mar; sin embargo, ese sistema debe limpiarse periódicamente (consulte los protocolos de limpieza). Idealmente, el agua de mar superficial debe bombearse con una bomba de diafragma (no con una bomba impulsora) para minimizar el daño a los organismos frágiles.

Nombre y descripción del instrumento
Imaging FlowCytobot (IFCB): El IFCB es un citómetro de imágenes en flujo que mide la fluorescencia de partículas individuales y la dispersión de la luz, y captura una imagen de alta resolución (~1 µm) de cada célula o cadena en el rango de tamaño ~5-150 µm de ancho. El flujo controlado y las condiciones de iluminación aseguran una tasa muy alta de imágenes que contienen objetivos individuales enfocados alineados en el flujo de modo que se tome la imagen de la sección transversal más grande. Las imágenes se pueden recopilar hasta a ~ 15 Hz, según las concentraciones de partículas encontradas. El IFCB generalmente funciona con un disparador de dispersión de luz y está configurado para muestrear automáticamente 5 ml cada 20 minutos del flujo de agua de mar no contaminada. IFCB también se puede utilizar para analizar muestras discretas de botellas Niskin.
Volumen de agua analizado El
IFCB generalmente funciona con un disparador de dispersión de luz y se configurará para muestrear automáticamente 5 ml cada 20 minutos del flujo de agua de mar no contaminada.
Tipo de muestreo (si la muestra podría tomarse del flujo de agua en línea y/o roseta. Para este último, profundidades de interés)
El IFCB se puede configurar para tomar muestras automáticamente del flujo de agua en línea. Las muestras de la roseta también se pueden analizar, pero esto requeriría que un analista recolecte muestras y las ejecute en el instrumento. Las profundidades de interés suelen estar restringidas a la zona eufótica, aunque también se pueden analizar protozoos y detritos de muestras más profundas.
Precio por muestra N/
A
Precio por instrumento
Precio del instrumento: ~ 90k€
Mantenimiento y calibración del instrumento
Calibración: los principales problemas de calibración son (1) garantizar que el volumen de la muestra se cuantifique correctamente (un criterio de diseño de función establecido durante la fabricación; la verificación del usuario es una buena práctica, pero la experiencia sugiere que no es necesario repetirla a menos que haya cambios de hardware en el instrumento); y (2) determinación de la escala de la imagen (micrómetros por píxel; determinado por el usuario con partículas de interés).
Tiempo del personal para analizar una
muestra El IFCB debe ser configurado por un científico o técnico experimentado y es útil, pero no necesario, contar con esa persona a bordo para garantizar la calidad de los datos. El análisis de imágenes requiere un analista experimentado para el procesamiento e interpretación de imágenes. https://github.com/hsosik/ifcb-análisis/wiki

Machine Translated by Google

Infraestructura necesaria a bordo: (p. ej., congeladores, N2 líquido, estante de filtración, filtros, sistema MilliQ, tipo de bomba para línea) y costo relevante (si no es un equipo estándar a bordo)

Sistema de flujo continuo limpio, copia de seguridad de almacenamiento de datos electrónicos, del orden de 200-500 Mb por día (aunque los conjuntos de datos sin procesar completos se pueden almacenar internamente en IFCB durante un año o más).

Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)

El instrumento se puede enviar directamente al barco.

Mediciones auxiliares (más allá del GPS)

La citometría de flujo (FCM) es un complemento ideal para el IFCB, ya que las células más grandes captadas por el FCM se superponen con las más pequeñas captadas por el IFCB. Además, la gama de organismos/partículas fotografiadas con UVP comienza en el tamaño más grande de IFCB, por lo que estos tres instrumentos se complementan de manera ideal.

Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico restringido por esta medición Vínculos con el modelado BGC: las distribuciones del tamaño de las células del plancton pueden informar a los modelos sobre la estructura física de la materia orgánica en los ecosistemas y su contribución a la bomba biológica.

Enlaces al modelado de ecosistemas: las imágenes de organismos están cambiando la forma en que gestionamos los análisis taxonómicos, lo que permite un análisis de distribución de especies a mayor escala de lo que antes era posible. Las concentraciones y diversidad de fitoplancton proporcionadas por el IFCB podrían informar mejor los modelos de ecosistemas.

Parámetro	Unidades
Imágenes de fitoplancton y otras partículas fluorescentes (~10-200 !m)	sin unidades
Biovolumen (objetivo de imagen individual)	!m-3
Concentración	Células mL-1
Concentración de biovolumen	!m-3 mL-1
Concentración por taxón	Células mL-1
Concentración de biovolumen por taxón	!m-3 mL-1
Concentración por clase de tamaño	Células ml-1 !m-1
Concentración de biovolumen por clase de tamaño	!m-2 mL-1

Restringe la composición de especies/grupos, distribución de tamaño del fitoplancton (5>D>200um).
Representación de la biomasa de fitoplancton (la concentración de biovolumen se relaciona con

Machine Translated by Google

Chl_a y POC). La PSD se puede combinar con la citometría de flujo para ampliar la PSD del fitoplancton.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes Olson,
RJ y HM Sosik. 2007. Un instrumento sumergible de imágenes en flujo para analizar nano y microplancton: Imaging FlowCytobot. Limnol. Oceanogr. Métodos 5: 195-203. Sosik, HM y RJ Olson. 2007. Clasificación taxonómica automatizada de fitoplancton muestreado con citometría de imágenes en flujo. Limnol. Oceanogr. Métodos 5: 204-216. Sosik, HM, J. Futrelle, EF Brownlee, E. Peacock, T. Crockford y RJ Olson. 2016. hsosik/ifcb-analysis: sistema de software IFCB-Analysis, lanzamiento formal inicial en la etapa de función v2 [Conjunto de datos]. Zenodo. http://doi.org/10.5281/zenodo.153978 Peacock, EE, ET Crockford y HM Sosik. 2018. Guía del usuario de la IFCB en el mar. https://docs.google.com/document/d/14IfQBriV2AZs1akefM8JYirSAApnVFbDG2X Q74kIIOI/ Sinergias evidentes con las mediciones actuales
realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí CTD, ADCP, química de carbonatos.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), los probables datos asociados con el tiempo del personal pueden
almacenarse indefinidamente y, por lo tanto, el análisis puede ejecutarse a medida que el personal esté disponible. Las distribuciones de tamaño de partículas se generan automáticamente. Sin embargo, la clasificación de imágenes para la biodiversidad y las concentraciones de fitoplancton requiere un analista experimentado para verificar y controlar la calidad de las imágenes.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Heidi
M. Sosik (hsosik@whoi.edu) Lee Karp-Jefe (lee.karp-boss@maine.edu)

12.3.7 Imágenes automatizadas de partículas y recomendaciones de zooplancton (UVP) Imágenes

automáticas de partículas y recomendaciones de zooplancton para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Contribución del subgrupo de Imagenología.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios

Aplicación a necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOVS biológico

Machine Translated by Google

Las imágenes marinas (también conocidas como imágenes visuales marinas (Durden et al., 2016) o imágenes ópticas marinas (Schoening et al., 2017)) se han convertido en una herramienta importante para los oceanógrafos. El perfilador de visión submarina, o UVP, genera imágenes de organismos desde el tamaño de protistas hasta pequeños zooplancton que brindan información sobre la biodiversidad, así como el tamaño, la forma y la densidad óptica específicos del organismo. Las imágenes de partículas no vivas generan datos de tamaño, forma y densidad óptica para partículas orgánicas que son útiles para mapear la dinámica, el transporte y la sedimentación de partículas (Guidi et al., 2009).
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
El instrumento se monta en el centro de una roseta de 24 botellas sin quitar ninguna botella o en su propio marco fuera de una roseta estándar de 12 botellas.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin interrupción,
el instrumento está integrado en el sistema de rosetas.

