



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Studi Linguistici e Letterari

Corso di Laurea Magistrale in
Lingue Moderne per la Comunicazione e la Cooperazione Internazionale
Classe LM-38

Tesi di Laurea

*Sovrapesca: il caso degli allevamenti di
salmone in Scozia e della pesca del merluzzo
in Canada*

*Overfishing: the case of the salmon farms in
Scotland and the cod fishing in Canada*

Relatore
Prof. Mauro Varotto

Correlatore
Prof. Fiona Clare Dalziel

Laureando
Elisa Frisenda
n° matr.2029532 / LMLCC

Anno Accademico 2021/ 2022

Indice	
Extended Abstract	2
Introduzione	17
Capitolo 1: La questione della sovrapesca a livello globale	20
1.1 <i>Overfishing</i> e <i>ocean grabbing</i> : l'analisi dei fenomeni a partire da alcuni documenti ufficiali	20
1.2 Commercio e sviluppo di prodotti ittici	27
1.3 Lo stato delle risorse	34
1.4 Metodi utilizzati per la pesca commerciale	38
Capitolo 2: L'evoluzione del fenomeno dell'<i>overfishing</i> nel corso della storia	47
2.1 L'evoluzione del fenomeno dell' <i>overfishing</i> nella storia	52
2.2 La situazione delle risorse marine in epoca preindustriale	57
Capitolo 3: Conseguenze dell'<i>overfishing</i> in Europa: il caso degli allevamenti di salmone in Scozia	69
3.1 L'epidemia di pidocchio di mare e i trattamenti messi in atto dagli allevamenti	74
3.2 Una questione etica: gli studi sulla capacità dei salmoni d'allevamento di provare dolore	82
Capitolo 4: Il crollo degli stock di merluzzo atlantico in Canada: l'estinzione commerciale	88
4.1 L'importanza storica e i cambiamenti degli stock di merluzzo nelle regioni del Labrador e di Terranova.....	96
4.2 La situazione attuale: è possibile un ripristino delle popolazioni di merluzzo atlantico?	102
Conclusione	107
Bibliografia.....	112
Sitografia	118

Overfishing: the case of the salmon farms in Scotland and the cod fishing in Canada.

Extended Abstract

Introduction

The main theme on which this paper is based is the analysis of the phenomenon of overfishing and its consequences for the natural marine environment and the resources it provides. Over the past fifty years there has been a growing interest in the health of the seas, but also an increasing focus on what human activities might be impacting it. Fishing has always been regarded as one of the fundamental activities that enable the nutritive sustenance of human beings, and since the earliest times entire civilizations have in fact based their economies on the benefits that this activity could provide, developing their territories at waterways that promised high soil fertility and a regular supply of food for the population. Given the enormous amount of resources that humankind could acquire from water environments, these are closely linked to the reality of fishing in all its forms, and the inadequately regulated use of fishing activity over time has led to situations of risk and uncertainty, which today more than ever threaten the survival of entire ecosystems. The overconsumption of such resources by humankind has resulted in serious situations, which saw the extinction of numerous living species, the expansion of pollution in the natural environment and the destruction of biological balances in vast areas affected by human intervention.

The Code of Conduct for Responsible Fisheries constitutes one of the fundamental documents for the regulation of fishing and aquaculture activities. In fact, the official document drafted by the United Nations aims to define important principles and standards of international behaviour aimed at ensuring the conservation, proper management and development of living aquatic resources, respecting each ecosystem and biodiversity. Hence, we understand the relevant importance of the prevention of overfishing activity, which exploits marine environments by exceeding the productive capacity of the resources, preferring instead measures that allow real rehabilitation of species and repopulation of areas subject to fishing.

Discussion

A large number of studies have attempted to translate into practical terms the severity of the consequences due to this irresponsible fishing practice, for example, the research of biologists Valentine J. F. and Heck K. L. (2005) reports how intense catching of predatory fish causes substantial changes in the habitat of their prey in many cases, such as sea urchins, which having increased exponentially in numbers due to the absence of large predators, have started to cause greater erosion of coral reefs that are replaced by algae and other seagrass.¹

What makes over fishing a globally worrying phenomenon is the continued pushing of marine environments beyond their biological limits. One of the causes to be found at the beginning of this phenomenon is undoubtedly illegal fishing and, consequently, illegal trade of particular fish species. The percentage of catches occurring illegally is estimated at 30 percent of the total on an international scale, as stated on WWF's official website.² Another cause identified by the organizations involved in the study of this phenomenon is the significant presence of what are known as "subsidies"; this is a kind of economic support provided by the large industries involved in the fish trade to offset the costs of doing business: this is how fishing vessels are pushed into the condition of overcapacity, as the real costs of operations are thereby distorted.³ As it is easy to guess, however, the greater the amount of fish and fish products a fishing vessel is able to harvest, the greater the impact and pressure it will exert on the entire marine ecosystem, its structure and functions.

In very recent times, a new awareness has also developed aiming at shedding light on another phenomenon, which is closely related to the over-exploitation of water and its resources: this is the phenomenon of ocean-grabbing. This term has been exploited in the fisheries sphere as a result of its popularity in the parallel context of land-grabbing, that is the appropriation of geographically distant territories by national and transnational corporations and governments with the aim of exploiting

¹ J. F. Valentine, K. L. Heck Jr, "Perspective review of the impacts of overfishing on coral reef food web linkages", *Coral Reefs*, 24:2 (2005), pp. 209-213

² <https://www.worldwildlife.org/> (Overfishing, September 2022)

³ Ibidem

the resources it could offer, from fuel production to the food industry. The same thing happened for the control of maritime areas especially far from the coast, and therefore difficult to supervise by international authorities. A study by N. J. Bennett, H. Govan and T. Satterfield proposed a technical definition of the phenomenon of ocean grabbing. It emphasizes the character of illegal appropriation enacted by the phenomenon, when a certain government exploits resources that are under the legitimate control of other actors. This is a practice driven by economic interests that often belong to private institutions, which pay little attention to the welfare of local communities and the marine ecosystem.⁴ One institutional source who was among the first to turn the attention toward ocean grabbing is United Nations spokesman Olivier De Schutter, who worked on food security, economics, and social rights. In 2012, during one of his speeches in the context of the right to food, he first stated that the existence of smoky and not entirely transparent agreements on fishing concessions cause serious damage to the welfare of small-scale fishers, leading to unreported catches of endangered species and the encroachment of protected waters.⁵ In this regard, he formulated the need for states to intervene, proposing an urgent review of fishing zone access licenses and the establishment of a more powerful oversight mechanism so as to prevent illegal and unreported catches by meeting the demands and needs of the small fishing communities that suffer the most damage.

By analysing some official documents provided by the FAO, it is therefore possible to realize how fisheries and aquaculture have increased the extent of their economic and social importance over the years. The publication *The State of World Fisheries and Aquaculture* is concerned with keeping track of the state of fisheries and aquaculture globally, providing data and statistics useful for the development of responsible management techniques. In particular, the 2020 edition, which examines data collected up to March 2020, is presented with the subtitle "Sustainability in Action," thus confirming the need to make a change in the management of fishery resources towards a more biologically sustainable future as soon as possible. It is possible to observe how the production, use and trade of fish has increased

⁴ N. J. Bennett, H. Govan, T. Satterfield, "Ocean grabbing", *Marine Policy*, 57 (2015), pp. 61–68.

⁵ <http://www.srfood.org/> (Ocean Grabbing as Serious a Threat as Land Grabbing, September 2022)

compared to available data dating back to 1986. Total seafood production peaked at 178.9 million tons during 2018: these are extremely high numbers considering that from 1986 to 1995 an annual average of 101.8 million tons was calculated for total fish production.⁶

Growth rates vary significantly by geographic region: in fact, Asia is the area with the highest rate of fish production in the world during 2020 as well, accounting for 70% of the world's production, with China in particular holding a share as high as 35% of the total. The latter is followed by India (8%), Indonesia (7%), Vietnam (5%) and Peru (3%): these five countries are responsible for 58% of the world production from fisheries and aquaculture recorded in 2020.⁷ According to the data provided by the FAO, human consumption of fish has increased by 3.1% every year since 1986, a percentage that is almost double what is shown to calculate the increase in world population instead, which is growing by 1.6% every year. This figure is closely related to the per capita consumption of fish, which, while in 1986 reached an average of 13.4kg per person, in 2018 it turns out to be 20.5kg.⁸ It is therefore clear that the demand for fish continues to grow from year to year, in each area of the world according to varying intensities, and this implies at any rate an important factor: a large part of international business and the world of work depends on the productive capacity of fishing and aquaculture stocks.

An important data point to analyse concerns the types of marine species that have most experienced the impact of human exploitation and overfishing, so as to determine what the global consumption and demand trends may be. The top ten most overfished species in 2019 were anchovy, Alaska pollock, skipjack tuna, Atlantic herring, yellowfin tuna, blue whiting, European sardine, Pacific mackerel, pollock, and knifefish.⁹ Data provided by FAO publications highlight that only an average of 66.7% of the stocks belonging to these ten species are treated within the limits of biological sustainability, but European sardine, cod, and Atlantic herring have proportionally the highest percentage of stocks subject to overfishing.

⁶ FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*, Rome, FAO, 2022

⁷ Ibidem

⁸ Ibidem

⁹ Ibidem

In addition, it is important to look in detail at what types and techniques are used to exploit the seas for commercial purposes, so as to shed light on the methods and issues involved. The development of technology has caused greater attention on how to apply increasingly effective methods to fishing activity, in order to profit more from it, in view of the great economic value this activity possesses on a global scale. Indeed, the refinement of the means and instrumentation of the trade is aimed at enabling survival and participation within a competitive market that is constantly being updated. The European organization Eurogroup For Animals, which has collaborated with the European Parliament, has proposed in a recent study a detailed breakdown of the types of nets used, exploring their technical characteristics, but above all the possible damage they can cause to the marine ecosystem. There is a distinction between the three main fishing systems: the first consists in fishing systems that use towed or dragged gear, such as bottom, midwater or pelagic trawls, or for dredge fishing. The second one refers to encircling fishing systems, such as purse seines or surrounding nets. The last group is made of static fishing systems, such as the use of fixed nets, drift nets, longlines, rods, pots and traps. As for the first group identified by this study, we can say that some of the most widely used types of nets in commercial fishing belong to it. Pelagic or midwater trawls are generally used to catch a single pelagic species, such as mackerel or herring, to which a variable number of bycatches is often added. The special feature of this type of net is that it has no contact with the seabed, so it remains suspended in the body of water in which the schools of fish live.¹⁰ The same category includes beam trawls, the trawls with the most critical negative impacts on the marine environment. The contact with the seabed is necessary for its operation: it adheres to the ground below and it is towed by the fishing vessel causing serious deterioration of the marine environment, also due to the enormous weight they can reach (up to ten tons) and the use of chains and metal tools that dislodge the ground to flush out the prey.¹¹ The second group of systems used for fishing makes use of seine nets. This type of net has a circular shape by which it surrounds an entire school of fish both from the sides and from below by narrowing its lower circumference, so as to prevent them

¹⁰ <https://www.fao.org/home/en/> (Fisheries and Aquaculture, settembre 2022)

¹¹ D. Waley, M. Harris, I. Goulding, et al., *Catching Up: Fish Welfare in Wild Capture Fisheries*, Eurogroup for Animals, 2021.

from escaping. The use of this net very often results in incidental catches of dolphins, as the surface presence of dolphins causes pelagic species to aggregate directly below in search of protection, and for fishing vessels they thus function as a signal of the presence of prey to be caught.¹²

The third category of nets used is called "static" because it does not involve the movement or towing of the net by a boat: the net remains stationary on the seabed or on the surface for the duration of catching operations, and the fisherman returns only when the nets need to be collected. Drift nets are a passive fishing method, catching marine animals swimming through them. They are nets that extend great distances in the open sea (even up to 10 kilometres). The major problematic issue that comes from the use of this system is the probable dispersion of pollutant material into the marine environment: the nets are in fact constructed of synthetic material, and many of them are left floating in the sea without the supervision of a fishing vessel, so leakage of material or parts of the net into the water is very common.¹³

The last fishing system that will be considered is traps. They are designed to attract prey that voluntarily approaches and ends up trapped inside, as they provide no way out. Traps are usually placed manually on the seabed and are submerged up to 100 meters below sea level. The target prey of this trapping method are reef fish, molluscs, and crustaceans such as lobsters, crabs, and shrimp. It can be stated that the impact on the marine ecosystem is relatively limited compared to trawl systems, as bycatch or specimens that are too young can be released into the water while they are still alive.¹⁴

It is possible to say that overfishing was the first phenomenon of coastal ecosystem alteration, predating even pollution, water quality degradation, and anthropogenic climate change. It is a phenomenon that has its roots hundreds of years before human civilization realized the damage it was causing through this practice, and because of this, it has always altered the evolution of living species in some way. In order to understand in more detail the situation in which our planet's seas and oceans

¹² W. A. Armstrong, C. W. Oliver, *Recent use of fish aggregation devices in the eastern tropical Pacific tuna purse-seine fishery: 1990-1994, Administrative report LJ-96-02*, Southwest Fisheries Science Center, NOAA, 1996

¹³ D. Waley, M. Harris, I. Goulding, et al., *Catching Up: Fish Welfare in Wild Capture Fisheries*, Eurogroup for Animals, 2021.

¹⁴ <https://www.fao.org/home/en/> (Fisheries and Aquaculture, settembre 2022)

currently find themselves, it is therefore also important to focus on a retrospective analysis of the data, so as to reconstruct the underlying causes of today's rates of ecological change. Observations based simply on current data collection have a limited view of the problem, which should also be explored historically and chronologically, providing possible analyses useful for future resolution and improved management of the problem.

A substantial part of the literature on the subject asserts that the overexploitation of resources, which caused the disturbance of the ecological balance of water, was first implemented during the earliest developments of the first human societies, thus implying the involvement of research in the field of paleo-ecology. Beginning with the study of marine geological sediments, this field of research allows scholars to shed light on the state of resources at the time when humans first began to approach fishing as a means of livelihood. Another branch of researchers, on the other hand, is ready to assert that a hypothetical beginning of serious and systematic exploitation of the resources of the seas is to be placed during the nineteenth century, with the advent of the industrialization of society that led to the production of more intensive fishing methods. It is true that it was in very ancient times that the first fishing techniques were developed: it is speculated that the first technique used by primitive people for catching was harpooning, the origin of which is traced back at least 300,000 years, while the first fishing nets, as well as fishing line and hook equipment, are thought to have been constructed during the Mesolithic period, approximately somewhere between 13,000 and 7,000 years ago, in northern Europe.¹⁵

With regard to these studies, it is interesting to turn our attention to the case of kelp forests, one of the aquatic habitats that has undergone the most transformations caused directly or indirectly by human action throughout history. Home to complex ecosystems populated by commercially important fish and invertebrates, kelp forests have been subject to drastic reductions and deforestation due to the excessive increase in the presence of herbivorous animals, as a result of the overfishing of their natural predators.¹⁶ The changes in the living conditions of kelp forests are

¹⁵ C. Searce, *European Fisheries History: Pre-industrial Origins of Overfishing*, ProQuest, 2009

¹⁶ P. K. Dayton, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1985, 16, 1: 215-245

closely related to the abundance of sea urchin specimens, whose reproduction was no longer regulated by the presence of predators, captured by humans. One of the most important kelp forests is that of the North Pacific, which began to develop from twenty million years ago, hand in hand with the development and settlement of sea urchin species of the *strongylocentrotus* class, sea otters and the now extinct Steller's sea cow.¹⁷ Speaking of the Steller's sea cow, a first substantial decline of this species was caused, as argued by marine biology scholars, by hunting activity during the period between the end of the Pleistocene and the beginning of the Holocene, considering also the fact that in the Aleutian Islands area, off the coasts of Alaska, it survived thousands of years longer as they remained uninhabited until 4,000 years ago.¹⁸

The modern scientific community has begun to systematically collect data regarding the state of marine resources only since the last 30 or 20 years, at a time when the situation became dramatic in several areas and serious awareness was needed. It is useful from an informational point of view to investigate the health of the oceanic reality in the period before the First Industrial Revolution, when the problem of exploitation of aquatic resources did not yet arouse any degree of concern among scientists and public opinion of the time. Through the study of archaeological remains of marine animals, researchers were able to demonstrate some reduction in the size of some fish species throughout history, claiming that these changes in growth rates are easily linked to an increase in fishing intensity during certain historical periods. This historical and archaeological evidence that allows us to reconstruct significant information about fishing and possible contexts of overfishing also dates back to Greek and Roman times. Fishing equipment, seafood processing facilities, vessels, as well as descriptive sources such as images imprinted on coins and celebratory pictorial representations are examined. Salting installations were most prevalent in regions bordering the western Mediterranean and the Black Sea, but also on the Atlantic coast of present-day Portugal. Many of the facilities that have been found were big enough to salt large quantities of fish, far more than the local population may have needed, suggesting that a considerable

¹⁷ J. A. Estes, D. O. Duggins, G. B. Rathbun, "The Ecology of Extinctions in Kelp Forest Communities", *Conservation Biology*, 1989, 3, 3: 252-264

¹⁸ Ibidem

portion of the processed fish was destined for export.¹⁹ The focus on the Black Sea regions is strongly justified by the fact that the great development and abundance of aquatic resources in this area were the main motivations for the Greek populations to colonize it, even before the 7th century B.C.

During the first centuries of the Middle Ages there was a substantial spread of Christianity in Europe, and with it also increased the importance of fish in the diet of the European population. For example, Catholic directives regarding the typology of food that was accessible to the Catholics restricted the use of red meat during the sacred days of fasting, which, according to the practices of the time, accounted for almost half of the calendar year: this was one of the reasons that pushed toward an initial increase in the consumption and trade of fish by households.²⁰

In addition, around this time, several sources testify the presence of Basque communities on the northern coast of Spain, who practiced the hunting of large cetaceans such as the whale. Following their first contacts with the Vikings, the Basques began to build boats emulating their methods, which at the time were considered the most efficient and functional. From the year 1000 onward, they devoted much of their economic forces to cod fishing, adopting and improving Viking conservation techniques that allowed cod to be preserved for at least two years after capture: this allowed Atlantic cod specimens to become a key part of the fish trade. England, following Norse influence, also entered the cod trade, moving from a fundamentally freshwater fish economy to one marked by the marine species business around the 11th century. It was precisely the increase in population, caused in part by a more settled arrangement of communities, that increased the demand for food, and with it the need to reshape the surrounding landscape and natural environment to meet livelihood needs. These are, for example, deforestation, increased erosion or detour of waterways that have had a negative impact on ecosystems.²¹

As medieval times progressed and technology and knowledge advanced, there was an improvement in fishing techniques accompanied by the emergence of a

¹⁹ R. Curtis, *Sources for Production and Trade of Greek and Roman Processed Fish, Ancient Fishing and Fish Processing in the Black Sea Region*, Aarhus University Press, Gylling, 2005, 31-46.

²⁰ C. Scearce, *European Fisheries History: Pre-industrial Origins of Overfishing*, ProQuest, 2009

²¹ R. Tittler, "The English Fishing Industry in the Sixteenth Century: The Case of Great Yarmouth", *Albion: A Quarterly Journal Concerned with British Studies*, 1977, 9, 1: 40-60.

flourishing fish trade throughout Europe. This prompted shipbuilders to increase the hold and carrying capacity of the vessels used for fishing, so that fishermen could move beyond the limits of their own coastlines and venture into deeper and more populated waters, where the amount of fish being caught increased through the use of new, more sophisticated gears. It is at this point in human history, i.e., during the late Middle Ages, that some ecologists trace the beginning of overfishing of certain species crucial to the trade of the time, such as herring and cod, whose populations experienced an early period of ecological weakening.²² With the landing on the shores of the New World, the colonists realized the enormous amount of natural resources that the new lands could offer, in contrast to the depletion of resources that the European urban environment was experiencing instead. A new seafood economy began, and it was immediately very profitable; in fact, tons of Atlantic cod were being imported from the Newfoundland region to England at a rate of 150 loaded ships per year on average.²³ The historical studies on fisheries development just presented also show that even preindustrial fishing operations, characterized by the use of rather simple techniques, can be very effective in exploiting resources if well organized, especially if they are found in easily accessible and lush habitats such as the conquered lands of the New World, and one of the most emblematic extinction is that of the Steller's sea cow.

A collection of more specific paleo-ecological, archaeological and historical data proves necessary to refine possible tools for managing the problem. It is natural to say that a proper recognition of the enormous losses and damage that the ecosystem has had to suffer throughout history would make it clearer how they could return to be, and what the real amount of economic resources it could offer.

The problem of unregulated exploitation of fishery resources, which occurs through a variety of ways, was particularly observed in a case study that is the subject of this thesis, further concretizing the need for change in the management of the situation. The choice to focus on the case of Scottish salmon farms under conditions of overexploitation allows the research to be directed toward a more contemporary European context, and to take a close look at a reality that is unfortunately often

²² J. B. C. Jackson, M. X. Kirby, W. H. Berger et al., "Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems", *Science*, 2001, 293, 629

²³ M. Kurlansky, *Cod: A Biography of the Fish That Changed the World*, Penguin Books, New York, 1997

ignored by the public. The great variety and abundance of aquatic species that the Scottish territory can claim has facilitated the rise of an important fish trade industry, which is still expanding rapidly today. At the forefront of fish exports and production in the Scottish territory there is salmon: in fact, salmon farming is the main contributor to aquaculture in this region, taking part within an industry that, since the 1970s, has experienced steady growth and now plays a key role in the entire Scottish economy. The Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in these waters has thus become one of the symbols of Scotland. This environment and its complex ecosystem, however, are in serious danger nowadays: salmon aquaculture activity, in fact, is accused by a large number of studies and scientific research of causing serious damage to the marine ecosystem and to the salmon specimens themselves. The net pens currently used by fish industries contain in some cases numbers in excess of tens of thousands of salmon specimens, when the license assigned to them allows a maximum of 2,500.²⁴

The pens in which specimens are held easily become an ideal environment for the spread of diseases and parasites. Wastes derived from uneaten feed and fish excrement come into contact with the aquatic environment surrounding the pens, but they also settle directly below the rearing structures in concentrated amounts. Some research states that the degrading action of this waste material can cover an area of about half a square kilometer if a 1,500-ton farm is involved.²⁵

Another one of the aspects that contribute to raise the level of concern about salmon farms is the impact they have on wild salmon populations, which migrate into the waters surrounding the farming sites. Raising such large numbers of specimens in pens located in the sea implies the possibility of some of them escaping. Research carried out by OneKind, an association active in animal protection in the Scottish territory, says that between 2017 and 2019 about 110,800 salmon escaped from Scottish farms.²⁶ As animals raised in captivity, they have a poor ability to adapt to

²⁴ <https://www.bestfishes.org.uk/> (The impacts of Scottish salmon farming on the benthic environment, October 2022)

²⁵ P. Tett, M. W. Coulson et al., *Review of the environmental impacts of salmon farming in Scotland, Report for the Environment, Climate Change and Land Reform (ECCLR) Committee*, The Scottish Parliament, Technical Report, 2018

²⁶ OneKind, *Underwater Cages, Parasites and Dead Fish. Why a Moratorium on Scottish Salmon Farming Expansion is Imperative*, Compassion in World Farming and OneKind, 2021

life in the wild, but more importantly in many cases the severity of the situation is dictated by the spread of disease and lice infestations from escaped salmon on wild populations. One of the problems that put in danger the existence of salmon in overpopulated farms is sea lice. These are parasites that cause huge economic losses to industries, as the number of salmon that die from these parasites is very high, but the number of deaths due to treatments used in an attempt to get rid of this problem is equally high. The researchers concluded that these are highly seasonal infestations, following a pattern that repeats every year. The danger of this parasite is mainly due to its feeding activity: it feeds on the skin and blood of salmon and other fish species, causing deep lesions and erosion of fins.²⁷

One of the most popular methods for the treatment of salmon affected by sea lice is the use of oxygen peroxide, which despite always being regarded as a low-toxic compound, has recently raised concerns about its effects on fish health. Signs of oxidative stress have been observed in fish in conjunction with oxygen peroxide intake, which are considered informative and useful in identifying the sub-lethal effects of a stressful environment, including exposure to toxic substances.²⁸ Another method used is the practice of thermolicing. It involves the use of machines that attack the parasites by exposing the infected salmon to a sudden increase in temperature, which can reach 34 or 38°C. Salmon are very sensitive to temperature changes in their habitat and show optimal feeding rates only if the water temperature does not exceed 11-14°C. It has been proven that in the presence of temperatures above 16°C, salmon show signs of stress and many of them report severe tissue damage, especially in the most sensitive areas such as the gills, but also in the eyes and on some brain functions.²⁹ Another widely implemented treatment for sea lice infestation is the one that uses the hydrolyzer. It uses a strong jet of fresh water to physically remove the parasites from the fish, and often results in the loss of scales due to its power. This method is blamed of high mortality, as in 2017, on the

²⁷ C. W. Revie, G. Gettinby, J. W. Treasurer, "The epidemiology of the sea lice, *Caligus elongatus* Nordmann, in marine aquaculture of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Scotland", *Journal of Fish Diseases* 2002, 25: 391–399

²⁸ L. M. Vera, H. Migaud, "Hydrogen peroxide treatment in Atlantic salmon induces stress and detoxification response in a daily manner", *Chronobiology International*, 2016

²⁹ <https://www.bestfishes.org.uk/> (The impacts of Scottish salmon farming on the benthic environment, October 2022)

Scottish Salmon Company's farm in Druimyeon Bay alone, the deaths of more than 45,000 salmon were recorded as a result of hydrolyzer treatment.³⁰

A very large body of available literature addresses the issue of salmon's sensitivity to pain, in a debate that still encounters various criticisms and conflicting assumptions. Aquatic animals may in fact also engage in protective or guarding behavior due to the memory of a painful experience in a particular situation, thus learning to avoid danger. In the context of fish production, the issue of fish suffering is linked to an ethical choice that should prefer the adoption of a precautionary principle by those dealing with specimens living in aquatic habitats. This would grant us to ensure that no possibility of suffering is caused.

