

Corriente de Humboldt

De las dinámicas oceánicas
al manejo pesquero en el Perú

Promotor científico
Arnaud Bertrand, IRD

Asesora
Sabine Tostain, MEPR



COLLECTION **Chemins d'impacts**

www.editions.ird.fr

Corriente de Humboldt
De las dinámicas oceánicas
al manejo pesquero en el Perú

Corriente de Humboldt

De las dinámicas oceánicas al manejo pesquero en el Perú



Aves marinas alimentándose cerca de un « oasis » oceánico en el Perú.
© IRD/Y. Tremblay

Grupo de trabajo

Promotor científico:

Arnaud Bertrand, IRD, UMR « Biodiversidad marina, explotación y conservación » (Marbec)

Asesora:

Sabine Tostain, IRD, Misión de evaluación y programación de la investigación (MEPR)

Asesores metodológicos:

Florence Sylvestre, IRD, UMR « Centro europeo de investigación y enseñanza en geociencias del medio ambiente » (CEREGE)

Laurent Vidal, IRD, unidad « Ciencias económicas y sociales de la salud y tratamiento de la información médica » (Sesstim), representante del IRD en Mali

Estudio realizado en 2018

IRD

Instituto francés de Investigación para el Desarrollo

Chemins d'impacts

Marseille, 2023

Nota introductoria

Coordinación editorial
IRD/Ghislaine Thirion

Coordinación de producción
IRD Éditions

Revisión editorial
Stéphanie Quillon (34)

Diseño editorial
Aline Lugand (30)

Diagramación
Desk (www.desk53.com.fr)

Esta publicación de acceso libre puede ser utilizada por el público según las condiciones de la licencia Commons CC BY-NC-ND 4.0, que puede consultarse en la siguiente dirección: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>. Se permite la difusión de la obra original, siempre que se mencione a los autores y editores y se incluya un enlace a la licencia CC By-NC-ND 4.0. No se permite ninguna modificación y la obra debe difundirse en su totalidad. No se permite su utilización con fines comerciales.



© IRD, 2023

ISBN PDF : 978-2-7099-3013-0

En 2017, el IRD puso en marcha un proyecto piloto con el fin de identificar y analizar el impacto de sus investigaciones en las sociedades de los países en desarrollo. El enfoque adoptado se basa en el estudio de casos *ex post*, es decir, «después de los hechos».

Los estudios seleccionados para este proyecto son representativos de los principales campos científicos del IRD, los cuales tienen el desarrollo sostenible como problemática de fondo y se basan en la investigación colaborativa. Estos análisis de impacto se basan además en los enfoques metodológicos desarrollados por el INRAE (Asirpa) y el CIRAD (Impress) en el ámbito de la investigación agrícola. Estos estudios han sido seleccionados por sus efectos probados, en relación con la labor de investigación llevada a cabo por el IRD y sus contrapartes, y de los que se ha hecho eco la comunidad científica.

En este marco general, el presente trabajo de evaluación ha consistido en identificar los diferentes actores y elementos implicados y poner de manifiesto las interacciones que han contribuido a traducir la investigación en impacto social («camino de impacto»). Así pues, se abordarán el contexto, las contribuciones de los actores a la realización de la investigación, los productos de la investigación, los actores que crearon las condiciones necesarias para la apropiación y transformación de los resultados de la investigación, y los impactos generados.

El «camino de impacto» resultante, junto con su «cronología», son instrumentos fundamentales para caracterizar las redes de actores, sus interrelaciones y los procesos que generan impactos. Estos se han dividido en varios ámbitos: político, institucional, ambiental, económico, social, sanitario, educativo, cultural, fortalecimiento de capacidades y académico.

Cada impacto identificado y descrito se ha documentado mediante entrevistas con los actores del «camino de impacto».

Para más información sobre el método adoptado para llevar a cabo estos estudios, puede consultar la guía metodológica sobre el Análisis multidimensional del impacto de la investigación y sus innovaciones en el desarrollo de las sociedades del Sur (Miriades) publicado en la colección *Caminos de impactos*.

Nuestro agradecimiento a todos los que han contribuido a estrechar los vínculos entre la investigación y la sociedad y a poner de relieve las diversas aportaciones mutuas.

Misión de Evaluación y Programación de la Investigación

Índice

Nota introductoria	5
Resumen	9
Contexto	11
Contribuciones y « situación productiva »	17
Competencias científicas movilizadas	17
Integrantes del sistema de investigación (científicos y financiadores)	18
Laboratorios e instituciones de investigación no universitarios	18
Universidades	20
Las instituciones públicas del Perú	20
Empresas del sector pesquero industrial	21
Financiadores de naciones extranjeras en el Perú	22
Datos	22
Productos de la investigación	25
Métodos y herramientas	25
Nuevos conocimientos	26
Actas de la Conferencia de Humboldt, 2006	26
Informes de peritajes	26

Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú, 2017	27
Publicaciones académicas relevantes	28
Construcción y acompañamiento de una comunidad científica en Ciencias del Mar en el Perú	29
La construcción de una comunidad	29
El acompañamiento de una comunidad	30
Circulación de conocimiento e intermediarios	35
Ministerio de la Producción del Perú	35
Ministerio del Ambiente	36
Instituto del Mar del Perú	36
Sociedad Nacional de Pesquería, empresas privadas del sector pesquero industrial	37
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño	38
Instituto francés de Investigación para el Desarrollo	39
Organizaciones no gubernamentales	39
Impacto de primer alcance	41
Impacto en fortalecimiento de las capacidades y enfoque de las investigaciones	41
Desarrollo de las capacidades de investigación	41
Mayor interés y confianza en los datos marinos disponibles	41
Aumento significativo de titulados	42
Modificación del enfoque intelectual y de investigación	42
Capacidades técnicas adoptadas y recursos técnicos	42
Impacto medioambiental	42
Adaptaciones al cambio climático	42
Sistema de alertas y de acciones públicas adaptadas en caso de crisis climática o económica	43
Gestión optimizada de los recursos naturales y de los productos del mar	43
Adaptación de las técnicas de pesca o de transformación de los productos de la pesca con objetivos económicos y responsables	44
Impacto económico	44

Cuotas más precisas y científicamente fundamentadas para el sector de la pesca industrial.....	44
Equipos acústicos y técnicos.....	44
Acceso de la industria a nuevos mercados internacionales.....	44
La pesca artesanal como un importante reto económico y socioeconómico.....	45
Contratación/empleos en empresas y ONG	45
Impacto político.....	45
Apoyo a la decisión política.....	45
Consideración del sector de la pesca artesanal como un reto político y económico para el diseño de la gestión y la regulación	46
Plan de actuación para la gestión de crisis frente a fenómenos climáticos relevantes	47
Impacto de amplio alcance	49
Impacto potencial.....	50
Impacto potencial medioambiental	50
Impacto potencial económico	50
Impacto potencial sobre la sociedad civil	51
Apéndices.....	55
Entrevistas realizadas	55
Documentos citados	57
Lista de acrónimos	61

Resumen

Las investigaciones y acciones llevadas a cabo por el Instituto del Mar del Perú (Imarpe) estos últimos veinte años con el apoyo, la presencia y la cooperación internacional –especialmente del IRD– han tenido impactos en el Perú que exceden el marco estrictamente científico de observación y comprensión del entorno marino y de los recursos vivos relacionados con el sistema de la Corriente de Humboldt.

Los impactos han sido identificados por los propios agentes y provienen de las vías de conocimiento existentes en el Perú y de interacciones complementarias fuera del ámbito científico: estudiantes que se han convertido en profesionales, organizaciones no gubernamentales, empresas privadas.

Mediante el apoyo técnico y metodológico, la transmisión de conocimientos, la estructuración de investigaciones internacionales con fondos de incentivo, la movilidad de expertos y la creación de intercambios científicos, el IRD ha contribuido notablemente con su socio peruano el Imarpe en varios de estos impactos que se resumen a continuación:

- desarrollo de las capacidades de investigación en ciencias del mar en el Perú con la formación de una nueva generación de jóvenes investigadores;
- mayor reconocimiento por parte de la comunidad internacional;
- fortalecimiento del cambio de paradigma con la evolución hacia una nueva visión ecosistémica;
- mejor capacidad de alerta y entendimiento de la dinámica del mar peruano y los fenómenos climáticos;
- fortalecimiento de la capacidad de asesoría científica moderna para la gestión de recursos y las decisiones de política del sector público e industrial;

- dimensionar objetivamente la importancia de la pesca artesanal en el contexto de las pesquerías nacionales;
- acciones encaminadas a la normalización y certificación internacional de la industria pesquera.

Contexto

Las principales fuentes de ingresos del Estado peruano provienen de la explotación, transformación y exportación de recursos naturales (esencialmente mineros y petroleros seguidos de los marinos a través de la pesca industrial y la transformación del pescado en harinas y aceites). El Perú ocupa el segundo puesto mundial en capturas pesqueras con una media de 7 millones de toneladas de peces extraídos al año entre 2003 y 2012. La abundancia de peces de sus aguas está relacionada con la presencia de la corriente de Humboldt, un sistema oceánico que provoca el afloramiento (*upwelling*) de aguas profundas frías y ricas en nutrientes, que son la base de una gran productividad biológica.

A principios de la década de 1970, las capturas pesqueras se desplomaron («crisis de la anchoveta») como consecuencia de la conjunción del fenómeno de El Niño de 1972-73, de un cambio de régimen climático y de la sobrepesca. Esta crisis, que tuvo repercusiones mundiales, puso en evidencia que el recurso no era eterno y la urgencia de mejorar el seguimiento de las poblaciones explotadas en las que se sustentaba, y se sigue sustentando gran parte de la economía del país¹.



Pesca a la anchoveta en el Perú.
© IRD/P. Fréon

1. Las empresas industriales de pesca y transformación de productos de la pesca están representadas y se agrupan en la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP) constituida en 1952.

Desde entonces se han producido otros fenómenos climáticos, como los fenómenos El Niño de 1982-83 y 1997-98. Los estudios científicos y la comprensión del entorno, así como las políticas públicas de gestión de la pesca, han avanzado desde entonces.

En el ámbito internacional, la comunidad científica está muy interesada en este ecosistema que produce más peces por kilómetro cuadrado que cualquier otra zona marina. Además, esta región es la más afectada por la variabilidad climática, en particular por los fenómenos El Niño. Por otra parte, esta región se caracteriza por la presencia, en subsuperficie, de una zona prácticamente desprovista de oxígeno que estructura de forma determinante el ecosistema. Esta es una ventana hacia el futuro debido a que cada vez son más extensas las zonas pobres en oxígeno en el océano mundial que también se encuentra en fase de acidificación por el efecto del cambio climático. A escala nacional, a los retos económicos se suman los retos ambientales con la voluntad de considerar no solamente las especies explotadas sino todo el ecosistema (por ejemplo: consideración de la dinámica climática, así como de toda la cadena trófica desde el plancton hasta las aves marinas que producen el guano que se explota en las islas, pero que consumen las mismas presas que la explotación pesquera, en particular la anchoveta).

A partir de 1975, el Imarpe (organismo técnico especializado del Sector Producción², Subsector Pesquería) desarrolló una colaboración científica internacional entre la que cabe destacar la cooperación alemana de la década de 1980 (donación de un buque oceanográfico, formación de científicos e investigaciones). Esta cooperación culminó en la redacción de dos obras de referencia sintetizando el conocimiento del mar peruano y la anchoveta entre 1950 y 1985³. Hacia finales de la década de 1980, el Perú entró en una larga y grave crisis sociopolítica y económica. Una de las consecuencias fue una drástica reducción de los fondos destinados a la investigación y a la evaluación de los recursos marinos, así como el aislamiento de la comunidad científica y las instituciones peruanas. Durante ese intervalo de tiempo, debido a cuestiones de seguridad nacional, las actividades y representación del IRD en el Perú se redujeron a mínimos. No obstante, durante este periodo, algunos científicos del Imarpe universitarios siguieron la actualidad científica y continuaron participando en simposios o conferencias internacionales. Además, el Programa de la Unión Europea Vecep (Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú) para el desarrollo de la

pesca, financió los cruceros científicos de esos años, permitió el desarrollo de un monitoreo intensivo de la pesca artesanal y apoyó en la capacitación de científicos. Durante la segunda mitad de los años 1990, la cooperación japonesa también donó el BIC José Olaya Balandra, que permitió la exploración de los recursos demersales y de grandes profundidades, así como el desarrollo de la pesca de la pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*), entre otros.