Nombre del instrumento
Perfilador de visión submarina (UVP): un sistema de imágenes de perfilado sumergible que puede contar y clasificar partículas de ~60 µm a ~6 mm in situ. La UVP necesita ser monitoreada por un científico o técnico capacitado a bordo. Los datos deben descargarse regularmente (generalmente diariamente) durante un viaje de investigación para evitar la saturación de la memoria y controlar la calidad de los datos.
Cantidad de agua por muestras de agua total o cantidad filtrada por muestra El volumen de agua de
mar que se va a visualizar varía según la configuración del instrumento, pero es del orden de 1 l.
Tipo de muestreo (si la muestra podría tomarse del flujo de agua en línea y/o roseta. Para este último, profundidades de interés)
El instrumento está diseñado para asociarse a instrumentos CTD, de forma que pueda alinearse espacial y temporalmente con otras medidas, realizando perfiles verticales continuos. El UVP se desplegará a 6.000 m, adquiriendo y procesando imágenes hasta 25 Hz y proporcionando una resolución vertical teórica de 0,04 cm a 1 m/s. Los datos generalmente se integran en contenedores verticales de 5 m.
Precio por muestra N/
A
Precio por instrumento
Precio del instrumento: Profundo (6000 m) 90k€
Coste de mantenimiento por instrumento La
calibración inicial en campo se realiza cuando el instrumento es construido en fábrica. Debido a que los UVP son contadores de partículas de imágenes, se recomienda calibrar los instrumentos anualmente con un instrumento de referencia. En cubierta, se recomienda realizar comprobaciones periódicas de las luces para verificar su integridad. En cubierta, las mediciones negras también permiten evaluar el ruido de los instrumentos.
Tiempo del personal para analizar una muestra

Machine Translated by Google

La UVP requiere atención una hora diaria para realizar el control de luz y la descarga de datos, para completar los metadatos, para iniciar el proceso inicial automático para verificar la calidad de los datos y la copia de seguridad. El mantenimiento habitual de los instrumentos bajo el agua también se debe realizar como para cualquier instrumento (es decir, la limpieza del conector). La carga diaria de la batería no requiere la presencia continua de un operador.
Las distribuciones de tamaño de partículas y el análisis de imágenes son generados automáticamente por el software provisto. La clasificación de imágenes se puede realizar a bordo o en tierra utilizando la aplicación Ecotaxa . La precisión de la clasificación depende de la experiencia de un operador, incluso si la clasificación inicial la realiza personal no especializado. Un operador capacitado puede clasificar hasta 35.000 imágenes por día.

Infraestructura necesaria a bordo: (p. ej., congeladores, N2 líquido, estante de filtración, filtros, sistema MilliQ, tipo de bomba para línea) y costo relevante (si no es un equipo estándar a bordo)

El instrumento generalmente se implementa en una roseta de muestreo estándar, lo que no agrega tiempo de envío ni necesidades específicas de infraestructura. Los datos se guardan en la memoria de la computadora provista y en la unidad de respaldo.

Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)

El instrumento se puede enviar directamente al barco como con cualquier instrumento electrónico.
Es importante tener en cuenta que el instrumento contiene una batería de litio que debe enviarse como mercancías peligrosas y/o llevarse a bordo en un puerto de origen conveniente.
En este último caso, un técnico capacitado deberá abrir su carcasa para configurar la batería.

Mediciones auxiliares (más allá del GPS)

El Imaging Flow Cytobot (IFCB) es un complemento ideal para la UVP, ya que las células más grandes de las que se obtienen imágenes con el IFCB se superponen con las más pequeñas de las que se muestran con la UVP, dando una distribución de tamaño completo de 5 micras a > 5 mm. Cuando se combina con la citometría de flujo (FCM), el rango de tamaño se expande hasta < 1 micrón. Los datos de clase de tamaño de partícula inferior de la UVP se superponen con los instrumentos de transmisómetro/retrodispersión, lo que proporciona un control de calidad in situ.

Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico restringido por esta medición Enlaces al modelado BGC: Las

distribuciones de tamaño de partículas (UVP, LISST) pueden informar a los modelos sobre la estructura física de la materia orgánica en los ecosistemas, particularmente la presencia de partículas grandes con la capacidad de hundirse rápidamente, contribuyendo a la bomba biológica.

Enlaces al modelado de ecosistemas: las imágenes de organismos están cambiando la forma en que gestionamos los análisis taxonómicos, lo que permite un análisis de distribución de especies a mayor escala de lo que antes era posible. Las concentraciones y diversidad de zooplancton proporcionadas por la UVP podrían informar mejor los modelos de ecosistemas.

Parámetro	Unidades
Imágenes de zooplancton, partículas y otros organismos (~60-6,000 !m)	sin unidades

Machine Translated by Google

Biovolumen (objetivo de imagen individual)	!m-3	
Concentración	Partículas L-1 u organismos L-1	
Concentración de biovolumen	!m-3 mL-1	
Concentración por taxón	Células L-1	
Concentración de biovolumen por taxón	!m-3 L-1	
Concentración por clase de tamaño	Células L-1 !m-1	
Concentración de biovolumen por clase de tamaño	!m-2 L-1	

Restringe el POC de partículas grandes/que se hunden, restringe los herbívoros de tipo funcional y su biodiversidad, restringe las grandes cadenas/colonias de fitoplancton, proporciona un indicador del flujo de hundimiento. Distribución de tamaño de partículas > 50um y organismos > 0,5 mm.

Protocolos existentes y publicaciones relevantes Picheral, M.,

et al., 2010: la tecnología y configuración del núcleo UVP Pascal y Santiago, 2009: Estimación de la concentración de zooplancton a partir de imágenes León y Montero 2006: Calibración de la biomasa de zooplancton Guidi et al., 2009: Estimación del flujo sedimentario a partir de las distribuciones de tamaño Sinergias obvias con las mediciones actuales realizadas

a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Los datos de tamaño de partículas UVP pueden usarse para estimar la fuerza de la bomba biológica

a alta resolución. La UVP proporciona información sobre partículas y organismos generados biológicamente a la misma escala y frecuencia que las mediciones actuales de los sensores de temperatura, salinidad, oxígeno y nitrato. Esto significa que se pueden anidar nuevos conocimientos sobre los flujos biológicos en su contexto físico y contribuir a una comprensión global de los procesos oceánicos.

Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)

La aplicación Ecopart dedicada mantenida en el Institut de la Mer de Villefranche sur Mer permite a los investigadores guardar, mostrar y exportar datos de partículas e imágenes para la comunidad científica o para el público. La disponibilidad de los datos la establecen los propietarios de los datos para cada uno de los proyectos guardados. Las discusiones internacionales sobre el almacenamiento y el acceso a imágenes a largo plazo están en curso.