One of the most emblematic cases in the context of over fishing is surely the collapse of Atlantic cod stocks in the west coast of Canada that occurred in the 1990s. The choice of this case study reflects the historical importance of the event, whose magnitude was unprecedented in the world of fish trade. Atlantic cod catches increased dramatically from the 1960s onward, reaching a peak of 800,000 metric tons caught in 1970. Starting in this decade, cod stocks suffered a collapse of unprecedented size and speed, which was followed by a slight recovery that occurred in the late 1980s, only to come to an abrupt halt with the moratorium issued by the Canadian government in 1992. The magnitude of the decline was undoubtedly dramatic: a 98.6 percent reduction in specimens was calculated, taking into account a spawning biomass of 1.6 million tons recorded in 1962, which dropped to 22,000 in 1992.³¹ The causes of the collapse have been widely debated and are still researched in different areas that have contributed in some way to the current situation. Some of the researchers who have looked into this issue argue that the main causes of the collapse are environmental, pointing to climate change, intensified predation by large mammals or structural changes in the ecosystem as the primary culprit. Others, however, have gathered sufficient evidence to say that the collapse of cod stocks was caused solely by overfishing. It was observed that cod mortality increased dramatically in all regions surveyed from the late 1980s and

³⁰ Ibidem

³¹ J. S. P. McCain, D. C. Schneider, H. K. Lotze et al., "Long-term shift in coastal fish communities before and after the collapse of Atlantic cod (*Gadus morhua*)", *ICES Journal of Marine Science* (2016), 73(5), 1415–1426.

early 1990s. This finding appears to be consistent with the hypothesis that these populations collapsed due to overfishing, as it had rhythms that the species could not sustain.³² The portion of the literature that supported changes in the environment as the main cause of the collapse suggested that, off the coasts of Labrador and Newfoundland, cod populations became extinct due to a cooling of the waters that occurred in 1991, linking a natural mortality of the species to this event. This thesis was refuted by Hutchings, Myers, and Barrowman, who showed that the components of the population migrating near those coasts had significantly declined well before 1991. A sharp reduction in those regions occurred as early as the late 1980s, when the ocean showed no signs of cooling and fishing activity intensified significantly.³³ Three decades after the beginning of the moratorium decided by the Canadian government, Atlantic cod populations are demonstrating severe delays in restocking in some areas and difficulties in re-establishing themselves as the dominant species in the waters bordering eastern Canada. The decline of cod stocks in Canada has become symbolic of the failure of responsible fisheries management, and the effects of this failure are still being felt years later. The organization *Fisheries and Oceans Canada* (DFO) took a long time to investigate the causes of such a slow recovery. They concluded that this situation was caused by a general weakness of the species; the critically reduced wild specimens were now more vulnerable and more prone to disease and predation. Comparing data provided by previous studies, they realized that the physical condition of cod began to visibly deteriorate during the 1980s due to overfishing, which took the largest and fittest specimens.³⁴

Conclusion

Thanks to the sources consulted and the various materials considered in the preparatory phase of this thesis work, it was possible to thoroughly investigate what human-implemented activities place the marine environment in vulnerable

³² Myers, R. A., Barrowman, N. J., Hoenig, J. M., and Qu, Z, "The collapse of cod in Eastern Canada: the evidence from tagging data", *ICES Journal of Marine Science*, 1996, 53: 629–640.

³³ Ibidem

³⁴ <https://www.dfo-mpo.gc.ca/index-eng.html> (What's Holding Back the Cod Recovery?, October 2022)

situations. The analysis of events from a historical perspective made it possible to shed light on some of the mechanisms involved in today's seafood trade, showing how it has its roots in the era of early New World exploration, and then gained decisive force with the advent of industrialization. This thesis shows that the practice of over fishing, if perpetrated over a continuous period of time, can actually lead to the decline and destruction of entire marine ecosystems. Years of unregulated overfishing have caused the available resources to suffer drastic declines, sometimes sudden, as an awareness of the situation came very late, forcing the scientific community to turn its attention toward the damage done. Even today, the fishing activities that cause these serious harms are evident, and they are not always slowed down and managed as it would be appropriate. An example of this is the very use of extremely invasive and destructive fishing gear.

Turning the attention toward the health status of salmon forced into overcrowded enclosures has made it possible to compare several studies focusing on the welfare of these animals, including from an ethical point of view, showing that the harms caused by salmon decontamination and disinfestation practices are real and directly observable. Moreover, it became evident that human actions were primarily the mechanism that brought the Atlantic cod species into a commercial extinction, which was further weakened once this species encountered environmental difficulties such as climate change and habitat changes. The obstacles that cod encountered in repopulating Canadian stocks are thus magnified by the critical condition to which humans have reduced this species, that has suffered for years the removal of the largest and fittest specimens for commercial purposes. For too long, the desire for profit on the part of those involved in the fishing process has been considered more important than the respect for the water environment and the resources it provides, leading to the disappearance of living species and irreparable damage in some natural habitats. It is certain that the health of the seas will continue to evolve in the years to come, and it is crucial that all of humanity understands that this evolution can only prove positive if our actions are directed toward maintaining the well-being of the ecosystem.

Introduzione

Il tema principale di questo lavoro è l'analisi del fenomeno dell'*overfishing*, ovvero della sovrapesca, e delle conseguenze che esso comporta sull'ambiente marino naturale e sulle sue risorse. Negli ultimi cinquant'anni si è registrato un crescente interesse verso le condizioni di salute dei mari, ma anche una sempre maggiore attenzione su quali siano le attività dell'uomo che potrebbero avere un impatto su di esso. Da questa nuova attenzione rivolta allo stato in cui versano i mari e gli oceani, il panorama scientifico ha iniziato a prendere coscienza del fatto che per troppo tempo questo è stato un argomento messo in secondo piano, per fare spazio alla possibilità di profitto proveniente dallo sfruttamento delle acque. Lo sfruttamento intensivo in ambito marino riguarda proprio le risorse ittiche, che si trovano a fare i conti con situazioni critiche in grado di danneggiare, spesso irrimediabilmente, la loro stessa esistenza.

La scelta di trattare questo tema è dettata dall'importanza che il mare e le sue risorse hanno per la sopravvivenza del genere umano, ma che spesso non sembra essere compresa dagli attori coinvolti nel processo di pesca e dagli organi che hanno potere decisionale, i quali permettono ancora oggi la diffusione così estesa di pratiche produttive insostenibili.

Nel primo capitolo viene presentata l'analisi di dati che dimostrano quanto l'impatto dell'*overfishing* si sia intensificato nel corso degli ultimi anni, a partire dai report forniti annualmente dalla *Food and Agriculture Organization* (FAO); i documenti esaminati in questo capitolo vertono inoltre sulla distribuzione geografica delle attività di pesca, e su quali siano le specie marine più soggette a cattura. Viene inoltre fornita un'analisi del fenomeno dell'*ocean grabbing*, strettamente correlato alle pratiche di sfruttamento delle risorse idriche, che consiste nell'appropriazione ai limiti della legalità dei diritti di pesca nelle acque territoriali e nelle zone economiche esclusive. Una volta definita la cornice del tema centrale su cui questa tesi si basa, viene fornita l'analisi dei metodi e degli attrezzi utilizzati per condurre le attività di pesca, definendone impatto e pericolosità per gli habitat sottomarini.

Il secondo capitolo tratta invece lo studio della sovrapesca dal punto di vista storico; l'impatto che questo fenomeno ha sulle specie marine e i loro habitat precede infatti

qualsiasi altro tipo di intervento umano che abbia mai avuto una qualche conseguenza negativa sull'ambiente, rendendolo così il primo fenomeno di alterazione dell'ecosistema per mano antropica. La creazione di un percorso storico permette di individuare quali siano stati gli errori commessi in epoche lontane dalla nostra, quando le risorse marine godevano di un'abbondanza diffusa su tutto il pianeta, che purtroppo non corrisponde alla realtà odierna. Osservare la situazione solamente da un punto di vista contemporaneo offrirebbe una visione limitata di quello che è il problema della sovrapesca, che per essere affrontato a dovere necessita di una rielaborazione storica degli eventi che lo hanno alimentato. È solo così infatti che sarà possibile raggiungere una risoluzione di questo problema, arrivando ad una migliore gestione delle risorse soltanto dopo aver compreso pienamente quali errori sono stati commessi nel corso del tempo. I documenti consultati per la stesura di questo capitolo variano per epoche prese in considerazione, a partire dagli studi di paleo-ecologia fino all'analisi dei movimenti esplorativi e commerciali verso il Nuovo Mondo, per poi arrivare a trattare studi riguardanti l'epoca immediatamente precedente l'industrializzazione.

I danni provocati dalla pratica della sovrapesca vengono dunque concretizzati nell'approfondimento di due casi di studio, che permettono di approfondire il problema a scala locale e di rivolgere uno sguardo più attento alla realtà in cui avviene lo sfruttamento delle risorse. A questo proposito, nel terzo capitolo viene affrontato il caso degli allevamenti scozzesi di salmone, i quali si trovano in condizioni di sovra-sfruttamento a causa di una gestione inadeguata degli stock produttivi. Verrà preso in esame il sovraffollamento dei recinti d'allevamento in cui si trovano i salmoni, i quali testimoniano una condizione di pesca intensiva preoccupante, ma che continua ad essere praticata nonostante le criticità che essa comporta per gli esemplari e l'ambiente circostante alle industrie ittiche. La questione affrontata in questo capitolo acquista un carattere etico, in quanto viene dimostrato come gli esemplari costretti nei recinti d'allevamento siano soggetti a infestazioni epidemiche e malattie, ma anche a sofferenze dovute alle cure traumatiche per la disinfezione degli esemplari malati.

Un ulteriore caso di studio è affrontato nel quarto ed ultimo capitolo, che riguarda uno degli eventi più emblematici dell'incapacità nella gestione delle risorse ittiche.

Si tratta del crollo degli stock di merluzzo atlantico nei pressi delle coste occidentali canadesi avvenuto negli anni Novanta, considerato ancora oggi uno dei casi di sovrappesca che più hanno alterato non solo la presenza di una specie vivente specifica, ma tutto l'ecosistema a cui essa partecipava. Il capitolo offre una panoramica sulle possibili cause che hanno portato al collasso e all'estinzione commerciale del merluzzo atlantico, quantificando l'entità del declino drammatico della specie che, ancora oggi, a distanza di oltre un ventennio, non sembra essersi ripresa.

I metodi di ricerca che hanno permesso di condurre questo lavoro di tesi riguardano principalmente la libera consultazione di articoli scientifici, pubblicati da riviste attive nell'ambito della salvaguardia dell'ambiente e dello studio biologico dei mari e dei suoi abitanti. Inoltre, le ricerche specifiche condotte sul web sono state utili a confrontare i materiali teorici forniti da organizzazioni internazionali ed enti ufficiali che si occupano della questione. Di fondamentale importanza è stata la consultazione di studi diretti dai dipartimenti di varie Università, che hanno sostenuto la stesura della tesi fornendo ricerche esaustive riguardanti gli ambiti di indagine di questo lavoro.

Capitolo 1.

LA QUESTIONE DELLA SOVRAPESCA A LIVELLO GLOBALE

1.1. *OVERFISHING* E *OCEAN GRABBING*: L'ANALISI DEI FENOMENI A PARTIRE DA ALCUNI DOCUMENTI UFFICIALI

La pesca è da sempre considerata come una delle attività fondamentali che permettono il sostentamento nutritivo dell'essere umano, e fin dai tempi più remoti intere civiltà hanno infatti basato la propria economia sui benefici che questa attività ha potuto fornire, sviluppando il proprio territorio in corrispondenza di corsi d'acqua che promettevano un'elevata fertilità del terreno e un regolare approvvigionamento di cibo per la popolazione. In generale, gli ambienti idrici quali le zone costiere, lacustri e fluviali sono considerati come importanti fonti di vita, che permettono lo sviluppo di ricchezza, reti di trasporti e vie di comunicazione. Fu proprio attraverso l'esplorazione dei grandi mari che l'umanità si è evoluta, raggiungendo territori lontani e instaurando scambi commerciali di portata internazionale. A sostegno di ciò, è evidente come invece i territori di tipo desertico, caratterizzati da scarse o inesistenti risorse idriche, siano rimasti nel corso della storia quasi o del tutto disabitati, in quanto l'assenza di fonti d'acqua può impedire l'effettiva riuscita dell'insediamento umano. Sembra quindi ragionevole affermare il carattere di essenzialità che l'acqua ha da sempre rispecchiato, ponendosi come principio di vita e di sostentamento della comunità internazionale di qualsiasi epoca. Vista l'enorme quantità di risorse provenienti dagli ambienti idrici, questi sono strettamente collegati alla realtà della pesca in tutte le sue forme, il cui utilizzo non adeguatamente regolato ha provocato nel corso del tempo situazioni di rischio e incertezza, che oggi più che mai minacciano la sopravvivenza di interi ecosistemi. Il consumo eccessivo di tali risorse da parte dell'umanità ha avuto come conseguenze gravi situazioni, le quali videro l'estinzione di numerose specie viventi, l'espandersi dell'inquinamento nell'ambiente naturale e la distruzione di equilibri biologici in vaste aree interessate dall'intervento dell'uomo.

Un esempio di presa di coscienza della gravità della situazione può essere ricondotto al documento chiamato *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (Codice di condotta

per la pesca responsabile), redatto dalle Nazioni Unite nel 1995. Come riportato al suo interno, la pesca è stata una modalità di approvvigionamento di cibo estremamente sfruttata in quanto, soprattutto in passato, si credeva che le risorse acquatiche fossero beni disponibili in quantità illimitate. Con l'avanzamento della conoscenza e lo sviluppo di scienze e tecnologie moderne, però, si è giunti alla realizzazione che non è affatto così: a partire dal periodo che segue la seconda guerra mondiale, una rinnovata consapevolezza ha spostato sempre più l'attenzione su come gestire queste risorse acquatiche in maniera responsabile, dal momento che esse si rivelano essere alla base di molti settori dell'economia e rappresenta un'importante fonte di benessere della popolazione mondiale.

Il *Code of Conduct for Responsible Fisheries* costituisce uno dei documenti fondamentali per la regolazione delle attività di pesca e acquacoltura; è importante a questo proposito definire una distinzione tra le caratteristiche di queste due attività: con il termine *pesca* si intendono quelle operazioni volte alla ricerca e cattura di animali che vivono in ambiente marino, lacustre o fluviale. Le risorse ittiche vengono quindi prelevate dal loro ambiente naturale, generalmente mediante l'impiego di reti e attraverso diverse modalità che si distinguono nei sistemi di esecuzione, distanza dalla costa, imbarcazione utilizzata. In alcuni casi si può riferire ad una vera e propria caccia tramite immersione subacquea che prevede l'utilizzo di armi per l'uccisione di pesci, come fiocine, fucili subacquei, arpioni.³⁵

Con il termine *acquacoltura*, in contrapposizione con quanto appena descritto, si definisce invece la produzione di pesci, molluschi e crostacei in specifiche zone delimitate, le quali funzionano sotto il controllo diretto dell'uomo. Può essere di tipo estensivo, come avviene principalmente in ambienti ad acqua dolce o acqua salmastra, o intensivo, la quale prevede un incremento notevole della normale produttività di un certo bacino d'allevamento, nel quale i pesci vengono alimentati artificialmente.³⁶

In materia di pesca e acquacoltura, il documento ufficiale redatto dalle Nazioni Unite si propone infatti di definire importanti principi e standard di comportamento internazionali volti ad assicurare la conservazione, la corretta gestione e lo sviluppo delle risorse acquatiche viventi, rispettando ogni ecosistema e la biodiversità. Esso fu

³⁵ <https://www.treccani.it/> (*Pesca*, agosto 2022)

³⁶ <https://www.salute.gov.it/portale/home.html> (*Acquacoltura: in generale*, agosto 2022)

infatti creato in seguito alla Conferenza Internazionale sulla Pesca Responsabile che ha avuto luogo nel 1992, grazie ad un lavoro di ricerca tecnica portato avanti dalla Food and Agriculture Organization (FAO) che coinvolge le Nazioni Unite. A questo proposito, il contributo del Codice si rivela essere di grande importanza, in quanto mette ufficialmente in luce la questione problematica della pesca a livello mondiale; rivolto ai Paesi membri della FAO, ma anche a chi non ne fa parte, ad organizzazioni globali e regionali, governative e non governative che operano in ambito ittico, esso rivela infatti come l'attività di pesca sia diventata negli ultimi anni una realtà dominata dal mercato, un settore dell'industria del cibo in forte espansione, cercando di dimostrare come gli Stati costieri abbiano messo in moto un complesso meccanismo per trarre un vantaggio da questa crescente opportunità, investendo in flotte di pescherecci sempre più moderni e industrie di lavorazione del cibo, così da rispondere al costante aumento della domanda di pesce e prodotti ittici. L'articolo 6.3, uno degli articoli fondamentali presenti all'interno del Codice, già nel 1995 metteva in chiaro l'importanza di un intervento mirato alla risoluzione del problema oggetto di studio di questo lavoro di tesi, che appare ancora oggi attuale:

States should prevent over fishing and excess fishing capacity and should implement management measures to ensure that fishing effort is commensurate with the productive capacity of the fishery resources and their sustainable utilization. States should take measures to rehabilitate populations as far as possible and when appropriate.³⁷

Da qui comprendiamo quindi la rilevante importanza della prevenzione dell'attività di *overfishing*, cioè il fenomeno della sovrapesca, la pesca eccessiva che sfrutta gli ambienti marini eccedendo la capacità produttiva delle risorse, preferendo invece misure che permettano una reale riabilitazione delle specie e il ripopolamento delle aree soggette alla pesca. Una parte della letteratura disponibile identifica il fenomeno dell'*overfishing* come un metodo di distruzione di massa, e le moderne tecnologie di pesca vengono considerate in alcuni casi come responsabili delle attività più distruttive

³⁷ FAO, *Code of Conduct for Responsible Fisheries*, Roma, FAO, 1995.

della Terra.³⁸ L'importanza di questo fenomeno è data anche dal ruolo che esso ha nell'alterazione delle strutture e funzioni di habitat naturali. Numerosi studi hanno cercato di tradurre in termini pratici la gravità delle conseguenze dovute a questa pratica di pesca irresponsabile, ad esempio la ricerca dei biologi Valentine J. F. e Heck K. L. (2005) riporta alcune delle alterazioni più evidenti registrate in alcune insenature del territorio in Alaska: qui la migrazione forzata delle orche nei pressi della costa ha modificato la quantità di interazioni tra le lontre marine e le loro prede erbivore, i ricci di mare; questa alterazione ha provocato la perdita di una grande quantità di foreste di alghe. Ancora, lo stesso studio riporta come un'intensa attività di cattura di pesci predatori provoca in molti casi cambiamenti sostanziali nell'habitat delle loro prede, come ad esempio i ricci di mare che, aumentati esponenzialmente di numero a causa dell'assenza di grandi predatori, provocano una maggiore erosione delle barriere coralline che vengono rimpiazzate da alghe e altre erbe marine.³⁹ Questi sono solo alcuni degli esempi delle conseguenze che l'*overfishing* ha sull'ambiente, ma questa consapevolezza è nata soltanto in tempi recenti, in quanto la maggior parte delle teorie sull'ecologia marina si sono sviluppate soltanto quando i drammatici impatti della pesca erano già evidenti, e gli ecosistemi marini erano già al collasso, minacciando di privare i Paesi in via di sviluppo di un'essenziale fonte di cibo.

Nel Codice, proprio a questo proposito è rivolta infatti l'attenzione ai Paesi in via di sviluppo o sottosviluppati, e a quelle piccole isole per cui la pesca si presenta come unico mezzo di sostentamento per la popolazione ed essenziale fattore per l'economia. In questo caso le direttive del codice richiedono di riconoscere le circostanze particolari in cui questi Paesi si trovano, rispettando i loro bisogni e le loro difficoltà con assistenza tecnica, supporto scientifico e in materia di accesso alle risorse. Si tratta di azioni necessarie che, pur riconoscendo l'importanza economica, sociale e culturale della pesca così come degli interessi degli stakeholder coinvolti, prendono in seria considerazione le caratteristiche e fragilità biologiche delle risorse e degli ecosistemi in questione.⁴⁰

³⁸ C. Clover, *End of the Line: How overfishing is changing the world and what we eat*, London, Ebury Press, 2004

³⁹ J. F. Valentine, K. L. Heck Jr, "Perspective review of the impacts of overfishing on coral reef food web linkages", *Coral Reefs*, 24:2 (2005), pp. 209-213

⁴⁰ <https://www.fao.org/home/en/> (Code of Conduct for Responsible Fisheries, settembre 2022)

Numerose fonti e organizzazioni impegnate nella salvaguardia dell'ambiente, alla luce della situazione e dei dati che emergono a riguardo, affermano che la pesca sia uno dei fattori più responsabili del declino della fauna selvatica negli oceani, ma soltanto nel caso in cui i pescherecci catturano le proprie prede ad una velocità che supera la capacità di ripopolamento degli stock presi in considerazione. È questo ciò che rende l'*overfishing* un fenomeno globalmente preoccupante: la continua spinta degli ambienti marini oltre i propri limiti biologici. Una delle cause da ricercare al principio di questo fenomeno è senza dubbio la pesca illegale e, di conseguenza, il commercio illegale di alcune specie di pesci. La percentuale di catture avvenute illegalmente è stimata al 30% del totale su scala internazionale, come affermato sul sito web ufficiale del WWF.⁴¹ Quest'ultimo afferma inoltre che il fenomeno appena citato rappresenta un business dal valore di 36.4 miliardi di dollari all'anno, il quale sfrutta un sistema di produzione a catena non del tutto trasparente e la mancanza di un sistema adeguato in grado di tracciare il prodotto dal momento della cattura fino all'acquisto da parte del consumatore. Un'altra tra le cause individuate dalle organizzazioni coinvolte nello studio di questo fenomeno è la presenza significativa di quelli che sono conosciuti come "sussidi"; si tratta di una sorta di supporto economico fornito dalle grandi industrie coinvolte nel commercio di pesce per compensare i costi del business: è così che i pescherecci vengono spinti nella condizione di *over capacity*, ovvero di sovraccarico, in quanto i costi reali delle operazioni vengono in questo modo distorti.⁴² Questa condizione di sovraccarico provocata dal meccanismo di *overfishing* desta non poche preoccupazioni: l'oceano è solcato oggi da più di 4 milioni di pescherecci di diverse dimensioni, i quali continuano a migliorare ed aumentare la propria capacità ed efficienza di cattura di pari passo con il progresso scientifico e tecnologico; come è facile intuire, però, maggiore è la quantità di pesce e prodotti ittici che un peschereccio riuscirà a raccogliere, maggiore sarà l'impatto e la pressione che esso eserciterà su tutto l'ecosistema marino, sulla sua struttura e le sue funzioni.

La situazione iniziò a destare le prime reali preoccupazioni con l'avvento degli anni Ottanta, quando divenne evidente che le risorse ittiche non avrebbero potuto sostenere a lungo i ritmi frenetici del rapido e spesso incontrollato sfruttamento e sviluppo che

⁴¹ <https://www.worldwildlife.org/> (*Overfishing*, settembre 2022)

⁴² Ibidem

l'aumento della domanda imponeva. In questo periodo, infatti, numerose furono le proposte di legge portate avanti da diversi Paesi del mondo in vista di una migliore gestione delle risorse; ad esempio, come riportato nel Codice stesso, quest'ultimo ha come obiettivo quello di guidare gli Stati in conformità con quanto indica la giurisdizione internazionale in ambito marino, e non sostituire o ostacolare gli accordi e i provvedimenti che i singoli Stati hanno intrapreso al di fuori del Codice. In particolare, esso fa riferimento alla Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (*United Nations Convention on the Law of the Sea*), che, adottata nel 1982, definisce per la prima volta un regime legislativo che governa ufficialmente l'uso dei mari e degli oceani. Quello dello sfruttamento delle risorse idriche fu un problema che ricevette un'attenzione relativamente tardiva, molto probabilmente in quanto ciò che accade lontano dalla terra ferma, nascosto nelle profondità oceaniche o comunque al di sotto della superficie direttamente osservabile dall'uomo, è molto meno evidente di quanto invece accade sul suolo terrestre, e fu quindi trascurato dall'opinione pubblica e, di conseguenza, poco considerato dalle politiche internazionali che avrebbero potuto regolare il sovrasfruttamento delle risorse.

In tempi molto recenti si è sviluppata inoltre una nuova consapevolezza volta a far luce su un altro fenomeno, strettamente correlato al sovra-sfruttamento delle acque e delle sue risorse: si tratta del fenomeno dell'*ocean grabbing*, il quale necessita di un ragionamento attento per comprendere il suo ruolo nella situazione di crisi attuale. È un termine che al giorno d'oggi viene usato per indicare una grande varietà di contesti, collegati alla gestione dell'attività di pesca, alle iniziative volte a regolarla e alle varie transazioni e sviluppi che hanno a che fare con essa. Questo termine è stato sfruttato in ambito ittico in seguito alla sua popolarità nel contesto parallelo del *land grabbing*, ovvero l'appropriazione di territori anche molto lontani geograficamente da parte di società e governi nazionali e transnazionali, con l'obiettivo di sfruttare le risorse che esso poteva offrire, dalla produzione di carburante all'industria alimentare. Nel corso della storia sono state molteplici le occasioni di appropriazione di territori e risorse da parte dei governi, e con il tempo tali appropriazioni hanno subito mutamenti, a causa dei diversi scopi e sviluppi di ogni nazione coinvolta. La stessa cosa accadde per il controllo di zone marittime soprattutto lontane dalla costa, e quindi difficilmente supervisionate dalle autorità internazionali. Uno studio di N. J. Bennett, H. Govan e T.

Satterfield ha proposto una definizione tecnica del fenomeno dell'*ocean grabbing*, che viene riportata integralmente qui di seguito:

Ocean Grabbing refers to dispossession or appropriation of use, control or access to ocean space or resources from prior resource users, rights holders or inhabitants. Ocean grabbing occurs through inappropriate governance policies and might employ acts that undermine human security or livelihoods or produce impacts that impair social-ecological well-being. Ocean grabbing can be perpetrated by private institutions or private interests.⁴³

In termini pratici, questa definizione sottolinea il carattere di appropriazione illegale messa in atto dal fenomeno, nel momento in cui un certo governo sfrutta le risorse che si trovano sotto il controllo legittimo di altri attori, spesso mettendo in pratica un uso irresponsabile dello spazio marittimo in questione. Questa è una pratica guidata da interessi economici che appartengono spesso ad istituzioni private, che poca attenzione rivolgono al benessere delle comunità locali e dell'ecosistema marino. A proposito di ciò, le risorse obiettivo di questo fenomeno, oltre che a riferirsi all'appropriazione indebita di stock di pesca e particolari specie, possono essere anche di tipo non vivente, facenti parte dell'ambiente naturale come ad esempio roccia, sabbia, idrocarburi e minerali che si trovano nel substrato del fondale. A questa lista si aggiungono entità spaziali quali spiagge, barriere coralline, foreste di mangrovie e alghe, sempre in vista di un interesse economico spesso collegato al prestigio del luogo, che può risultare di grande importanza storica e quindi significativo dal punto di vista turistico.