Los intercambios científicos entre el Imarpe y el IRD se iniciaron a finales de la década de 1990 en forma de contactos entre personalidades científicas de estas dos instituciones (expertos en biología pesquera, acústica y paleo-oceanografía)³. Equipos franceses del IRD ya trabajaban en otros sistemas similares en África Occidental y Sudáfrica desde finales de la década de 1970 con un alto nivel de experiencias y conocimientos. Desde principios de la década del 2000, a petición del Imarpe, investigadores del IRD realizaron estancias en el Perú cada vez más frecuentes para colaborar con los científicos del Imarpe o como expertos científicos en disciplinas específicas (principalmente acústica y oceanografía).

En la década del 2000, antes de las primeras colaboraciones formales y de los proyectos iniciados en el Perú, se habían identificado **varias problemáticas** en esta zona geográfica particular. Las principales fueron las siguientes:

- un contexto oceánico específico de corriente de tipo afloramiento aún poco conocida científicamente, al igual que su función y sus interacciones con el sistema oceánico global o el cambio climático;
- una importante región de recursos pesqueros con una economía nacional estrechamente vinculada a dicho recurso;
- fenómenos climáticos extremos que provocan crisis económicas del sector pesquero pero cuyas relaciones de causas y efectos aún no se conocen bien o no se han descrito adecuadamente.



Anchoveta (*Engraulis ringens*) y munida o camaroncito rojo (*Pleuroncodes monodon*) capturadas durante una campaña oceanográfica conjunta del Imarpe y el IRD.

© IRD/A. Bertrand

2. Ministerio de la Producción: Produce.

3. Cf. Informes de la representación del IRD en Lima – Perú que recogen el historial II, III.

El monitoreo del recurso pesquero por un lado y del entorno oceánico por otro con el Imarpe principalmente, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN⁴) y el IGP⁵ parcialmente ya existían en el Perú. Estas observaciones paralelas rara vez, o nunca, se abordaron de manera holística a través de la investigación multidisciplinaria. Esta última permite, no obstante, estudiar las interacciones en todo el sistema: los recursos explotados o no y el medio oceánico o atmosférico que constituye un conjunto complejo vinculado a la dinámica de los océanos y del clima.

El IRD, ya presente y que ya había participado en cooperaciones internacionales con el Perú, prestó un importante apoyoⁱⁱ a los investigadores (unidades de investigación Idyle y Activeⁱⁱⁱ) gracias a la alta implicación de los sucesivos representantes del IRD en Lima. Esto contribuyó a movilizar a los distintos actores^{iv} y a consolidar institucionalmente proyectos científicos de envergadura internacional. Esta movilización, tanto peruana como francesa durante el periodo, a través de un grupo central de investigadores del IRD de campos disciplinarios complementarios al Perú, dentro del Imarpe, sirvió de palanca para impulsar una sucesión de financiaciones internacionales (NSF, ANR, Naciones Unidas-GEF, BID, IRD y sus diferentes instrumentos de fomento y apoyo a la movilidad). En un marco ya formalizado por convenios o proyectos de cooperación internacional –que incluye otras universidades francesas, peruanas, estadounidenses o chilenas– la construcción y puesta en marcha de dos laboratorios mixtos Discoh y Paléotracés⁶ y los numerosos intercambios científicos entre estudiantes o científicos dieron lugar a la creación de una « comunidad Humboldt ». La organización conjunta de la Conferencia Internacional Humboldt en 2006, que derivó en la publicación de una serie de artículos científicos en forma de número especial en una prestigiosa revista internacional (*Progress in Oceanography*), dio visibilidad a esta comunidad. Esta obra está considerada como un nuevo estado del arte sobre el tema, y específicamente sobre el Perú.

En 2008/2009, el Ministerio de la Producción sustituyó las cuotas de pesca globales por cuotas individuales para la industria pesquera de la anchoveta. Posteriormente, se establecieron normas sectoriales para el uso del recurso pesquero (pesca industrial para la transformación en harinas, aceites, conservas/ pesca artesanal para consumo humano y venta directa).

En el conjunto del periodo observado (de 2000 a 2017), una prolífica producción científica y grandes descubrimientos en diversos campos disciplinarios pusieron de relieve el progreso de la ciencia promovido por estas colaboraciones. Estas fortalecieron la capacidad científica para dar asesoría a la toma de decisiones públicas, al enriquecer los análisis, la experiencia y el apoyo a los científicos del Imarpe para incorporar la nueva visión ecosistémica. Ello ha permitido a la institución pública recomendar métodos de gestión pesquera al Ministerio de la Producción y a los agentes económicos, basados en una ciencia « más holística », reconocida tanto a nivel nacional como internacional. Otro elemento notable es la transferencia de conocimiento y de visión global desde el entorno marino y ecosistémico « Humboldt » de las costas peruanas hacia el ecosistema oceánico más global: el planeta y las adaptaciones climáticas del ecosistema.

El presente estudio describe el camino recorrido entre el inicio de la cooperación del IRD con el principal socio peruano, el Instituto del Mar del Perú (Imarpe) –un socio esencial para las cuestiones del mar en el Perú– y los últimos elementos notables de la trazabilidad de los impactos no académicos.

4. <https://www.dhn.mil.pe>.

5. IGP: Instituto Geofísico del Perú.

6. Estos dos laboratorios mixtos internacionales se prorrogaron en 2015.

Contribuciones y « situación productiva »

Competencias científicas movilizadas

Los equipos de investigación franceses involucrados con el IRD^v han trabajado principalmente con los equipos del Imarpe (Instituto del Mar del Perú, dedicado al servicio público y a labores de investigación^{vii}) y, más ocasionalmente, del IGP (Instituto Geofísico del Perú, dedicado a labores de investigación bajo la supervisión del reciente Ministerio del Ambiente Minam).

La red de colaboración ha crecido a lo largo de los 20 años observados en este estudio: por la parte francesa, con la intervención o asignación de profesores de grandes escuelas o universidades francesas al Perú sobre puntos o tecnologías específicas.

Las primeras colaboraciones científicas entre el Imarpe y el IRD trataron de problemáticas de pesca con expertos en acústica o ecología marina. Paulatinamente, los equipos del IRD y sus socios, junto con sus homólogos peruanos, han construido una red y obras cuya originalidad y riqueza residen fundamentalmente en la multidisciplinariedad y la interdisciplinariedad.

Durante este periodo de colaboración se movilizaron las siguientes disciplinas y especialidades que abarcan desde los seres vivos hasta el entorno y su evolución o cambio: paleo-oceanografía, oceanografía física, biogeoquímica, modelización, procesamiento de datos por satélite, acústica subacuática, procesamiento de señales, pesca, ecología marina, trofodinámica (red trófica), ecoetología, socioeconomía, especialistas en pesca (industrial y artesanal) y grandes depredadores.

Integrantes del sistema de investigación (científicos y financiadores)

Laboratorios e instituciones de investigación no universitarios

En el Perú, los laboratorios y las instituciones no universitarias son organismos públicos de investigación. En Francia, se trata principalmente de institutos públicos de investigación agrupados en « unidades » de investigación, constituidas por diferentes laboratorios o equipos de estructuras y que evolucionan a lo largo del tiempo (UR, US, UMR, LMI).



Cede del Imarpe en Lima, Perú.
©IRD/A. Bertrand

Imarpe: Instituto del Mar del Perú

El Instituto incluye científicos, y organiza y pilota campañas científicas, disponiendo de datos, clústeres y buques oceanográficos. El instituto acoge asimismo a los equipos enviados por el IRD y ha participado en la creación de una maestría en Ciencias del Mar^{iv}, así como en la estructuración conjunta de laboratorios mixtos.

IGP: Instituto geofísico del Perú

Este instituto está integrado por científicos y pone a disposición datos geofísicos y oceanográficos.

IRD: Instituto francés de Investigación para el Desarrollo

Dispone de unidades⁷ de investigación y unidades mixtas de investigación francesas en las que el IRD ejerce un tutelaje conjunto con otras instituciones

7. Active, Idyle, EME, Legos, Lemar, Locean, Imago...

– Ex-UR 61 Active (Ecoetología de los peces pelágicos marinos)
– Ex-UR 97 Idyle y después ECO-UP (Ecosistemas de surgenia)
– Ex-UR 55 Paleotropique (Paleoambientes tropicales y variabilidad climática)
– Ex-UMR EME (Ecosistemas marinos explotados)
– Ex-US 04 Acapella (Hidroacústica aplicada a la pesca, a la ecología y a la etología acuáticas)
– UMR Marbec (Biodiversidad marina, explotación y conservación)
– UMR Legos (Laboratorio de estudios de geofísica y oceanografía espaciales)
– UMR Locean (Laboratorio de oceanografía y del clima: experimentos y enfoques digitales)

francesas (científicos, recursos financieros para la expatriación, operaciones y acciones específicas en proyectos, becas).

Coordina las misiones y los recursos humanos (figura 1) y materiales de las unidades. Para más detalles, véase el resumen realizado por la representación del IRD en el Perú en el periodo 2003-2012ⁱⁱ o el documento de referencia « El IRD en el Perú en 2017 »ⁱⁱⁱ.

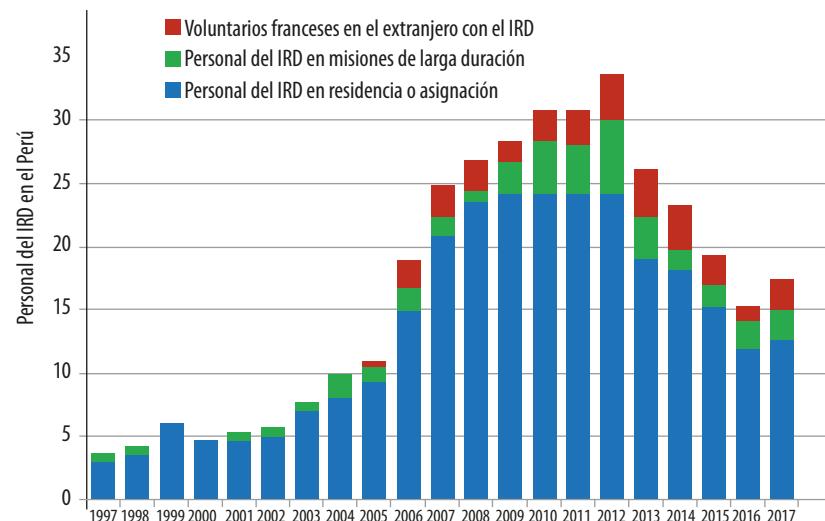


Figura 1
Evolución a lo largo de 20 años de presencia de personal del IRD en el Perú, contando todas las investigaciones (contrato de voluntariado francés en el extranjero, misiones de larga duración de entre 2 y 6 meses – MLD, residencia y asignación en el Perú). Extracto del documento « El IRD en el Perú en 2017 » elaborado por la representación del Instituto en Lima.

Propone acciones de fomento « ATI » sucesivas (Humboldt 2003-2006^{vii}, 2008-2009).

Estructura conjuntamente con el Imarpe unos laboratorios mixtos montados y firmados para cuatro años y reconducidos durante cinco años, y construye equipos mixtos como en el marco de los jóvenes equipos asociados al IRD « JEAI ». Esta estructura de investigación internacional, impulsada por las acciones del IRD, formaliza y establece el ámbito de cooperación entre el Imarpe, las universidades y el IRD: laboratorios mixtos internacionales – LMI (Discoh^{viii} y Paléotracés^{ix}); financiaciones sucesivas de los equipos jóvenes asociados (JEAI)

(PALEO 2007-2009, Emacep 2014-2017); becas de tipo BEST, ARTS⁸, acogida de voluntarios internacionales franceses en el Imarpe; ayuda a la organización o participación en conferencias internacionales; financiación de un proyecto Spirale para la compra y puesta en marcha de un clúster (2007-2011).