Ecotaxa es una aplicación web para la clasificación de imágenes de organismos utilizando una taxonomía de referencia (www.unieuk.org/). Las imágenes, los metadatos asociados y las variables descriptivas se cargan para cada organismo y permiten su identificación (clasificación automática). Los usuarios registrados pueden entonces validar (comprobar y realizar

Machine Translated by Google

una clasificación más fina) en la web al visualizar las imágenes clasificadas usando una interfaz eficiente. Todas las operaciones se registran, para permitir un control cercano de las tareas. www.ecotaxa.obs-
vlfr.fr Infraestructura de difusión de datos y probable latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), los probables datos asociados con el tiempo del personal
pueden almacenarse indefinidamente y, por lo tanto, el análisis puede ejecutarse a medida que el personal esté disponible. Las distribuciones de tamaño de partículas se generan automáticamente. Sin embargo, el análisis de imágenes para la biodiversidad y las concentraciones de zooplancton requiere un analista experimentado para verificar y controlar la calidad de las imágenes. Dependiendo del número de lanzamientos, un gran transecto de toda la cuenca puede tomar del orden de 1 a 2 meses de procesamiento posterior para los más altos niveles de control de calidad.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Marc
Picheral marc.picheral@obs-vlfr.fr Lars Stemmann stemmann@obs-vlfr.fr Lionel Guidi lguidi@obs- vlfr.fr Rainer Kiko rkiko @geomar.de Andreas Rogge andreas.rogge@awi.de

12.3.8 Recomendaciones de retrodispersión acústica (ADCP)

Recomendaciones de retrodispersión acústica para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioacústica.

Aplicación a las necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos La
retrodispersión acústica, según la frecuencia, es un indicador de partículas que se extienden de mm a m. Como tal, está relacionado con la abundancia de zooplancton y los EOV de distribución de peces.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Ampliamente accesible (ya requerido en GO-SHIP). Existen protocolos incluso para la calidad de los datos. Para la salida cuantitativa se requiere una calibración absoluta.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Medición básica de GO-SHIP.

Nombre y descripción del instrumento Perfil
de corriente Doppler acústico . El sensor mide el desplazamiento Doppler del sonido que regresa al sensor desde las partículas del agua. La fuerza de retrodispersión del volumen (indicada como Sv) es indicativa de la densidad de partículas en la columna de agua. La velocidad vertical media es a menudo indicativa de la velocidad de migración de los organismos.
fabricante de instrumentos

Machine Translated by Google

Instrumentos RD, Nortek.
Cantidad de agua por muestra
Cientos de litros.
Muestreo
Montado en el casco y/o roseta CTD.
Precio por muestra
N / A
Precio por instrumento Sin
costo adicional. Ya es una medida central para GO-SHIP.
Costo de mantenimiento por instrumento N/A
Tiempo del personal para analizar una muestra
N / A
Infraestructura necesaria a bordo: N/A
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS, por ejemplo, temperatura, nivel de luz, etc.)
Si se despliega junto con una ecosonda cuantitativa montada en el casco con una frecuencia similar, Sv se puede limitar mejor. CTD para proporcionar el perfil de velocidad del sonido y el coeficiente de absorción.
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico restringido por esta medición Dependiendo de la frecuencia
de sonido utilizada, la biomasa y el comportamiento de diferentes tipos de zooplancton y peces pueden verse restringidos.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes
Sinergias obvias con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Existen sinergias con las imágenes y el muestreo
genómico propuestos aquí.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (por ejemplo, clasificación y validación de imágenes), el tiempo probable del personal asociado con el procesamiento de datos y QA/QC
para un crucero completo será de aproximadamente una semana. Necesario para tener acceso a los datos en bruto.

Machine Translated by Google

Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para
todos los aspectos de la medición: Ryan Downie (Ryan.Downie@csiro.au) Peter Gaube (pgaube@apl.washington.edu) Rudy Kloser (Rudy.Kloser@csiro.au) Wu-Jung Lee (wjlee@apl.washington.edu)

12.3.9 Recomendaciones cuantitativas de ecosondeos

Recomendaciones cuantitativas de ecosondeos para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioacústica.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos La retrodispersión
acústica, según la frecuencia, es un indicador de partículas que van de mm a m. Como tal, está relacionado con la abundancia de zooplancton y la distribución y abundancia de peces Variables esenciales del océano (EOV). La retrodispersión acústica se considera un elemento clave en el desarrollo de EOV de un ecosistema para parámetros biológicos como el zooplancton y el necton. Para hacer esto de manera efectiva se requiere la integración de observaciones con modelos dada la complejidad de la tarea (p. ej., Handegard et al. 2013). Los desarrollos recientes han avanzado significativamente en la incorporación de datos acústicos en los modelos de ecosistemas y proponen que la retrodispersión acústica se convierta en un EOV (Lehodey, 2019). Estos datos podrían informar nuestro conocimiento sobre el estado y la tendencia de los ecosistemas globales de océano abierto y abordar dos preguntas científicas clave que son: 1) comprender los riesgos y recompensas potenciales de los mesopelágicos de océano abierto para ser un recurso alimentario global y 2) el papel de los mesopelágicos en la vida activa. secuestro de carbono (St John et al., 2016, Boyd et al., 2019). Constable, Andrew J., Daniel P. Costa, Oscar Schofield, Louise Newman, Edward R. Urban Jr, Elizabeth A. Fulton, Jessica Melbourne-Thomas et al. "Desarrollo de variables prioritarias ("Variables esenciales del océano del ecosistema" - eEOV) para observar la dinámica y el cambio en los ecosistemas del Océano Austral". Revista de Sistemas Marinos 161 (2016): 26-41. Handegard, NO, Buisson, LD, Brehmer, P., Chalmers, SJ, De Robertis, A., Huse, G., ... y Stenseth, NC (2013). Hacia un sistema de modelado y observación acoplado basado en acústica para monitorear y predecir la dinámica del ecosistema del océano abierto. Peces y Pesca, 14(4), 605-615. Lehodey, P. (2019). Informe del 3er Taller MESOPP: Diseño de las necesidades para la implementación de un sistema de modelado de observación basado en acústica acoplada global. Tercer taller de MESOPP 9-11 de octubre de 2018, Falmouth, EE. UU., MESOPP-19-0001: 32 págs. www.mesopp.eu/documents/

Machine Translated by Google

St John, MA, Borja, A., Chust, G., Heath, M., Grigorov, I., Mariani, P., ... & Santos, RS (2016). Un agujero oscuro en nuestra comprensión de los ecosistemas marinos y sus servicios: perspectivas desde la comunidad mesopelágica. Fronteras en Ciencias Marinas, 3, 31.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Accesible (ya existe en algunas embarcaciones utilizadas en GO-SHIP, utilizadas en OOI). Existen protocolos incluso para la calidad de los datos. Para la salida cuantitativa se requiere una calibración absoluta.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Existe un
problema de posible interferencia con ADCP a bordo de GO-SHIP. ADCP es una medida central y la ecosonda cuantitativa deberá ajustarse para que no interfiera. Tenga en cuenta que recientemente algunas ecosondas también han podido medir señales similares a ADCP (https://www.kongsberg.com/maritime/products/mapping-systems/fishery research/scientific-echo-sounders/ec150-3c?OpenDocument) por lo que es posible para evitar problemas de interferencia.