All'interno di questo stesso studio è stata esplorata la caratteristica degradante dell'*ocean grabbing*: gli autori affermano infatti che un tratto distintivo del fenomeno è l'effetto negativo che esso ha sui precedenti utilizzatori delle risorse oggetto dello sfruttamento e sugli abitanti del territorio che affidavano la propria sopravvivenza a queste risorse. Le piccole comunità costiere sono infatti le più vulnerabili in questo caso, i pescatori di piccola scala vengono marginalizzati poiché minacciati dal potere economico delle istituzioni che mettono in atto il fenomeno. È proprio tramite la marginalizzazione delle comunità locali che si riconosce la reale gravità dell'impatto negativo, poiché questo porta con sé una serie di comportamenti e situazioni ad esso

⁴³ N. J. Bennett, H. Govan, T. Satterfield, "Ocean grabbing", *Marine Policy*, 57 (2015), pp. 61–68.

correlate, ad esempio la corruzione, la privatizzazione progressiva e i danni ambientali che minano alla sicurezza alimentare e della popolazione. La chiusura di spazi precedentemente liberi e di dominio pubblico di una certa comunità allontana quest'ultima dalla possibilità di sostentamento, essa infatti non sarà in grado di procurarsi una quantità di cibo adeguata e sarà costretta a recarsi altrove.

Una fonte istituzionale che fu tra i primi a rivolgere l'attenzione verso l'*ocean grabbing* è il portavoce delle Nazioni Unite Olivier De Schutter, che si occupò di sicurezza alimentare, economia e diritti sociali. Nel 2012, durante un suo intervento nell'ambito del diritto all'alimentazione, affermò per la prima volta che l'esistenza di accordi fumosi e non del tutto trasparenti sulle concessioni di pesca provocano seri danni al benessere dei pescatori di piccola scala, portano a catture non dichiarate di specie anche in pericolo di estinzione e l'invasione di acque protette. Queste osservazioni rendono evidente l'idea che il fenomeno dell'*ocean grabbing* sia tanto dannoso quanto il più antico fenomeno del *land grabbing*, invocando così un'azione rapida da parte delle istituzioni e delle autorità nazionali volta a frenare queste pratiche insostenibili.⁴⁴

Nel suo intervento alle Nazioni Unite sostiene che, a causa della pesca eccessiva messa in atto da organizzazioni irresponsabili, i pescherecci e gli attori coinvolti nelle attività di pesca si vedono costretti a spostarsi in zone marine di cui non avevano il libero accesso, infrangendo così le regole e ignorando le strategie di conservazione dell'ambiente e delle specie protette. A questo proposito egli formulò la necessità di intervento da parte degli Stati, proponendo una revisione urgente delle licenze di accesso alle zone di pesca e l'istituzione di un meccanismo di supervisione più potente, così da impedire le catture illegali e non dichiarate incontrando le richieste e necessità delle piccole comunità di pescatori che subiscono i danni più consistenti.⁴⁵

1.2. COMMERCIO E SVILUPPO DI PRODOTTI ITTICI

Analizzando alcuni documenti ufficiali forniti dalla FAO, è possibile dunque rendersi conto di come la pesca e l'acquacoltura abbiano aumentato la portata della loro importanza economica e sociale nel corso degli anni.

⁴⁴ <http://www.srfood.org/> (*Ocean Grabbing as Serious a Threat as Land Grabbing*, settembre 2022)

⁴⁵ Ibidem

L'esponenziale aumento dello sfruttamento dei mari così come segnalato dal *Code of Conduct for Responsible Fisheries* risulta allo stesso modo evidente in termini pratici dalle statistiche emerse nei report compilati da esperti del settore per conto della FAO. Questo è il caso della pubblicazione *The State of World Fisheries and Aquaculture*, che si occupa di tenere sotto controllo lo stato della pesca e dell'acquacoltura a livello globale, fornendo dati e statistiche utili allo sviluppo di tecniche di gestione responsabili. In particolare l'edizione del 2020, che prende in esame i dati raccolti fino al mese di marzo 2020, è presentata con il sottotitolo *Sustainability in Action*, confermando così la necessità di operare al più presto un cambiamento nella gestione delle risorse ittiche verso un futuro più sostenibile biologicamente.

Inoltre, è importante notare come l'edizione del 2020 sia fondamentale dal punto di vista scientifico, ma anche della ricerca sociale, in quanto mostra la realtà dei dati poco prima dell'impatto che la pandemia da COVID-19 avrebbe avuto sul settore in questione, con rilevanti conseguenze socio-economiche che saranno prese in esame nell'edizione successiva. *The State of World Fisheries and Aquaculture* è infatti l'unica pubblicazione che si occupa di informare il lettore interessato sulle più importanti tendenze e sugli schemi messi in opera nel settore ittico, analizzando i cambiamenti avvenuti nel corso degli anni e, a partire da ciò, provare ad immaginare possibili miglioramenti futuri.

	1986–1995	1996–2005	2006–2015	2016	2017	2018
	Average per year					
	(million tonnes, live weight)					
Production						
Capture						
Inland	6.4	8.3	10.6	11.4	11.9	12.0
Marine	80.5	83.0	79.3	78.3	81.2	84.4
Total capture	86.9	91.4	89.8	89.6	93.1	96.4
Aquaculture						
Inland	8.6	19.8	36.8	48.0	49.6	51.3
Marine	6.3	14.4	22.8	28.5	30.0	30.8
Total aquaculture	14.9	34.2	59.7	76.5	79.5	82.1
Total world fisheries and aquaculture	101.8	125.6	149.5	166.1	172.7	178.5
Utilization²						
Human consumption	71.8	98.5	129.2	148.2	152.9	156.4
Non-food uses	29.9	27.1	20.3	17.9	19.7	22.2
Population (billions) ³	5.4	6.2	7.0	7.5	7.5	7.6
Per capita apparent consumption (kg)	13.4	15.9	18.4	19.9	20.3	20.5
Trade						
Fish exports – in quantity	34.9	46.7	56.7	59.5	64.9	67.1
Share of exports in total production	34.3%	37.2%	37.9%	35.8%	37.6%	37.6%
Fish exports – in value (USD billions)	37.0	59.6	117.1	142.6	156.0	164.1

Figura 1. Produzione, uso e commercio delle risorse ittiche dal 1986 al 2018. FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action*, Rome, 2020 - World fisheries and aquaculture production, utilization and trade.

	1990s	2000s	2010s	2018	2019	2020
	Average per year					
	Million tonnes (live weight equivalent)					
Production						
Capture:						
Inland	7.1	9.3	11.3	12.0	12.1	11.5
Marine	81.9	81.6	79.8	84.5	80.1	78.8
Total capture	88.9	90.9	91.0	96.5	92.2	90.3
Aquaculture:						
Inland	12.6	25.6	44.7	51.6	53.3	54.4
Marine	9.2	17.9	26.8	30.9	31.9	33.1
Total aquaculture	21.8	43.4	71.5	82.5	85.2	87.5
Total world fisheries and aquaculture	110.7	134.3	162.6	178.9	177.4	177.8
Utilization²						
Human consumption	81.6	109.3	143.2	156.8	158.1	157.4
Non-food uses	29.1	25.0	19.3	22.2	19.3	20.4
Population (billions) ³	5.7	6.5	7.3	7.6	7.7	7.8
Per capita apparent consumption (kg)	14.3	16.8	19.5	20.5	20.5	20.2
Trade						
Exports – in quantity	39.6	51.6	61.4	66.8	66.6	59.8
Share of exports in total production	35.8%	38.5%	37.7%	37.3%	37.5%	33.7%
Exports – in value (USD 1 billion)	46.6	76.4	141.8	165.3	161.8	150.5

Figura 2. Produzione, uso e commercio delle risorse ittiche dagli anni Novanta al 2020. FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*, Rome, FAO, 2022 - World fisheries and aquaculture production, utilization and trade.

Nella figura 1 è possibile osservare come la produzione, l'uso e il commercio di pesce⁴⁶ sia aumentato rispetto a quanto emerge dai dati disponibili risalenti al 1986. La produzione totale di prodotti ittici raggiunge un picco di 178.9 milioni di tonnellate nel corso del 2018, a quanto risulta dai dati aggiornati ricavati dall'edizione del 2022, come riportato nella figura 2. Di queste, 96.5 milioni si riferiscono alle catture in mare, mentre i restanti 82.5 milioni sono da ricondurre all'attività di acquacultura. Si tratta di numeri estremamente elevati se si considera che dal 1986 al 1995 è stata calcolata una media annuale di 101.8 milioni di tonnellate per quanto riguarda la produzione totale di pesce. Questi valori registrano però un progressivo declino nel corso del 2019 fino all'avvento della pandemia da COVID-19 nel 2020, che ha agito come un freno alle attività di pesca

⁴⁶In questo caso, il termine "pesce" include anche crostacei, molluschi e altri animali acquatici tranne mammiferi, rettili e alghe.

e acquacoltura, ma in generale a tutto il settore della produzione di cibo e del commercio. La decrescita di produzione ittica nel 2019 è dovuta in particolare alla diminuzione di catture di specie pelagiche, come le acciughe in territorio cinese. Questo declino è però compensato da una continua crescita di prodotti provenienti dalle acquaculture, anche se ad un tasso di crescita annuo più lento, nel 2019 e nel 2020 si registra infatti un tasso di crescita corrispondente al 2.6%, contro una media del 4.6% annuo nel periodo compreso tra il 2010 e il 2018. È importante sottolineare che questi tassi di crescita e declini variano in maniera significativa a seconda della regione geografica: l'Asia è infatti il territorio con il più alto tasso di produzione ittica al mondo anche nel corso del 2020, rappresentando il 70% della produzione mondiale, e in particolare la Cina, che detiene una quota che raggiunge addirittura il 35% del totale. Quest'ultima è seguita dall'India (8%), Indonesia (7%), Vietnam (5%) e Perù (3%): questi cinque Paesi sono responsabili del 58% della produzione mondiale proveniente da pesca e acquacoltura registrata nel 2020.⁴⁷

⁴⁷ FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*, Rome, FAO, 2022

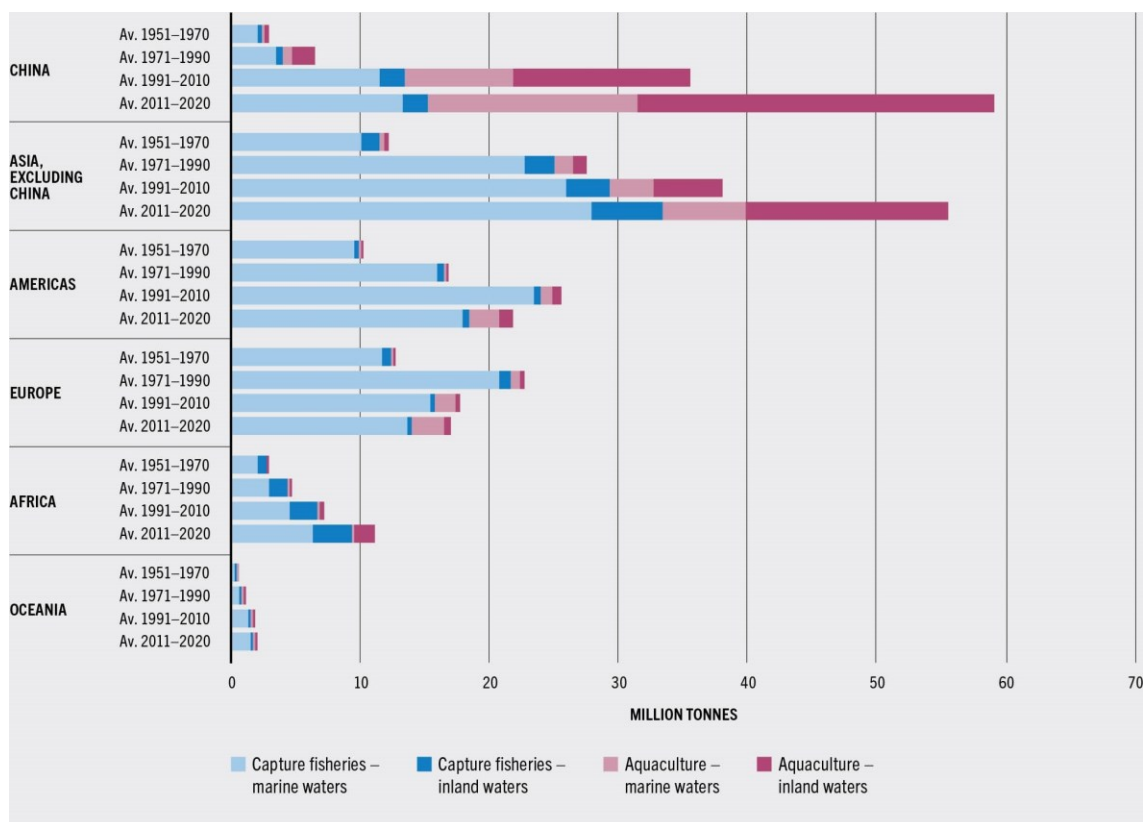


Figura 3. Variazione cronologica dei contributi regionali alla produzione ittica mondiale, considerando sia le catture in mare aperto che le acquaculture. FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*, Rome, FAO, 2022 - Regional contribution to world capture fisheries and aquaculture production.

Dai dati riportati nella figura 3 risulta evidente che la produzione totale proveniente dalla pesca e dall'acquacoltura ha visto, negli ultimi decenni, un considerevole aumento in tutti i continenti, ad eccezione però dell'Europa, la quale ha riportato invece una graduale diminuzione in questo settore già a partire dagli anni Ottanta. Anche l'America non ha vissuto un costante aumento della produzione, a parte il picco raggiunto negli anni Novanta.

Nel 2018, la quantità di prodotto destinato al consumo umano, quindi alla vendita sottoforma di cibo, equivale ad un totale di 156.4 milioni di tonnellate, mentre i 22.2 milioni di tonnellate restanti sono destinati ad un uso non commestibile per l'uomo, ad esempio per la produzione di mangime per pesci oppure olio di pesce.

A quanto risulta dai dati forniti dalla FAO, il consumo umano di pesce è aumentato del 3.1% ogni anno a partire dal 1986, una percentuale che rappresenta quasi il doppio di quella che invece è indicata per calcolare l'aumento della popolazione mondiale, che cresce dell'1.6% ogni anno. Questo dato è strettamente legato al consumo pro capite di

pesce che, se nel 1986 raggiungeva una media di 13.4kg a testa, nel 2018 risulta invece essere di 20.5kg. È evidente quindi che la domanda di pesce continua a crescere di anno in anno, in ogni zona del mondo secondo intensità variabili, e ciò implica ad ogni modo un importante fattore: una grande parte del business internazionale e il mondo del lavoro dipendono dalla capacità produttiva degli stock di pesca e acquacoltura, che stanno però diminuendo la loro caratteristica qualitativa. Il pesce è considerato come la merce alimentare che possiede uno dei più alti tassi di commerciabilità, e questo settore ha conquistato negli anni un valore di 362 miliardi di dollari nell'industria globale.⁴⁸ È lecito dunque ricordare che milioni di persone che vivono in comunità costiere e in via di sviluppo affidano la propria sopravvivenza alla partecipazione a questo mercato, mentre la metà della popolazione mondiale considera questo prodotto e i suoi derivati come principale fonte di proteine. Se la quantità di pesce disponibile diminuisce, a causa di errate e irresponsabili attività di cattura delle specie, diminuiranno di conseguenza anche le economie costiere e il lavoro dei pescatori, che sempre di più saranno spinti ad adottare simili tecniche, ricadendo in un problema circolare di degradazione dell'ambiente e della qualità del cibo.

L'importanza dei dati pubblicati annualmente dalla FAO è fondamentale in quanto, tramite dettagliati report ufficiali, ci fornisce un'idea sulla situazione globale in cui si trovano le acque dell'entroterra e gli oceani. Un interessante studio, però, è stato portato avanti dal biologo marino Daniel Pauly, che esprime le sue perplessità a riguardo. Egli non mette in dubbio la natura informativa dei report FAO, in particolare riferendosi alle pubblicazioni di *The State of World Fisheries and Aquaculture*, ma con la sua attività di ricerca vuole dimostrare come i dati forniti in questa sede non siano pienamente esaustivi e fedeli della reale situazione in cui versano gli oceani. Afferma di poter affermare ciò a partire dalla costituzione stessa del report in questione: si tratta dell'insieme di dati che vengono forniti all'Organizzazione dalle varie nazioni e regioni, e per questo potrebbero ignorare diverse realtà di pesca illegale, che sfuggono al controllo delle istituzioni e delle autorità, ma che svolgono un ruolo di primo piano nel meccanismo dell'*overfishing*. È per questo motivo che, aiutato dal suo team di ricercatori, nel 2015 iniziò a progettare un atlante di dati raccolti sul campo, con

⁴⁸ <https://www.worldwildlife.org/> (*Overfishing*, settembre 2022)

l'intento di dimostrare la reale stima dell'attività di sovrasfruttamento degli stock di pesca e catture illegali a livello globale che, secondo le dichiarazioni del biologo, dovrebbe riportare una maggiorazione del 50% rispetto ai dati presenti nei report FAO nel caso di Paesi economicamente sviluppati, mentre afferma la probabilità di una percentuale ancora più elevata nel caso di Paesi sottosviluppati o in via di sviluppo.⁴⁹ Il suo lavoro è stato comunque fortemente criticato dalla FAO, fu infatti accusato di servirsi di una metodologia di raccolta di dati inaffidabile, in quanto basata su campioni giudicati troppo piccoli, i quali possono facilmente provocare delle sopravvalutazioni. Un'altra considerazione importante portata avanti dalla FAO è che le statistiche riguardanti casi di pesca illegale vengono in genere inserite in report speciali redatti appositamente per questo scopo, ad esempio il report *The Sunken Billion* del 2008, che riconobbe il problema della presenza di catture in mare non registrate dai canali ufficiali di divulgazione. Malgrado i vari interventi delle due parti coinvolte, il problema emerso dalle ricerche del biologo marino Daniel Pauly non può essere totalmente ignorato, e il dibattito da questo punto di vista è ancora oggi aperto.

1.3. LO STATO DELLE RISORSE⁵⁰

Il pesce e in generale tutte le risorse ittiche furono per troppo tempo considerate come naturalmente rinnovabili, illimitatamente disponibili al soddisfacimento dei bisogni dell'uomo. Oggi, però, numerose sono le prove che dimostrano come molte tipologie di pesce, ad esempio il merluzzo bianco, lo sgombero norvegese, il merluzzo di roccia del territorio antartico e il tonno pinna blu dell'Atlantico occidentale, stiano vivendo le terribili conseguenze della pesca irresponsabile, e non riescono sostenere i ritmi di riproduzione necessari alla sopravvivenza.

Sulla base delle valutazioni FAO, in particolare per quanto riguarda la pesca marittima, la quantità di stock ittici che rientra nei livelli di sostenibilità biologica è diminuita fino a raggiungere una percentuale di 64.6 nel 2019, ovvero l'1.2% in meno rispetto al 2017. Nel 1974, invece, gli stock biologicamente sostenibili arrivavano a rappresentare il 90% del totale. Ciò fa capire quanto nel corso del tempo le condizioni delle aree di pesca e

⁴⁹ D. Cressey, "Eyes on the Ocean", *Nature*, 2015, 519, 280

⁵⁰ I dati riportati in questo paragrafo sono presi da "FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation* Rome, FAO, 2022"

acquacoltura si siano deteriorate significativamente, in quanto sfruttate senza tenere conto della riabilitazione delle specie e di molti altri fattori che saranno in seguito presi in esame. Al contrario, la percentuale di stock trattati a livelli insostenibili dal punto di vista biologico è gradualmente aumentata a partire dalla fine degli anni Settanta, nel dettaglio si tratta di un aumento che va dal 10% di stock non sostenibili nel 1974 ad un 35.4% nel 2019. Ciò permette di comprendere quanto l'azione incontrollata dell'uomo abbia influito negativamente sullo stato di salute degli ambienti di pesca e acquacoltura, e quanto sia necessario invertire la tendenza che sta portando questi ultimi ad un degrado sempre più consistente dal punto di vista salutare e del rischio biologico. Esistono comunque delle zone in cui storicamente la pesca praticata non ha ricoperto un ruolo preponderante per il commercio, anche a causa delle risorse finanziarie ridotte, che imponevano l'utilizzo di stock sotto-sfruttati. Infatti, per quanto riguarda la distribuzione sul territorio, il Pacifico sud orientale si è rivelata essere la zona con la più alta percentuale di stock sfruttati a livelli insostenibili per un totale del 66.7% delle aree di pesca, seguita dal Mediterraneo e dal Mar Nero con il 63.4%. Al contrario, l'area del Pacifico nord orientale e centro orientale e il Pacifico sud occidentale e centro occidentale presentano la più bassa percentuale di stock non sostenibili, variando dal 13 al 23%.

Un dato importante da analizzare riguarda le tipologie di specie marine che più hanno vissuto l'impatto dello sfruttamento umano e del fenomeno dell'*overfishing*, così da determinare quali possono essere i trend di consumo e di richiesta a livello globale. Le dieci specie maggiormente pescate nel 2019 sono state l'acciuga, il merluzzo d'Alaska, il tonno striato, l'aringa atlantica, il tonno pinna gialla, il melù (o potassolo), la sardina europea, lo sgombero cavedano del Pacifico, il merluzzo bianco e il pesce coltello. I dati forniti dalle pubblicazioni FAO mettono in risalto che in media il 66.7% degli stock appartenenti a queste dieci specie sono trattati nei limiti della sostenibilità biologica, ma la sardina europea, il merluzzo bianco e l'aringa atlantica presentano in proporzione la più alta percentuale di stock soggetti al fenomeno dell'*overfishing*.

È possibile affermare che gli stock di tonno sono in assoluto i più rilevanti sia dal punto di vista della quantità di prodotto catturato, sia per il grande valore economico che esso estende al commercio internazionale, e inoltre la loro gestione è soggetta ad ulteriori sfide a causa dell'elevata e spesso irregolare migrazione di questa specie. È per la loro

importanza che questi stock sono monitorati con una maggiore attenzione, anche se degli stock delle principali specie di tonno commerciali solo il 66.7% rientra nei livelli di sostenibilità biologica e di queste ultime si ha una conoscenza scientifica comunque limitata, caratterizzata da incertezza. La domanda di tonno sul mercato internazionale è fortemente elevata, rappresenta infatti il 15% delle catture totali per quanto riguarda la pesca su piccola scala, e per questo le flotte di pescherecci adibiti alla cattura di tonno si trovano continuamente in una situazione di sovraccapacità. È in casi come questo che una gestione più efficiente di questo tipo di risorse si rivela necessaria, perché porterebbe ad una migliore condivisione di dati e di conoscenza per un controllo più efficace della produzione.

Diversa è invece la condizione delle risorse provenienti dalla pesca in acque dell'entroterra. Importanti fattori ambientali come la temperatura, il flusso delle risorse idriche e i sistemi acquatici stagionali influenzano la qualità e la quantità della produttività e la resistenza di queste zone di pesca. Queste ultime sono abitate da particolari specie che hanno la capacità di adattarsi e trarre vantaggio dalla forte variabilità dell'ecosistema in cui vivono, che può essere di tipo artico, montano, temperato, tropicale, lacustre, fluviale. Il rendimento di questa tipologia di stock situati nell'entroterra è strettamente collegato alla qualità e quantità di acqua a disposizione dei pesci e altre creature acquatiche, ma soprattutto è collegato alla grandezza e alla salute dell'habitat in cui possono completare il loro ciclo di vita.

Nelle zone costituite da pianure alluvionali tropicali si trovano alcune delle più grandi aree di pesca dell'entroterra, e su di esse fanno affidamento intere popolazioni per la loro sopravvivenza; la variabilità annuale delle inondazioni del territorio determina infatti il tasso di crescita e sviluppo delle specie acquatiche coinvolte e, dunque, la grandezza degli stock, che svilupperanno o meno la capacità di ripristinare il proprio ciclo produttivo. Gran parte di questi bacini si trovano però nei Paesi meno sviluppati, a basso reddito e in deficit alimentare, e per questa ragione risulta estremamente complicato organizzare un monitoraggio preciso della situazione nei singoli stock: dal momento che le risorse sia umane che finanziarie sono fortemente limitate in questi territori, e considerata la dispersione dei vari bacini che spesso eccedono i confini territoriali dei vari Paesi coinvolti e la non disponibilità di mezzi e tecnologie adeguate, le autorità locali che dovrebbero occuparsi della gestione delle risorse incontrano

numerose difficoltà nella raccolta di dati e informazioni necessarie sullo stato degli stock, che resta indefinito. È ragionevole dunque affermare che senza un'adeguata valutazione della situazione l'impatto sulla biodiversità e sulla qualità del prodotto causato dalla pesca non verrà contabilizzato a dovere, provocando così danni e degradazione dell'ambiente naturale e dell'intero sistema.