Universidades

Las universidades que han jugado un papel importante son peruanas y francesas, aunque también han participado universidades de otros países, en particular de Chile.

Las universidades peruanas constituyen un vivero de estudiantes capacitados, maestros o profesores-investigadores que se movilizan en los planes de capacitación existentes o en proceso de creación. Las principales son la UPCH (Universidad Peruana Cayetano Heredia), la UNMSM (Universidad Nacional Mayor de San Marcos) y la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería).

Las universidades francesas tienen los medios operativos y de personal de investigación. Intervinieron puntualmente, *in situ* o a distancia, en Laboratorios Mixtos Internacionales o en unidades mixtas creadas a partir de las antiguas unidades no mixtas del IRD para asesoramiento, formación continua en el Imarpe o en el IGP, enseñanza, investigación, tutoría de estudiantes y doctorandos. Las principales son las Universidades Pierre et Marie-Curie, Toulouse, Brest y Montpellier.

Las universidades chilenas estuvieron presentes en forma estatutaria en las primeras creaciones de equipos de investigación internacionales (Universidad de Concepción en el LMI Discoh, Universidad de Antofagasta en el LMI Paléotracés). La Universidad Federal Fluminense de Niterói (Brasil), elemento vertebrador del LMI Paléotracés, es también parte interesada y un importante socio científico para la investigación llevada a cabo en paleo-oceanografía.

Las instituciones públicas del Perú

Las instituciones públicas peruanas han proporcionado, promovido, financiado o puesto a disposición recursos para los actores de la investigación. Han desempeñado un papel fundamental tanto en el apoyo a la investigación colaborativa

e internacional como en la definición de las necesidades peruanas y la coordinación de la aplicación continua de los resultados.

Los ministerios peruanos (Produce/Minam) administran los presupuestos de funcionamiento, salarios de los científicos y técnicos peruanos, campañas en el mar y muestreo. Administran también a los centros de producción de las islas de guano en tierra y en las áreas marinas protegidas.

El Concytec (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica) financia la investigación peruana a través de convocatorias de proyectos específicas, becas para estudiantes, y la creación y docencia de másteres con universidades peruanas. Bajo la tutela de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), el Concytec orienta y coordina el despliegue y las acciones relativas a los presupuestos nacionales procedentes del fondo Fondecyt⁹. Este último recibe dotación de varios ministerios, instituciones y colaboraciones internacionales, así como recursos ordinarios del Ministerio de Economía. A diferencia del sistema francés, el Concytec es el ente rector del dispositivo nacional de ciencia, tecnología e innovación, y el que, por lo tanto, define las políticas y programas, así como la gestión de la información y transferencia de la investigación^{xvii}.

Empresas del sector pesquero industrial

Dentro del sector privado, las empresas de pesca industrial agrupadas en una sociedad nacional forman parte integrante del sistema de investigación.

Así, la SNP (Sociedad Nacional de Pesquería) financia indirectamente el sistema de investigación mediante la puesta a disposición de sus recursos para las campañas Eureka (buques, personal, combustible, datos de pesca) y directamente mediante la demanda de peritaje científico por parte de investigadores del IRD, expertos nacionales u ONGs. Esta sociedad es como un sindicato nacional con una función centralizadora y estructuradora del sector pesquero industrial en el Perú. Dispone de embarcaciones y organiza el embarque de observadores a bordo.



Faena de pesca de anchoveta y aves marinas.
© IRD/P. Fréon

8. Programas del IRD de consolidación de capacidades BEST: becas de intercambio, transformadas posteriormente en ARTS: becas de investigación para una tesis en el Sur/JEAI: equipos jóvenes asociados con el IRD.

9. Fondecyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica.

Financiadores de naciones extranjeras en el Perú

Además de los financiadores peruanos y del IRD, otros financiadores franceses e internacionales han financiado la investigación colaborativa o han puesto a disposición recursos específicos.

Francia

- Embajada de Francia en Lima: esencialmente financiación de becas de estudiantes y acciones locales asumidas por el servicio de cooperación;
- Agence nationale de la recherche (ANR): tres proyectos financiados en el periodo (PCCC 2005-2008, PEPS 2009-2012, Topineme 2009-2013);
- flota oceanográfica francesa (campaña AMOP);
- varios socios financieros públicos para proyectos o disponibilidad/préstamo de materiales oceanográficos (Lefe, Insu, etc.).

Estados Unidos

- National Science Foundation (NSF): dos proyectos financiados en el periodo;
- Inter-American Development Bank (IDB).

Naciones Unidas

- Global Environment Facility (GEF): un programa financiado *Large Marine Ecosystem* (LME) 2009-2016.

Reino Unido

- Embajada del Reino Unido en Lima (financiación de proyecto y peritaje de tipo colegial).

Datos

Otros datos geofísicos o estudios específicos y científicos han servido de base al trabajo científico conjunto, pero no se han obtenido por fuente del Imarpe; estos no se enumeran en el presente informe.

El Imarpe cuenta con una de las mayores bases de datos oceanográficos del mundo:

- campañas marítimas multidisciplinarias llevadas a cabo por el Imarpe en los últimos 50 años^v (más de 130 campañas desde la creación del instituto);
- campañas marítimas específicas organizadas conjuntamente con las empresas de pesca industrial agrupadas en la SNP: especialmente las campañas de tipo

« Eureka », campañas realizadas desde 1964 siempre que ha sido necesario, con barcos de pesca, y dirigidas por el Imarpe consistentes en transectos síncronos a lo largo de la costa peruana por una decena de barcos de pesca en 24 h;

- datos sobre los desembarques de la pesca industrial y artesanal, mediante observaciones sistemáticas en los puertos y otros lugares de desembarque peruanos;
- datos de seguimiento por satélite (*Sistema de Seguimiento Satelital*) de los barcos de pesca industrial;
- datos científicos de observaciones por ecosondas acústicas, boyas flotantes, instrumentos fijos inmersos, *gliders*¹⁰, GPS y cámaras embarcadas o fijas en la fauna salvaje y recogida de muestras durante campañas oceanográficas o en tierra para las aves;
- datos por vía satélite de alta resolución de parámetros atmosféricos u oceánicos en tiempo real;
- datos meteorológicos a través del SENAHMI¹¹;
- datos de encuestas puntuales específicas sobre el consumo de energía, la evolución de los precios en los mercados de la pesca industrial y artesanal, la explotación del guano en las islas, etc.

10. *Glider*: dispositivo submarino destinado a realizar mediciones hidrológicas.

11. www.senamhi.gob.pe.

Productos de la investigación

Métodos y herramientas

A petición de los socios se han desarrollado una serie de métodos y de herramientas *open access*. La mayoría de ellos siguen funcionando hoy en día en el Imarpe y algunos han sido desarrollados o adaptados fuera del Imarpe, ya sea por los actores de la pesca industrial o a través de investigaciones con fines distintos de los inicialmente previstos y en otras zonas geográficas (cf. « Impactos de primer alcance » y « Impactos de amplio alcance »).

Programas y herramientas informáticas para el cálculo y/o visualización espacial de datos y bases de datos (cartografía, imágenes por satélite, acústica, parámetros fisicoquímicos del entorno, batimetría):

- software *Themamap* para la evaluación de los datos de la pesca artesanal (que ha permitido elaborar el *Atlas de la pesca artesanal peruana*^{xv}, citado como producción significativa);
- interfaz (Imarpe – Satellite Observatory Atlas) de almacenamiento y utilización de los datos de satélites, por ejemplo, con la detección automática de los frentes^{xxiii};
- herramienta *Batiperu* que ha permitido la creación de una base de datos batimétrica de alta resolución;
- algoritmo *Echopen* que permite el análisis de datos acústicos multifrecuencias. Este algoritmo ha sido aplicado por empresas pesqueras en el Perú y en otros ecosistemas (cf. « Impactos de primer alcance » y « Impactos de amplio alcance ») y es el origen del software *Matheco*, desarrollado por la UMR Lemar,

y del software *Echopesca*, creado conjuntamente por el IRD e Ifremer con apoyo de Imarpe y Tasa (Tecnológica de Alimentos S.A.);

– módulos *Icea* y *Modicea* que permiten organizar los datos de oceanografía física y química (del Imarpe y del *World Ocean Atlas*) y visualizar los datos.

Modelos y métodos de análisis de datos (geofísica, acústica, posición de barcos):

- modelo *Lodca* que permite estimar la intensidad de las ondas Kelvin;
- configuración de modelos atmosféricos (WRF), oceánicos (por ejemplo: *Roms*), biogeoquímicos (por ejemplo: *Pisces*) y *End-to-End (Osmose)* para estudios climáticos, retrospectivas y simulación de escenarios de cambio climático;
- adaptación específica de los modelos digitales *Roms* e *ICHTHYOP*, respectivamente para la modelización de la dinámica de los océanos y el transporte del ictioplancton;
- interfaz de redes neuronales para estimar la posición de los puntos de pesca de los buques de la flota industrial a partir de datos de seguimiento por satélite;
- metodologías: EAF¹², Multifrequency Acoustic Methodology.

Nuevos conocimientos

Actas de la Conferencia de Humboldt, 2006

Organización de la Conferencia Internacional «*El sistema de la Corriente de Humboldt: clima, dinámicas oceánicas, procesos ecosistémicos y pesquerías*» Lima, Perú, 27 noviembre – 1 diciembre 2006. Colaboradores principales: IRD, Imarpe, FAO, CNES, Globec, ICES, MAE, Nasa y Pices. Trescientos participantes procedentes de 27 países; 210 trabajos científicos presentados. Fue la primera Conferencia Internacional de esta magnitud en ciencias de la vida organizada en el Perú. Los resultados de esta conferencia se publicaron (27 artículos científicos) en un número especial de la revista *Progress in Oceanography*^x, siendo esta la primera síntesis sobre el tema desde hacía 20 años.

Informes de peritajes

Durante el período se solicitaron varios informes especializados a los investigadores del Imarpe y del IRD. Los más significativos, ya sea por el solicitante y las decisiones operativas resultantes, o por las temáticas que ampliaron los campos de investigación iniciales de los equipos hacia problemáticas más sociales que científicas, son los siguientes:

12. EAF: Ecosystem Approach to Fisheries – BERTRAND *et al.* 2010, 2012.

- informe de peritaje encargado por la Embajada del Reino Unido^{xii};
- informe de peritaje encargado por la FAO^{xiii}: estudio específico que fue objeto de un capítulo específico en un informe de apoyo a la planificación pública de la FAO sobre los efectos del cambio climático en la pesca y la acuicultura;
- informe de peritaje encargado por las Naciones Unidas^{xiv} a las universidades (ejemplos en los anexos^{xvii, xviii});
- informes de peritaje elaborados con ONG y empresas sobre los objetivos de estandarización o certificación de las industrias pesqueras: ejemplo de WWF Perú con investigadores del IRD^{xv} en el estándar Marine Stewardship Council (MSC) versión 2.0.

Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú, 2017



Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú, 2017, coedición Imarpe/IRD.

Durante décadas, la investigación se ha centrado en segmentos de ecosistemas explotados principalmente por la pesca industrial. Las pesquerías artesanales se estudian mucho menos pese a desempeñar un papel social mucho más importante. La pesca artesanal es a menudo un baluarte contra la pobreza y en el Perú muchas poblaciones andinas que huyen de la pobreza han emprendido esta actividad. El número de pescadores y de barcos ha aumentado enormemente y las capturas artesanales superan ya el millón de toneladas. Este^{xvi} constituye un inventario de las pesquerías artesanales y de los recursos explotados. La evolución espacial y temporal de esta actividad durante el periodo 1997-2012 se presenta a partir de los datos recopilados por el Imarpe en todo el litoral. Esta obra proporciona una base única y nueva para desarrollar trabajos científicos sobre las preocupaciones nacionales identificadas por los actores de la sociedad civil, el ministerio Produce y ONG internacionales.