Nombre y descripción del instrumento El
sensor de ecosonda mide el sonido que las partículas en el agua devuelven al sensor. La fuerza de retrodispersión de volumen (Sv) es indicativa de la densidad de partículas en la columna de agua cuando el tipo de partícula se conoce o se puede inferir. Si se utiliza el sistema de haz dividido, se puede medir la fuerza del objetivo (TS), correspondiente al tamaño de los organismos. Los cambios temporales en las capas de dispersión acústica son a menudo indicativos del comportamiento del organismo.
fabricante de instrumentos
Simrad, Biosónica, ASL Ciencias Ambientales, HTI, Nortek
Cantidad de agua por muestra
cientos de litros
Muestreo
montado en el casco
Precio por muestra
N / A
Precio por instrumento
Varía desde $40,000 (un transductor/ancho de banda)-300,000 (sistema completo de banda ancha). La mayoría de los barcos de investigación ya tienen ecosondas científicas (p. ej., ecosondas Simrad EK60/80)
Costo de mantenimiento por instrumento
Costo de calibración: ~$5,000 recomendado una vez al año.
Tiempo del personal para analizar una muestra

Machine Translated by Google

N / A
Infraestructura necesaria a bordo:
Embarcación equipada con una ecosonda científica digital calibrable en alguna o todas las siguientes frecuencias 12, 18, 38, 70, 120, 200, 333 kHz, o similar con capacidad de banda ancha.
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS)
CTD para proporcionar el perfil de velocidad del sonido, la presión y la temperatura, que se pueden utilizar para calcular el coeficiente de absorción acústica. Si es posible, verdad sobre el terreno (redes, imágenes).
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico restringido por esta medición La biomasa y el
comportamiento de diferentes tipos de zooplancton, medusas, cefalópodos y peces pueden verse restringidos y dependen de las frecuencias empleadas. Se han desarrollado modelos de ecosistemas y métodos de asimilación de datos y se siguen desarrollando internacionalmente para incorporar datos bioacústicos (p. ej., Lehodey et al. 2014, MESOPP.org.eu). Lehodey, P., Conchon, A., Senina, I., Domokos, R., Calmettes, B., Jouanno, J., ... & Kloser, R. (2014). Optimización de un modelo de micronecton con datos acústicos. Revista ICES de Ciencias Marinas, 72(5), 1399-1412.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes Existe
abundante literatura sobre el uso de ecosondas científicas para medir el zooplancton[KR(H1] para pescar en los ~1000 m superiores del océano (Simmonds y MacLennan [WJL2] 2005, Kloser et al. 2009, Handegard et al., 2013) Se han desarrollado métodos y protocolos para recopilar, almacenar y procesar los datos (Ryan et al. 2015, Wall et al. 2016, Harris et al., 2018, Macaulay and Peña 2018[WJL3], Lee y Staneva, 2019[WJL4]). Estos datos se han utilizado para hacer algunas inferencias globales de estructuras biológicas y biomasa (p. ej., Proud et al., 2018a, proud et al., 2018b). Handegard, NO, Buisson, LD, Brehmer, P., Chalmers, SJ, De Robertis, A., Huse, G., ... y Stenseth, NC (2013). Hacia un sistema de modelado y observación acoplado basado en acústica para monitorear y predecir la dinámica del ecosistema del océano abierto. Peces y Pesca, 14(4), 605-615. Haris, K., Kloser, R. y Ryan, T. 2018. Convenciones IMOS SOOP-BA NetCDF (Versión 2.2). Sistema Integrado de Observación Marina: Informe CSIRO No. EP185001. 42pp Kloser, RJ, Ryan, TE, Young, JW y Lewis, ME (2009). Observaciones acústicas de peces micronectónicos a escala de una cuenca oceánica: potencial y desafíos. Revista ICES de Ciencias Marinas, 66(6), 998-1006. Lee, W.-J. y Staneva, V. (2019). "Echopype: mejora de la interoperabilidad y escalabilidad del procesamiento de datos de sonda oceánica para información biológica", Sci. computar con Python 2019, Austin, Texas.

Machine Translated by Google

Macaulay, G. y Peña, H. (Eds.). 2018. La convención SONAR-netCDF4 para datos de sonda, versión 1.0. Informe de investigación cooperativa de ICES No. 341. 33 págs. https://doi.org/10.17895/ices.pub.4392

Proud, R., Cox, MJ, Le Guen, C. y Brierley, AS (2018). Estructura de profundidad a escala fina de las comunidades pelágicas en todo el océano global basada en capas de dispersión de sonido acústico. Serie Progreso de la Ecología Marina, 598, 35-48.

Proud, R., Handegard, NO, Kloser, RJ, Cox, MJ y Brierley, AS (2018). Desde sifonóforos hasta capas de dispersión profunda: rangos de incertidumbre para la estimación de la biomasa global de peces mesopelágicos. Revista ICES de Ciencias Marinas, 76(3), 718-733.

Ryan, TE, Downie, RA, Kloser, RJ y Keith, G. (2015). Reducción del sesgo debido al ruido y la atenuación en los datos de integración de ecos en mar abierto. Revista ICES de Ciencias Marinas, 72(8), 2482-2493.

Simmonds, EJ, MacLennan, DN (2005). Acústica pesquera: teoría y práctica, Blackwell Science, 437 páginas.

Wall, CC, Jech, JM y McLean, SJ (2016). Aumentar la accesibilidad de los datos acústicos a través del acceso global y las imágenes. Revista ICES de Ciencias Marinas, 73(8), 2093-2103.

Sinergias obvias con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Existen sinergias con CTD,
imágenes in situ y muestreo genómico propuestos aquí.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Existen métodos de procesamiento bien establecidos y aceptados internacionalmente para datos bioacústicos con protocolos establecidos de metadatos y almacenamiento de datos[WJL1] . CIEM. 2016. Una convención de metadatos para datos acústicos procesados de sistemas acústicos activos. Serie de Protocolos de Encuesta ICES SISP 4-TG-AcMeta. 48 págs. Macaulay, G. y Peña, H. (Eds.). 2018. La convención SONAR-netCDF4 para datos de sonda, versión 1.0. Informe de investigación cooperativa de ICES No. 341. 33 págs. https://doi.org/10.17895/ices.pub.4392 (p. ej., http://imos.org.au/facilities/shipsofopportunity/bioacoustic/ , mesopp.org. au, https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/wcd/, http://imos.org.au/fileadmin/user_upload/shared/SOOP/BASOOP/IMOS_SOOP BA_NetCDF_Conventions_Version_2.2.pdf)
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo probable del personal asociado con el procesamiento
de datos y QA/QC dependerá del propósito, pero con las rutinas automatizadas actuales es posible tener el Nivel 1 (datos sin procesar) y Nivel 2 (procesamiento automatizado)

Machine Translated by Google

productos sin la mejora significativa del personal en tierra. Este nivel de datos calibrados está disponible para un análisis posterior que se adapte a los requisitos del usuario. La infraestructura del centro de datos existente debe ser capaz de albergar y difundir los datos. El tiempo de procesamiento para un crucero completo es del orden de una semana.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para
todos los aspectos de la medición: Ryan Downie (Ryan.Downie@csiro.au) Peter Gaube (pgaube@apl.washington.edu) Rudy Kloser (Rudy.Kloser@csiro.au) Wu-Jung Lee (wjlee@apl.washington.edu) Mei Sato (m.sato@oceans.ubc.ca)

12.3.10 Recomendaciones de radiación fotosintéticamente disponible (PAR)

Recomendaciones de PAR para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioóptica.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios
Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOVS biológico PAR proporciona una
medida de la energía solar disponible para la fotosíntesis. Relacionado con el fitoplancton EOVS.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Ampliamente accesible (utilizado en BGC-Argo y OOI). Existen protocolos incluso para la calidad de los datos.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin
interrupción, el instrumento está integrado en la roseta CTD para medir y/o instalado en el R/V para medir PAR por encima de la superficie.