Per quanto riguarda l'attenzione rivolta alla protezione dello stato delle risorse idriche, in tempi relativamente recenti la questione instabile e problematica della pesca appena descritta è stata ripresa in particolar modo in occasione della campagna portata avanti dalle Nazioni Unite a partire dal 2015, che vide l'individuazione di alcuni obiettivi di sviluppo sostenibile, i quali formano la cosiddetta *Agenda 2030*, basata sulla stretta correlazione tra il benessere dell'essere umano e la salute dei sistemi naturali. Uno degli obiettivi riguarda proprio lo sfruttamento dei mari e delle sue risorse: si è rivelato urgente, a questo proposito, definire la necessità di protezione degli ecosistemi marini, in particolare come indicato dal quattordicesimo obiettivo ("Conservare e utilizzare in modo sostenibile gli oceani, i mari e le risorse marine"). Dalla stesura di questo obiettivo internazionale comprendiamo come le risorse in questione si trovino in uno stato di pericolo a causa del sovra-sfruttamento dei mari che minaccia la biodiversità, già gravemente danneggiata dall'inquinamento delle acque che provoca un fenomeno di acidificazione degli oceani. Alcune delle proposte che le Nazioni Unite si impegnano a perseguire riguardano infatti la prevenzione e una significativa riduzione dell'inquinamento e dei rifiuti presenti nell'ambiente marino, tramite maggiori e più effettivi controlli da parte dei governi che dovranno collaborare con la ricerca scientifica per un miglioramento tecnico dei mezzi di produzione. A ciò si aggiunge la necessità di porre sotto stretta protezione almeno il 10% delle aree marine e costiere, così da tutelare lo stato delle risorse coinvolte attraverso una legislatura internazionale basata su un progresso scientifico che rispetti e sostenga il benessere degli ecosistemi.⁵¹

In uno studio portato avanti dai ricercatori e biologi Rees S., Foster N., Langmead O., Pittman S. e Johnson D. si rivolge l'attenzione ad alcuni elementi presenti nel quattordicesimo obiettivo dell'Agenda 2030 che furono ispirati da quanto emerse durante la Convenzione sulla Diversità Biologica tenutasi ad Aichi nel 2010, che

⁵¹ <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/en/home.html> (Goal 14: Conserve and Sustainably Use the Oceans, Seas and Marine Resources for Sustainable Development, settembre 2022)

individuò 20 obiettivi da raggiungere nel lasso di tempo compreso tra il 2011 ed il 2020. In particolare, i ricercatori fanno riferimento all'obiettivo di Aichi numero 11, che prevedeva il rinforzo e la conservazione almeno del 17% delle acque presenti nell'entroterra, e del 10% delle aree marine e costiere che svolgono un ruolo importante per la biodiversità e l'ecosistema. Si tratta di una visione tradizionale e quantitativa della protezione dell'ambiente naturale, che fu ripresa dalle Nazioni Unite per la stesura dell'obiettivo 14 dell'Agenda 2030, ponendo una maggiore enfasi sul contesto economico e sociale nel quale queste misure di conservazione devono essere attuate, individuando così l'importanza di un supporto allo sviluppo economico, alla sostenibilità ambientale e all'inclusione sociale.⁵²

Il lato negativo da considerare in merito agli obiettivi individuati nel 2010 dimostra che nessuno di questi obiettivi è stato raggiunto entro la "data di scadenza" indicata: un report delle Nazioni Unite pubblicato nel 2020 annuncia che, malgrado i progressi registrati in alcune aree oggetto della Convenzione di Aichi, un enorme numero di specie, sia terrestri che marine, rimangono gravemente minacciate dalle attività irresponsabili dell'uomo, che continua a degradare e frammentare gli ecosistemi. Non è stato possibile infatti porre in condizioni di tutela la percentuale di acque oceaniche e dell'entroterra che era stata definita, e le proporzioni degli stock di pesca in condizioni di sovra-sfruttamento sono addirittura aumentate di un terzo nel periodo di tempo che va dal 2011 al 2020. Questo dato sottolinea il fallimento dei propositi inseriti nella Convenzione, che a quanto afferma il segretario esecutivo della stessa David Cooper, è dovuto alla mancata comprensione della reale gravità della situazione da parte di governi e istituzioni che avrebbero potuto finanziare opere di sostenibilità, denunciando come questi stessi governi continuano ad investire grandi quantità di fondi in attività che mettono a rischio la biodiversità.⁵³

1.4. METODI UTILIZZATI PER LA PESCA COMMERCIALE

⁵² S. Rees, N. Foster, O. Langmead, S. Pittman et al., "Defining the qualitative elements of Aichi Biodiversity Target 11 with regard to the marine and coastal environment in order to strengthen global efforts for marine biodiversity conservation outlined in the United Nations Sustainable Development Goal 14", *Marine Policy*, 2018, 93: 241-250.

⁵³ <https://www.theguardian.com/international> (World Fails to Meet a Single Target to Stop Destruction of Nature, settembre 2022)

A questo punto, una volta definito il problema centrale su cui questa tesi si focalizza, è importante osservare nel dettaglio quali sono le tipologie e le tecniche utilizzate per lo sfruttamento dei mari a scopi commerciali, così da fare chiarezza sui metodi e le problematiche che ne conseguono. Lo sviluppo della tecnologia ha fatto sì che negli ultimi decenni si prestasse una maggiore attenzione a come applicare metodi sempre più efficaci all'attività di pesca per trarne un profitto più consistente, in vista del grande valore economico che questa attività possiede su scala globale. L'affinamento di mezzi e strumentazioni del mestiere ha infatti come obiettivo quello di permettere la sopravvivenza e la partecipazione all'interno di un mercato competitivo che è in continuo aggiornamento.

Per poter sfruttare le risorse degli ambienti marini, la pesca commerciale si serve maggiormente di reti, le quali differiscono tra loro nelle modalità in cui vengono costruite, l'impiego e la tipologia di pesce che dovranno catturare. L'organizzazione europea Eurogroup For Animals che ha collaborato con il Parlamento Europeo ha proposto in un recente studio una suddivisione dettagliata delle tipologie di reti utilizzate, esplorandone le caratteristiche tecniche ma soprattutto i possibili danni che esse possono causare all'ecosistema marino. Inizialmente, l'organizzazione fa una distinzione tra le tre principali metodologie di pesca:

- Sistemi di pesca che utilizzano attrezzi trainati o trascinati, come le reti a strascico di fondo, a mezz'acqua o pelagiche, oppure per la pesca con draghe.
- Sistemi di pesca a circuizione, come le reti a ciancio o a circuizione.
- Sistemi di pesca statici, come l'impiego di reti fisse, reti da posta derivanti, palangari, lenze e canne, nasse e trappole.⁵⁴

Per quanto riguarda il primo gruppo individuato da questo studio, possiamo affermare che ad esso appartengono alcune delle tipologie di reti più utilizzate nel campo della pesca commerciale.

⁵⁴ D. Waley, M. Harris, I. Goulding, et al., *Catching Up: Fish Welfare in Wild Capture Fisheries*, Eurogroup for Animals, 2021.

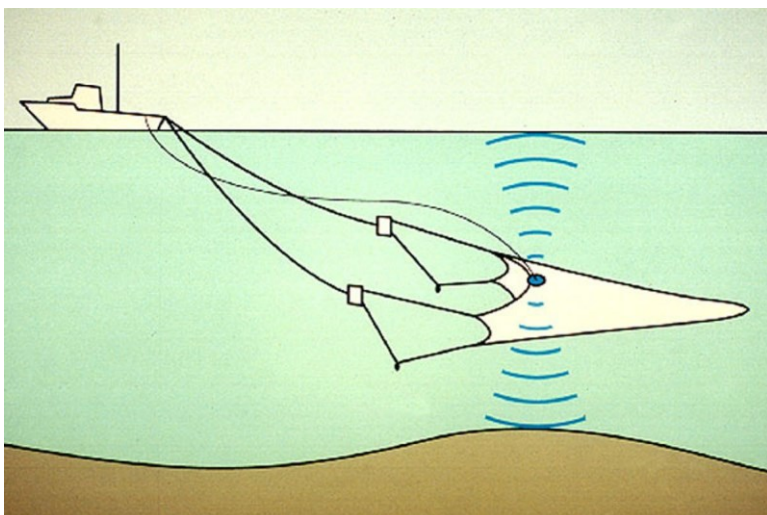


Figura 4. Esempio di rete a strascico pelagica. FAO, 1990. Midwater trawl (nei).

Un esempio rilevante sono le reti a strascico pelagiche o a mezz'acqua, raffigurate nella figura 4, e usate generalmente per catturare una singola specie pelagica, come lo sgombero o l'aringa, a cui spesso si aggiunge un numero variabile di catture accidentali di merlano o spigola, ma anche delfini. La particolarità di questo tipo di rete è che non ha alcun contatto con il fondale del mare, per cui rimane sospesa nella massa d'acqua in cui vivono i banchi di pesci pelagici precedentemente citati. La rete viene trainata dalla prua o dalla poppa del peschereccio con un tempo di traino che varia da pochi minuti a qualche ora, a seconda della densità del banco di pesci preso di mira e della potenza e dimensione del peschereccio. La rete ha una forma conica e si estende alle estremità dell'apertura con delle ali laterali, e per mantenerla in posizione orizzontale spesso viene trainata da due imbarcazioni. A volte si fa ricorso all'uso di un sonar per individuare la concentrazione dei pesci target e sistemare di conseguenza la profondità della rete.⁵⁵ Lo studio di Eurogroup for Animals preso in esame afferma in questo caso che le specie di pesci che finiscono nelle reti pelagiche spesso muoiono ben prima di essere estratte dall'acqua e trasportate a bordo dell'imbarcazione in quanto, esercitando una forza contraria all'andamento del traino della rete per opporre resistenza, vanno incontro ad asfissia.

⁵⁵ <https://www.fao.org/home/en/> (Fisheries and Aquaculture, settembre 2022)

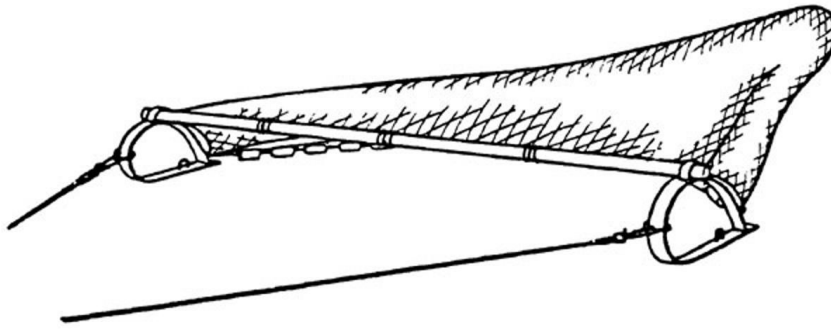


Figura 5. Esempio di rete a sfogliara. FAO, 1990. Beam trawl.

Della stessa categoria fanno parte le *sfogliare*, le reti a strascico che presentano le maggiori criticità in termini di impatto negativo sull'ambiente marino, descritte dettagliatamente sul sito web della FAO. Sempre di forma conica, come si può notare dalla Figura 5 la particolarità di queste ultime sta nella struttura di legno o metallo che può arrivare anche a 12 metri di lunghezza e mantiene aperta l'estremità anche senza forza idrodinamica. Le specie per cui vengono usate queste reti sono principalmente pesci piatti e demersali come platessa e sogliola, ma anche gamberi. Per evitare catture accidentali esse sono spesso costruite lasciando piccole vie di fuga così da evitare la pesca dei pesci più piccoli. Il contatto con il fondale, dunque, è necessario al suo funzionamento: aderisce al terreno sottostante e viene trainata dal peschereccio provocando gravi deterioramenti dell'ambiente marino, anche a causa dell'enorme peso che possono raggiungere (fino a dieci tonnellate) e l'uso di catene e attrezzi metallici che smuovono il terreno per far fuoriuscire le prede. È stato osservato che l'utilizzo di questo metodo di pesca provoca dei solchi evidenti sul fondale, ma i danni più gravi sono riportati dalle specie che vengono catturate accidentalmente e rimosse dall'ecosistema, per poi venire gettate nuovamente in mare in quanto non sono di interesse per il mercato.⁵⁶

⁵⁶ <https://www.fao.org/home/en/> (Fisheries and Aquaculture, settembre 2022)

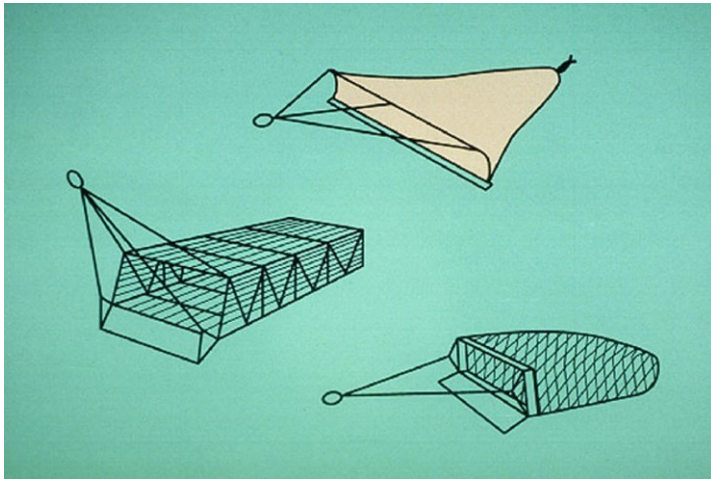


Figura 6. Esempio di strutture rigide definite "draghe". FAO, 1990. Dredges.

Un'altra tipologia di rete che fa parte del gruppo dei sistemi a strascico è caratterizzata dalle draghe, raffigurate nella figura 6. Anche in questo caso l'impatto distruttivo sul fondale è elevato, esse consistono infatti in strutture rigide dotate di una barra dentata o di anelli e maglie di metallo che fungono da rastrello e scavano nella sabbia per raccogliere le prede nascoste. Sono infatti usate per la cattura di crostacei e molluschi come cozze, ostriche, capesante, vongole tramite imbarcazioni che possono trasportare fino a 22 draghe per lato.⁵⁷

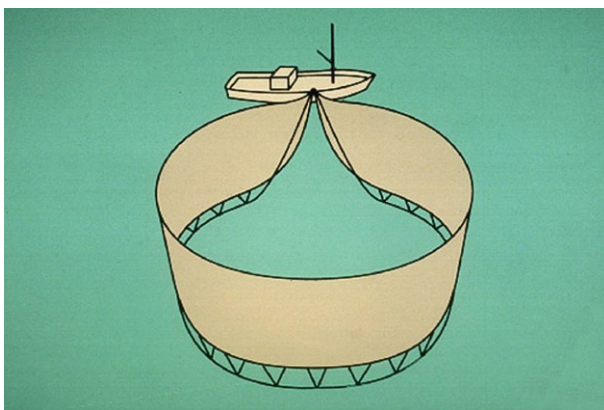


Figura 7. Raffigurazione di rete a circuizione. FAO, 1990. Surrounding net.

Il secondo gruppo di sistemi utilizzati per la pesca si serve di reti a circuizione, come quella riportata nella figura 7, diverse nell'utilizzo e nella forma rispetto a quelle a

⁵⁷ D. Waley, M. Harris, I. Goulding, et al., *Catching Up: Fish Welfare in Wild Capture Fisheries*, Eurogroup for Animals, 2021.

strascico, in quanto queste non hanno alcun contatto con il fondale marino. Questo tipo di rete ha una forma circolare grazie alla quale circonda un intero banco di pesci sia dai lati che dal basso restringendo la sua circonferenza inferiore, così da impedirne la fuga verso il fondale. Si tratta di una rete usata principalmente in superficie, possiede infatti dei galleggianti sulla parte superiore che non le permettono di andare a fondo.⁵⁸ È l'attrezzo più efficace per catturare specie pelagiche che si aggregano nella colonna d'acqua, ad esempio i tonni: proprio in occasione delle operazioni di cattura di tonni tramite questo metodo di pesca, però, si verificano molto spesso catture accidentali di delfini, in quanto la presenza in superficie di questi ultimi provoca l'aggregazione di specie pelagiche direttamente al di sotto in cerca di protezione, e per i pescherecci funzionano quindi come segnale della presenza di prede da catturare. Per diminuire il numero di catture accidentali di delfini, infatti, si fa spesso ricorso al meccanismo FAD (Fishing Aggregating Device), che consiste nel posizionamento di alcune strutture galleggianti di materiale vario in superficie, così da attirare i tonni. Questo sistema presenta comunque conseguenze negative, è infatti alto il rischio di attirare tartarughe marine, le quali rimangono intrappolate nelle reti e negli attrezzi utilizzati per costruire i galleggianti FAD.⁵⁹

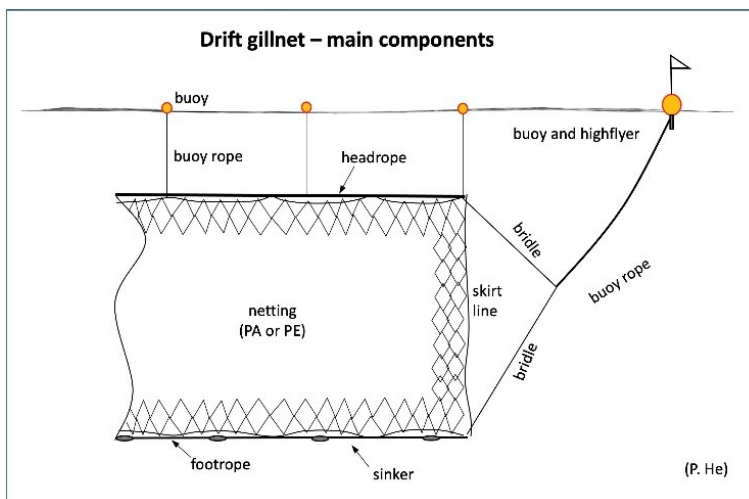


Figura 8. Esempio di rete da posta derivante. FAO. Drift gillnet

⁵⁸ <https://www.fao.org/home/en/> (Fisheries and Aquaculture, settembre 2022)

⁵⁹ W. A. Armstrong, C. W. Oliver, "Recent use of fish aggregation devices in the eastern tropical Pacific tuna purse-seine fishery: 1990-1994", *Administrative report LJ-96-02*, Southwest Fisheries Science Center, NOAA, 1996

La terza categoria di reti utilizzate è definita “statica” perché non prevede il movimento o il traino della stessa da parte di un’imbarcazione, che rimane ferma in superficie per la durata delle operazioni di cattura, o torna soltanto al momento della raccolta delle reti. Come rappresentato nella figura 8, ne sono un esempio le reti da posta derivanti che, lasciate libere di fluttuare nelle correnti, intrappolano maggiormente sgombri, aringhe e sardine, i quali rimangono incastrati nelle maglie delle reti dalle branchie. Si tratta quindi di un metodo di pesca passivo, catturando gli animali marini che ci nuotano attraverso. Sono reti che si estendono a grandi distanze in mare aperto (anche fino a 10 chilometri), attaccate in superficie ad un peschereccio oppure ad una serie di galleggianti che segnalano la loro presenza sott’acqua, a volte facendo uso di trasmettitori radio o satellite per facilitare la loro localizzazione in operazioni di grande importanza. La problematicità maggiore che proviene dall’uso di questo sistema è la probabile dispersione nell’ambiente marino di materiale inquinante: le reti sono costruite infatti con materiale sintetico, e molte di esse vengono lasciate fluttuare in mare senza la supervisione di un peschereccio, per cui le perdite di materiale o parti di rete in acqua è molto frequente.⁶⁰

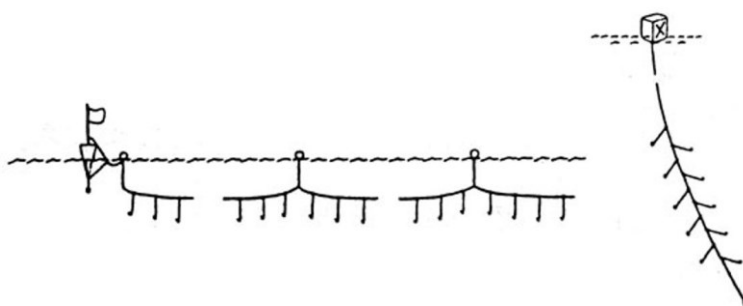


Figura 9. Esempio di palangaro orizzontale o verticale. FAO, 1990. Drifting longlines.

Della stessa tipologia di sistemi statici o da posta sono i palangari, ovvero dei lunghi cavi che si sviluppano orizzontalmente o verticalmente, lasciati fluttuare in acqua oppure ancorati al fondale, al quale sono collegati centinaia di ami con esche per catturare principalmente tonni, pesci spada e alcune specie di squali. Come si può notare dalla figura 9, il cavo al quale gli ami sono attaccati può arrivare fino a qualche

⁶⁰ <https://www.fao.org/home/en/> (Fisheries and Aquaculture, settembre 2022)

chilometro di lunghezza ed è segnalato tramite una boa all'estremità, che aiuta anche a regolare la profondità delle operazioni di pesca. È comunque un sistema di cattura che consente di limitare la pesca accidentale di specie non desiderate, tramite l'uso di particolari esche che attirano solo la tipologia target di pesce, la profondità alla quale è fissata e la scelta del periodo dell'anno in cui è utilizzata.⁶¹

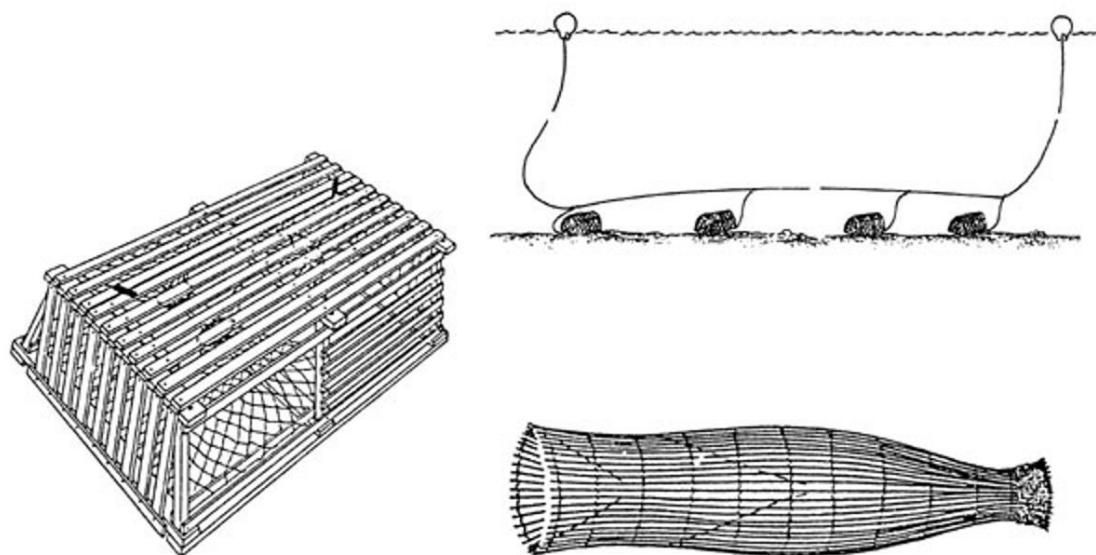


Figura 10. Esempi di trappole, sistemi da pesca statica. FAO, 1990. Pots.

L'ultimo sistema di pesca che verrà preso in considerazione è quello delle trappole, come riportate nella figura 10; costruite in legno, bambù o in rete e di forme e dimensioni diverse, sono progettate per attirare la preda che si avvicina volontariamente e rimane intrappolata al suo interno, poiché non prevedono alcuna via di uscita. Le trappole sono solitamente posizionate manualmente sul fondale dal pescatore, che torna spesso a controllare lo stato della predazione e sostituire le esche, lasciando la struttura nello stesso luogo anche per diversi giorni. Molto frequenti sono anche le trappole posizionate tramite dispositivi di traino idraulici, soprattutto in caso di operazioni con trappole di grandi dimensioni che vengono immerse fino a 100 metri sotto il livello del mare. Le prede target di questo metodo di cattura sono i pesci di scogliera, molluschi e crostacei come aragoste, granchi, gamberi. Si può affermare che l'impatto sull'ecosistema marino è relativamente limitato rispetto ai sistemi con reti da strascico,

⁶¹ D. Waley, M. Harris, I. Goulding, et al., *Catching Up: Fish Welfare in Wild Capture Fisheries*, Eurogroup for Animals, 2021.

in quanto le catture accidentali o gli esemplari troppo giovani possono essere rilasciati in acqua mentre sono ancora in vita.⁶²

⁶² <https://www.fao.org/home/en/> (Fisheries and Aquaculture, settembre 2022)

Capitolo 2

L'EVOLUZIONE DEL FENOMENO DELL'OVERFISHING NELLA STORIA

I danni ecologici causati dal fenomeno dell'*overfishing*, a cui sono collegate le estinzioni di diverse specie e la distruzione di interi habitat acquatici, precedono senza dubbio ogni altro intervento umano che abbia avuto un qualche impatto negativo sull'ambiente naturale e, in questo caso particolare, è possibile affermare che l'*overfishing* è stato il primo fenomeno di alterazione dell'ecosistema costiero, antecedente anche all'inquinamento, alla degradazione della qualità delle acque e al cambiamento climatico di natura antropogenica. È un fenomeno che pone le sue radici centinaia di anni prima che la civiltà umana si rendesse conto dei danni che essa stesse provocando attraverso questa pratica e, per questo, da sempre ha in qualche modo modificato l'evoluzione di specie viventi, le quali si sono dovute adeguare nel corso dei secoli alla presenza invadente dell'intervento umano nel loro territorio. Anche le specie che anticamente non venivano pescate e, dunque, non erano soggette alle pratiche di sovrapesca, hanno subito indirettamente l'impatto del fenomeno, il quale ha forzato un cambiamento nel loro progresso biologico: le specie che non erano target di pesca spesso morivano a causa di malattie provocate dal conseguente sovraffollamento in una particolare zona.

Per comprendere in maniera più dettagliata la situazione in cui attualmente si trovano i mari e gli oceani del nostro pianeta è importante dunque concentrarsi anche su un'analisi retrospettiva dei dati, così da ricostruire le cause sottostanti ai ritmi odierni del cambiamento ecologico in atto. Le osservazioni basate sulla semplice raccolta di dati attuali hanno una visione limitata del problema, che andrebbe esplorato anche dal punto di vista storico e cronologico fornendo possibili analisi utili ad una futura risoluzione e miglioramento della gestione del problema.

Gli studi accademici che oggi prendono in considerazione la precedente condizione di abbondanza e prosperità della vita marina sono in realtà pochi, in quanto la maggior parte delle iniziative di ricerca in questo ambito ha concentrato la propria attenzione sullo studio dello stato attuale delle risorse, ovvero della situazione in cui una certa specie o un certo territorio si trovava al momento della ricerca; uno studio della *American Association for the Advancement of Science* fa notare come l'attenzione verso

le abitudini di pesca passate delle popolazioni e le precedenti realtà degli ecosistemi sottomarini sia di imprescindibile importanza per la formulazione di obiettivi da perseguire in futuro e per la formulazione di stime che possano predire i rischi in cui la popolazione mondiale potrebbe incorrere mantenendo i ritmi di pesca attuale. Per far ciò, dunque, è importante compiere un passo indietro nella storia per consentire la piena comprensione delle azioni errate che ancora oggi vengono perpetrate da gran parte degli attori coinvolti nel processo di pesca e commercializzazione dei prodotti.

Le ipotesi formulate da ricercatori e scienziati che cercano di individuare una data di inizio ufficiale del fenomeno dell'*overfishing* sono molteplici, molte in contrasto tra loro, e ciò rende evidente il fatto che questo sia un campo ancora poco esplorato e disseminato di dubbi e incertezze, ponendo come unico punto in comune il bisogno di ulteriori ricerche e approfondimenti da parte degli esperti. Una parte consistente della letteratura a riguardo afferma che le pratiche di sfruttamento eccessivo delle risorse, che causarono il disturbo dell'equilibrio ecologico delle acque, siano state messe in atto per la prima volta durante i primordiali sviluppi delle più antiche società umane, implicando in questo modo il coinvolgimento di ricerche nell'ambito della paleo-ecologia. A partire dallo studio dei sedimenti geologici marini, questo campo di ricerca permette agli studiosi di fare luce sullo stato delle risorse nel periodo in cui l'uomo per la prima volta iniziò ad approcciarsi alla pesca come mezzo di sostentamento e metodo di approvvigionamento di sostanze nutritive. Un altro ramo di ricercatori, al contrario, è pronto invece ad affermare che un ipotetico inizio di un serio e sistematico sfruttamento delle risorse dei mari è da collocare nel corso del diciannovesimo secolo, quando si sviluppò il bisogno di rifornire le case delle persone con grasso per le lampade ad olio, ricavato da esemplari di balena e altri cetacei, la cui popolazione fu decimata proprio in quel periodo.