13. La Oficina de las Naciones Unidas para los Servicios de Apoyo a los Proyectos (Unops) es un organismo operativo de las Naciones Unidas

Publicaciones académicas relevantes

Durante los veinte años de observación del presente estudio, la producción científica ha sido muy prolífica. Se han seleccionado diez publicaciones importantes y representativas, entre ellas ocho publicaciones académicas¹⁴:

- BERTRAND A., GRADOS D., COLAS F., BERTRAND S., CAPET X., CHAIGNEAU A., VARGAS G., MOUSSEIGNE A., FABLET R., 2014 – Broad impacts of fine-scale dynamics on seascape structure from zooplankton to seabirds. *Nature Communications*, 5: 5239. doi:10.1038/ncomms6239.
- BERTRAND S., JOO R., ARBULU-SMET C., TREMBLAY Y., BARBRAUD C., WEIMERSKIRCH H., 2012 – Local depletion by a fishery can affect seabird foraging. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1168-1177.
- BROCHIER T., ECHEVIN V., TAM J., CHAIGNEAU A., GOUBANOVA K., BERTRAND A., 2013 – Small pelagic fish recruitment success in the Humboldt Current system under different climate scenarios. *Global Change Biology*, 19: 1841-1853.
- CHAIGNEAU A., GIZOLME A., GRADOS C., 2008 – Mesoscale eddies off Peru in altimeter records: identification algorithms and eddy spatio-temporal patterns. *Progress in Oceanography* 79: 106-119.
- GOUBANOVA K., ECHEVIN V., DEWITTE B., CODRON F., TAKAHASHI K., TERRAY P., VRAC M., 2011 – Statistical downscaling of sea-surface wind over the Peru-Chile upwelling region: diagnosing the impact of climate change from the IPSL-CM4 model. *Climate Dynamics*, 36: 1365-1378.
- FRÉON P., DURAND H., AVADÍ A., HUARANCA S., OROZCO MOREYRA R., 2017 – Life cycle assessment of three Peruvian fishmeal plants: Toward a cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 145: 50-63.
- PENVEN P., ECHEVIN V., PASAPERA J., COLAS F., TAM J., 2005 – Average circulation, seasonal cycle, and mesoscale dynamics of the Peru Current System: A modeling approach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 110(C10).
- SALVATTECI R., FIELD D., GUTIERREZ D., BAUMGARTNER T., FERREIRA V., ORTLIEB L., SIFEDDINE A., GRADOS D., BERTRAND A., 2018 – Multifarious anchovy and sardine regimes in the Humboldt Current System during the last 150 years. *Global Change Biology*, 24: 1055-1068. Doi: 10.1111/gcb.13991.

14. Como parte del ejercicio metodológico del presente estudio de impacto, estos 8 artículos, además de los 2 libros mencionados en estos resultados, fueron seleccionados como significativos y de gran importancia entre más de 100 referencias existentes durante el período.

Construcción y acompañamiento de una comunidad científica en Ciencias del Mar en el Perú

La construcción de una comunidad

La capacitación, la creación de planes de estudio y la elaboración de los « productos » descritos en el presente documento han contribuido a consolidar una comunidad de científicos marinos peruanos reconocidos a nivel nacional e internacional.

Hemos asistido a la creación y expansión de programas de formación científica en el Perú sobre las temáticas del mar (dos maestrías³⁵, una de ellas de nueva creación^{xvii}) con las universidades peruanas UNMSM y UPCH. La enseñanza peruana es excelente en todas las disciplinas, pero se mantuvo enfocada en las áreas disciplinarias y no en el ambiente marino en sentido amplio. El aspecto multidisciplinario se incluye ahora en estas maestrías.

Asimismo, se impartieron 1361 h de clase en el Perú en el marco del LMI Discob de 2010 a 2017 (tabla 1), que se añaden a las 436 h de clases impartidas por investigadores del IRD entre 2002 y 2010^{vii}; a saber, un total de 1797 h lectivas invertidas en ciencias del mar en 15 años (lo que equivale al tiempo de enseñanza acumulado de un profesor universitario al año durante todo el periodo).

Tabla 1
Distribución de las horas lectivas impartidas en el Perú en el marco del LMI Discob (2010-2017)

Establecimiento peruano socio de enseñanza	Número de horas impartidas por los equipos del LMI Discob 2010-2017	TOTAL 2010-2017
UPCH	671 h	
UNSM (San Marcos)	410 h	
Imarpe	263 h	1361 h*
Otros centros (universidades PCUP, UNFV e IGP)	17 h	

* para contextualizar este volumen de horas lectivas, en Francia, el número de horas de clase previstas para un profesor universitario es de 128 h/año (o 150 h de TP/año).

15. Creación de la « Maestría en Ciencias del Mar » – Universidad Peruana Cayetano Heredia UPCH. Contribuciones en la « Maestría en Ecosistemas y Recursos Acuáticos » – Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM.

De 2010 a 2017 a través del LMI Discoh, 100 ingenieros o investigadores recibieron tutorías para su maestría o doctorado: el 82 % son de nacionalidad peruana (figura 2). Científicos del Imarpe han beneficiado de formaciones continuas: gestión de bases de datos, visiones interdisciplinarias del medio marino, redacción científica, tratamiento de datos por satélite, herramientas y programas informáticos de cálculo o modelización, calibración de herramientas de medición.

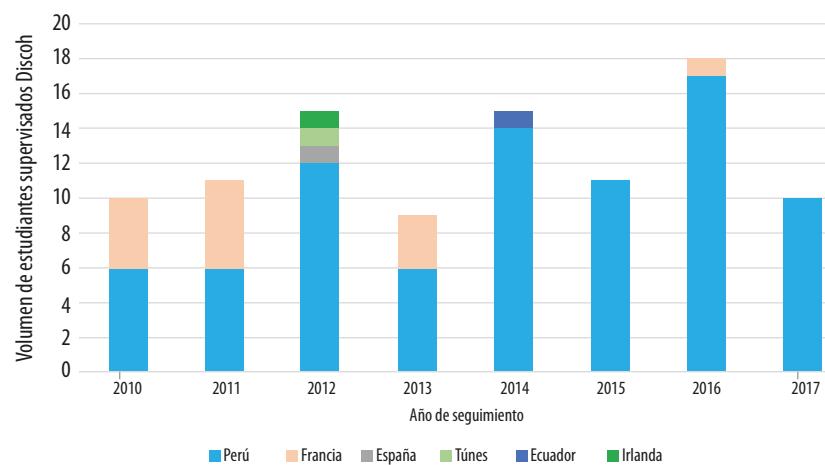


Figura 2
Diversidad de nacionalidades de los estudiantes –incluye todos los niveles– que recibieron tutoría en el marco del LMI Discoh (2010-2017).

El acompañamiento de una comunidad

La colaboración en ciencias marinas, esencialmente entre el Imarpe y el IRD, ha llevado a una estructuración real de la comunidad de científicos más allá de las fronteras. Así pues, desempeñando su papel de eje, como han señalado todas las personas entrevistadas en este estudio, los instrumentos y los científicos del IRD han abierto campos de posibilidades al mundo exterior y, sobre todo, han estimulado y apoyado el cruce de disciplinas y especialidades.

Se construyó una red científica activa formal, así como una comunidad científica internacional y nacional multidisciplinaria gracias a los recursos colaborativos y financieros de los LMI y Jeai.

Además de producir un nuevo estado de la ciencia, la conferencia internacional Humboldt de 2006 constituyó un apoyo activo en: i) los intercambios Sur-Sur y Norte-Sur y en la constitución de una verdadera red regional multidisciplinaria

de investigación sobre el Sistema de Corriente de Humboldt; ii) la integración de estudiantes peruanos, chilenos, ecuatorianos y franceses en una dinámica de investigación internacional; iii) la participación de representantes de equipos franceses y africanos (especialmente de Marruecos y Sudáfrica) que trabajan en otros sistemas de afloramiento; y iv) el fortalecimiento de los enfoques e intercambios multidisciplinarios.

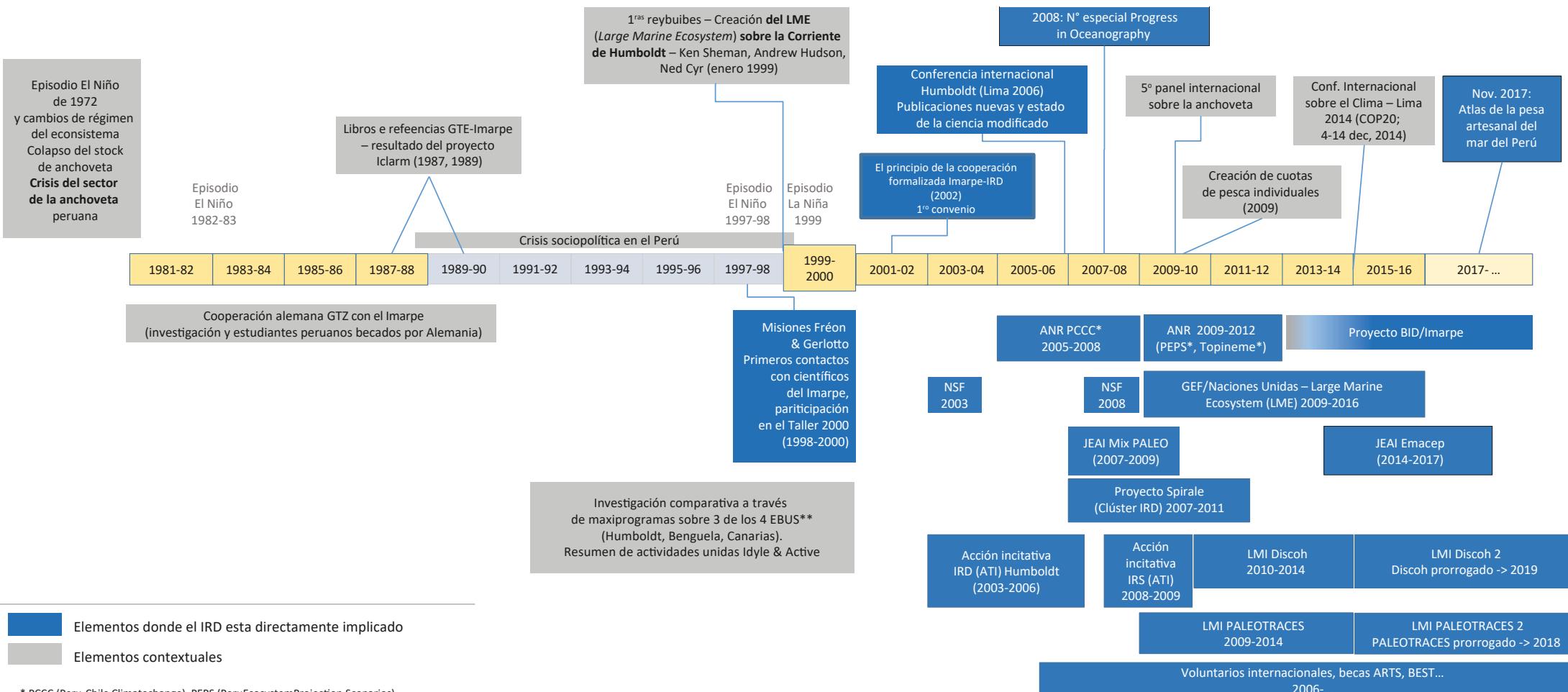
Científicos del IRD y de las universidades francesas implicados en el sistema de investigación han contribuido activamente mediante la participación en comités científicos junto con el Imarpe¹⁶, mediante cofinanciación francesa (IRD directamente o a través de acciones de estructuras conjuntas como las LMI), mediante el apoyo a la participación de estudiantes en conferencias o encuentros internacionales, o mediante la contratación de socios, las ONG.

La presencia e implicación continuas de los equipos de investigadores del IRD residentes en el Perú y que participan en la investigación y la colaboración con los socios han sido verdaderas ventajas para el desarrollo de esta comunidad, las interacciones y la gestión de proyectos (figura 1).

16. Ejemplo: Congreso de Ciencias del Mar del Perú (Concimar) en cuyo comité científico participa el IRD desde su creación en 2007.