Nombre y descripción del instrumento
Sensor PAR. El sensor proporciona una medida cuantitativa de la energía solar disponible para la fotosíntesis. Se recomienda un sensor esférico (escalar) para la medición en el agua (aunque es posible que no esté disponible para profundidades > 2000 m), en cuyo caso un colector de coseno es un buen sustituto (para evitar tener que quitar o quitar la roseta cada vez que se lanza un lance profundo). tiene lugar). Para aguas arriba, uno con colector de coseno es suficiente. Innecesario Si se realizan medidas espectrales de radiación en bandas suficientes.
fabricante de instrumentos
Biosférica, Sea-Bird, LIcor, Trios
Cantidad de agua por muestra

Machine Translated by Google

N / A
Muestreo en
CTD y en R/V. La frecuencia típica es ~1Hz. Son posibles tanto las salidas analógicas como las digitales.
Precio por muestra N/A
Precio por instrumento ~
$1,000
Costo de mantenimiento por instrumento
Calibración anual (~$200).
Tiempo del personal para analizar una
muestra Limpieza diaria recomendada (enjuague DIW, grifo con alcohol isopropílico. Detergente suave si está sucio) – 5 min.
Infraestructura necesaria a bordo: Sobre el agua:
espacio para instalar el sensor con una protección solar mínima. Un cardán, una fuente de alimentación y un registrador de datos (posiblemente parte de la estación meteorológica). sensores permanece orientado hacia arriba. En CTD: Fije a la parte superior de la roseta para minimizar el sombreado. En CTD necesita un puerto para proporcionar energía y recibir datos.
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS, por ejemplo, temperatura, nivel de luz, etc.)
N / A
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico restringido por esta medición Forzamiento solar para
la producción primaria neta.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes Ruddick, KG;
Voss, K.; Bancos, CA; Jefe, E.; Castaña, A.; Frouin, R.; Jerónimo, M.; Jamet, C.; Johnson, BC; Kuusk, J.; Lee, Z.; Ondrusek, M.; Vabson, V.; Vendt, R. 2019. Una revisión de los protocolos para las mediciones de referencia fiduciarias de la irradiancia descendente para la validación de los datos de teledetección satelital sobre el agua. Remote Sens., 11, 1742. Manual de QARTOD: https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2017/12/QARTODOceanOptics_v1.1_Final.pdf Sinergias evidentes con las
mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Existen sinergias con el pigmento HPLC y todos parámetros bio-ópticos
como la adaptación del fitoplancton a la luz en su distribución en la columna de agua y pigmentación. La luz afecta fuertemente la migración vertical de los organismos. Otras sinergias: Apoyo a la validación del producto PAR obtenido desde el espacio.

Machine Translated by Google

Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Consulte: http://www.oceanopticsbook.info/
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo de personal probable asociado con SeaBASS y
PANGEA tiene datos PAR dentro de ellos. El procesamiento de datos y el control de calidad/control de calidad serán del orden de un día.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para
todos los aspectos de la medición: Emanuele Organelli (emanuele.organelli@obs-vlfr.fr) Roberto Frouin (rfrouin@ucsd.edu)

12.3.11 Recomendaciones de retrodispersión

Recomendaciones de retrodispersión para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioóptica.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios

Aplicación a las necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de los EOV biológicos La
retrodispersión es un indicador tanto del COP como del carbono del fitoplancton (en la superficie del océano). Como tal, está relacionado con el fitoplancton EOV.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Ampliamente accesible (p. ej., en todos los amarres OOI). Existen protocolos incluso para la calidad de los datos. Se ha utilizado en el crucero GO-SHIP asociado con SOCCOM.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin
interrupción, el instrumento está integrado en el sistema de rosetas y/o en el sistema de flujo continuo. Requiere un puerto de datos/alimentación en el CTD.

Nombre y descripción del instrumento
Sensor de retrodispersión. El sensor mide la luz retrodispersada alrededor de un ángulo específico en la dirección posterior, generalmente en varias longitudes de onda. Se recomienda tener una medición de 700 nm para comparar con los datos recopilados con BGC-Argo.
fabricante de instrumentos
Científico de aves marinas

Machine Translated by Google

Cantidad de agua por muestra
O(2ml)
Roseta del
CTD de muestreo : adherida a la roseta cerca del fondo frente al agua no perturbada. Asegúrese de que esté lejos de instrumentos que tengan fuentes de luz que puedan dispersarse en el volumen de detección (p. ej., UVP) y que esté apuntando hacia un lado o hacia abajo y que no mire hacia ninguna superficie que pueda dispersar la luz hacia él. Flujo continuo: el sensor se despliega en una caja de muestreo resistente al agua dedicada. La frecuencia típica es de 1 Hz.
Precio por muestra N/
A
Precio por instrumento
Depende del número de canales (es decir, se puede combinar con fluorómetro(s) y otros canales de retrodispersión). Alrededor de $ 4,000 por canal. Si se usa en modo de flujo continuo, requiere una caja hecha a medida (consulte Boss et al., 2019 a continuación), que cuesta ~ $ 3000 (hecha a medida para rechazar la luz reflejada de los lados de la caja).
Costo de mantenimiento por instrumento
Costo de calibración: $800, recomendado una vez al año (para parámetro de pendiente).
Tiempo del personal para analizar una
muestra Limpieza diaria recomendada (enjuague DIW, toque con alcohol isopropílico. Detergente suave si está sucio) - 5 min. Dos veces en un crucero, perfile el sensor con cinta negra para evaluar el valor de la corriente oscura en el sensor.
Infraestructura necesaria a bordo: Puerto en
CTD para datos y energía. Podría compartir un puerto con otro sensor (cable Y o un sensor combinado). Según el modelo, la salida es analógica, digital o ambas.
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS, por ejemplo, temperatura, nivel de luz, etc.)
Temperatura y salinidad: para eliminar la señal de las sales en el cálculo de la retrodispersión de partículas. Muestras de POC para calibración de proxy
Parámetro del modelo biogeoquímico/ecosistema restringido por esta medición Un proxy para POC y
Phyto C en la superficie del océano.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes Sullivan,
J., M. Twardowski, J. Zaneveld y C. Moore, "Measuring optical backscattering in water", en Light Scattering Reviews 7, AA Kokhanovsky, ed. (Springer, 2013), págs. 189–224.