La formulazione di risposte certe non è affatto semplice, considerando anche le modalità con cui i ricercatori rilevano informazioni e dati risalenti a periodi storici molto lontani dal nostro, i quali non sempre possono essere considerati totalmente affidabili e universalmente riconosciuti come prove di una realtà ormai passata. Gli studi a riguardo cercano di ricostruire il passato facendo spesso affidamento su fonti relativamente autorevoli quali i diari di bordo di antichi pescherecci, registri e documenti sopravvissuti nei secoli, così come atti legali che attestavano le somme di

imposte fiscali associate alla vendita di prodotti ittici. In alcuni casi sono stati condotti diversi studi investigativi su vecchi menu di ristoranti per determinare la quantità e la tipologia di pesce offerto con più frequenza, e la stessa importanza fu rivolta anche all'analisi di manufatti, come ad esempio trofei e bottoni in osso di balena.⁶³ Senza dubbio anche i testi letterari offrono racconti basati spesso su descrizioni della vita reale che possono rivelare importanti informazioni, come alcuni scritti risalenti al dodicesimo secolo che descrivevano una fauna marina così estesa che alcune popolazioni costruivano le proprie case e gli attrezzi di tutti i giorni sfruttando le ossa di grandi animali acquatici.

Lo storico ambientale Poul Holm, che conduce le sue ricerche dall'Università di Dublino, dichiara in diverse occasioni che tali tipologie di fonti storiche possono essere considerate in alcuni casi anche più affidabili della moderna raccolta di dati, prendendo come esempio il ritrovamento di diari di bordo delle imbarcazioni utilizzate per la pesca: il capitano della nave redigeva questi registri per informazione personale, per tenere traccia dei progressi giornalieri privatamente, non erano dunque documenti pubblici e perciò non avrebbe avuto nessun motivo valido per eseguire un'alterazione dei dati registrati. Al contrario, invece, i moderni pescherecci raccolgono dati sulle catture che poi dovranno comunicare e rendere pubblici, per cui è più facile che essi vengano alterati per rientrare nei limiti di catture o per nascondere illeciti legalmente perseguibili.

Un'ulteriore fonte di dati può provenire dalle testimonianze delle popolazioni che vivono nelle zone maggiormente sfruttate dal punto di vista della pesca, in particolare dai racconti orali che le persone tramandano da diverse generazioni. Storici e scienziati della flora e fauna marina hanno dedicato gran parte delle loro ricerche a stabilire se questa tipologia di fonte orale possa essere considerata come sufficientemente affidabile dal panorama scientifico, a causa della mancanza di documenti scritti. È anche vero, però, che bisogna considerare il fatto che queste popolazioni custodiscono un tesoro di memorie condivise che, pur non essendo state trascritte, possono testimoniare la presenza nelle loro acque di animali marini che ora non sono più visibili e che non sono più registrati in alcun modo. È lecito dunque pensare che, anche se fragili e

⁶³ J. Hsu, "Overfishing Goes Back Centuries, Log Books Reveal", *LiveScience*, 2009
<https://www.livescience.com/5445-overfishing-centuries-log-books-reveal.html>

probabilmente corrotti dal passare del tempo, i racconti della gente che abita le regioni più sfruttate possano fornire un aiuto concreto che lega i massicci cambiamenti dell'oceano alle storie umane.

Uno dei più importanti documenti che trattano il tema dei mutamenti vissuti dall'oceano e dalle creature che lo abitano è senza dubbio il *Census of Marine Life*. Pubblicato nel 2010 grazie al lavoro di una rete globale di ricercatori provenienti da 80 Paesi diversi, il *Census of Marine Life* rappresenta il risultato di uno studio durato dieci anni che intendeva fare chiarezza sulla diversità, distribuzione e abbondanza della vita marina con riferimenti al passato, alla situazione attuale e a previsioni future, in un primo esempio di censimento il più attendibile possibile di tutte le specie viventi che risiedono nei mari. L'obiettivo principale di questa pubblicazione scientifica è infatti quello di catalogare tutte le forme di vita marine conosciute in un'unica lista dettagliata, e fu proprio grazie a questo enorme lavoro di ricerca e catalogazione che gli scienziati coinvolti entrarono in contatto con specie ancora sconosciute, le quali furono studiate e riconosciute per la prima volta proprio in questa occasione.⁶⁴

La grande quantità di informazioni contenuta nel *Census* attraversa diversi ambiti della conoscenza biologica e naturale, proponendo un quadro della situazione utile ad analizzare i cambiamenti che si sono verificati nel corso del tempo, e a definire gli ecosistemi e le specie che si trovano più a rischio dal punto di vista della sopravvivenza unita all'azione, spesso invadente, dell'essere umano. Per concretizzare questa grande iniziativa sono state individuate 14 aree di studio che comprendono i maggiori habitat dell'oceano a livello globale, come le catene montuose sottomarine, l'oceano Artico, oppure la distribuzione e gli spostamenti delle popolazioni di plankton. Questi sono solo alcuni esempi di quanto riportato all'interno della pubblicazione, esempi di campi di studio investigati tramite un'ampia varietà di metodi e tecnologie impiegate in contesti diversi: gli scienziati hanno sfruttato la capacità di raccolta di dati tramite l'utilizzo di segnali acustici, degli ultrasuoni, così come di strumenti ottici e telecamere, ma anche di metodologie più tradizionali come l'apposizione di etichette di localizzazione sugli esemplari scelti come oggetto di studio.⁶⁵

⁶⁴ <http://www.coml.org/index.html> (*About the Census of Marine Life*, settembre 2022)

⁶⁵ Ibidem

La sezione del Census più rilevante ai fini della stesura di questo capitolo è però la sua componente storica, ovvero *The History of Marine Life Population*. Questo campo di ricerca interdisciplinare è stato sviluppato per migliorare la nostra comprensione delle dinamiche presenti tra ecosistemi, in particolare per fare luce sui cambiamenti nell'abbondanza di esemplari in stock di pesca avvenuti nel passato e che hanno ripercussioni ancora nel presente. Si impegna inoltre ad esplorare in che misura le azioni dell'uomo abbiano avuto un impatto sugli ecosistemi marini e quale sia il ruolo svolto dalle risorse marine nello sviluppo storico della società umana.⁶⁶

Per dimostrare quanto sia importante mettere a confronto un riferimento storico delle popolazioni marine del passato con lo stato delle popolazioni marine odierne, un team multidisciplinare di ricercatori ha messo a disposizione le proprie conoscenze riguardanti l'ecologia marina, la storia, l'archeologia, la paleo-ecologia e la paleo-oceanografia. Questa può essere considerata come un'innovativa combinazione di metodi di ricerca e prospettive analitiche che può offrire un approccio unico allo studio delle teorie sugli effetti dell'attività umana sull'ambiente naturale marino.

La missione che gli scienziati si impegnano a perseguire in questo campo storico viene attuata attraverso un approccio che individua molteplici casi di studio: la maggior parte di essi è di carattere regionale, dove l'attenzione è rivolta verso specie con un certo grado di importanza commerciale, e in generale ogni caso di studio viene selezionato in base all'esistenza di dati storici sufficienti riguardanti la cattura di esemplari e l'azione diretta o indiretta dell'uomo sull'ecosistema. Il progetto *The History of Marine Life Population* cerca di interpretare i cambiamenti delle popolazioni marine a partire da 2000 a 500 anni fa, fornendo ai ricercatori di tutto il mondo una base di riferimento che offre informazioni sul periodo di tempo che precede l'avvento della tecnologia moderna e, quindi, prima di un impatto significativo dell'uomo sull'ecosistema. Esso darà quindi la possibilità di migliorare la teoria ecologica, che potrà essere applicata in maniera più efficiente per prevedere gli effetti delle attività umane sul mondo acquatico.

⁶⁶ <http://www.coml.org/index.html> (*History of Marine Animal Populations*, settembre 2022)

2.1. IL FENOMENO E LE IMPLICAZIONI DELL'OVERFISHING SECONDO GLI STUDI DI PALEO-ECOLOGIA

Le prove ricavate da osservazioni retrospettive suggeriscono dunque che alcuni dei principali cambiamenti strutturali e funzionali di ecosistemi marini e costieri dovuti alla sovrapesca si verificarono per la prima volta diversi secoli fa. È infatti in tempi antichissimi che si sono sviluppate le prime tecniche di pesca: si ipotizza che la prima modalità utilizzata da popolazioni primitive per la cattura fu l'arpionamento, la cui origine è fatta risalire ad almeno 300.000 anni fa, mentre le prime reti da pesca, così come l'attrezzatura con lenza e amo, si pensa che furono costruite durante il Mesolitico, approssimativamente in un periodo compreso tra i 13.000 e i 7.000 anni fa, in Europa settentrionale.⁶⁷ Il ramo di studi della paleo-ecologia, che si occupa di datare e fare chiarezza sugli ambienti naturali del passato, affiancata dagli strumenti di ricerca dell'archeologia, ha riconosciuto tre diversi periodi in cui l'impatto umano sull'ambiente marino si è verificato, distinti nelle caratteristiche antropologiche e nelle modalità, ma in alcuni casi sovrapposti, a seconda dell'area geografica e delle comunità alle quali sono collegati:

- Il primo è il periodo *aborigeno*; esso si riferisce all'azione di sfruttamento delle risorse degli ecosistemi costieri per scopi di sussistenza di una certa popolazione, messo in atto da comunità culturali dotate di tecnologie limitate, con imbarcazioni e tecniche di estrazione delle risorse relativamente semplici.
- Il secondo è il periodo *coloniale*; ad esso è collegato lo sfruttamento sistematico delle acque costiere e marine da parte di potenze mercantili, il cui obiettivo principale è la partecipazione attiva ad un'economia di mercato in via di sviluppo, grazie alla scoperta di nuove risorse anche lontane dalla nazione di appartenenza.
- Il terzo periodo è quello *globale*; è questo il periodo che comporta nell'azione pratica uno sfruttamento della pesca costiera e oceanica più intenso, più esteso e geograficamente più pervasivo, integrato dai moderni modelli globali di

⁶⁷ C. Searce, *European Fisheries History: Pre-industrial Origins of Overfishing*, ProQuest, 2009

consumo delle risorse, con conseguente esaurimento e frequente sostituzione degli stock di pesca.⁶⁸

Questi tre periodi individuati dagli studi di paleo-ecologia, seppur caratterizzati da una forte sovrapponibilità in diverse regioni del mondo, possono essere facilmente distinguibili nel continente americano, in Nuova Zelanda e in Australia, dove le attività dell'uomo hanno avuto un certo impatto in diversi periodi storici cronologicamente separati.

In merito a questi studi è interessante rivolgere l'attenzione al caso delle foreste di alghe, uno degli habitat acquatici che ha subito più trasformazioni causate direttamente o indirettamente dall'azione dell'uomo nel corso della storia. Esse si caratterizzano come habitat rocciosi e poco profondi presenti in varie zone del pianeta, dalle regioni con un clima caldo o temperato fino alle zone climatiche subartiche, dimostrando quindi adattabilità a diversi ambienti. Sedi di complessi ecosistemi popolati da pesci e invertebrati di grande importanza commerciale, le foreste di alghe sono state oggetto di drastiche riduzioni e deforestazioni dovute all'eccessivo aumento della presenza di animali erbivori come conseguenza della sovrappesca dei loro predatori naturali.⁶⁹

I mutamenti delle condizioni di vita delle foreste di alghe sono strettamente collegati all'abbondanza di esemplari di riccio di mare, e all'alterazione dei modelli e dei ritmi di ricerca di cibo di questa specie, la cui riproduzione non era più regolata dalla presenza dei predatori, catturati dall'uomo a fini commerciali. Una delle foreste di alghe più importanti è quella del Pacifico del nord, che iniziò a svilupparsi a partire da venti milioni di anni fa, di pari passo con lo sviluppo e lo stanziamento di specie di ricci di mare della classe *strongylocentrotus*, di lontre di mare e dell'ormai estinta mucca di mare di Steller.⁷⁰ Quest'ultima tipologia di grande animale marino era ampiamente distribuita nell'area settentrionale del Pacifico durante il periodo del tardo Pleistocene ed una prima consistente diminuzione di questa specie fu causata, come sostenuto da studiosi di biologia marina, dall'attività di caccia durante il periodo aborigeno tra la fine del Pleistocene e l'inizio dell'Olocene, considerando anche il fatto che nella zona delle Isole Aleutine in Alaska sopravvisse migliaia di anni in più, in quanto esse rimasero

⁶⁸ J. B. C. Jackson, M. X. Kirby, W. H. Berger et al., "Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems", *Science*, 2001, 293, 629; DOI: 10.1126/science.1059199

⁶⁹ P. K. Dayton, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1985, 16, 1: 215-245

⁷⁰ J. A. Estes, D. O. Duggins, G. B. Rathbun, "The Ecology of Extinctions in Kelp Forest Communities", *Conservation Biology*, 1989, 3, 3: 252-264

disabitate fino a 4000 anni fa. I primi contatti degli europei con queste isole avvennero nel 1741 e solo 27 anni dopo fu catturato l'ultimo esemplare di mucca di mare dai commercianti di pellicce.⁷¹

È lecito affermare che le foreste di alghe fossero un habitat florido e rigoglioso prima dell'insediamento umano, poiché la vasta popolazione di lontre marine teneva sotto controllo l'eccessivo numero di ricci di mare, che in questo modo non eccedevano la capacità dell'habitat di rigenerarsi in seguito all'azione di erosione dei ricci stessi. I primi cambiamenti indotti su questo ecosistema equilibrato giunsero con l'attività di caccia da parte degli aborigeni delle Isole Aleutine, che provocarono una diminuzione drastica del numero di esemplari di lontra, che fu poi portata sull'orlo dell'estinzione dall'azione dei commercianti di pellicce nel corso del diciannovesimo secolo, con il conseguente crollo di gran parte delle foreste di alghe.

L'attività dell'uomo nel corso dei secoli ha avuto ripercussioni anche su un altro ambiente marino molto fragile, le barriere coralline. Si può affermare che esse rappresentino l'ecosistema marino più complesso strutturalmente e più vario dal punto di vista tassonomico, ergendosi così ad habitat naturale di decine di migliaia di pesci e invertebrati. Nelle zone popolate da barriere coralline, le prime attività di pesca con metodi caratteristici del periodo aborigeno sono state datate come risalenti ad almeno 40.000 anni fa nel Pacifico occidentale, seppur con un impatto ecologico limitato: infatti, esso non ha nulla a che vedere con la fase drammatica in cui attualmente si trovano, a causa della recente intensificazione del disturbo umano, come è evidente nella zona dei Caraibi e della Grande Barriera Corallina in Australia. Nella zona dell'Atlantico tropicale occidentale la specie di corallo più diffusa è il corallo *Acropora*, che iniziò a ramificarsi mezzo milione di anni fa fino a quando, durante gli anni Ottanta del ventesimo secolo, ha vissuto un severo decremento, una mortalità improvvisa e catastrofica causata dalla crescita eccessiva di macroalghe. Queste ultime hanno potuto espandere esponenzialmente la loro presenza in quanto nel periodo immediatamente precedente si verificò per una epidemia una catastrofica moria di una particolare specie di ricci di mare, i quali tenevano sotto controllo la produzione di alghe da cui ricavavano nutrimento. Un altro fattore individuato dalla paleo-ecologia che agisce

⁷¹ J. B. C. Jackson, M. X. Kirby, W. H. Berger et al., "Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems", *Science*, 2001, 293, 629; DOI: 10.1126/science.1059199

negativamente sulla salute dei coralli è stata l'eccessiva riproduzione di una particolare tipologia di stella marina appartenente alla famiglia degli *Acanthasteridae*, la quale si nutre di coralli. Si tratta di un fenomeno nuovo in quanto non sono mai state registrate presenze di questo tipo di specie marina invasiva prima della metà del Novecento, per cui gli studi di paleo-ecologia affermano che essa fosse completamente assente nei giacimenti fossili, nella tradizione del periodo aborigeno e nei diari di bordo di esploratori e pescatori. Negli ultimi decenni l'intensità dell'azione erosiva di questa specie ha superato la capacità di recupero e rigenerazione di vaste zone abitate da coralli, in quanto l'insorgenza di enormi gruppi di stelle marine è diventata cronica.⁷²

Uno studio condotto dal biologo Andrew Steven per conto della James Cook University in Australia rivela quali possono essere le possibili cause dell'insorgenza di questi esemplari negli habitat di coralli della Grande Barriera Corallina. La sovrapesca delle specie che predano le stelle marine nei loro stadi larvali, quindi la riduzione del numero di pesci predatori che popolano queste zone è stata indicata come causa principale del problema in questione, per cui la pesca commerciale e gli effetti indiretti della pesca a strascico intensiva di crostacei hanno influito negativamente sull'ecosistema costiero. La spiegazione è quindi caratterizzata dal fattore antropico emerso dalle analisi di dati retrospettivi e non solo dall'osservazione della situazione attuale. A questo proposito è fondamentale nel panorama scientifico lo studio di Andrew Steven del 1988, che si occupò di determinare fino a che punto l'attività umana di sovrapesca abbia influenzato l'ecosistema della Grande Barriera Corallina, con particolare attenzione alle popolazioni invasive di stelle marine. Egli fu uno dei primi a proporre un'analisi delle operazioni commerciali di pesca, del numero di pescherecci e delle aree da essi occupate, inserendo una descrizione dettagliata dei pesci più catturati e delle loro abitudini di alimentazione. Da ciò è risultata una pesca intensiva di animali marini che si nutrono di organismi bentonici, ovvero di organismi che vivono a stretto contatto con il fondale e che frammentano o raschiano le superfici del loro habitat. Ad esempio, viene messa in risalto la pesca e il commercio della trota corallina nella regione del Queensland, del merluzzo, del pesce pappagallo, tutte specie di fondamentale importanza all'epoca della pubblicazione dello studio per la regolazione delle popolazioni di stelle marine e altri

⁷² M. Seymour, R. H. Bradbury, "Is the crown-of-thorns starfish degrading the great barrier reef?", *Journal of Theoretical Biology*, 1992, 159, 1: 111-133

animali di fondale che stavano minacciando la salute dei coralli. La pesca dei pesci che vivevano nei pressi della Barriera rappresentava, nei 25 anni coperti dallo studio di Steven, fino al 35% del commercio totale di pesce in quella zona.⁷³

Un'altra questione rappresentativa dell'impatto umano sull'ecosistema è da ricercarsi nelle praterie sottomarine di piante acquatiche fanerogame, tra cui spicca la tipologia della *Posidonia oceanica*. Esse ricoprono vaste aree di baie tropicali e subtropicali, lagune e piattaforme continentali, fornendo nutrimento e habitat a dugonghi, lamantini, tartarughe marine, oltre che a diversi gruppi di pesci e invertebrati. Fu proprio la caccia intensiva di questi grandi esemplari erbivori iniziata secoli fa che provocò una profonda alterazione dell'ecosistema di queste praterie, aumentandone la vulnerabilità nel corso della storia. Le specie appena citate erano infatti responsabili della regolazione della quantità e lunghezza delle piante acquatiche e con la loro ricerca di cibo permettevano di ridurre il flusso di materia organica e nutrienti verso i sedimenti del fondale. È infatti a causa dell'assenza di sirenii e di tartarughe marine provocata dalla cattura dei colonizzatori europei che le piante si allungano in maniera sproporzionata e, ostacolando le correnti sottomarine, si decompongono sul fondo creando un substrato adatto alla colonizzazione da parte di malattie e batteri nocivi. La deposizione di un numero elevato di detriti vegetali alimenta così le popolazioni microbiche che impediscono a loro volta la corretta riproduzione delle piante, che diminuiscono con un ritmo costante.⁷⁴

Dunque, come risulta dallo studio dettagliato dei professori Jeremy Jackson e Michael Kirby, l'*overfishing* o la sovrapesca dei grandi vertebrati rappresenta la prima consistente occasione di disturbo umano su tutti gli ecosistemi precedentemente presi in esame. Si può notare una certa somiglianza tra i cambiamenti ecologici avvenuti, che tuttavia differiscono tra loro in base alle caratteristiche tipiche di ogni habitat in cui si è verificato. Lo studio rivela in particolare che la quantità di perdita in termini di biomassa è stata enorme, gran parte degli animali marini di grandi dimensioni che un tempo popolavano gli oceani è oggi di fatto assente dalla maggior parte degli ecosistemi marini di tutto il mondo. I cambiamenti che hanno portato a questa drastica situazione

⁷³ A. Steven, *An analysis of fishing activities on possible predators of the crown of thorns starfish (Acanthaster planci) on the Great Barrier Reef*, Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority, James Cook University, 1988

⁷⁴ J. B. C. Jackson, M. X. Kirby, W. H. Berger et al., "Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems", *Science*, 2001, 293, 629; DOI: 10.1126/science.1059199

attuale sono avvenuti, come afferma l'evidenza delle ricerche, durante un periodo storico che anticipa di molto le odierne indagini ecologiche, implicando dunque un'analisi storica dei fatti per la loro piena comprensione. Gli studiosi affermano in questo caso che i mutamenti avvenuti nelle aree del Pacifico e in generale del continente americano siano strettamente correlati all'attività di colonizzazione da parte degli europei, che toccò quindi anche le risorse acquatiche dei territori del Nuovo Mondo. Il caso del declino delle lontre marine e delle mucche di mare di Steller, però, lascia ipotizzare che anche la pesca messa in atto dalle popolazioni aborigene migliaia di anni fa abbia avuto le sue conseguenze abbastanza rilevanti.

2.2. LA SITUAZIONE DELLE RISORSE MARINE IN EPOCA PREINDUSTRIALE

Il panorama scientifico moderno ha iniziato a raccogliere sistematicamente i dati riguardanti lo stato delle risorse marine solamente a partire dagli ultimi 30 o 20 anni, nel momento in cui la situazione divenne drammatica in diversi ambiti e si rivelò necessaria una seria presa di coscienza. L'attività di registrazione di dati in questo campo è quindi relativamente recente, anche se i danni che l'ambiente marino riporta possono essere considerati di vecchia data. A questo proposito potrebbe essere utile dal punto di vista informativo investigare lo stato di salute della realtà oceanica nel periodo precedente alla Prima Rivoluzione Industriale, quando ancora il problema dello sfruttamento delle risorse acquatiche non destava alcun grado di preoccupazione tra scienziati e opinione pubblica del tempo.

Biologi marini come Myers e Worm nel 2003 pubblicarono uno studio in cui stimavano che la biomassa dei grandi pesci predatori si fosse ridotta almeno del 90% rispetto ai livelli preindustriali. Con questa affermazione attirarono da subito forti critiche in quanto, al momento della pubblicazione della ricerca, calcolare con esattezza la quantità di esemplari presenti almeno un secolo prima nelle acque oceaniche veniva inteso come una attività complicata e non priva di errori, a causa della difficoltà di valutazione di passati fenomeni migratori e dell'ampia distribuzione geografica di alcune specie. Il fattore umano, in questi casi, è un altro elemento di grande peso, in quanto spesso vi è la tendenza a giudicare una specifica popolazione di prodotti ittici in base alla memoria di chi studia questi organismi e ai dati che egli ha potuto raccogliere durante la sua attività

di studioso. Per questo motivo gran parte dei biologi più anziani, ricordando l'abbondanza di una certa specie durante la loro giovinezza, sono spinti ad indicarla come livello normale di popolazione della specie, ma bisogna essere comunque consapevoli che, quando una tipologia di esemplare è in declino da decenni o addirittura da secoli, è facile incorrere in visioni distorte del ruolo e della capacità riproduttiva degli organismi in questione.⁷⁵

Grazie allo studio dei resti archeologici degli animali marini, i ricercatori riuscirono a dimostrare una certa riduzione delle dimensioni di alcune specie di pesci nel corso della storia, affermando che questi cambiamenti nei tassi di crescita sono facilmente collegabili ad un aumento dell'intensità di pesca in alcuni periodi storici. Purtroppo, però, questa tipologia di resti archeologici non ci permette di individuare quali siano state le variabili ambientali, come ad esempio i cambiamenti climatici, che hanno contribuito a questi mutamenti, mentre sappiamo con certezza che le scelte dell'uomo riguardanti la pesca e le differenze tra le tecnologie utilizzate condizionano la distribuzione e la dimensione dei pesci.

Un ramo degli studi storici che riguardano lo sfruttamento delle risorse ittiche ha concentrato la sua attenzione sull'analisi delle abitudini di pesca delle popolazioni europee a partire dal Medioevo. Le testimonianze storiche e archeologiche che ci permettono di ricostruire informazioni significative sulla pesca ed eventuali contesti di sfruttamento eccessivo delle risorse in epoca ancora precedente, ad esempio durante il periodo greco e romano, pongono una serie di problemi complessi, come afferma in questo caso lo studioso Bekker-Nielsen: le fonti a nostra disposizione sono frammentarie, in quanto gli archeologi devono basare la loro ricerca sui resti di manufatti concernenti le attività di pesca e questo comporta sempre il rischio di sottovalutare la sua importanza per l'economia antica. Alcuni di questi resti che vengono presi in esame sono relativi ad attrezzature da pesca, strutture per la lavorazione dei prodotti ittici, imbarcazioni, ma anche fonti descrittive come le immagini impresse sulle monete e rappresentazioni pittoriche celebrative. Molti studiosi di questo settore sono spesso indotti a considerare che, al di fuori dell'operato dei pescatori il consumo di pesce e dei suoi derivati fosse in queste epoche ristretto alla

⁷⁵ C. Roberts, *The Unnatural History of the Sea*, Ocean Island Press, Washington DC, 2007

fascia della società più benestante, visto come un lusso che pochi potevano permettersi.⁷⁶

Diverse analisi sui ritrovamenti archeologici, però, dimostrano il contrario: il ricercatore Robert Curtis, con il suo studio dedicato alle tecniche di lavorazione del pesce in epoca greca e romana, afferma che nel corso del tempo diversi storici hanno fortemente sottovalutato il valore sociale ed economico del pesce e dei suoi derivati nell'ambito di queste civiltà. In particolare, molti di essi vedevano la produzione delle celebri salse romane di origine ittica come un'attività molto costosa, un condimento di cibi che avevano scarso valore nutritivo. Il metodo di produzione poco convenzionale di questi prodotti a base di pesce e la cattiva reputazione del loro odore e sapore hanno influenzato così l'opinione di studiosi contemporanei, i quali in molte occasioni hanno preferito non prendere in seria considerazione lo stato delle risorse acquatiche durante le dominazioni greche e romane. In tempi recenti, però, un nuovo interesse verso lo studio della vita quotidiana degli strati meno abbienti della popolazione ha indotto gruppi di scienziati e archeologi ad unire le forze e gli strumenti per investigare sempre più a fondo le usanze di queste classi sociali, che svolgevano un ruolo primario nella preparazione, processazione e commercio del pesce.⁷⁷

Le informazioni sulla quantità e tipologia di produzione di pesce risalenti a questo periodo vengono estratte in parte dall'analisi di ritrovamenti archeologici di impianti per la salatura, i quali erano maggiormente diffusi nelle regioni che affacciano sul Mediterraneo occidentale e sul Mar Nero, ma anche sulla costa atlantica dell'odierno Portogallo. Molti degli impianti che sono stati rinvenuti avevano una grandezza tale da permettere la salatura di grandi quantità di pesce, molto più di quanto la popolazione locale poteva avere bisogno, e questo fa pensare che una considerevole parte del pesce lavorato era destinato all'esportazione. L'attenzione rivolta alle regioni del Mar Nero è fortemente giustificata dal fatto che, molto probabilmente, il grande sviluppo e l'abbondanza delle risorse acquatiche di questa zona furono le motivazioni principali che indussero le popolazioni greche a colonizzarla, anche prima del VII secolo a.C.