Cronología

Corriente de Humboldt, de las dinámicas oceánicas al manejo pesquero en el Perú



* PCCC (Peru-Chile Climatechange), PEPS (PeruEcosystemProjection Scenarios), Topineme (Top predators indicators of exploited marine ecosystem dynamics).

** Ebus: Eastern Boundary Upwelling Systems (Humboldt, Benguela, Canarias, California).

Circulación de conocimientos e intermediarios

Ministerio de la Producción del Perú

El Ministerio de la Producción del Perú (Produce), en conexión con el Imarpe, tiene un papel político y económico central. Es un actor clave en la apropiación de los resultados de estos años de colaboración, y es el principal responsable de la toma de decisiones frente a los desafíos. Cabe destacar entre sus actuaciones:

- la aplicación de las recomendaciones científicas del Imarpe, órgano decisario en materia de cuotas de pesca^{xviii}; respuesta a las preguntas formuladas por la sociedad civil, los interlocutores ministeriales, los profesionales del sector productivo y la comunidad internacional;
- la definición del marco legislativo o de las autorizaciones reguladoras^{xxii};
- el encargo formal al Imarpe de campañas oceanográficas de monitoreo del medio y de los recursos con el fin de apoyar, más allá de la investigación, las decisiones públicas de ajustes en las cuotas de pesca para cada recurso;
- la asignación de financiación para la investigación peruana –fondos gestionados posteriormente por el Concytec;
- la definición de planes de acción y de gestión de riesgos relacionados con la variabilidad (ej. fenómenos El Niño) y el cambio climático basados en los resultados de los informes de expertos encargados al Imarpe o a expertos internacionales;
- el seguimiento del debate público o de la sociedad civil (por ejemplo, organizando y participando en reuniones de las partes interesadas).

Ministerio del Ambiente



Monitoreo de aves en las islas guaneras del Perú.
© IRD/S. Bertrand

El Ministerio del Ambiente se creó tan sólo en 2008. Sin embargo, desempeñó un papel importante en la segunda mitad del período examinado, con:

- la definición del marco legislativo, de la normativa y de los controles (definición de los límites de las zonas marinas protegidas, regulación de las actividades humanas en las zonas sensibles y protegidas^{xxvii, xxxi}, organización y gestión de operaciones de sensibilización de las poblaciones o partes interesadas en el territorio con la difusión de los resultados de la investigación^{xxix}, despliegue de normativas responsables y sostenibles compatibles con las normas y reglamentos internacionales);
- la dirección y síntesis de la situación actual y las acciones del gobierno en el Perú en respuesta al cambio climático y la estrategia nacional de acción o adaptación^{xxiii, xxv} tomando como base los resultados de los informes de expertos.
- la definición de planes de acción y de gestión de riesgos relacionados con la variabilidad (fenómenos El Niño) y el cambio climático^{xxv, xxvii}.

Instituto del Mar del Perú

El Imarpe es el principal referente de las ciencias marinas en Perú. No solo ha contribuido directamente a los « productos de investigación » (mencionados anteriormente), sino que además ha sido un agente intermediario al movilizar los resultados y productos de investigación que han tenido repercusiones probadas más allá de la ciencia. En particular, la institución se ha destacado por haber transmitido sus bases científicas y recomendaciones al Ministerio Produce, haber respondido a solicitudes de senadores y de la sociedad civil. El instituto ha fomentado asimismo la publicación internacional de las investigaciones de sus científicos. Estos han contribuido, con sus enseñanzas y cursos en las universidades de Lima, a seguir consolidando las capacidades nacionales de investigación y al desarrollo de las temáticas marinas en las universidades.

Sociedad Nacional de Pesquería, empresas privadas del sector pesquero industrial

La industria pesquera ha estado sujeta a normas de cuotas individuales desde 2009, que sustituyeron a las anteriores cuotas de pesca globales. Estas empresas participan en el sistema de investigación a través de los datos y contribuciones que aportan a la observación del entorno y de las poblaciones de recursos, pero también son beneficiarias de los resultados de la investigación^{xx}. Por una parte, están sujetas a cuotas de pesca que se revisan periódicamente en función de la información científica obtenida en tiempo real sobre el estado de las poblaciones y las condiciones ambientales y, por otra parte, contribuyen a la circulación de los conocimientos adquiridos a través de la colaboración científica. De hecho, las empresas solicitan regularmente conocimientos adicionales para su propio desarrollo económico hacia nuevos mercados internacionales y nuevas normas de producción y pesca responsable. Las herramientas y los resultados producidos por la investigación han sido aplicados y en ocasiones incluso completados por las empresas en los barcos pesqueros (ecosondas, acústica) o se han utilizado para la optimización y gestión de las empresas (seguimiento por satélite y organización de campañas de pesca, gestión racional de la flota o procesos de transformación de los productos de la pesca).

Se ha creado un comité científico dentro del SNP (dicho comité, no oficial desde 2008, pasó a ser oficial en 2013). Este reúne a representantes de la industria pesquera y permite compartir regularmente información sobre experiencias e innovaciones científicas en el sector industrial. Este comité puede ser consultado por las empresas del sector o iniciar acciones de asesoría, organizar conferencias y talleres. Es el órgano representativo y científico de la SNP. También es representativo del papel que desempeñan las Ciencias del Mar en el sector y de la participación de la industria en la recopilación y análisis de datos nacionales relativos a los recursos naturales.



Cerquero frente al muy activo puerto pesquero de Chimbote en Perú y el humo de las fábricas de harina de pescado.

© IRD/A. Bertrand

Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

El Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen)¹⁷ es un grupo institucionalizado donde cada estructura de investigación aplicada, actores científicos y representantes públicos con poder de decisión se reúnen e intercambian información regularmente. Los científicos del IGP, Senamhi, Imarpe, representantes de los Ministerios de la Producción o del Ambiente, de la Marina nacional y otros se reúnen y comparten sus respectivos avances y complementariedades. A través del Enfen se transmite todo el conocimiento y los resultados de la investigación para la elaboración de decisiones políticas o acciones públicas adaptadas (frente a grandes eventos climáticos u oceanográficos).

A nivel regional, el programa Erfen (Estudio Regional del Fenómeno El Niño) tiene la misma función, pero su actuación (visión, intercambio de información, avances y proyectos) se extienden a toda la región de Argentina – Perú – Chile – Bolivia. Las orientaciones recientes de estas dos agrupaciones tienden a muchas más investigaciones operativas. En cuanto a los temas del « océano », el Imarpe se ha beneficiado muy claramente del apoyo científico, los resultados y la creación de capacidades en los últimos años siendo considerado por sus homólogos como el más avanzado o capaz de ser rápidamente operativo. La red oficial de Erfen¹⁸ permite a los científicos y a las estructuras operativas de la zona intercambiar regularmente sus resultados y métodos, al igual que los intercambios en el marco de la Unión del Pacífico Sur¹⁹.

Instituto francés de Investigación para el Desarrollo

Como el IRD es socio de Imarpe y está presente en el Perú, sus equipos científicos o de apoyo también han permitido necesariamente la circulación del conocimiento más allá del círculo científico. Entre las acciones identificadas en esta función del IRD como intermediario de un circuito que conduce a impactos sociales, se destacaron las siguientes: i) producción audiovisual^{xxi}; ii) intervención en medios de comunicación francófonos y reportajes internacionales^{xxii}; iii) apoyo institucional y permanente con el Concytec y el Imarpe para formaciones de tipo Maestría.

Los investigadores principalmente siguieron y acompañaron a los estudiantes y fueron consultados para obtener recomendaciones sobre la contratación en el sector privado o en las ONG.

Los investigadores han realizado y gestionado –hasta la fecha– informes científicos puntuales encargados por empresas peruanas del sector de la pesca industrial, así como informes puntuales nacionales o internacionales para el Imarpe o las embajadas de Francia o del Reino Unido. Estos informes se mencionan en las acciones intermedias porque, por una parte, se encargaron con carácter operativo y no como investigación en sentido estricto y, por otra, porque abrió el campo de las investigaciones y observaciones científicas no contempladas inicialmente por la investigación en colaboración del IRD o del Imarpe. En este marco, la comunidad científica del IRD sigue movilizando el acervo de conocimientos y lo enriquece continuamente más allá de la producción científica estricta, a través del acompañamiento y la creación de una comunidad científica sobre las temáticas del mar y la difusión del conocimiento científico hacia la sociedad con sensibilización del público en general (véase lista detallada en el anexo^{xxii}) con documentales y emisiones de radio y sobre todo películas/vídeos divulgativos, fichas de actualidad científica, acciones destinadas al público joven (« Club Jóvenes »), en la Alianza francesa o para otros públicos.

Organizaciones no gubernamentales

Organizaciones no gubernamentales peruanas e internacionales (algunas de ellas fundaciones) trabajan en temas ambientales (fauna silvestre y mamíferos marinos, áreas protegidas, sobre pesca o técnicas de pesca, contaminación), y

17. Enfen: comisión multisectorial para el estudio nacional del fenómeno de El Niño, denominada así desde mayo de 2017, cuando empezó a funcionar como comité. Se compone de: Instituto del Mar del Perú (Imarpe) preside la comisión, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred).

18. <http://cpps-int.org/index.php/protocolo-erfen>.

19. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS).

están cada vez más involucradas en temas sociales (conflictos de uso, industria pesquera artesanal, salud pública, pobreza).

En estos ámbitos, con frecuencia representan a la sociedad civil peruana y acuden a la comunidad científica o institucional para comprender o aclarar los argumentos que han motivado las decisiones públicas. También completan, a través de estudios conjuntos con sus socios privados, elementos ausentes o mal cubiertos por las organizaciones de investigación peruanas. Por otro lado, en temas ambientales de alcance internacional, estas ONG financian o aportan conocimientos científicos a los actores económicos peruanos con el fin de avanzar hacia comportamientos, prácticas u organizaciones más responsables en respuesta a las normas o cartas éticas internacionales. Este aspecto también obedece a la demanda del sector de la pesca industrial de acceso a nuevos mercados internacionales y oportunidades comerciales y, por tanto, sirve como fuerza motriz para las transformaciones y los cambios en las prácticas.

En los últimos años, esta comunidad de ONG e instituciones públicas ha estado participando en un diálogo más frecuente a través del « Foro por la Pesca y la Acuicultura ». Bajo el impulso de algunas como WWF Perú, en las instalaciones del Ministerio Produce se organizan reuniones periódicas de las partes interesadas sobre temas relacionados con el mar (conservación, gestión de la pesca industrial o artesanal, propuestas de revisión o redacción de textos normativos sobre pesca y gestión ambiental). Las acciones emprendidas en los últimos cinco años en relación con la pesca artesanal y las comunidades pesqueras han sido llevadas a cabo principalmente por ONG. El Atlas de 2017, citado como uno de los principales productos de estos 20 años de colaboración del IRD y el Imarpe, ha sido muy esperado y ha tenido muy buena acogida en esta comunidad: está considerado como un recurso valioso para el análisis, el trabajo futuro y el apoyo a la acción y, por tanto, el inicio de un potencial camino de impacto identificado para el futuro (cf. « impacto potenciale »).

Impacto de primer alcance

Impacto en fortalecimiento de las capacidades y enfoque de las investigaciones

Desarrollo de las capacidades de investigación

El desarrollo de las capacidades de investigación en el Perú y su influencia y reconocimiento internacional en ciencias del mar se hace a través de: i) el acompañamiento a estudiantes universitarios hasta la maestría o el doctorado, a cargo de científicos del IRD, ii) el establecimiento de programas de capacitación en el Perú con el Imarpe y el Concytec, y iii) la enseñanza o el trabajo conjuntos con científicos peruanos. Hoy en día, más allá de un recuento estricto²⁰, el resultado es una comunidad científica más amplia, formada y abierta a la interdisciplinariedad y a una visión « sistémica » del medio marino. Esta comunidad sigue creciendo y profesionalizándose, también en el ámbito internacional.

Mayor interés y confianza en los datos marinos disponibles

Todos los interesados productores y usuarios muestran un gran interés en los datos científicos sobre el mar disponibles en el Perú, con una mayor disposición a compartir o facilitar el acceso a los datos y análisis científicos, incluso por parte de las autoridades como base para la adopción de decisiones públicas.