Machine Translated by Google

Schmechtig Catherine, Poteau Antoine, Claustre Hervé, D'Ortenzio Fabrizio, Dall'Olmo Giorgio, Boss Emmanuel (2018). Procesamiento de retrodispersión de partículas Bio-Argo a nivel de DAC. Gestión de datos Argo. https://doi.org/10.13155/39459 Manual QARTOD - https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2017/12/QARTODOceanOptics_v1.1_Final.pdf Talley et al., 2019. Flotadores SOCCOM BGC: requisitos de datos de calibración a bordo. https://drive.google.com/file/d/1ERefhCuV-bjxUvwBu13dJgtQmQo_Iv5R/view Boss et al., 2019. Mejores prácticas para la recopilación y el procesamiento de datos ópticos de flujo en curso basados en barcos. https://ioccg.org/what-we-do/ioccg publishing/ocean-optics-protocols-satellite-ocean-colour-sensor-validation/ Sinergias
evidentes con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí La retrodispersión, la clorofila
y la atenuación del haz covarían cerca de la superficie. Su proporción es indicativa de la composición de las partículas. La retrodispersión está relacionada con POC y HPLC y los picos en la retrodispersión están relacionados con partículas grandes raras. La sección transversal total de las partículas del sistema de obtención de imágenes y tamaño está relacionada con la retrodispersión de partículas. Con la fluorescencia de clorofila (Fchl) podría usarse para analizar la fotofisiología del fitoplancton.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Consulte: http://www.oceanopticsbook.info/
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo de personal probable asociado con
SeaBASS, NODC, PANGEA tienen datos de retrodispersión dentro de ellos. El procesamiento de datos y el control de calidad/control de calidad serán del orden de un día.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para
todos los aspectos de la medición: Giorgio Dall'Olmo (gdal@pml.ac.uk) Michael Twardowski (mtwardowski@fau.edu) Nathan Briggs (nathan.briggs@noc.ac.uk)

12.3.12 Recomendaciones de fluorescencia de clorofila

Recomendaciones de fluorescencia de clorofila para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioóptica.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios

Machine Translated by Google

La aplicación a las necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de la fluorescencia de
clorofila biológica EOVS (Fchl) es un indicador de la concentración de clorofila_a del fitoplancton. Como tal, está relacionado con el fitoplancton EOVS.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Existen protocolos ampliamente accesibles (p. ej., en todos los amarres OOI), incluso para la calidad de los datos. Se ha utilizado en cruceros GO-SHIP asociados con SOCCOM.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin
interrupción, el instrumento está integrado en el sistema de rosetas y/o en el sistema de flujo continuo. Requiere un puerto de datos/alimentación en el CTD.

Nombre y descripción del instrumento
Sensor de fluorescencia de clorofila. El sensor emite una longitud de onda de excitación en azul y mide la luz roja que emana del volumen de agua iluminado.
fabricante de instrumentos
Seabird Scientific (más común en flotadores BGC-Argo). Existen sensores de Seapoint, Chelsea y otros fabricantes.
Cantidad de agua por muestra
O(2ml)
Roseta del
CTD de muestreo : adherida a la roseta cerca del fondo frente al agua sin perturbar. Asegúrese de que esté lejos de instrumentos que tengan fuentes de luz que puedan dispersarse en el volumen de detección (p. ej., UVP). Flujo continuo: el sensor se despliega en una caja de muestreo negra impermeable dedicada. La frecuencia típica es de 1 Hz.
Precio por muestra N/
A
Precio por instrumento
Alrededor de $4.000. Varía con el fabricante.
Costo de mantenimiento por instrumento
Costo de calibración: $800. Se puede calibrar con muestras recogidas a bordo.
Tiempo del personal para analizar una
muestra Limpieza diaria recomendada (enjuague DIW, grifo con alcohol isopropílico. Detergente suave si está sucio) – 5 min.
Infraestructura necesaria a bordo: Puerto en
CTD para datos y energía. Podría compartir un puerto con otro sensor (cable Y o un sensor combinado). Según la marca/modelo, la salida es analógica, digital o ambas.
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)

Machine Translated by Google

N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS)
Muestras de HPLC para
calibración Parámetro del modelo biogeoquímico/ecosistema restringido por esta medición
Un sustituto de la clorofila a, un pigmento compartido por todo el fitoplancton. Nota: las mediciones cerca de la superficie y durante el día sufren de depresión de la fluorescencia por clorofila (denominada extinción no fotoquímica). Existe un método para corregir esto (aplicado a BGC-Argo).
Protocolos existentes y publicaciones relevantes
Roesler, C., J. Uitz, H. Claustre, E. Boss, X. Xing, E. Organelli, N. Briggs, A. Bricaud, C. Schmechtig, A. Poteau, F. D'Ortenzio, J. Ras, S. Drapeau, N. Haëntjens y M. Barbieux, 2017. Recomendaciones para obtener estimaciones imparciales de clorofila a partir de fluorómetros de clorofila in situ: un análisis global de Sensores ECO de WET Labs. Limnología y Oceanografía, Métodos, DOI: 10.1002/lom3.10185. Schmechtig C., Claustre H., Poteau A., D'Ortenzio F. (2018). Manual de control de calidad de Bio-Argo para la concentración de Clorofila-A. https://doi.org/10.13155/35385 Manual QARTOD - https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2017/12/QARTODOceanOptics_v1.1_Final.pdf Talley et al., 2019. Flotadores SOCCOM BGC: requisitos de datos de calibración a bordo. https://drive.google.com/file/d/1ERefhCuV-bjxUvwBu13dJgtQmQo_Iv5R/view Boss et al., 2019. Mejores prácticas para la recopilación y el procesamiento de datos ópticos de flujo en curso basados en barcos. https://ioccg.org/what-we-do/ioccg publishing/ocean-optics-protocols-satellite-ocean-colour-sensor-validation/ Sinergias
evidentes con las mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Fchl, la retrodispersión y la
atenuación del haz covarían cerca de la superficie. Sus proporciones son indicativas de la composición de las partículas. Fchl está relacionado con la concentración total de clorofila-a determinada por HPLC. Los picos en la retrodispersión están relacionados con partículas grandes raras que contienen clorofila. La sección transversal total del fitoplancton del sistema de imágenes y tamaño está relacionada con Fchl.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y realizar observaciones marinas reutilizables (de la física a la química y la biología)
Consulte: http://www.oceanopticsbook.info/
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo de personal probable asociado con
SeaBASS, NODC, PANGEA tienen datos Fchl dentro de ellos. El procesamiento de datos y el control de calidad/control de calidad serán del orden de un día.

Machine Translated by Google

Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para
todos los aspectos de la medición: Collin Roesler (croesler@bowdoin.edu) Xiaogang Xing (xing@sio.org.cn) Nathan Briggs (nathan.briggs@noc.ac.uk)

12.3.13 Recomendaciones de atenuación del haz

Recomendaciones de atenuación del haz para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioóptica.
Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos La atenuación del haz
es un indicador del POC y la masa suspendida total. Como tal, está relacionado con la abundancia de fitoplancton EOV.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Existen protocolos ampliamente accesibles (parámetro óptico con la historia más larga de instrumentos comerciales), incluso para la calidad de los datos. Ya datos de nivel 2 de GO-SHIP.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin
interrupción, el instrumento está integrado en el sistema de rosetas y/o en el sistema de flujo continuo. Requiere un puerto de datos/alimentación en el CTD.