⁷⁶ J. Bekker-Nielsen, *The Technology and Productivity of Ancient Sea Fishing, Ancient Fishing and Fish Processing in the Black Sea Region*, Aarhus University Press, Gylling, 2005

⁷⁷ R. Curtis, *Sources for Production and Trade of Greek and Roman Processed Fish, Ancient Fishing and Fish Processing in the Black Sea Region*, Aarhus University Press, Gylling, 2005, 31-46.

Prove dell'importanza della pesca e del commercio dei suoi prodotti provengono anche dallo studio di fonti artistiche e letterarie, le quali dimostrano una grande varietà di generi e provenienze, indicando l'ampia diffusione del pesce nella dieta di più classi sociali. Anche le opere satiriche di poeti greci indicavano che nessuna delle parti di cui il pesce era composto veniva lasciata inutilizzata, soprattutto nel caso di esemplari di grandi dimensioni come il tonno, impiegando ogni porzione ricavata per la creazione di salse come il *garum*, un derivato del pesce dal sapore e dall'odore particolarmente pungente.

Le testimonianze archeologiche dimostrano che in questa epoca il commercio di prodotti ittici raggiunse l'apice durante il periodo di massima espansione dell'Impero Romano, ma quando questo iniziò a vacillare e a perdere la sua forza di potenza economica diminuì anche la produzione e il commercio di prodotti ittici anche nell'Alto Medioevo. Ciò accadde perché, al momento della caduta dell'Impero, esso continuò ad esercitare una forte influenza culturale su tutti i territori che occupava, ma non fu possibile restaurare la stessa stabilità economica e commerciale che manteneva nelle sue colonie. La produzione e il commercio di pesce lavorato continuarono comunque negli anni successivi alla caduta dell'Impero, ma il suo grado di diffusione variava molto a seconda dell'area geografica. Alcuni prodotti tipici della tradizione romana, come il *garum* e la pratica di salatura del pesce continuarono ad apparire in alcune opere letterarie dell'Alto Medioevo.

Da un altro punto di vista, si osserva che nei primi secoli del Medioevo si verificò una sostanziale diffusione del cristianesimo in Europa, e con esso aumentò anche l'importanza del pesce nella dieta della popolazione europea. Ad esempio, le direttive cattoliche riguardo i cibi accessibili ai fedeli limitavano l'uso della carne rossa durante i giorni sacri di digiuno che, secondo le pratiche dell'epoca, rappresentavano quasi la metà dell'anno solare: questo fu uno dei motivi che spinse verso un primo aumento del consumo e commercio di pesce da parte delle famiglie.

Inoltre, intorno a questo periodo, diverse fonti testimoniano la presenza di comunità basche sulle coste settentrionali della Spagna, le quali esercitavano l'attività di caccia di grandi cetacei come la balena, la cui lingua veniva considerata una pietanza di grande prelibatezza. Queste comunità specializzate in questo tipo di caccia elaborarono metodi per massimizzare le spedizioni, costruendo ad esempio torri di avvistamento per

indirizzare i pescatori che con arpioni si dirigevano verso la balena da catturare. In seguito ai loro primi contatti con le popolazioni vichinghe, i baschi iniziarono a costruire imbarcazioni emulando i loro metodi, che all'epoca erano considerati i più efficienti e funzionali. Dall'anno 1000 in poi dedicarono gran parte delle loro forze economiche alla pesca del merluzzo, adottando e migliorando le tecniche di conservazione vichinghe che permettevano di preservarlo per almeno due anni dalla cattura: ciò consentì agli esemplari di merluzzo atlantico di diventare parte fondamentale del commercio ittico, situazione che si riflette anche ai giorni nostri. Alcuni studi basati sullo sviluppo delle società norrene affermarono che, come successe anche con i baschi, queste furono società che si stabilirono in territori poco o per niente produttivi dal punto di vista dell'agricoltura, per cui furono i primi che in Europa rivolsero questa grande attenzione verso i prodotti del mare, diventando popoli con una tradizione caratterizzata da grandi navigatori e da esplorazioni nelle acque dell'Oceano Atlantico.⁷⁸

Anche l'Inghilterra, sulla base dell'influenza norrena, si inserì nel commercio del merluzzo, passando da un'economia del pesce fondamentalmente di acqua dolce ad un'economia segnata in maniera preponderante dal business di specie marine intorno all'XI secolo, fornendo alla popolazione europea in aumento una risorsa alimentare durevole e relativamente poco costosa. Fu proprio l'aumento della popolazione, causato in parte da una sistemazione più stanziiale delle comunità, che aumentò la domanda di cibo, e con essa il bisogno di rimodellare il paesaggio circostante e l'ambiente naturale per soddisfare i bisogni di sostentamento. Si tratta ad esempio di fenomeni di deforestazione, aumento dell'erosione o deviazione dei corsi d'acqua che hanno avuto un impatto negativo sugli ecosistemi. Una tipologia di pesce che in questo periodo fu particolarmente soggetta all'impatto della pesca e dell'alterazione del suo habitat è lo storione, un pesce d'acqua dolce che fu in diverse regioni spinto sull'orlo dell'estinzione durante il Tardo Medioevo. È in questo periodo che, una volta compresa l'importanza e il valore economico e sociale della pesca, si iniziò ad avanzare una sorta di regolamentazione degli scambi tra commercianti, pescatori e stock ittici: i signori feudali del periodo, così come i monasteri e i grandi proprietari terrieri cercarono di

⁷⁸ S. Perdikaris, "From Chiefly Provisioning to Commercial Fishery: Long-Term Economic Change in Arctic Norway", *World Archaeology*, 1999, 30, 3: 388-402.

andare incontro all'aumento della domanda di pesce tramite la privatizzazione dei diritti di pesca e l'accesso agli stock da un lato, e dall'altro la produzione artificiale di pesce attraverso la costruzione di bacini d'allevamento. Fu così che l'attività di pesca in mare divenne estremamente redditizia, grazie anche all'impiego dell'acquacoltura che contribuì a colmare le lacune di approvvigionamento causate dalla progressiva riduzione delle risorse. Tuttavia, con l'inizio dell'epoca rinascimentale, questo periodo di crescita economica dominato dalla pesca commerciale subì una battuta d'arresto a causa di conflitti politici e conseguente instabilità economica. L'aumento della popolazione di religione protestante distanziò le abitudini alimentari da quelle tipiche della tradizione cattolica, che insieme all'aumento della concorrenza della flotta peschereccia olandese provocò un progressivo declino dell'Inghilterra come potenza nella commercializzazione ittica.⁷⁹

Studi recenti di archeologia hanno dimostrato che una tipologia di resti che con più affidabilità potrebbe segnalare la presenza di abitudini di pesca in tempi lontani dal nostro è caratterizzata dai resti di conchiglie di molluschi come ostriche, cozze e vongole, i quali venivano spesso scartati nei pressi della zona di consumo degli stessi. Non è infatti raro che si formassero nel tempo veri e propri cumoli consistenti di questo materiale di scarto, come quello trovato nell'area di Poole in Inghilterra: i resti di gusci di ostriche rinvenuti in questo deposito sono stati datati come risalenti al periodo compreso tra il X e il XIV secolo e si contano circa 7 milioni di esemplari accumulati. Questi depositi di scarti aiutano il comitato scientifico a stabilire la quantità di consumo di specie specifiche che viene collocata in un preciso periodo storico grazie alla datazione tramite radiocarbonio e l'analisi della dimensione del cumolo stesso, che può offrire indizi sulle abitudini di alimentazione di un popolo.⁸⁰

Diverse fonti hanno suggerito che durante il Medioevo ha fatto il suo ingresso nel panorama ittico europeo il metodo di pesca attuato tramite reti a strascico, che ancora oggi genera critiche e preoccupazioni a causa dell'alto deterioramento che provoca sui fondali marini. Gli archeologi fanno risalire le prime costruzioni di questa tipologia di rete al tardo Medioevo; una tale datazione è stata possibile in quanto sono giunti fino a

⁷⁹ R. Tittler, "The English Fishing Industry in the Sixteenth Century: The Case of Great Yarmouth", *Albion: A Quarterly Journal Concerned with British Studies*, 1977, 9, 1: 40-60.

⁸⁰ I. P. Horse, J.M. Winder, *Late Saxon and Conquest-period oyster middens at Poole, Dorset, Waterfront archaeology: Proceedings of the third international conference on waterfront archaeology held at Bristol 23-26 September 1988*, Alden Press Ltd, Oxford, 1991, 102-104

noi diversi documenti conservati nel tempo che testimoniavano denunce legali da parte di gruppi di pescatori che volevano impedire, o almeno limitare, lo sfruttamento eccessivo di reti da strascico con l'intento di preservare le zone di pesca da cui tutti ricavavano sostentamento.

Un altro metodo di pesca risalente allo stesso periodo e molto diffuso soprattutto in Europa settentrionale è caratterizzato dalla costruzione di sbarramenti o dighe all'interno di fiumi, come testimoniano numerosi resti di sedimenti e materiali anche lungo gli estuari. Le dighe venivano costruite usando reti o ceste durante il Medioevo per bloccare il flusso di pesci che seguivano la corrente, per cui un'installazione efficace prevedeva anche una conoscenza dei movimenti e del momento del passaggio di esemplari che si intendeva catturare. Per quanto riguarda la distribuzione geografica e l'intensità del fenomeno è possibile affermare che, soprattutto in Gran Bretagna e in Irlanda, un uso intensivo di questo tipo di dighe fu registrato tra il VII e l'VIII secolo ed erano collocate nella maggior parte dei casi nella stessa posizione per generazioni: la ricostruzione degli sbarramenti già esistenti nel corso dei secoli ha provocato un impatto sull'ambiente e sull'ecosistema fluviale, in quanto con il passare del tempo essi provocavano lo spostamento e la deviazione dei corsi d'acqua, con conseguente accumulo di detriti, sabbia e ghiaia durante le piene nella zona della diga.⁸¹

Con l'avanzamento dell'epoca medievale, il progredire della tecnologia e delle conoscenze, si assistette ad un miglioramento delle tecniche di pesca accompagnato dalla nascita di un fiorente commercio di prodotti ittici in tutta Europa. Ciò spinse i costruttori di navi a incrementare la capacità di stiva e trasporto delle imbarcazioni adoperate per la pesca, così da consentire ai pescatori di oltrepassare i limiti delle proprie coste ed inoltrarsi in acque più profonde e più popolate, dove la quantità di pesce che veniva catturato aumentò grazie all'impiego di nuovi attrezzi più sofisticati. È a questo punto della storia umana, ovvero durante il tardo Medioevo, che una parte degli ecologisti fa risalire l'inizio della sovrapesca di alcune specie fondamentali per il commercio dell'epoca, come l'aringa e il merluzzo, le cui popolazioni vissero un primo periodo di indebolimento ecologico.⁸²

⁸¹ C. R. Salisbury, *Primitive British fishweirs. Waterfront archaeology: Proceedings of the third international conference on waterfront archaeology held at Bristol 23-26 September 1988*, Alden Press Ltd, Oxford, 1991

⁸² J. B. C. Jackson, M. X. Kirby, W. H. Berger et al., "Historical Overfishing and the Recent

I documenti scritti riguardanti la pesca e le sue modalità durante il Medioevo fanno quasi sempre riferimento all'ambito europeo: nel periodo compreso tra il XIV e il XV secolo la scrittura su carta e la redazione di documenti ufficiali anche in questo campo divenne sempre più diffusa in Europa, è proprio in quest'epoca infatti che emerge un primo esempio di burocrazia all'interno di uno Stato moderno, grazie anche alla presenza di imprese private che acquisivano dimensioni sempre maggiori. L'interesse dello Stato divenne gradualmente più fiscale, sostenendo registrazione di numeri e dati accurati, portando man mano ad una istituzionalizzazione di vere e proprie norme sulla pesca, per cui si rivelò presto necessaria una annuale raccolta di dati costante ed uniforme. Questa raccolta prendeva in considerazione, però, soltanto le specie catturate che avevano una importanza sostanziale dal punto di vista commerciale, per cui i materiali storici giunti fino a noi riguardano soprattutto la pesca di merluzzo, di aringa, acciughe e salmone, sardine e una varietà di pesci piatti, mostrando un certo pregiudizio intrinseco dell'epoca su quali fossero le specie più importanti di cui tenere traccia.

Lo sfruttamento delle risorse acquatiche e l'esplorazione di nuove terre che affacciano sull'Oceano Atlantico sono due fenomeni da sempre considerati correlati tra loro; in alcuni casi storici fu proprio la caccia di popolazioni di balene e la ricerca di banchi di merluzzo a spingere le imbarcazioni degli esploratori sempre più a largo grazie alla fabbricazione di navi e attrezzature sempre più resistenti ed efficaci. I Paesi che riuscivano a conquistare il possesso di nuove zone ricche di risorse, soprattutto a nord e ad ovest dell'Europa, si assicuravano un successo internazionale fatto di prestigio e potere politico, entrando però spesso in conflitto con le altre potenze che cercavano di contendersi i diritti di pesca. Con l'approdo sulle coste del Nuovo Mondo, i colonizzatori si resero conto dell'enorme quantità di risorse naturali che le nuove terre potevano offrire, in contrasto con l'esaurimento delle risorse che invece l'ambiente urbano europeo stava vivendo. Iniziò una nuova economia di prodotti ittici che risultò fin da subito molto redditizia, venivano infatti importate dalla regione del Newfoundland verso l'Inghilterra tonnellate di merluzzo atlantico con un ritmo di 150 navi cariche in media all'anno. Vittime della pesca eccessiva di questo periodo storico furono in maniera preponderante le balene e i trichechi, ma in particolare anche una specifica razza di uccello marino, l'alca impenne, che venne sfruttata come esca per

attirare i merluzzi fino alla sua estinzione che avvenne nel corso del 1800. Dal punto di vista dell'avanzamento dell'attività di pesca fu proprio il merluzzo che giocò un ruolo di primaria importanza, lo sviluppo economico della regione del New England fu reso possibile soprattutto grazie al commercio di questo prodotto, insieme alla caccia intensiva alle balene, le quali rappresentavano il 15% delle esportazioni di questa regione nel 1700.⁸³

Una ricerca condotta dai biologi James Barrett e Alison Locker tenta di dimostrare che sia possibile individuare l'inizio di uno sforzo di pesca intensiva da parte dei pescatori europei tramite la valutazione dell'abbondanza relativa di ossa di pesce, in particolare di merluzzo e di aringa, ritrovati in alcuni siti archeologici inglesi risalenti al VII fino al XVI secolo. Da qui risulta che un'intensificazione drammatica del ritmo di pesca di questi esemplari si è verificata non con l'espansione delle esplorazioni marine in New England, come si poteva immaginare, ma in pochi decenni dell'anno 1000. Questo aumento può essere correlato a fattori socioeconomici, come ad esempio il digiuno di carne imposto dal cristianesimo, sempre più diffuso, che potrebbe essere identificato come ragione iniziale di aumento della domanda. L'influenza del cristianesimo sullo sviluppo della pesca deve comunque essere ancora esaminata a fondo, mentre fattori quali il rapido aumento della popolazione sono stati scientificamente accertati. Questa crescita avvenne maggiormente nelle aree urbane, da cui come conseguenza iniziò un florido commercio a lungo raggio di beni di prima necessità. La variabile più importante è considerata comunque la diminuzione di stock ittici d'acqua dolce dovuta ad un'agricoltura in forte crescita che spingeva gli agricoltori ad eliminare i bacini di pesca per la costruzione di campi coltivabili. Ciò ha senza dubbio indotto la popolazione a rivolgersi alle risorse offerte dai mari, per andare in contro ad una domanda sempre crescente.⁸⁴

È opportuno aggiungere che gli studi storici sullo sviluppo della pesca appena presentati dimostrano inoltre che anche le operazioni di pesca preindustriale, caratterizzate dall'impiego di tecniche piuttosto semplici, se ben organizzate possono rivelarsi molto efficaci nello sfruttamento delle risorse, soprattutto se esse si trovano in habitat facilmente accessibili e rigogliosi come le terre conquistate del Nuovo Mondo. A ciò è

⁸³ M. Kurlansky, *Cod: A Biography of the Fish That Changed the World*, Penguin Books, New York 1997.

⁸⁴ J. Barrett, A. Locker, C. Roberts, "The Origins of Intensive Marine Fishing in Medieval Europe: the English Evidence", *Proceedings: Biological Sciences*, 2004, 271, 1556: 2417-2421.

legata la storia che spiega le cause dell'estinzione della mucca di mare di Steller, esemplare già citato a riguardo del fenomeno della scomparsa delle foreste di alghe. L'estinzione di questo grande animale marino testimonia come l'uomo anche in epoca preindustriale e con attrezzature tecnologicamente limitate abbia avuto un impatto decisivo sul corso biologico di questa specie. Nel 1741, infatti, l'equipaggio di una spedizione russa si trovò bloccato sull'isola di Bering nel Pacifico settentrionale, dove venne in contatto con una rigogliosa popolazione di lontre marine e di questo grande mammifero all'epoca sconosciuto, successivamente denominato mucca di mare di Steller, dal nome del naturalista Georg Wilhelm Steller che prese parte alla spedizione e per primo ne descrisse le caratteristiche. In questa occasione l'equipaggio iniziò a cacciare in maniera intensiva e sistematica le lontre di mare, prede facili da catturare, sfruttandole come fonte di cibo e per le loro preziose pelli. Il ritmo con cui questa specie veniva cacciata, però, superava di gran lunga la sua capacità riproduttiva nell'habitat naturale, perciò iniziò presto a scarseggiare. A questo punto l'equipaggio rivolse la propria attenzione verso la mucca di mare che abitava le acque circostanti, catturandone gli esemplari fino a quando riuscirono ad abbandonare l'isola. Da questo momento in poi furono organizzate diverse spedizioni dall'Europa verso questo gruppo di isole che offriva una grande quantità di mammiferi marini, i quali furono catturati in massa per ricavarne cibo, pelle e grasso, fino alla sua estinzione, che avvenne nel 1768.⁸⁵

Quando si tratta di rilevare testimonianze scritte riguardanti l'attività di pesca preindustriale, nella maggior parte dei casi di ricerca l'arco temporale si limita a poche centinaia di anni, fino al punto di inizio del periodo industriale, il quale è solitamente considerato intorno alla metà del XIX secolo, in relazione alle principali zone di pesca europee e nord americane. L'industrializzazione della pesca è caratterizzata da una serie di cambiamenti tecnologici nelle tecniche di cattura degli esemplari, che divennero più efficienti e più adatte allo sviluppo di un mercato globale del pesce. Ad esempio, si può notare come durante gli anni '60 del XIX secolo le reti in cotone fabbricate a macchina sostituirono gradualmente le vecchie e più pesanti reti in canapa, che erano poco maneggevoli. Inoltre, a partire dall'inizio del XX secolo, la costruzione di imbarcazioni dotate di propulsione a motore ha dato una nuova potenza di navigazione e

⁸⁵ C. Roberts, *The Unnatural History of the Sea*, Ocean Island Press, Washington DC, 2007

miglioramento della pesca a strascico, che poteva essere praticata indipendentemente dalla presenza di venti.⁸⁶

Il panorama storico e scientifico è d'accordo nell'affermare che durante il XIX secolo la pesca eccessiva e l'assenza di un'attenzione rivolta agli equilibri naturali dell'ecosistema marino avevano già contribuito all'esaurimento di numerosi stock ittici di alcune zone affacciate sull'Atlantico, come le coste del Labrador in Canada. Studi riguardanti questo periodo storico si preoccupano di sottolineare come la visione tradizionale della pesca era ormai stata abbandonata da tempo, evidente nel passaggio dalla pesca di sussistenza e dalla pesca commerciale a bassa intensità ad una intensa commercializzazione dei prodotti ricavati, attività che raggiunge livelli globali. Con la creazione di una vera e propria industria ittica durante il 1800, l'intero ecosistema dell'Atlantico settentrionale subì una pressione senza precedenti: la crescente domanda di olio di pesce e prodotti a basso costo e l'aumento delle persone coinvolte nel processo di pesca hanno avuto impatti catastrofici per gli stock ittici. È in questo periodo che si sviluppano inoltre aspri conflitti di interesse e iniziative volte a proteggere i diritti di pesca nelle zone più popolate da specie, rendendo l'area dell'Atlantico settentrionale estremamente contestata dalle più grandi potenze.⁸⁷

Lo studio condotto da Jackson e Kirby fornisce l'analisi dell'impatto generato dall'uomo attraverso la creazione di una sequenza di eventi cronologica: partendo dall'evento primordiale di espansione e stabilizzazione del genere umano sul pianeta, l'attività di *overfishing* viene indicata come precedente ad ogni altro tipo di influenza che l'uomo abbia mai potuto esercitare sull'ambiente. Nei casi esaminati dal loro studio e in breve riportati in questo lavoro di ricerca la pesca è sempre stata il primo fenomeno che disturba l'equilibrio dell'ecosistema marino, seguito in periodi storici successivi dall'inquinamento delle acque, la distruzione meccanica di grandi porzioni di habitat, l'introduzione di nuove specie in un certo ambiente in seguito all'insediamento umano e infine il cambiamento climatico di carattere antropogenico. Questa sequenza di eventi che hanno deteriorato lo stato dell'ambiente marino e acquatico in generale può essere considerata come un quadro di riferimento per la futura ricerca di un rimedio, un punto

⁸⁶ B. Poulsen, "The variability of fisheries and fish populations prior to industrialized fishing: An appraisal of the historical evidence", *Journal of Marine Systems*, *Journal of Marine Systems*, 2010, 79: 327–332

⁸⁷ W. J. Bolster, *The Mortal Sea: Fishing the Atlantic in the age of sail*, Harvard-Belknap, Cambridge, 2012

di partenza per il ripristino della qualità delle acque e il benessere dei suoi abitanti, obiettivo che risulta quindi perseguibile solo dopo aver definito efficacemente una prospettiva storica.

La raccolta di dati paleo-ecologici, archeologici e storici più specifici si rivela necessaria per affinare i possibili strumenti di gestione del problema. È naturale affermare che un adeguato riconoscimento delle enormi perdite e dei danni che l'ecosistema ha dovuto subire nel corso della storia renderebbe più chiaro come essi potrebbero tornare ad essere e quale sia la reale quantità di risorse economiche che esso potrebbe offrire se recuperate agendo sulla base della conoscenza storica. Un concetto fondamentale da comprendere è che la situazione attuale dominata dalla perdita di stock di pesca commercialmente importanti, dal degrado di paesaggi naturalistici e dalla comparsa recente di malattie microbiche della fauna acquatica, non è altro che il risultato della sequenza di eventi di deterioramento precedentemente descritta e che ha dunque radici storiche profonde.

I passi avanti della scienza ci permettono di determinare, seppur in modo approssimativo e tramite strumenti teorici di recente diffusione, la forza e la consistenza delle interazioni tra esemplari sopravvissuti di specie ormai molto rare, per poi tentare di ricostruire modelli di rinnovamento e ripopolazione nei loro habitat naturali originali e in seguito espandere questi modelli su larga scala. Accanto alle indagini riguardanti l'impatto delle azioni umane, è importante prendere in considerazione un altro fattore che nel corso della storia ha senza dubbio esercitato una forza manipolatrice sugli ecosistemi di qualsiasi ambiente naturale, ovvero il cambiamento climatico, anche di origine non antropogenica. Le variazioni del clima avvengono infatti in lassi temporali che ricoprono decenni e molto spesso interi secoli, per cui uno studio che parte da dati raccolti solamente negli ultimi 50 anni non è più sostenibile dal punto di vista scientifico, mostrando un ulteriore motivo per approfondire uno sviluppo storico a lungo termine della situazione attuale.