20. Cf. « Construcción y acompañamiento de una comunidad científica en Ciencias del Mar ».

Aumento significativo de titulados

El número de titulados sobre las temáticas marinas ha aumentado significativamente (ecología, oceanografía...) en los niveles de maestría y doctorado. La mayoría, estudiantes o personal del Imarpe, han recibido tutoría o formación en el Perú. Los propios estudiantes de doctorado se convirtieron en directores de tesis y a principios de la década del 2000 apareció la fórmula de « *nietos de tesis* » en la comunidad de investigadores del IRD implicados en la colaboración IRD-Imarpe. Una importante proporción de los estudiantes contratados en investigación, instituciones, ONG o empresas en el Perú se han beneficiado de la cooperación. En un contexto nacional en el que los estudiantes abandonan los estudios sin haber obtenido una titulación (menos del 10 % a nivel de maestría), la cooperación con el IRD ha sido notable: todos los alumnos supervisados se han titulado.

Modificación del enfoque intelectual y de investigación

El esquema de pensamiento para abordar el medio marino y sus cambios o recursos se ha convertido ahora, por el lado del Imarpe, en un esquema basado en el ecosistema. Partiendo de un enfoque compartimentado por disciplina o tema de investigación, la comunidad peruana está trabajando más en un enfoque transversal y, por lo tanto, multidisciplinario.

Capacidades técnicas adoptadas y recursos técnicos

Los nuevos equipamientos equipos de investigación adquiridos por el Imarpe, con o sin otros socios financiadores aparte del IRD o fondos franceses (*gliders*, clústeres, sonares, otras herramientas de observación^{xxii}) modernizan los medios de oceanografía operacional del Perú para la observación de los recursos y de los entornos haciendo que los datos de vigilancia sean más ricos, completos o fiables. En consecuencia, el Imarpe es cada vez más eficiente en términos de medios técnicos y cada vez más autónomo para la adquisición de datos de alta calidad.

Impacto medioambiental

Adaptaciones al cambio climático

Los elementos de fondo de este estudio recuerdan el fuerte vínculo entre el clima (y por tanto el cambio climático y los fenómenos extremos) y los recursos pesqueros, y por ende, todo el sector socioeconómico que depende

de ellos. Asimismo, el Perú fue anfitrión de la COP 20 en Lima en 2014 y asumió el compromiso internacional de ayudar a combatir el cambio climático y adaptarse a él. El Ministerio del Ambiente (Minam) representa así al Estado peruano y se basa en los resultados de las colaboraciones científicas y en los productos de la investigación llevada a cabo en el Perú (fauna y flora silvestres, recursos pesqueros, cambios en el medio marino, consumo de combustibles fósiles, gestión de pesquerías y pesca, en particular la pesca artesanal, etc.) para hacer balance de la situación actual e implementar estos compromisos^{xxvi, xvii, xxviii}.



Aves marinas alimentándose cerca de un « oasis » oceánico en el Perú.
© IRD/Y. Tremblay

Sistema de alertas y de acciones públicas adaptadas en caso de crisis climática o económica

La comisión y la red de actores del Enfen desempeñan un papel central en la reunión entre científicos y responsables de la toma de decisiones públicas con el objetivo de enfrentar los riesgos climáticos, en particular los relacionados con el fenómeno de El Niño. La prevención de riesgos, los planes de acción en caso de riesgos probados para las poblaciones y los equipos, los riesgos de tsunami asociados, etc., se encuentran entre las preocupaciones de las administraciones peruanas. El sistema de alerta de fenómenos de gran relevancia como El Niño, tsunamis, etc. es ahora internacional. Este se basa en datos de observación de los océanos y en parámetros meteorológicos sectoriales. En el caso de las costas peruanas, la red internacional de observación se centra en el Océano Pacífico. En el Perú, la « comunidad Humboldt », a través de sus contribuciones e intercambios en Enfen/Erfen, aporta sus conocimientos y detalles metodológicos para perfeccionar este sistema de alerta y, en consecuencia, adaptar los planes de acción y las medidas aplicables a las realidades geográficas y ecosistémicas del Perú^{xxii, xxiii}.

Gestión optimizada de los recursos naturales y de los productos del mar

Optimizar la gestión de los recursos naturales y de los productos del mar es posible mediante una mejor observación de las presiones sobre los entornos naturales^{xxiv}, y ello gracias a la aplicación de un seguimiento ecosistémico en

tiempo real de la pesca y del conocimiento de estos entornos y de las dinámicas espaciales^{xxv}.

Adaptación de las técnicas de pesca o de transformación de los productos de la pesca con objetivos económicos y responsables

Esta adaptación con objetivos económicos y responsables se hace a través de la adaptación a las normas internacionales y la voluntad de certificar el sector y los productos de la pesca industrial: conservación de los grandes depredadores marinos, calidad de las aguas de tratamiento, consumo de combustibles fósiles, calidad de los productos y de su conservación o transformación.

Impacto económico

Cuotas más precisas y científicamente fundamentadas para el sector de la pesca industrial

Como resultado, ahora las cuotas tienen una mejor aceptación entre todos los actores institucionales, económicos y la sociedad civil. La industria participa en la observación del recurso junto con el Imarpe y sus socios. Con ello se ha reforzado el « capital de confianza » en la toma de decisiones públicas y las normas de cuotas impuestas. Más explícitas, aplicadas individualmente desde 2009 y ajustadas con mayor frecuencia, las actuales normas sobre cuotas ya no están sujetas a fuertes tensiones entre Produce y la SNP/industrias pesqueras (mayor extensión geográfica, más especies observadas). Por otra parte, el tema de las posibles cuotas o normas de gestión en el sector de la pesca artesanal sigue siendo muy delicado a nivel nacional o regional.

Equipos acústicos y técnicos

Nuevos equipos acústicos y técnicos se embarcan a bordo de los buques de pesca industrial para una mejor gestión de las faenas de pesca y control del consumo de combustible.

Acceso de la industria a nuevos mercados internacionales

Las empresas acceden a nuevos mercados internacionales gracias al cumplimiento de las normas y los procesos de certificación. El incremento de las ventas

internacionales y el acceso a nuevas oportunidades económicas basadas en los patrones de consumo o en la calidad de los productos son hoy en día fundamentales y requieren el cumplimiento de normas o certificaciones reconocidas internacionalmente (pesca responsable, respeto al medio ambiente, sectores « bio », cualidades nutricionales, etc.).

La pesca artesanal como un importante reto económico y socioeconómico

El sector de la pesca artesanal es considerado como un reto económico y socioeconómico de capital importancia por los poderes públicos y la sociedad civil en cuanto a la gestión de los riesgos de sobrepesca y agotamiento de determinados recursos, la transformación de comportamientos o técnicas para toda una comunidad de actores, la economía informal o parcialmente regulada. En los últimos años el viceministro de pesca ha considerado la pesca artesanal como una cuestión prioritaria. Esta prioridad también figura en el plan de adaptación de Perú^{xxvi, xxvii} en el marco del acuerdo de París.

Contratación/empleos en empresas y ONG

Las empresas de la industria pesquera han contratado a científicos formados en el marco de la cooperación IRD/Imarpe (algunos de ellos trabajaron en el Imarpe durante varios años antes de incorporarse al sector privado).

Impacto político

Apoyo a la decisión política

Este apoyo a la decisión política viene originado por una argumentación científica^{xxviii} disponible y solicitada con frecuencia. Los apoyos más relevantes son:

- Produce, a través de las acciones de servicio público del Imarpe en los aspectos normativos de regulación y de toma de decisiones, control y gestión de actividades de pesca y de transformación de los productos del mar;
- Minam sobre los aspectos medioambientales –cf. Impacto medioambiental antes mencionado– o para la gestión de las áreas marinas protegidas y acciones conjuntas con Produce de sensibilización sobre la pesca responsable;
- Enfen en las acciones preventivas o de adaptación a las crisis o alteraciones climáticas^{xxviii};

– Cámara de Diputados que solicita o cuestiona con frecuencia las decisiones públicas del Ministerio Produce, en particular las relativas a cuotas y períodos de pesca (Produce acude al Imarpe para complementos, informes o verificaciones).

Consideración del sector de la pesca artesanal como un reto político y económico para el diseño de la gestión y la regulación



Flotilla de pesca artesanal en un puerto de la bahía sur de Pisco en Perú.
© IRD/L. Ortlieb

Varias ONG e investigadores han destacado en los últimos años el importante papel de los pescadores en el sector artesanal y varios actores han intentado en los últimos diez años poner en marcha proyectos para trazar un mapa de la situación actual e identificar a los actores del sector, excluyendo la pesca industrial. La publicación en 2017 del *Atlas de la Pesca Artesanal en el Perú* es uno de los elementos de apoyo para la identificación y observación concreta de los volúmenes, períodos y geografía de esta actividad y los impactos potenciales sobre los recursos vivos y la economía del sector.

Las ONG peruanas han iniciado acciones con grupos de pesca artesanal en paralelo con las investigaciones y los informes de expertos que se han llevado a cabo a petición de donantes internacionales en particular (FAO, Reino Unido, por ejemplo). Las acciones realizadas se centran en aspectos específicos de la conservación de las especies, la gestión de microempresas o medianas empresas, la reconversión profesional de determinadas poblaciones, la venta directa de productos frescos y la mejora nutricional de los productos pesqueros.

Por parte del Estado, y aunque el tema sigue siendo extremadamente delicado debido a las problemáticas políticas, económicas y sociales, H. Soldi, exviceministro de Pesca, actualmente experto de la FAO, y el ministro de Produce en cargo durante la primavera de 2018 en sus primeros comunicados públicos (abril de 2018^{xxix}) expresaron el verdadero desafío que representa este sector artesanal. Las reuniones impulsadas por WWF Perú en las instalaciones del Ministerio Produce son la prueba de que este diálogo público se está llevando a cabo: entre

los temas tratados, más allá de los aspectos de conservación de las especies o de los entornos, se encuentran, por ejemplo, los cambios en las regulaciones pesqueras o los métodos para determinar las cuotas, los métodos de control, etc.

Plan de actuación para la gestión de crisis frente a fenómenos climáticos relevantes

En cuanto a los impactos en las políticas públicas, varios elementos conciernen a la « política ambiental » peruana. De hecho, las cuestiones ambientales son importantes en el Perú y en toda la región del Pacífico suroriental en lo que respecta a la gestión de riesgos o crisis, la planificación y la ejecución o la preventión (entre otras cosas, frente a los episodios de tipo El Niño y sus consecuencias).

El fruto de la investigación y la circulación de conocimientos con los diferentes actores que se han citado es que se ha contribuido a la elaboración de estrategias y planes de prevención o de acción. Sin embargo, estas correlaciones y caminos hacia impactos probados son más difíciles de rastrear formalmente en el momento de escribir este informe. (cf. « Impacto medioambiental » descrito anteriormente).

Impacto de amplio alcance

Los impactos de amplio alcance identificados correspondan a una extensión de los usos de las bases de datos, modelos o técnicas a otros sistemas de aflo-ramiento/ZMO^{xxx}. El método para estimar la profundidad de la zona de mínimo oxígeno utilizando datos acústicos se ha aplicado a otros sistemas, en particular en el Lago Kivu en África Central. Se han identificado otros impactos de amplio alcance, los cuales corresponden a la extensión de los usos de los modelos y técnicas de observación ambiental a otros recursos pesqueros. Por ejemplo, el método de discriminación del plancton de peces mediante datos acústicos de doble frecuencia se ha aplicado con éxito en el Golfo de Vizcaya (tres publica-
ciones) y en otros sistemas^{xxxi}.

Impacto potencial

Impacto potencial medioambiental

Los impactos potenciales en relación con las cuestiones ambientales son: i) la adaptación de una gestión de los espacios naturales (área marina protegida), teniendo en cuenta la doble depredación del recurso pesquero en la zonificación o períodos específicos del año, con consideración de una actividad económica existente o inexistente (explotación de guano, turismo en el mar alrededor de las islas o en las islas con presencia de fauna silvestre, etc.); ii) la ampliación o modificación de perímetros de áreas marinas protegidas; iii) la conservación de especies de grandes depredadores marinos (aves, mamíferos marinos); iv) la planificación y definición concretas de los riesgos climáticos y de gestión de crisis en respuesta a los grandes fenómenos climáticos (además de los riesgos sísmicos ya considerados).