Nombre y descripción del instrumento
Transmisómetro, haz-c o sensor de atenuación del haz. El sensor mide la luz transmitida a través del agua, normalmente a una longitud de onda de 650 nm. La longitud suele ser de 25 cm y el ángulo de aceptación (AA) del receptor es de 1,2 grados (sensor de estrella C). Existen transmisómetros de haz espectral (SBE ac-s, AA=0,93 grados, 25 cm) y sistemas basados en láser (Sequoia LISST 100X, 670 nm, AA=0,02 grados, longitud de trayectoria 5 cm).
fabricante de instrumentos
Seabird Scientific (sensor C-star y ac-s), Sequoia Sci. (sensores LISST 100X y 200).
Cantidad de agua por muestra
O(50ml) para un paso óptico de 25 cm.
Roseta de
CTD de muestreo : unida a la roseta cerca de la parte inferior. Se puede bombear. Flujo continuo: el sensor se despliega con manguitos de flujo o cámaras de flujo. La frecuencia típica es ~1Hz.
Precio por muestra
N/A

Machine Translated by Google

Precio por instrumento
Alrededor de $7,000 por longitud de onda única y sensor profundo. $40,000 para ac-s y $38,000 para LISST (los dos últimos brindan mucha más información).
Costo de mantenimiento por instrumento
Costo de calibración: $1000. Lo puede hacer un usuario experimentado, excepto la tabla de compensación de temperatura (ac-s) y la alineación (LISST).
Tiempo del personal para analizar una
muestra Limpieza diaria recomendada (enjuague DIW, grifo con alcohol isopropílico, detergente suave si está sucio) - 5 min. Una vez por semana (y antes y después del crucero) determine la corriente de oscuridad midiendo la señal con haz interrumpido (estrella c). Ejecute DIW para la calibración absoluta (necesario para ac-s en una frecuencia casi diaria).
Infraestructura necesaria a bordo: Puerto
en CTD para datos y energía (c-star y LISST). Podría compartir un puerto con otro sensor (cable Y o un sensor combinado). Según el modelo, la salida es analógica, digital o ambas.
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS)
Temperatura y salinidad: para eliminar la señal de las sales si las mediciones se realizan con ac-s. Muestras PM o POC para calibración proxy. Hay que tener cuidado con el POC por debajo de unos pocos cientos de metros porque el POC se vuelve muy pequeño.
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico restringido por esta medición Un indicador de
POC en la superficie del océano.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes IOCCG
Protocol Series (2019). Coeficientes de Transmisión y Atenuación del Haz: Instrumentos, Caracterización, Mediciones de Campo y Protocolos de Análisis de Datos. Boss, E., Twardowski, M., McKee, D., Cetinić, I. y Slade, W. IOCCG Ocean Optics and Biogeochemistry Protocols for Satellite Ocean Color Sensor Validation, volumen 2.0, editado por A. Neeley e I. Cetinić, IOCCG, Dartmouth, NS, Canadá. http://dx.doi.org/10.25607/OBP-458 Protocolos de Muestreo y Manejo de Muestras para Cruceros GEOTRACES (Recetario, versión 3.0, 2017). http://www.geotraces.org/images/Cookbook.pdf Manual QARTOD - https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2017/12/QARTODOceanOptics_v1.1_Final.pdf Boss et al., 2019. Mejores prácticas para la recopilación y el procesamiento de datos ópticos de flujo en curso basados en barcos. https://ioccg.org/what-we-do/ioccg publishing/ ocean-optics-protocols-satellite-ocean-colour-sensor-validation/ Sinergias evidentes con las
mediciones actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí

Machine Translated by Google

La atenuación del haz, la retrodispersión de partículas y la clorofila covarían cerca de la superficie del océano. Sus proporciones son indicativas de la composición de las partículas. La atenuación del haz está relacionada con el POC y los picos de atenuación están relacionados con partículas grandes raras. La sección transversal total de las partículas del sistema de generación de imágenes y tamaño está relacionada con la atenuación del haz.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y hacer observaciones marinas reutilizables (desde física a la química y la biología)
Consulte: http://www.oceanopticsbook.info/
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo de personal probable asociado con SeaBASS, NODC, PANGEA tienen datos de
retrodispersión dentro de ellos. El procesamiento de datos y el control de calidad/control de calidad serán del orden de un día.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para todos los
aspectos de la medición: Wilf Gardner (wgardner@ocean.tamu.edu) Wayne Slade (wayne.slade@gmail.com) Ivona Cetinic (ivona.cetinic@nasa.gov)

12.3.14 Recomendaciones de dispersión angular (LISST, distribución del tamaño de las partículas)

Recomendaciones de dispersión angular para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioóptica.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios Aplicación a necesidades y

preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos La dispersión cercana es un indicador de la distribución del
tamaño de partículas de 2 a 200 µm. Como tal, está relacionado con la abundancia de fitoplancton EOV.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Ampliamente accesible. existen protocolos incluso para la calidad de los datos. Se ha desplegado en líneas GO-SHIP.
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin interrupción,
el instrumento está integrado en el sistema de rosetas y/o en el sistema de flujo continuo. Puede auto-registrarse y alimentarse o registrarse y alimentarse externamente.

Nombre y descripción del instrumento
LISST - sensor de transmitancia y dispersión láser in situ.
fabricante de instrumentos

Machine Translated by Google

Secuoya científica
Cantidad de agua por muestra
~10 ml.
Flujo
continuo de muestreo : el sensor se despliega con cámaras de flujo. La frecuencia típica es de ~1 Hz, que podría cambiarse para maximizar la S/N.
Precio por muestra N/
A
Precio por instrumento
Alrededor de $35.000.
Costo de mantenimiento por instrumento
Costo de calibración: $1000.
Tiempo del personal para analizar una
muestra Limpieza diaria recomendada (enjuague DIW, grifo con alcohol isopropílico, detergente suave si está sucio) - 5 min. Una vez a la semana (y antes y después del crucero) determine zscat usando agua de mar filtrada.
Infraestructura necesaria a bordo: energía/
datos para línea.
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS)
N / A
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico limitado por esta medición La distribución del
tamaño de partículas in situ proporciona información sobre la concentración de partículas, los agregados y la sedimentación.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes Boss,
E., N. Haentjens, TK Westberry, L. Karp-Boss y W. Slade, 2018. Validación de la distribución granulométrica obtenida con el medidor láser de dispersión y transmisión in situ (LISST) en modo flujo continuo. Óptica Express, 26(9), 11125-11136. https://doi.org/10.1364/OE.26.011125 Manual QARTOD - https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2017/12/QARTODOceanOptics_v1.1_Final.pdf Boss et al., 2019. Mejores prácticas para la recopilación y el procesamiento de datos ópticos de flujo en curso basados en barcos. https://ioccg.org/what-we-do/ioccg publishing/ocean-optics-protocols-satellite-ocean-colour-sensor-validation/ Sinergias evidentes con las mediciones
actuales realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí Sistemas de imagen como IFCB y UVP.

Machine Translated by Google

Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y hacer observaciones marinas reutilizables (desde física a la química y la biología)
Consulte: http://www.oceanopticsbook.info/
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo de personal probable asociado con SeaBASS y
PANGEA tiene datos LISST dentro de ellos. El procesamiento de datos y el control de calidad/control de calidad serán del orden de un día.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para
todos los aspectos de la medición: Wayne Slade (wayne.slade@gmail.com) Benedetto Barone (benedetto.barone@gmail.com) Andrew McDonnell (amcdonnell@alaska.edu)

12.3.15 Recomendaciones de absorción y atenuación espectral (AC-s)

Recomendaciones de absorción y atenuación espectral para mediciones relacionadas con el plancton a bordo de buques de investigación y el programa GO-SHIP. Aportación del subgrupo de Bioóptica.