Capitolo 3

CONSEGUENZE DELL'OVERFISHING IN EUROPA: IL CASO DEGLI ALLEVAMENTI DI SALMONE IN SCOZIA

All'interno dell'area europea, il territorio scozzese è internazionalmente riconosciuto come ricco di paesaggi naturali, i quali variano tra habitat terrestri e acquatici, entrambi destinazione di un'ampia popolazione di fauna selvatica. Essi sono meta di un flusso turistico molto sviluppato, caratterizzato da una maggiore intensità nei parchi nazionali e sulle coste, le quali offrono meravigliosi panorami dalle alte pareti rocciose e frastagliate bagnate dall'Oceano Atlantico settentrionale e dal Mar di Norvegia. La grande varietà e abbondanza di specie acquatiche che questo territorio può vantare ha facilitato l'ascesa di un'importante industria del commercio di pesce, ancora oggi in rapida espansione. Al primo posto tra le esportazioni e la produzione di pesce nel territorio scozzese vi è il salmone: l'allevamento di salmone rappresenta infatti il principale contributo all'acquacoltura di questa regione, prendendo parte all'interno di un'industria che, a partire dagli anni Settanta del '900, ha conosciuto una costante crescita e gioca oggi un ruolo fondamentale per l'intera economia scozzese. Il salmone di tipologia atlantica (*Salmo salar*) allevato in queste acque è diventato così uno dei simboli della Scozia, la quale è oggi considerata al terzo posto tra i produttori di salmone a livello internazionale, dopo la Norvegia e il Cile. Questa grande espansione del commercio ittico ha permesso quindi il riconoscimento di questa regione come uno dei leader mondiali del settore, creando un elevato numero di opportunità di lavoro e una crescita annuale non indifferente in termini di profitto. Risulta infatti che la sola attività di acquacoltura ha prodotto un ricavo di quasi due miliardi di sterline nella sola annualità del 2016, spingendo il governo scozzese ad incrementare il finanziamento di questa attività con l'obiettivo di raddoppiare il profitto e i posti di lavoro coinvolti entro il 2030.⁸⁸

Come già accennato, il turismo attivo in questa zona è fortemente attratto dall'ambiente naturale, anche acquatico. È proprio questo ambiente e il suo complesso ecosistema, però, a risultare al giorno d'oggi in serio pericolo: l'attività di acquacoltura dei salmoni,

⁸⁸ <https://www.salmonscotland.co.uk/> (Aquaculture in Scotland, ottobre 2022)

infatti, è accusata da un elevato numero di studi e ricerche scientifiche di provocare gravi danni all'ecosistema marino e agli stessi esemplari di salmone che vengono allevati. Uno sguardo più approfondito sulla realtà in cui gran parte degli allevamenti si trova testimonia delle condizioni di allevamento intensivo del tutto preoccupanti, un vero e proprio rischio biologico nascosto al di sotto della superficie delle acque, che necessita senza dubbio di un'attenta analisi e ulteriori investigazioni. I recinti di rete attualmente utilizzati dalle industrie ittiche contengono in alcuni casi un numero superiore a decine di migliaia di esemplari di salmone, quando la licenza ad essi assegnata ne consente un massimo di 2.500, cifra che varia a seconda della grandezza del sito e dei cicli di produzione. È inevitabile, con un numero così elevato di esemplari costretti in uno spazio così limitato, che questa pratica provochi serie conseguenze sull'ecosistema in cui il salmone cresce e sull'ambiente naturale ad esso circostante.⁸⁹

I recinti in cui gli esemplari sono trattiene diventano facilmente un ambiente ideale per la diffusione di malattie e parassiti, che provocano gravi danni alla salute dei pesci. È un ambiente di vita che ricorda quello degli allevamenti intensivi nelle industrie di terraferma, ma sott'acqua spesso questo tipo di problemi passa inosservato, nascosti allo sguardo dell'opinione pubblica e di chi dovrebbe vigilarne le condizioni.

L'impatto di questa enorme presenza di salmoni allevati in uno spazio così ristretto è inevitabile: gli ecosistemi circostanti e nelle immediate vicinanze risultano infatti alterati, a causa di una serie di fattori. Uno di questi è indubbiamente il problema dei rifiuti derivati dal mangime non consumato e dagli escrementi dei pesci, i quali entrano a contatto con l'ambiente acquatico che circonda i recinti, oltre che a depositarsi direttamente al di sotto delle strutture d'allevamento in quantità concentrata. Il deposito di questi rifiuti sul fondale può portare all'aumento dell'azoto e del fosforo nell'acqua, il quale provoca una crescita eccessiva delle alghe che abbassa la qualità dell'acqua e produce una fioritura di piante potenzialmente tossiche per l'uomo e per gli animali. L'ambiente marino viene quindi danneggiato dagli scarti organici prodotti dagli allevamenti, influenzando anche la vita delle creature che vivono sul fondale, soprattutto nei siti in cui le correnti sottomarine non sono abbastanza forti da assicurare

⁸⁹ <https://www.bestfishes.org.uk/> (*The impacts of Scottish salmon farming on the benthic environment*, ottobre 2022)

un ricambio di acqua sufficiente. L'affondamento di questo tipo di particolato organico genera l'aumento della richiesta di ossigeno degli organismi animali e vegetali che abitano il fondale, e l'effetto di soffocamento fisico da esso prodotto comporta la degradazione e la riduzione della biodiversità nella zona in cui accade.

Alcune ricerche affermano che l'azione degradante di questo scarto di rifiuti può ricoprire un'area di circa mezzo chilometro quadrato se si tratta di una azienda d'allevamento di 1.500 tonnellate, dati confermati da monitoraggi in diversi siti di allevamento della costa scozzese occidentale. Negli stessi luoghi, è stato notato come le comunità bentoniche, ovvero le comunità di crostacei e molluschi che vivono sul fondale, possono recuperare uno stato di salute accettabile se lasciate a riposo in seguito all'interruzione dei siti d'allevamento, ma il tasso di recupero dipende sempre dalle condizioni locali che possono richiedere anche oltre due anni di riposo. Ciò accade perché l'accumulo locale di microrganismi patogeni sovraccarica la capacità degli ecosistemi di riciclare questo tipo di rifiuti, generando quella che è conosciuta come l'impronta di una certa azienda d'allevamento sulla chimica e microbiologia dei sedimenti. Il problema della variazione delle quantità di ossigeno nelle zone colpite dall'impronta è determinante, infatti l'accumulo di materia organica riduce la concentrazione di ossigeno più rapidamente di quanto ne viene fornito naturalmente.⁹⁰

La fauna bentonica tipica dei sedimenti al di sotto degli allevamenti di salmone comprende una varietà di specie di vermi, molluschi bivalvi, stelle marine e ricci di mare. Queste comunità sopravvivono grazie ai flussi naturali di materia organica proveniente dal fitoplancton, alghe e altri organismi. I biologi Pearson e Rosenberg si occuparono di determinare fino a che grado queste comunità mutassero la loro struttura in risposta all'aumento della quantità di materia organica che arrivava dal fondale. La fauna delle zone alterate prese in considerazione presentava un alto numero di vermi resistenti che prosperano naturalmente in questo tipo di ambienti, ma altre tipologie di organismi erano assenti. Notarono che 50 metri al di fuori della zona dei recinti d'allevamento, la fauna marina iniziava ad essere leggermente più diversificata, ma non ai livelli registrati in condizioni normali. Il ritorno a queste condizioni normali di vita

⁹⁰ P. Tett, M. W. Coulson et al., *Review of the environmental impacts of salmon farming in Scotland, Report for the Environment, Climate Change and Land Reform (ECCLR) Committee, The Scottish Parliament, Technical Report, 2018*

non è stato purtroppo registrato in nessun sito in seguito alla cessazione delle attività, mentre si notava però un progressivo recupero delle specie più dominanti.⁹¹

La situazione critica caratterizzata dalla riduzione dell'ossigeno è strettamente collegata ad un altro fattore già brevemente accennato, ovvero la crescita dannosa e incontrollata di alghe. Questa crescita è dovuta dal rilascio di composti nutrienti ricchi di fosforo e azoto, ed è proprio la degradazione batterica di queste alghe e piante che contribuisce a diminuire i livelli di ossigeno nell'ecosistema, secondo un processo denominato di *eutrofizzazione*. I salmoni che vivono liberi in natura sono in grado di allontanarsi ed evitare le zone popolate da fioriture di alghe nocive e da scarsa qualità dell'acqua per istinto di sopravvivenza, ma in allevamento non hanno la possibilità di spostarsi al di là delle recinzioni che li tengono intrappolati, per cui sono costretti a subirne direttamente i danni. Alcune delle specie di alghe cresciute in questi ambienti e analizzate da studi recenti sono caratterizzate dalla capacità di danneggiare le branchie dei pesci intasando le vie aeree, oppure lesionandone i tessuti, portando in ogni caso ad una condizione di asfissia e poi alla morte dell'organismo. Le gravi alterazioni del tessuto branchiale e le modifiche patologiche interne causate da intossicazione portano a gravi problemi relativi all'osmoregolazione e agli scambi fisiologici di gas.⁹²

È comunque già a partire dalla fine degli anni Ottanta del '900 che iniziarono ad emergere le prime preoccupazioni riguardanti gli effetti potenzialmente eutrofizzanti delle sostanze di scarto. Alla fine degli anni Novanta questa preoccupazione portò alla formulazione di un modello capace di calcolare il livello di aumento delle sostanze in un certo sito, che sarà poi utilizzato dal governo scozzese per ricavare informazioni sullo stato di salute degli allevamenti. Nel 2000 infatti le autorità accolsero una petizione che chiedeva una seria inchiesta sulle condizioni dei recinti di allevamento delle coste scozzesi, che riconobbe come molti dei siti analizzati risultassero disturbati dalla tossicità delle alghe e dalle fioriture nocive. A questo punto fu giudicata necessaria

⁹¹ T.H. Pearson, R. Rosenberg, "Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment", *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 1978, 16: 229-311

⁹² Brusle, J., "The impact of harmful algal blooms on finfish mortality, pathology and toxicology", *Reperes Ocean*, 1995, 10.

un'ulteriore analisi sulla potenziale capacità dell'attività di acquacoltura di causare cambiamenti negli equilibri degli ecosistemi circostanti come un effetto a catena.⁹³

Uno degli aspetti che contribuiscono ad aumentare il livello di preoccupazione riguardo gli allevamenti di salmone è l'impatto che essi hanno sulle popolazioni di salmoni selvatici, che migrano nelle acque circostanti ai siti d'allevamento. Allevare un così grande numero di esemplari in recinti situati nel mare implica la possibilità che alcuni di essi riescano a fuggire. Quando accade, ciò provoca conseguenze negative sull'ecosistema dei salmoni selvatici che vivono liberamente al di fuori delle zone industriali, ma anche sugli stessi salmoni scappati. La ricerca portata avanti dall'associazione OneKind, attiva nella protezione degli animali nel territorio scozzese, afferma che tra il 2017 e il 2019 sono fuggiti dagli allevamenti scozzesi circa 110.800 salmoni. Le cause sono state ricercate in danni alle attrezzature recati dalle intemperie o nella predazione da parte di altri animali marini, oppure nell'errore umano. Nel 2020, durante il mese di agosto è stata registrata la fuga di 50.000 esemplari a causa di un unico incidente che ha liberato i recinti dagli ormeggi dell'azienda gestita da Mowi Scotland. Una volta in libertà, i salmoni sono celebri per la loro capacità di ricoprire grandi distanze, come ha testimoniato anche l'incidente del 2020, i cui salmoni sono stati ritrovati in alcuni fiumi a 150 miglia di distanza dall'allevamento. Essendo animali cresciuti in cattività, hanno una scarsa abilità di adattarsi alla vita in natura, ma soprattutto in molti casi la gravità della situazione è dettata dall'espandersi di malattie e infestazioni di pidocchi provenienti dai salmoni fuggiti sulle popolazioni selvatiche. Le interazioni tra le due tipologie di salmone potrebbero essere dannose anche dal punto di vista genetico, poiché l'incrocio può diminuire la varietà genetica degli esemplari cresciuti in natura.⁹⁴

Nel 2006 fu condotto un esperimento volto a determinare il grado dell'impatto che i salmoni fuoriusciti dagli allevamenti hanno sull'ambiente naturale, rilasciando nelle acque scozzesi a scopi scientifici 600 salmoni tracciati cresciuti in cattività. Le ri-catture di questi salmoni riportate dai pescatori rappresentano un numero infinitesimale, soltanto cinque degli esemplari etichettati sono stati ritrovati, di cui due morti e tre vivi

⁹³ P. Tett, M. W. Coulson et al., *Review of the environmental impacts of salmon farming in Scotland, Report for the Environment, Climate Change and Land Reform (ECCLR) Committee*, The Scottish Parliament, Technical Report, 2018

⁹⁴ OneKind, *Underwater Cages, Parasites and Dead Fish. Why a Moratorium on Scottish Salmon Farming Expansion is Imperative*, Compassion in World Farming and OneKind, 2021

nelle coste scandinave. Ciò fa pensare che i salmoni fuggiti abbiano una sopravvivenza molto bassa in natura, o si disperdono con molta facilità. Si è ipotizzato che fossero spinti a raggiungere le coste ad est della Scozia per via delle forti correnti che portano in quella direzione.⁹⁵

3.1. L'EPIDEMIA DI PIDOCCHIO DI MARE E I TRATTAMENTI MESSI IN ATTO DAGLI ALLEVAMENTI

Uno dei problemi che maggiormente affliggono l'esistenza dei salmoni in allevamenti sovrappopolati è senza dubbio il pidocchio di mare. Si tratta di parassiti che causano enormi perdite economiche per le industrie, le quali cercano ancora di trovare una soluzione, nonostante i molti anni di ricerca e innovazione nel settore. La presenza di questi parassiti costituisce una seria minaccia sia per i salmoni all'interno dei recinti d'allevamento, sia per i salmoni selvatici che migrano nelle loro vicinanze, ed è considerato un problema destinato ad aumentare proporzionalmente alla crescita dell'industria. Il numero di esemplari di salmone che muore a causa di questi parassiti è molto alto, ma è altrettanto alto il numero delle morti a causa dei trattamenti impiegati nel tentativo di liberarsi da questo problema, trattamenti spesso giudicati molto dolorosi e responsabili di sofferenze a lungo termine.

Le ricerche in merito non sono poche, si riscontra infatti l'esistenza di un elevato numero di studi scientifici e articoli accademici che cercano di esplorare il problema da diversi punti di vista. Ricorrenti sono i riferimenti alla campagna *Salmon and Trout Conservation Scotland*, un'iniziativa che si impegna a sensibilizzare l'opinione pubblica sullo stato preoccupante in cui si trova gran parte degli allevamenti scozzesi, proponendo campagne di beneficenza e raccolta fondi per promuovere il benessere degli animali. I loro sforzi di documentazione e denuncia sono volti ad attirare l'attenzione del governo scozzese, affinché introduca un rigoroso regime di monitoraggio e verifica delle condizioni degli allevamenti, in quanto i provvedimenti presi fino ad oggi non si sono rivelati adeguati. Il direttore della campagna, Andrew Graham-Stewart, in un'intervista del 2020 ha affermato che gli allevamenti più colpiti sono quelli nelle

⁹⁵ M. Green, D. J. Penman, H. Migaud, et al., *The Impact of Escaped Farmed Atlantic Salmon (Salmo salar L.) on Catch Statistics in Scotland*, PLoS ONE, 2012, 7, 9

località di Oban, Lochgilphead, Dunvegan, Broadford, Loch Maddy e Loch Boisdale: in questi stessi siti, i recenti trattamenti utilizzati per curare l'epidemia sono stati considerati inefficaci: tra essi si ricordano il *thermolicing*, che consiste nel far passare i salmoni affetti attraverso acqua riscaldata per allontanare i pidocchi, e il bagno nel perossido di idrogeno, di cui si parlerà in seguito.⁹⁶

Alcune ricerche si sono concentrate sullo studio di specifiche tipologie di pidocchio per capirne i modelli riproduttivi e di diffusione sui pesci, come ad esempio la ricerca condotta da C. W. Revie, G. Gettinby, J. W. Treasurer et al., che si focalizzò sull'epidemia di *Caligus elongatus*. Presi in considerazione 33 allevamenti di salmone distribuiti sulla costa occidentale della Scozia, dal 1997 al 2000 sono riusciti a campionare un totale di 64.000 esemplari. In seguito a misurazioni settimanali del livello di diffusione di questa particolare specie di pidocchio, i ricercatori hanno concluso che si tratta di infestazioni altamente stagionali, seguendo un modello che si ripete ogni anno. È stato possibile stabilire che il livello medio complessivo di pidocchi su ogni pesce non superava le nove unità, mentre si registrano numeri molto più elevati nel caso del *Lepeophtheirus salmonis*, tipologia di pidocchio che richiede un più frequente e intenso numero di interventi medici.⁹⁷

⁹⁶ Hutchison, C., "Scottish salmon found in 'sickening' conditions across Scotland as sea lice problem escalates", *The Herald*, 2020

⁹⁷ C. W. Revie, G. Gettinby, J. W. Treasurer, "The epidemiology of the sea lice, *Caligus elongatus* Nordmann, in marine aquaculture of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Scotland", *Journal of Fish Diseases* 2002, 25: 391–399

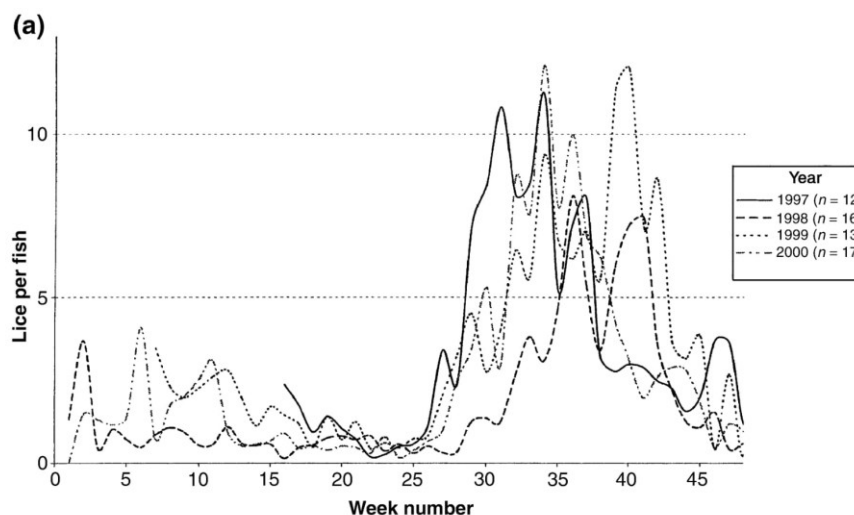


Figura 11. Quantità media di *Caligus elongatus* adulto nel primo anno di produzione dal 1997 al 2000. C. W. Revie et al., *The epidemiology of the sea lice, Caligus elongatus* Nordmann, in marine aquaculture of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Scotland, 2002

La gravità dell'epidemia risulta essere molto bassa durante i mesi freddi, soprattutto tra gennaio e giugno, come dimostra il grafico della figura 11, registrando un considerevole aumento nel mese di luglio, fino al picco raggiunto ad agosto, per poi diminuire nuovamente nel mese di ottobre.⁹⁸

Come brevemente accennato, il *Lepeophtheirus salmonis* è l'agente patogeno che maggiormente affligge l'allevamento di salmoni atlantici. La pericolosità di questo parassita è dovuta principalmente alla sua attività di alimentazione: si nutre infatti della pelle e del sangue dei salmoni e di altre specie di pesce, provocando profonde lesioni ed erosione delle pinne che stressano l'animale, portandolo in molti casi alla morte. Gli esemplari feriti presentano infatti una perdita di intere porzioni di pelle, come raffigurato nella figura 12.

⁹⁸ Ibidem



Figura 12. Esemplare di salmone ferito da pidocchi di mare. Salmon Farming, <https://wildfish.org/project/salmon-farming/>

Durante un esperimento organizzato dall'Università di Bergen, in Norvegia, alcuni gruppi dei salmoni utilizzati negli allevamenti anche scozzesi sono stati messi in contatto con larve di pidocchi, per studiarne gli effetti e valutare fino a che grado l'infezione disturbasse il pesce. I ricercatori coinvolti sono riusciti a determinare che, dopo poco tempo dall'esposizione al parassita, le attività di salto e rotolamento degli esemplari erano sei volte maggiori rispetto alle attività del gruppo di pesci non affetti. Già a partire dal giorno successivo all'esposizione, iniziò a manifestarsi una reazione epidermica costituita da macchie nere, principalmente sulla zona dorsale dell'organismo. I pesci infetti erano inoltre di dimensioni inferiori rispetto a quelli non infetti, anche i pesci che morivano a causa del parassita erano visibilmente più piccoli, e ciò fa pensare ad una sorta di preferenza nel processo infettivo che diventava selettivo, ma anche un tasso di crescita inferiore nel corso del tempo. Un altro indicatore preso in considerazione dai ricercatori di questo studio è costituito dai parametri ematici analizzati: è stata riscontrata infatti una forte riduzione delle cellule ematiche nel sangue dei salmoni infetti e una perdita generale dei componenti sanguigni, che sfociava in anemia.⁹⁹

⁹⁹ A. Grimnes, P. J. Jakobsen, "The physiological effects of salmon lice infection on post-smolt of Atlantic salmon", *Journal of Fish Biology*, 1996, 48: 1179–1194

Le epidemie di pidocchio di mare sono trattate, come già accennato, con una varietà di metodi, che presentano un'invasività variabile. I pesci durante il ciclo di produzione sono infatti esposti ad una serie di agenti terapeutici per garantire la loro salute e il loro benessere. La maggior parte di questi composti viene somministrata loro attraverso tre metodi, ovvero il trattamento per immersione in vasche apposite, con l'assunzione di additivi nell'alimentazione e per iniezione, arbitrariamente nel corso della giornata a seconda dei vincoli di tempo operativi. Una delle metodologie più diffuse per la cura dei salmoni affetti da pidocchi di mare è l'uso del perossido di ossigeno il quale nonostante sia stato sempre considerato come un composto poco tossico, ha recentemente destato preoccupazioni per i suoi effetti sulla salute dei pesci, soprattutto nelle prime 24 ore successive all'esposizione. Per verificare l'esattezza di questa ipotesi sono stati presi in considerazione i cambiamenti riguardanti i segnali dello stress ossidativo, considerati informativi e utili nell'identificazione degli effetti sub-letali di un ambiente stressante, compresa l'esposizione a sostanze tossiche. È in questo ambito della ricerca scientifica che mosse i suoi primi passi l'eco-tossicogenomica, una nuova disciplina che unisce i metodi della genomica all'ecotossicologia, che si impegna ad identificare quei biomarcatori che segnalano la presenza di agenti contaminanti e quali sono i loro effetti sull'organismo. Un interessante studio di L. M. Vera e H. Migaud ha dimostrato la presenza di risposte allo stress significativamente differenti in relazione alla fase del giorno in cui i pesci venivano trattati con perossido di ossigeno: l'aumento di glucosio e cortisolo negli esemplari presi in esame risulta molto alto per circa 12 ore in seguito all'esposizione, ma l'intensità di questo aumento dipende dall'orario nell'arco della giornata. I risultati di questo studio suggeriscono che il perossido di ossigeno ha suscitato nei pesci una risposta fisiologica più marcata se esso veniva somministrato durante il giorno. La tossicità di questo composto risulta essere quindi legata a questo momento della giornata in quanto i salmoni, essendo animali diurni, attivano un aumento della frequenza ventilatoria nel momento in cui sono più attivi. Questo studio potrebbe essere molto utile in vista di un'ottimizzazione dei tempi di somministrazione dei trattamenti negli ambienti di acquacoltura, aprendo così la strada alla cronoterapia per la cura delle malattie nei pesci.¹⁰⁰

¹⁰⁰ L. M. Vera, H. Migaud, "Hydrogen peroxide treatment in Atlantic salmon induces stress and detoxification response in a daily manner", *Chronobiology International*, 2016

La pratica del *thermolicing* per trattare le infestazioni di pidocchio prevede l'uso di macchine che attaccano i parassiti esponendo il salmone infetto ad un improvviso aumento di temperatura, che può raggiungere i 34 o 38°C. Il processo prevede di raggruppare un grande numero di salmoni in un'area ristretta per effetto di una pompa, che li spinge dentro e fuori la macchina provocando loro in molti casi lesioni fisiche a diverse parti del corpo e alle squame, a causa del contatto traumatico con superfici abrasive. I salmoni sono esemplari molto sensibili ai cambiamenti di temperatura del loro habitat e dimostrano di possedere tassi di alimentazione ottimali solo se la temperatura dell'acqua non supera gli 11-14°C. È stato provato che in presenza di temperature superiori ai 16°C i salmoni mostrano segni di stress e alimentazione ridotta, a cui segue una crescita fisica più lenta e limitata. Sono stati osservati diversi esemplari di salmone sottoposti a trattamento tramite *thermolicing*, e molti di essi hanno riportato gravi danni ai tessuti, soprattutto nelle zone più sensibili come le branchie, ma anche agli occhi e ad alcune funzioni cerebrali. Solamente nel mese di marzo del 2020, i salmoni morti a causa di questo trattamento hanno superato le 11.000 unità, come testimoniano i dati forniti dall'allevamento di Mowi Scotland Ltd., nell'area di Soay. Un altro trattamento ampiamente messo in atto in caso di infestazione di pidocchi di mare è quello che si serve dell'idrolizzatore. Esso utilizza un forte getto di acqua dolce per rimuovere fisicamente i parassiti dal pesce, e spesso provoca la perdita di scaglie a causa della sua potenza. Il processo è simile a quello descritto in precedenza, in quanto anche in questo caso i salmoni vengono raggruppati in spazi molto ristretti, grazie all'uso di pompe che collegano i recinti alle vasche adibite al trattamento. Anche questo metodo è accusato di mortalità elevata, in quanto nel 2017, soltanto nell'allevamento della Scottish Salmon Company nella baia di Druimyeon, sono state registrate le morti di oltre 45.000 salmoni in seguito ad un trattamento con idrolizzatore.¹⁰¹

¹⁰¹ <https://www.bestfishes.org.uk/> (*The impacts of Scottish salmon farming on the benthic environment*, ottobre 2022)



Figura 13. Esemplare di salmone con pinne danneggiate e pidocchi di mare sulla testa. OneKind, (2021) Underwater Cages, Parasites and Dead Fish. Why a Moratorium on Scottish Salmon Farming Expansion is Imperative, Compassion in World Farming and OneKind

Considerato il notevole impatto che i metodi appena esposti provocano sul benessere dei pesci soggetti a trattamento, un'altra categoria di metodi è stata pensata per combattere le epidemie di parassiti sui salmoni senza l'uso di meccanismi o reagenti chimici. Di questa categoria fa parte l'impiego di pesci pulitori, utilizzati in gran parte degli allevamenti scozzesi e norvegesi. Di recente ha iniziato ad emergere una riflessione che pone in dubbio l'eticità di questa pratica: i pesci pulitori impiegati dagli allevamenti sono pesci il cui habitat è la barriera corallina, dove hanno la possibilità di nascondersi tra le rocce e trovare riparo sul fondale variegato. Sono dotati di una struttura biologica molto diversa rispetto a quella dei salmoni, con cui sono raggruppati nei recinti d'allevamento per occuparsi dell'eliminazione dei loro parassiti. Alcuni studi che saranno presi in esame più avanti hanno dimostrato che una delle specie più utilizzate per questo tipo di trattamento è il lompo, seguito dalle specie che fanno parte della famiglia dei labridi. Si stima che un terzo dei lompi presenti all'interno dei recinti muoia per malnutrizione durante le prime settimane di servizio, periodo in cui subiscono anche gravi danneggiamenti alle pinne e una drastica riduzione della capacità visiva. È stato dimostrato inoltre che salmoni e pesci pulitori manifestano comportamenti aggressivi gli uni verso gli altri, attaccandosi a vicenda e procurandosi lesioni. Inoltre, sebbene essi siano utilizzati per ridurre il numero di pidocchi di mare, i pesci pulitori soffrono allo stesso tempo di un'elevata incidenza dell'infezione su loro stessi. A partire dal 2008 il numero di pesci pulitori utilizzati dall'industria

d'allevamento di salmone è aumentato esponenzialmente: in genere, si conta un pesce pulitore ogni 25 salmoni all'interno dei singoli recinti, ma nell'industria scozzese è stato stimato un eccesso di almeno 10 milioni di esemplari nel 2020. Le specie maggiormente utilizzate vengono prelevate dal loro habitat naturale nei pressi delle coste scozzesi e inglesi, esercitando così anche una pressione sugli stock selvatici.¹⁰²

I lompi e i lebridi sono stati scoperti come agenti di controllo biologico durante gli anni Ottanta, e diverse prove in vasca hanno dimostrato che essi hanno la capacità di mantenere un numero di pidocchi per salmone inferiore allo 0,5 quando rappresentano il 10% dei pesci presenti nel recinto. Rispetto ai trattamenti chimici, l'impiego di questi esemplari è generalmente considerata una soluzione economicamente ed ecologicamente efficace per la riduzione del problema. Risulta l'uso di almeno 6,5 milioni di esemplari complessivi negli allevamenti scozzesi e irlandesi, ma anche se gli esperimenti su piccola scala hanno dimostrato l'efficacia di questo metodo, nei recinti pensati per il commercio su scala industriale potrebbero crearsi delle condizioni diverse che influenzano il processo e l'efficacia della disinfestazione, esercitando un impatto anche sul benessere di tutti gli esemplari coinvolti. La variazione dell'efficacia nei recinti industriali potrebbe essere dovuta a diversi fattori, ad esempio la genetica, l'esperienza, o fattori ambientali come la temperatura e la luce. Inoltre, le grandi dimensioni degli allevamenti possono provocare il deterioramento delle condizioni di vita, che provoca una sopravvivenza nei mesi invernali molto limitata e la contrazione di malattie. La struttura stessa del recinto può influenzare la riuscita del processo, in quanto l'uso di luci sommerse e zone di alimentazione per i pesci pulitori possono attirare i salmoni, che sono spinti a nuotare più in profondità. La presenza di luce è comunque un fattore importante ambientale che determina una corretta distribuzione dei pesci pulitori, poiché essi fanno fortemente affidamento sulla loro capacità visiva per procacciarsi il cibo che generalmente trovano in habitat poco profondi. Nei recinti, le luci si trovano molto in profondità, e questo può confondere i pesci che aumenteranno di gran lunga il tempo utile alla disinfestazione.¹⁰³

¹⁰² OneKind, *Underwater Cages, Parasites and Dead Fish. Why a Moratorium on Scottish Salmon Farming Expansion is Imperative*, Compassion in World Farming and OneKind, 2021

¹⁰³ K. Gentry, S. Bui, F. Oppedal, T. Dempster, "Sea lice prevention strategies affect cleaner fish delousing efficacy in commercial Atlantic salmon sea cages", *Aquaculture Environment Interactions*, 2020, 12: 67-80.