Impacto potencial económico

Los impactos potenciales en relación con las cuestiones económicas y sociales son: i) los impactos post-estudio sobre la gestión y consideración de la pesca artesanal (tanto su papel como sus crisis previstas y, por tanto, el impacto social para estos actores); ii) las acciones y aplicación de un plan nacional de gestión y seguimiento de la pesca artesanal; iii) la economía de un sector artesanal regulado o economía informal.

Impacto potencial sobre la sociedad civil

Se han identificados impactos potenciales en (o para) la sociedad civil peruana, a posteriori del período observado del presente estudio y en el momento de la redacción del informe. De hecho, el público internacional fue sensibilizado vía diferentes comunicaciones internacionales y la difusión de los conocimientos. También la sociedad civil peruana o internacional presente en el lugar, a través de ONG, realiza proyectos o investigaciones a partir de los resultados de las investigaciones obtenidas. Algunos de los actores peruanos entrevistados hoy contribuyen, a través de las ciencias del mar, a sensibilizar a la sociedad civil sobre la gestión sostenible de los recursos pesqueros y los cambios en las prácticas alimentarias en relación con los productos de la pesca.

Camino de impacto

Corriente de Humboldt,
de las dinámicas oceánicas al manejo pesquero en el Perú

CONTEXTO: Eventos El Niño / Crisis de la anchoveta en los años 1970 / Cambio climático / Gestión de la pesca industrial vs. artesanal / Riesgos económicos y ambientales

SOCIEDAD NACIONAL DE PESQUERÍA (SNP)
(campañas Eureka, datos de desembarques de pesca, etc.)

Imarpe
(investigación, observaciones del medio marino y organización de cruceros oceanográficos, datos)

Labo. Mixtos int. (LMI)
(Discob, Paleotracés)

IRD y cotutelas
Unidades de investigación + Fondos específicos IRD (Jeai, ATI, Spirale, Best, etc.)

Financiaciones ANR(3), NSF(2)
Financiaciones Embajadas

IGP
Instituto de Geofísica del Perú
Concytec/ UNIVERSIDADES PERUANAS (UPCH, UNMSM)

Contribuciones de los actores

INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE OBSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA MARINO

Sistema de oceanografía operacional, seguimiento de componentes abióticos y bióticos de los ecosistemas marinos, modelos estadísticos

MODELOS NUMÉRICOS
(oceanográficos, biogeoquímicos, pesqueros, ecosistémicos, bioenergéticos)

PERITAJES PUBLICATIONES CIENTÍFICAS

FORMACIÓN – CAPACITACIÓN

- 1 Maestría en Ciencias del Mar UPCH (creación) y 1 en curso en la UNMSM
- Tutoría de primeros ciclos/másteres/doctorados
- Cursos académicos en la UPCH, UNMSM, etc.
- Capacitación de profesionales

Productos de la investigación

PRODUCE MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN

Imarpe

Enfen

IRD

SOCIEDAD NACIONAL DE PESQUERÍA (SNP) & industriales

ONG

Circulación de conocimientos

IMPACTO FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES

Desarrollo de las capacidades de investigación en el Perú y **modificación del enfoque intelectual y de investigación** (enfoque multidisciplinario ecosistémico)

Aumento significativo del número de científicos con maestrías y doctorados supervisados o capacitados en el Perú en temas marinos
Contrataciones en el Perú de estudiantes tutorados en ciencias del mar
Fortalecimiento de los recursos técnicos de investigación en el Imarpe

Extensión de los métodos y herramientas de observación, de los modelos o de las técnicas otros sistemas de afloramiento marino o de otro tipo, incluyendo ecosistemas lacustres (África Central)

Enfoque multidisciplinario integrado utilizado como **modelo** en otros ecosistemas

IMPACTO AMBIENTAL

Identificación y planificación nacional en adaptación al cambio climático (compromiso internacional, actividades contaminantes, calidad de las aguas tratadas, sistema de alerta El Niño)

Precisión y adaptación de las actuaciones públicas para la conservación de las especies (seguimiento ecosistémico en tiempo real de las pesquerías, mejor conocimiento de los cambios y de la dinámica espacial, preservación de los grandes predadores marinos)

IMPACTO ECONÓMICO

Mejor precisión y adaptación de las cuotas de pesca industrial
Nuevos equipos industriales (acústica y técnicas de seguimiento embarcado)
Acceso por el sector económico a nuevos mercados internacionales
Inclusión del sector de la **pesca artesanal** como reto socioeconómico nacional
Contrataciones de científicos formados en ciencias del mar

IMPACTO POLÍTICA PÚBLICA

Argumentación científica disponible y movilizada en apoyo a la decisión política
Consideración del **sector de la pesca artesanal** como reto político y económico para el diseño de la gestión y la regulación
Plan de actuación y **gestión de crisis en caso de fenómenos climáticos** de gran relevancia

Impactos de primer alcance

Impactos de amplio alcance

Apéndices

Entrevistas realizadas

Entrevistas realizadas por Arnaud Bertrand y/u Sabine Tostain, en Francia o en el Perú durante el 2º trimestre de 2018.

Ulises Munaylla	Alarcón	asesor científico SNP, Lima, Perú
Ana	Alegre	científica Imarpe, Lima, Perú
Joahna	Alfaro	directora Pro Delphinus, Lima, Perú
Aníbal	Aliaga	asesor científico Diamante, SNP, Lima, Perú
Ricardo	Bernales Parodi	vice-presidente SNP, presidente Comité de Investigación científica de la SNP, y director Diamante, SNP, Lima, Perú de Diamante
Mathias	Caillaux	presidente The Nature Conservancy (TNC), Lima, Perú
Alexis	Chaigneau	investigador IRD, Cotonou, Benín
François	Colas	investigador IRD, Lima, Perú
Hervé	Demarcq	investigador IRD, Sète, France
Vincent	Echevin	investigador IRD, Paris, France
Pierre	Fréon	investigador retirado IRD, Montpellier, France
Paola	Galloso Sánchez	científica en la dirección Océano WWF Perú, Lima, Perú
François	Gerlotto	investigador retirado IRD, France
Renato	Guevara	director científico Imarpe, Lima, Perú

Dimitri	Gutiérrez	dirección general de Oceanografía Imarpe, Lima, Perú
Mariano	Gutiérrez Torero	investigador, universitario y experto, Instituto Humboldt, SNP, Lima, Perú ex-Imarpe, consultante Tasa
Jean-Loup	Guyot	representante en Perú IRD, Lima, Perú
Federico A.	Iriarte Ahón	asesor científico CEO, Albor Tecnológico, SNP, Lima, Perú
Fabiola	León-Velarde	presidenta, exrectora UPCH Concytec, Lima, Perú
Patricia	Majluf	vicepresidenta, exministra Produce Oceana, Lima, Perú
Miguel	Niquen Carranza	directorio general de recursos pelágicos Imarpe, Lima, Perú
Salvador	Peraltilla Neyra	responsable de Oceanografía y pesca durable Tasa, SNP, Lima, Perú
Rina	Ramírez	rectora UNMSM Universidad San-Marcos, Lima, Perú
Jhon	Robles	asesor científico Exalmar, SNP, Lima, Perú
Martín	Santivañez	asesor científico Copeinca, SNP, Lima, Perú
Héctor	Soldi	viceministro de la Pesquería hasta abril 2018 Lima, Perú experto PNUD, ex-Produce, ex-Imarpe,
Ken	Takahashi	presidente, ex-IGP Senamhi, Lima, Perú
Yann	Tremblay	investigador IRD, Sète, France

Documentos citados

2002. Convenio de cooperación científica y técnica entre el Instituto de investigación por el Desarrollo (IRD Francia) y el Consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica (Concytec Perú). 1998 con el Orstom y después en Lima, el 15 de mayo en 2002 (ref. IRD/5275-00). Lima, el 25 de noviembre en 2015 (ref. IRD/301519-00). Adenda en 2016.
- BERTRAND A. (coord.), 2012 – *Actividades desarrolladas en el marco de la cooperación, resumen ejecutivo*. Imarpe-IRD, 82 p.
- BERTRAND A., GERLOTTO F., FRÉON B., 2005 – *Bilan des activités des UR Active et Idyle dans le Humboldt et couplage avec le projet ATI*, 13 p.
- BERTRAND A., GUEVARA R., SOLER P., CSIRKE J., CHAVEZ F. (eds). 2008. – Actes de colloques Lima 2016 – The Northern Humboldt Current System: ocean dynamics, ecosystem processes, and fisheries. Special issue of Progress in Oceanography, 79(2-4): 95-412.
- BERTRAND A., FRÉON P., CHAIGNEAU A., ECHEVIN V., ESTRELLA C., DEMARcq H., GUTIÉRREZ D., SUEIRO J.-C., 2010 – Climate change impact on ocean dynamics, ecosystem functioning and fisheries of Peru: projection scenarios and socioeconomic impacts. Report for the British Embassy in Peru, Imarpe-IRD, 42 p.
- BERTRAND A., VÖGLER R., DEFEO O., 2018 – « Chapter 15: Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: South-West Atlantic and South East Pacific marine fisheries ». In BARANGE M., BAHRI T., BEVERIDGE M., COCHRANE K., FUNGE-SMITH S., POULAIN F. (eds): *Impacts of Climate Change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, FAO Fisheries Technical Paper 627: 325-346.
- Convenio de cooperación científica técnica y de formación entre el Instituto del Mar del Perú (Imarpe) y el Instituto de investigación para el Desarrollo (IRD, France). 2005. Anexos « Programa general de investigación y de formación », « Proyectos » detalles. Lima, noviembre de 2015. Adendas en 2009, en 2013, en 2017. Ref. IRD/006481/00.
- Convenio de cooperación internacional y de creación de un Laboratorio mixto internacional Paleotracés entre la Universidad Federal Fluminense (Brasil), la Universidad de Antofagasta (Chile). Niteroi, el 7 de septiembre 2009, Ref. IRD/300448/00. Anexos Proyecto científico, Personal. Adendas y modificaciones integrando la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Perú) y la Universidad Pierre et Marie Curie (Francia) en 2011, 2015. Paris, 16 mars 2015. Ref. IRD/304955/00.
- Convenio de creación de un Laboratorio mixto internacional Discob entre el IRD (France) y el Imarpe (Perú). 2010. « Dinámicas del Sistema de la Corriente de Humboldt » y anexos Proyecto científico, Personal. Lima, 25 de noviembre de 2010. Adendas en 2015. Ref. IRD/301012/00.
- Convenio Marco de Cooperación Técnica y Científica entre el Ministerio del Ambiente del Perú (Minam) y el IRD tiene por objeto generar una plataforma de colaboración interinstitucional orientada a la implementación de mecanismos de coordinación, colaboración, complementariedad y concertación para el intercambio de información,

así como para la realización de acciones comunes de sensibilización en las temáticas ambientales, promoviendo actividades de interés y beneficio mutuo, en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible de la Política Nacional del Ambiente del Perú (Lima, 23 febrero 2016).

DE LA PUENTE S., SUEIRO J. C., HUAYTALLA P., PAREDES C. E., CANSINO K., 2013 – Thematic Report: Module IV. – Socioeconomic aspects of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem – Extended Summary – Consultancy developed for the TDA-SAP process of the GEF-UNDP project: Towards ecosystem based management of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem. Lima, 21 p.

FRÉON P., 2016 – *Evaluación del Protocolo de Pesca de la Pesquería Peruana de Anchoveta respecto al estándar MSC versión 2.0*. IRD, WWF Perú, 176 p.

GUEVARA-CARRASCO R., BERTRAND A., DOMALAIN G., SOTO W., 2017 – *Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú*. Lima, Imarpe-IRD, 183 p.