Recomendaciones para mediciones apropiadas para GO-SHIP basadas en los siguientes criterios Aplicación a

necesidades y preguntas científicas clave para respaldar la medición de EOV biológicos El coeficiente de
atenuación del haz espectral de partículas es un indicador del POC y la masa suspendida total. Como tal, está relacionado con la abundancia de fitoplancton EOV. También proporciona un índice de tamaño de partículas de tamaño micrométrico (<20um). El coeficiente de absorción de partículas proporciona un indicador de varios pigmentos de fitoplancton, incluida la clorofila_a. Como tal, está relacionado con la abundancia de fitoplancton EOV.
Amplia accesibilidad de la infraestructura, facilidad de uso y disponibilidad de los recursos
Accesible (desplegado en amarres OOI). Existen protocolos incluso para la calidad de los datos. Recomendado para implementación en modo continuo (no CTD).
Interrupción mínima de las operaciones estándar actuales de GO-SHIP Sin
interrupción, el instrumento está integrado en el sistema de flujo continuo. Hay requisitos del sistema de flujo continuo que se detallan en el informe al que se hace referencia a continuación.

Nombre y descripción del instrumento
Transmisómetro, haz-c o sensor de atenuación del haz.

Machine Translated by Google

El sensor mide la luz transmitida a través del agua, normalmente en longitudes de onda que van desde el azul (~400 nm) hasta el NIR (~750 nm). La longitud del camino es típicamente de 25 cm y el ángulo de aceptación (AA) del receptor es de 0,93 grados. Sensor de absorción. El sensor mide la luz transmitida a través del agua, normalmente en longitudes de onda que van desde el azul (~400 nm) hasta el NIR (~750 nm) y utiliza una celda de flujo especial para recoger la luz dispersa en el detector. La longitud suele ser de 25 cm de largo.
fabricante de instrumentos
Científico de aves marinas.
Cantidad de agua por muestra
50 ml de agua por muestra para un paso óptico de 25 cm.
Flujo
continuo de muestreo : el sensor se despliega con manguitos de flujo. La frecuencia típica es de ~4 Hz.
Precio por muestra N/
A
Precio por instrumento ~ $
40 000 Para este método, una válvula automatizada (p. ej., Sequoia Sci. Flow Control, https://www.sequoiasci.com/product/flowcontrol-lab/, ~ $ 10 000), un eliminador de burbujas de vórtice (se puede comprar a través de SBE o construido por el usuario) y una carcasa de filtro con filtros de cartucho (tamaño de poro de 0,2 um) (~ $ 100 por filtro, reemplazado aproximadamente una vez por semana) son necesarios. Detalles en Boss et al., 2019, citado a continuación.
Costo de mantenimiento por instrumento
Costo de calibración y reconstrucción: $1500. Necesita hacerse anualmente. Las lámparas tienen una vida útil de 2-3 meses de funcionamiento continuo. La calibración debe realizarse anualmente.
Tiempo del personal para analizar una
muestra Limpieza diaria recomendada (enjuague DIW, grifo con alcohol isopropílico. Detergente suave si está sucio) – 5 min. Ejecute DIW para la calibración absoluta si las mediciones disueltas son de interés (CDOM). La limpieza del sistema óptico de flujo continuo tarda menos de 0,5 horas al día.
Infraestructura necesaria a bordo: Tuberías
limpias y una bomba de admisión que sea cuidadosa con las partículas (consulte el protocolo de flujo continuo de IOCCG).
Necesidades de envío (p. ej., temperatura a la que se deben mantener las muestras, instalaciones disponibles para el análisis de muestras)
N / A
Mediciones auxiliares (más allá del GPS)
Temperatura y salinidad: para eliminar la señal del agua salada. Muestras POC para calibración proxy.
Parámetro del modelo ecosistémico/biogeoquímico limitado por esta medición

Machine Translated by Google

Atenuación del haz: un indicador de POC en la superficie del océano y un parámetro de tamaño útil. Absorción: Un representante de varios pigmentos de fitoplancton o grupo de pigmentos en la superficie del océano.
Protocolos existentes y publicaciones relevantes IOCCG
Protocol Series (2019). Coeficientes de Transmisión y Atenuación del Haz: Instrumentos, Caracterización, Mediciones de Campo y Protocolos de Análisis de Datos. Boss, E., Twardowski, M., McKee, D., Cetinić, I. y Slade, W. IOCCG Ocean Optics and Biogeochemistry Protocols for Satellite Ocean Color Sensor Validation, volumen 2.0, editado por A. Neeley e I. Cetinić, IOCCG, Dartmouth, NS, Canadá. http://dx.doi.org/10.25607/OBP-458 Serie de protocolos IOCCG (2018). Mediciones y protocolos de propiedades ópticas inherentes: coeficiente de absorción, Neeley, AR y Mannino, A. (eds.), IOCCG Ocean Optics and Biogeochemistry Protocols for Satellite Ocean Color Sensor Validation, volumen 1.0, IOCCG, Dartmouth, NS, Canadá. http://dx.doi.org/10.25607/OBP-119 Manual QARTOD - https://cdn.ioos.noaa.gov/media/2017/12/QARTODOceanOptics_v1.1_Final.pdf Boss et al., 2019. Mejores prácticas para la recopilación y el procesamiento de datos ópticos de flujo en curso basados en barcos. https://ioccg.org/what-we-do/ioccg-publishing/ocean-optics-protocols-satellite-ocean-colour-sensor-validation/ Sinergias evidentes con las mediciones actuales
realizadas a bordo de los cruceros GO-SHIP y otras mediciones propuestas aquí La atenuación del haz, la retrodispersión de partículas y la clorofila (cualquiera que sea el
método que se utilice como proxy) covarían hasta cierto punto cerca de la superficie del océano. Su proporción es indicativa de la composición de las partículas. La atenuación del haz está relacionada con el POC y los picos de atenuación están relacionados con partículas grandes raras. La sección transversal total de las partículas del sistema de generación de imágenes y tamaño está relacionada con la atenuación del haz. La absorción de partículas, la atenuación del haz, la retrodispersión de partículas y la clorofila (cualquiera que sea el proxy que se use) covarían hasta cierto punto cerca de la superficie del océano. Sus proporciones son indicativas de la composición de las partículas. La absorción de partículas está relacionada con los pigmentos de fitoplancton. La sección transversal total del fitoplancton de los sistemas de obtención de imágenes y tamaño está relacionada con la absorción de partículas.
Vocabulario estandarizado para los datos y los metadatos asociados, para gestionar los grandes y diversos conjuntos de datos recopilados en todo el mundo (flotas oceanográficas, sistemas de observación automatizados desplegados in situ), y disponibles entre varios centros de datos con el objetivo de preservar y hacer observaciones marinas reutilizables (desde física a la química y la biología)
Consulte: http://www.oceanopticsbook.info/
Infraestructura de difusión de datos y posible latencia de datos. Si es necesario realizar más análisis en tierra (p. ej., clasificación y validación de imágenes), el tiempo de personal probable asociado con SeaBASS y PANGEA tiene datos
de partículas espectrales dentro de ellos.

Machine Translated by Google

El procesamiento de datos y QA/QC se llevarán a cabo en el orden de un día.
Una lista de expertos relevantes a los que se puede llamar para ayudar y saber que han sido identificados Para
todos los aspectos de la medición de la atenuación: Emmanuel Boss (emmanuel.boss@maine.edu) Wayne Slade (wayne.slade@gmail.com) Giorgio Dall'Olmo (gdal@pml.ac.uk) Para todos los aspectos de la medición de la absorción: Collin Roesler (croesler@bowdoin.edu) Alison Chase (alison.p.chase@maine.edu) Yangyang Liu (yangyang.liu@awi.de)