GUTIÉRREZ M., VASQUEZ C., PERALTILLA S., ALIAGA A., ZUZUNAGA A., MENDEZ E., YARLEQUÉ E., MUNAYLLA U., 2016 – « SNP. Notes on the Peruvian experience on acoustic data collection and quantitative analysis of fish and macro zooplankton habitat using industry vessels ». In SOUTH PACIFIC REGIONAL FISHERIES MANAGEMENT ORGANIZATION (SPRFMO): 4th Scientific Committee, The Hague, SC-04-26, 22 p. <https://www.sprfmo.int/meetings/scientific-committee/4th-sc-2016/>

GUYOT J.-L., LALONDE L., 2013 – *IRD Perú, Balance de actividades 2003-2012*. IRD EDICIONES, 138 p. GUYOT J.-L. 2017. IRD PERÚ, EL IRD EN EL PERÚ EN 2017, 12p.

HEILEMAN S., GUEVARA R., CHAVEZ F., BERTRAND A., SOLDI H., 2009 – « Humboldt Current LME ». In SHERMAN K., HEMPEL G. (eds): *The UNEP large marine ecosystem report: a perspective on changing conditions in LMEs of the world's regional seas*. UNEP Regional Seas Report and Studies, United Nation Environment Program, Nairobi: 749-762.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ, 2014 – *50 años de mar y ciencia (1964-2014)*. Imarpe: 51,133-134,140-212.

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (Produce), 2015 – *Diagnóstico de Vulnerabilidad Actual del sector pesquero y acuícola frente al cambio climático*. Documento síntesis del Diagnóstico de Vulnerabilidad actual y líneas de acción preliminar a la estrategia de adaptación, 80 p.

PAULY D., TSUKAYAMA I., 1987 – *The Peruvian Anchoveta and Its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change*. Imarpe-GTZ-Iclarm, 360 p.

PAULY D., PUCK P., MENDO J., TSUKAYAMA I., 1989 – *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and Interactions*. Imarpe-GTZ-Iclarm, 449 p.

SOLER P. (coord.), 2003 – *Système du courant de Humboldt. Forçages physiques, fonctionnement et ressources de l'écosystème marin du Pacifique Sud-Est : une approche intégrée*. Document de proposition d'Action thématique interdépartementale (ATI), système du courant de Humboldt, IRD, 46 p.

Publicaciones, comunicaciones y producción audiovisual dirigiéndose a un público más ancho, contribuyó a la visibilidad de los estudios y a sensibilizar más allá de la comunidad científica

- **IRD / Fichas de actualidad científica** (versiones FR, ES, GB):
N° 217 : Pour les sardines et les anchois, les épisodes El Niño se suivent mais ne se ressemblent pas. Enero 2005.
N° 263 : Le pêcheur : un prédateur comme les autres. Marzo 2007.
N° 280 : El Niño, affecté par le réchauffement de la planète. Noviembre 2007.
N° 310 : Courant de Humboldt : l'écosystème de tous les extrêmes. Enero 2009.
N° 345 : Écouter l'océan pour une meilleure gestion des pêches. Marzo 2010.
N° 349 : Quand les scientifiques œuvrent pour une pêche responsable au Pérou. Mayo 2010.
N° 385 : Le calamar géant, l'ogre qui envahit le Pacifique. Octubre 2011.
N° 466 : Pérou : vers une meilleure prévision des ressources en poisson. Octubre 2014.

- **IRD / Artículos en la revista Ciencias al Sur** (versiones FR, ES, GB):
N° 39 : Au cœur du courant de Humboldt. Marzo-mayo 2007.
N° 49 : Le fragile eldorado de l'anchois. Abril-mayo 2009.
N° 55 : L'océan manque d'oxygène. 2010.
N° 62 : Le calmar géant : l'ogre qui envahit le Pacifique. 2011.
N° 64 : À l'écoute des poissons ! 2011.
N° 69 : Repercusiones climáticas sobre las anchovetas en el Perú. Abril-mayo 2013.
N° 75 : Le paradoxe de l'anchois et du poulet. Julio-agosto 2014.
N° 76 : Interview de Manuel Pulgar-Vidal, ministre de l'Environnement du Pérou. Septiembre-octubre 2014.
N° 77 : Oasis de vie dans le désert océanique. 2014.

- Declaración de prensa:

- IRD-CNRS-Telecom Bretagne. 2014. « Le rôle majeur des 'oasis' océaniques dans les interactions entre organismes marins » (à partir de BERTRAND et al., 2014, *Nature Communications*), 15 octubre 2014.
- IRD. 2017. « L'anchois du Pérou : vers une industrie plus propre ». *Actualidades generales*, 7 marzo 2017.

- **IRD CD-ROM**: Dossier thématique P4D2 « La pêcherie d'anchois du Pérou », dans le cadre du CD-ROM « Pêcheurs des Tropiques » (resp. B. Gobert, IRD-DIC), 2007.

- Películas de sensibilización y emisiones TV:

- *L'épopée de l'anchois* (2007). Eurocéans-Océanopolis production.
- Canal IRD (4 films, 2008) : *L'épopée de l'anchois* (2008). *Fonctionnement d'un écosystème marin : exemple des écosystèmes d'upwelling – socioéconomiques de la conjonction de forçages anthropogéniques et climatiques* (2008).
- *L'anchois du Pérou, un El Dorado ?*(2009). [http://www.perou.ird.fr/la-mediatheque/seLECTION-de-media/videos-canal-ird/l-anchois-du-perou-un-el-dorado/\(video-canal\)/5352](http://www.perou.ird.fr/la-mediatheque/seLECTION-de-media/videos-canal-ird/l-anchois-du-perou-un-el-dorado/(video-canal)/5352).
- *Pérou, planète extrême* (2015). French Connection Films, difusión Ushuaïa TV et TV5 Monde.

- *Voyage au centre de la mer*. Nova Média production, difusión Radio-Canada (Découverte), Ici Explora y ARTE France (2013).
- *Diable d'oiseau, l'horizon de Kerstin* (2017). Pronto Prod, difusión Ushuaïa TV.
- *Prepárate Perú* (2015), TV Perú, entrevista en directo sobre la observación de El Niño y sus impactos costeros

AMESTOY F, 2016 – « Hacia un manejo con enfoque ecosistémico del Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt (GEMCH) ». Evaluación final del proyecto PIMS 4147, 45 p.

CONSEJO NACIONAL DE GESTION DEL RIESGO DEL FENOMENO EL NIÑO, Secretaría Técnica, 2015 – « Procedimiento y criterios para aprobación de ejecución de acciones de reducción del riesgo, preparación y respuesta antes los efectos del periodo de lluvias 2015-2016 y El fenómeno el Niño » – Diagrama de flujo:1p.

CÓRDOVA D., 2018 – *Produce: La pesca artesanal será nuestra prioridad y vamos a defenderla*. Noticia 2 de abril del 2018.

ENFEN, 2017 – *Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño: Oscilación del Sur en el Perú*. 2017: 19.

IMARPE, 2014 – *50 años de mar y ciencia (1964-2014)*. Imarpe: 51, 133-134, 140-212.

« Intended nationally determined contribution (INDC) from the Republic of Peru ». Republic of Peru: 12.

LEZAMA-OCHOA A., IRIGOEN X., CHAIGNEAU A., QUIROZ Z., BERTRAND A., 2014 – *Acoustics reveals the presence of a macrozooplankton biocline in the Bay of Biscay in response to hydrological condition and predator-prey interaction*. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0088054>

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (PRODUCE). 2017. Resolución directoral n°065-2017-Produce/DGSFS-PA, Articulo 1 sobre el servicio de seguimiento satelital (Sisesat) para embarcaciones pesqueras; 28 de agosto de 2017: 6p.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (Minam), 2016 – « El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú ». Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático: 329.

PÉREZ-SANTOS I., CASTRO L., ROSS L., NIKLITSCHEK E., MAYORGA N., CUBILLOS L., GUTIERREZ M., ESCALONA E., CASTILLO M., ALEGRIA N., DANERI G., 2018 – Turbulence and hypoxia contribute to dense biological scattering layers in a Patagonian fjord system. *Ocean Science* 14.5 (2018): 1185-1206.

Lista de acrónimos

Acapella: Hydroacoustique appliquée à l’halieutique, à l’écologie et à l’éthologie aquatiques

Active: Écoéthologie des poissons pélagiques marins

ANA: Autoridad Nacional del Agua

ANR: Agence nationale de la recherche

ARTS: Allocations de recherche pour une thèse au Sud

Asirpa: Analyse des impacts de la recherche publique agronomique

ATI: Action transdépartementale incitative

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

Cenepred: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

CNES: Centre national d'études spatiales

CNRS: Centre national de la recherche scientifique

Concimar: Congreso de Ciencias del Mar del Perú

Concytec: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica

Conicyt: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

CPPS: Comisión Permanente del Pacífico Sur

DHN: Dirección de Hidrografía y Navegación

Discoh: Dynamiques du système du courant de Humboldt

EAF: Ecosystem Approach to Fisheries

EBUS: Eastern Boundary Upwelling Systems

Emacep: Ecología Marina Cuantitativa del Ecosistema de Afloramiento Peruano

EME: Écosystèmes marins exploités

Enfen: Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

Erfen: Programa Estudio Regional del Fenómeno El Niño

FAO: Food and Agriculture Organization

Fondetcyt: Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica

GEF: Global Environment Facility

GEMCH: Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt

Globec: Global Ocean Ecosystem Dynamics

GTZ: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (devenu Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)

ICES: International Council for the Exploration of the Sea

Iclarm: International Center for Living Aquatic Resources Management

IDB: Inter-American Development Bank

Idyle: Interactions and Spatial Dynamics of Renewable Resources in Upwelling Ecosystems

Ifremer: Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

IGP: Instituto Geofísico del Perú

Imago: Instrumentation, moyens analytiques, observatoires en géophysique et océanographie

Imarpe: Instituto del Mar del Perú

Impress: Impact of Research in the South

INDC: Intended Nationally Determined Contribution

Indeci: Instituto Nacional de Defensa Civil

Insu: Institut national des sciences de l'univers

IRD: Instituto francés de Investigación para el Desarrollo

JEAI: Equipo joven asociado con el IRD

Lefe: Les enveloppes fluides et l'environnement

Legos: Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales

Lemar: Laboratoire des sciences de l'environnement marin

LME: Large Marine Ecosystems

LMI: Laboratorio mixto internacional

Locean: Laboratoire d'océanographie et de climat par expérimentation et approche numérique

MAE: Ministerio de Asuntos Exteriores (Francia)

Marbec: Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation

MEPR: Misión de la evaluación y programación de la investigación

Minam: Ministerio del Ambiente

MLD: Misión de larga duración

MSC: Marine Stewardship Council

Nasa: National Aeronautics and Space Administration

NSF: National Science Foundation

ONG: Organización no gubernamental

Osmose: Object-oriented Simulator of Marine ecOSystems

PCCC: Peru Chile Climate Change

PUCP: Pontificia Universidad Católica del Perú

PEPS: Peru Ecosystem Projection scenarios: el cambio climático en el océano peruano

Pices: North Pacific Marine Science Organization / Pacific version of the International Council for the Exploration of the Sea

PIMS: Project Information Management System

Pisces: Pelagic Interactions Scheme for Carbon and Ecosystem Studies

Produce: Ministerio de la Producción

Roms: Regional Ocean Modelling System

Senamhi: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Sesstim: Sciences économiques et sociales de la santé et traitement de l'information médicale

Sisesat: Sistema Nacional de Información de Seguridad y Salud en el Trabajo

SNP: Sociedad Nacional de Pesquería

Spirales: Soutien aux projets informatiques dans les équipes scientifiques

Topineme: Top Predators as Indicators of Exploited Marine Ecosystem dynamics

UMR: Unidad mixta de investigación

UNI: Universidad Nacional de Ingeniería

UNMSM: Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Unops: Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos

UPCH: Universidad Peruana Cayetano Heredia

UR: Unidad de investigación

US: Unidad de servicio

Vecep: Vega Consolidation and Evolution Preparation Programme

WRF: Weather Research and Forecasting

WWF: World Wildlife Fund

ZMO: Zona Mínima de Oxígeno



COLLECTION **Chemins d'impacts**

www.editions.ird.fr