Dal punto di vista legale, non esiste una norma che obbliga gli allevamenti scozzesi a dichiarare o pubblicare i dati riguardanti il numero di pesci pulitori utilizzati, la loro provenienza o il loro tasso di mortalità. Pertanto, i dati ufficiali non sono pubblicamente disponibili, ma la mortalità di questi pesci risulta essere molto elevata durante il processo. Alla fine del processo, invece alcune ricerche registrano una mortalità pari al 100%: una volta terminato il ciclo di trattamento, i pesci non vengono riutilizzati, ma sono lasciati negli stessi recinti d'allevamento dei salmoni. La *Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals*, che si occupa di promuovere il benessere degli animali, fornisce degli standard che gli allevamenti dovrebbero rispettare per la soppressione di questi pesci. In alcuni casi si tratta di una percussione per i pesci di dimensioni più grandi e l'iniezione di un forte anestetico per i pesci più piccoli.

3.2 UNA QUESTIONE ETICA: GLI STUDI SULLA CAPACITÀ DEI SALMONI D'ALLEVAMENTO DI PROVARE DOLORE

A questo proposito, un ambito molto ampio della letteratura disponibile si sofferma sulla questione della sensibilità di questa specie di salmone al dolore, in un dibattito che ancora oggi incontra diverse critiche e ipotesi contrastanti. Lo studio condotto dai biologi Church e Grant dell'Università di Montreal in Canada concentra la sua attenzione sull'analisi dei comportamenti del salmone atlantico se esposto a particolari stimoli o ambienti. Gli studiosi nel corso della loro ricerca iniziarono l'indagine con la descrizione dell'habitat in cui gli esemplari potevano idealmente trovarsi: affermarono che un habitat complesso nella struttura fisica risultava essere più stimolante di un habitat aperto, senza ostacoli, in quanto poteva offrire rifugi e zone nascoste ai predatori e ad altre minacce. Questa differenza implicava una prima variazione nei comportamenti dei salmoni presi in esame, che indicava la presenza di esemplari influenzabili dal punto di vista delle azioni. Un comportamento aggressivo è stato osservato come molto meno frequente all'interno di habitat con una struttura complessa, è meno efficace in quanto la presenza di elementi fisici ostacola il contatto visivo tra esemplari in competizione tra loro e, di conseguenza, riduce le probabilità di successo nella monopolizzazione delle risorse. In habitat aperti, al contrario, un comportamento aggressivo è spesso preferito dagli esemplari in quanto permette un più facile accesso

alle risorse o alle possibilità di accoppiamento, ma può aumentare anche le probabilità di incontro con i predatori.

Nel loro studio hanno proceduto ad estrarre esemplari giovani di salmone da habitat naturali di diverse conformazioni strutturali, per poi inserirli in vasche chiuse e ristrette che simulavano un ambiente a loro ignoto e innaturale, così da osservarne i mutamenti di comportamento. È stato dimostrato in questo modo che gli esemplari giovani presentano personalità diverse, che si traducono in tendenze comportamentali coerenti se messi a contatto con contesti differenti, per quanto riguarda ad esempio l'evitamento di alcuni movimenti di esplorazione o l'attaccamento ad un particolare sito, tutti tratti che riflettono una risposta neofobica generalizzata. Nel caso dell'evitamento, esso è caratterizzato da brevi distanze percorse e lunghi periodi di latenza nell'emergenza in superficie, atteggiamenti tipici degli esemplari giudicati più timidi nella risposta agli stimoli dell'ambiente nuovo. È stato notato inoltre che, esemplari provenienti da un habitat di tipo aperto presentavano un tasso di crescita inferiore se posti all'interno dei recinti per la sperimentazione, mentre individui prelevati da ambienti complessi e comunque fisicamente limitati hanno dimostrato una crescita elevata durante le prove. Questo studio conclude la sua ricerca affermando che la tipologia di salmone allevata negli allevamenti scozzesi è a tutti gli effetti senziente, in quanto è capace di alterare il proprio comportamento a seconda dello stimolo con cui entra in contatto.¹⁰⁴

Un altro studio che tratta la tematica della capacità dei pesci, in particolare dei salmoni, a sperimentare situazioni di dolore è stato condotto da Bjørge, Nordgreen, Janczak et al., nell'ambito specifico del cambiamento di comportamento in seguito all'esposizione alla vaccinazione intraperitoneale. Negli allevamenti scozzesi, ma anche in quelli norvegesi, i salmoni atlantici posti nei recinti d'allevamento vengono annualmente vaccinati per evitare infezioni gravi, un uso eccessivo di antibiotici in caso di malattia e quindi perdita economica. Tuttavia, è stato dimostrato che su diversi esemplari di salmone tale vaccinazione induce peritonite, patologia già ampiamente riconosciuta come molto dolorosa nei mammiferi. Non esistono ancora studi abbastanza approfonditi su come i pesci percepiscano il dolore, ma è un fattore di fondamentale importanza che può garantire il benessere degli organismi in contesti di allevamento artificiale, per cui

¹⁰⁴ K. D. Church, J. W. Grant, "Does increasing habitat complexity favour particular personality types of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*?", *Animal Behaviour*, 2018, 135: 139-146.

la ricerca di Bjørge, Nordgreen, Janczak et al. tenta di offrire un'indagine più accurata sulla questione.

L'osservazione del comportamento dei pesci e risposte fisiologiche che fungono da indicatori di stress si possono logicamente correlare al grado di gravità della peritonite contratta, fornendo una valutazione utile a determinare lo stato di salute degli organismi e l'impatto dei trattamenti artificiali sul benessere dei pesci. Alcuni tratti caratteriali osservati dallo studio riguardano mutamenti nell'assunzione di cibo, sul peso e su altre alterazioni patologiche che si presentano, come ad esempio la malformazione o lesione di organi interni. Dal punto di vista medico, la peritonite è conosciuta per provocare un dolore di tipo viscerale che può diventare cronico, per cui gli studiosi hanno ipotizzato che essa potesse indurre ad un cambiamento nei movimenti dell'animale marino. Casi clinici di peritonite negli esseri umani dimostrano che qualsiasi movimento dell'addome provochi un forte dolore, spingendo così i pazienti a rimanere immobili. In alcuni animali terrestri affetti da questa patologia è stata notata la tendenza ad assumere specifiche posizioni con l'intento di alleviare il dolore, ad esempio il riposo in posizione distesa per diminuire la pressione sull'addome, oppure una variazione nel tempo impiegato a compiere azioni normali, cambiamenti nella soglia di attenzione e alterazione nelle interazioni sociali.

Lo studio qui preso in considerazione è stato utile per dimostrare che, i pesci vaccinati a cui è stata diagnosticata la peritonite, sono esponenzialmente più propensi a sviluppare altre patologie rispetto ai pesci che non avevano contratto la peritonite in seguito a vaccinazione posti nei gruppi di controllo. Dal punto di vista comportamentale, è stato osservato che dopo l'iniezione gli esemplari mostrano un ritardo nell'assunzione di cibo, che aumenta con il passare del tempo. Inoltre, risultò evidente come i pesci sotto osservazione si muovessero molto meno rispetto agli esemplari sani, non nuotavano cioè con lo stesso ritmo riscontrato invece nel periodo precedente alla vaccinazione, presentando difficoltà di movimento e minore svolgimento di attività. Questi risultati sono considerati come prova diretta di dolore all'interno dei pesci, che hanno modificato sostanzialmente il proprio comportamento, adagiandosi ad esempio sul fondo e limitando l'attività motoria. I ricercatori affermano comunque che la presenza di gerarchie all'interno di gruppi di salmoni può alterare il risultato dell'esperimento: infatti, i salmoni di carattere dominante abituato a monopolizzare le risorse, una volta

stimolati nocivamente con la contrazione della malattia, dimostrano uno sforzo a mantenere il proprio status dominante piuttosto che rispondere al dolore, per cui presentano meno cambiamenti nell'atteggiamento. Un altro fattore che sostiene la tesi portata avanti da questo studio fa notare che, esemplari di pesce di specie diverse, una volta sottoposti a condizioni di stress, aumentano visibilmente la quantità di movimento. Ciò risulta in contrasto con quanto emerso dall'esperimento in questione; i pesci obiettivo di questa osservazione sono stati rimossi dal loro habitat e in seguito da un acquario, sottoposti ad anestesia, vaccinati e poi nuovamente posti in vasca: esse sono tutte condizioni che avrebbero provocato stress negli organismi, i quali però non hanno aumentato la propria attività. Questo potrebbe indicare che sono stati influenzati dagli effetti potenzialmente dolorosi della peritonite piuttosto che dallo stress da manipolazione.¹⁰⁵

Il concetto di dolore accostato alla sfera animale è stato ampiamente dibattuto nel panorama scientifico: alcuni degli autori che hanno provato ad avanzare un'ipotesi riguardante questo tema affermano però che soltanto gli umani o le specie di primati hanno la capacità di sperimentare la componente dolorosa, in quanto questi ultimi possiedono alcuni tratti della composizione fisica simili agli esseri umani. Un'altra parte del panorama scientifico, come abbiamo già osservato in questo capitolo, sostiene invece che l'esperienza negativa che accompagna un danneggiamento dei tessuti nell'organismo sia invece comune a tutti gli animali. Anche gli animali acquatici infatti possono assumere un comportamento protettivo o di guardia, dovuto al ricordo di un'esperienza dolorosa in una particolare situazione, imparando così ad evitare il pericolo. Ciò significa che la percezione dello stato negativo interno provato dall'animale gli consente di imparare ad evitare alcune situazioni. Se ciò non si verificasse, gli animali anche acquatici continuerebbero a danneggiare ripetutamente loro stessi fino alla morte.

I pesci, che vivono in un habitat acquatico, possiedono una capacità di galleggiamento dovuta al volume dell'acqua che elimina il rischio di collisione con il suolo provocato dalla forza di gravità, che è invece molto alto nei vertebrati terrestri. Per questo motivo, dal punto di vista evolutivo e biologico gli animali acquatici hanno sviluppato nel corso

¹⁰⁵ M. H Bjørge, J. Nordgreen, et al., "Behavioural changes following intraperitoneal vaccination in Atlantic salmon (*Salmo salar*)", *Applied Animal Behaviour Science*, 2011, 133, 1-2: 127-135.

della storia dei ricettori del dolore completamente diversi da quelli terrestri, adattati alle esigenze particolari del proprio habitat naturale.

Uno studio dell'Università di Liverpool propone l'utilizzo di due criteri che gli animali devono soddisfare per determinare la loro capacità di provare dolore: il primo è che le risposte corporee o comportamentali dell'animale rispetto ad un evento nocivo per la sua integrità devono essere differenti dalle risposte che esso avrebbe rispetto ad uno stimolo innocuo. Il secondo, invece, è che l'esperienza di un particolare dolore deve far sì che l'animale basi le sue azioni future su questo evento negativo, risultando nell'alterazione della sua motivazione ad agire. Ad esempio, esso potrebbe essere spinto da questo evento a cercare sollievo dal dolore ricercando sostanze antidolorifiche. Questo stesso studio afferma inoltre che solo in tempi recenti sono stati utilizzati approcci elettrofisiologici e neuroanatomici che hanno permesso di individuare la presenza di ricettori del dolore, definiti nocicettori, in alcuni tipi di pesci ossei quali la trota iridea. Gli esperimenti su molteplici specie di pesci hanno dato comunque risultati molto diversi fra loro, indice che ogni risposta dovrebbe essere analizzata diversamente in base alla tipologia di esemplare studiato: le variazioni di comportamento si possono presentare da poche ore a qualche giorno di distanza dallo stimolo doloroso, non sono quindi semplicemente istantanei. Lo studio ricorda inoltre che molti degli esemplari presi in esame, e come dimostrato anche da altri ricercatori, manifestano una riduzione significativa dell'alimentazione, ed è per questo difficile calcolare il loro sforzo di ricerca di sostanze analgesiche da ingerire.¹⁰⁶

La questione desta però ancora molti dubbi e pensieri contrastanti nel panorama scientifico e, soprattutto, in quello della produzione ittica. Si tratta infatti di una scelta etica che dovrebbe preferire l'adozione di un principio di precauzione da parte di chi ha a che fare con gli esemplari che vivono in habitat acquatici. Ciò concederebbe di assicurarci che non venga provocata nessuna possibilità di sofferenza, in quanto non abbiamo ancora modo di determinare l'intensità della loro esperienza interna in questo tipo di situazioni. Ciò non significa necessariamente che dovremmo totalmente evitare l'uso domestico o industriale di questi animali, ma piuttosto sarebbe più indicato trattarli nel modo più attento possibile, al fine di migliorare il loro benessere e aspettativa di vita sotto la nostra tutela. È importante evitare di attribuire dei criteri

¹⁰⁶ L. U. Sneddon, "Pain in Aquatic Animals", *The Journal of Experimental Biology*, 2015, 218: 967-976

tipicamente umani per la determinazione della percezione del dolore, in quanto gli animali acquatici hanno vissuto una storia evolutiva completamente diversa dalla nostra, ha sempre sperimentato esigenze ambientali diverse e nel corso della sua esistenza è stato sottoposto a pressioni che noi non conosciamo. La presenza di lacune nella nostra conoscenza, infatti, dovrebbe indurre al perfezionamento delle procedure di acquacoltura e pesca tramite una sperimentazione intelligente.

Recentemente, anche una percentuale di consumatori ha mostrato un crescente interesse verso questo tema, volgendo la loro attenzione sulla provenienza dei prodotti ittici che acquistano e i metodi utilizzati per la produzione, proprio perché la mancanza di considerazione per le condizioni di vita dei pesci e crostacei ha portato nel tempo a pratiche di pesca insostenibili e alla scomparsa di specie importanti. L'attenzione rivolta al benessere degli animali acquatici e l'adozione di un comportamento etico nei loro confronti potrebbe facilmente mostrare un ritorno economico, perché aumenterebbe la produzione negli stock ittici popolati da esemplari in salute.

Capitolo 4

IL CROLLO DEGLI STOCK DI MERLUZZO ATLANTICO IN CANADA:

L'ESTINZIONE COMMERCIALE

Uno sguardo storico sull'importanza del merluzzo atlantico (*Gadus morhua*) ci permette di affermare che esso rappresenta una specie addirittura iconica, grazie soprattutto alla grande rilevanza che esso ha avuto per lo sviluppo dell'economia e del commercio canadesi. Questa specie ha svolto infatti un ruolo di primo piano nella crescita dell'industria ittica di questa nazione, rappresentando nei secoli passati la più importante risorsa del Paese, così importante da guadagnarsi il titolo di “moneta del Newfoundland”, ovvero di Terranova, la regione che più di tutte ha potuto sfruttare i benefici del commercio di questo pesce. Nessun'altra regione del Canada mostra una così grande dipendenza dal mare e dalle sue risorse e, seppur privilegiata a poter contare su una così variegata fonte economica, essa diviene fortemente suscettibile ai suoi cambiamenti. È da questa regione che i coloni, una volta giunti nel Nuovo Mondo dall'Europa, resero il merluzzo il più importante prodotto che veniva commerciato nell'area dell'Oceano Atlantico nord-occidentale, fino al suo collasso, avvenuto negli anni Novanta del '900. I primi europei arrivarono sulle coste del Terranova verso la fine del XV secolo, proprio grazie alla caccia del merluzzo, che spingeva i pescherecci ad inoltrarsi sempre più a largo. Fu una vera e propria impresa economica da cui nacque uno dei primi insediamenti britannici permanenti in Nord America, sviluppandosi progressivamente nel corso del tempo grazie al commercio oltremare di prodotti con la madrepatria. La pesca commerciale su larga scala iniziò ad essere considerata di rilevante importanza economica soprattutto a partire dal 1950, diventando in questo periodo sempre più intensiva, anche grazie ai nuovi strumenti e alle nuove tecnologie a disposizione dei pescherecci. L'attenzione rivolta verso il commercio marittimo fece nascere la necessità della fondazione di una giurisdizione marina canadese nel 1977, la quale si estendeva per 200 miglia nautiche a largo delle coste del Canada. In questo modo la nazione riuscì ad ottenere il controllo esclusivo delle sue acque costiere, in cui iniziò uno sfruttamento eccessivo e insostenibile delle proprie risorse, soprattutto delle popolazioni di merluzzo che migravano nei pressi delle coste atlantiche. Fu così che gli stock iniziarono a diminuire ad una velocità progressivamente sempre più elevata, fino a

quando agli inizi degli anni Novanta il governo si vide costretto ad imporre una moratoria sulla pesca di questo pesce.¹⁰⁷

Questo evento rappresentò il più grande crollo che il mondo del commercio ittico abbia mai sperimentato, per cui è importante analizzarlo più a fondo ripercorrendone le cause, attribuibili all'attività di sovrapesca perpetrata dall'uomo nel corso di secoli di storia.



Figura 12. Catture di merluzzo atlantico espresse in tonnellate, dal 1850 al 2000. Philippe Rekacewicz, Emmanuelle Bournay, UNEP/GRID-Arendal, <https://www.grida.no/resources/6067>, Collapse of Atlantic cod stocks off the East Coast of Newfoundland in 1992

Il grafico riportato nella figura 12 mostra chiaramente come le catture di merluzzo atlantico siano aumentate vertiginosamente dagli anni Sessanta in poi, fino a raggiungere un picco di 800.000 tonnellate di esemplari pescati nel 1970. A partire da questa decade, gli stock di merluzzo subirono un crollo di dimensioni e velocità mai registrate prima, a cui seguì una leggera ripresa avvenuta verso la fine degli anni

¹⁰⁷ <https://oceana.ca/en/> (Atlantic Cod, ottobre 2022)

Ottanta, per poi fermarsi bruscamente con la moratoria emessa dal governo canadese nel 1992.

I fattori che hanno contribuito a questo collasso sono molti, alcuni da ricercarsi nella società e nelle tradizioni del popolo, altri nella gestione inadeguata delle risorse da parte di coloro che furono coinvolti nell'iter produttivo, senza tralasciare la poca attenzione rivolta dalla classe politica nel provvedere alla protezione degli stock più a rischio. L'entità del declino è stata senza dubbio drammatica: fu calcolata una riduzione del 98,6% degli esemplari, tenendo in considerazione una biomassa riproduttiva di 1,6 milioni di tonnellate registrate nel 1962, che si abbassarono a 22.000 nel 1992.¹⁰⁸

I primi resoconti che testimoniavano la presenza di merluzzo a largo delle coste canadesi riportano una grande abbondanza di esemplari in natura, uno scenario in netto contrasto con la situazione odierna, in quanto le popolazioni di merluzzo attuali rappresentano soltanto una frazione di ciò che erano un tempo. Come è spesso accaduto nel corso della storia, quando una risorsa è disponibile in elevate quantità essa corre il rischio di essere sovra-sfruttata dall'attività umana, diventando in questo modo un problema che, come nel caso del merluzzo atlantico, potrebbe avere un impatto non solo sul mondo acquatico naturale, ma anche sulla realtà sociale e culturale della regione: secondo i dati raccolti dal *World Wildlife Fund* (WWF), a causa del crollo degli stock ittici negli anni Novanta sono stati persi oltre 30.000 posti di lavoro.¹⁰⁹

Le cause del crollo sono state ampiamente dibattute e sono ancora oggi ricercate in diversi ambiti che in qualche modo hanno contribuito alla situazione attuale. Una parte dei ricercatori che si è occupata di questo problema sostiene che le cause principali del crollo siano di natura ambientale, indicando come primo responsabile il cambiamento climatico, la predazione intensificata da parte di grandi mammiferi o i cambiamenti strutturali dell'ecosistema. Altri, invece, hanno raccolto prove sufficienti per affermare che il crollo degli stock di merluzzo sia stato provocato unicamente dalla pesca eccessiva. I biologi R. A. Myers e N. J. Barrowman cercarono di fare chiarezza sul tema, proponendo uno studio che esamina la storia dello sfruttamento di questa specie. Il loro metodo consistette nel prendere in considerazione ogni singolo esperimento

¹⁰⁸ J. S. P. McCain, D. C. Schneider, H. K. Lotze et al., "Long-term shift in coastal fish communities before and after the collapse of Atlantic cod (*Gadus morhua*)", *ICES Journal of Marine Science* (2016), 73(5), 1415–1426.

¹⁰⁹ <https://oceana.ca/en/> (*Atlantic Cod*, ottobre 2022)

condotto dal 1954 al 1990 in cui si fosse attuata una marcatura dei merluzzi tramite *tag* (etichetta), per stabilire quanti degli esemplari rilasciati venivano poi ritrovati. Questo dato è stato utile per definire il grado di mortalità dei merluzzi e come esso variava durante gli anni in cui questa specie è stata sfruttata al massimo delle sue capacità.

In questa occasione sono stati esaminati 122 esperimenti con marcatura e ne risultò che, negli esperimenti condotti durante gli anni Cinquanta, sono stati rilasciati in media 880 merluzzi e di questi ne sono stati ritrovati in media 213. Per quanto riguarda invece gli anni Sessanta, risultò che fossero stati rilasciati in media 672 merluzzi ad esperimento, e di questi ne tornarono 191. Nel gruppo di esperimenti collocati negli anni Settanta il numero di rilasci con *tag* fu in media di 978, ma i ritrovamenti diminuirono a 105. In seguito, fu osservato come la mortalità dei merluzzi aumentò drasticamente in tutte le regioni esaminate a partire dalla fine degli anni Ottanta e gli inizi degli anni Novanta. Questo dato risulta essere coerente con l'ipotesi che queste popolazioni siano collassate a causa della pesca eccessiva, in quanto essa aveva ritmi che la specie non riusciva a sostenere. La parte di letteratura che appoggiava i cambiamenti dell'ambiente come causa principale del crollo suggerì che, a largo delle coste del Labrador e di Terranova, le popolazioni di merluzzo si estinsero a causa di un raffreddamento delle acque avvenuto nel 1991, collegando a questo evento una mortalità naturale della specie. Questa tesi fu confutata da Hutchings, Myers e Barrowman, i quali dimostrarono che i componenti della popolazione che migrava nei pressi di quelle coste erano notevolmente diminuiti ben prima del 1991. Una forte riduzione in quelle regioni si registrò già verso la fine degli anni Ottanta, quando l'oceano non dava segni di raffreddamento e l'attività di pesca si intensificò significativamente.¹¹⁰

Inoltre, con questo stesso studio i ricercatori affermarono che gli stessi tassi di mortalità sono stati osservati in più regioni distanti fra loro, che presentavano regimi oceanografici molto diversi, per cui è difficile credere che un cambiamento strutturale dell'habitat abbia avuto gli stessi risultati naturali in zone così diverse tra loro. Le tecniche di analisi della popolazione virtuale (VPA) utilizzate dalla scienza per stabilire la densità di una certa specie hanno stimato una mortalità dei merluzzi più bassa rispetto a quella emersa dagli studi qui presi in considerazione. Ciò accade perché esse sono

¹¹⁰ Myers, R. A., Barrowman, N. J., Hoenig, J. M., and Qu, Z., "The collapse of cod in Eastern Canada: the evidence from tagging data", *ICES Journal of Marine Science*, 1996, 53: 629–640.

fortemente influenzate dalle sotto-segnalazioni dei dati commerciali forniti dai produttori e dai pescherecci, un problema, questo, molto diffuso nell'ambito della pesca industriale. In particolare, le sotto-segnalazioni hanno permesso che le flotte pescherecce continuassero la loro attività in condizioni di sovraccapacità, accelerando il processo che portò il merluzzo all'estinzione commerciale.¹¹¹

La situazione disastrosa in cui versavano gli stock di pesca di merluzzo atlantico portò il governo federale canadese a prendere dei provvedimenti necessari, per proteggere ciò che rimaneva delle popolazioni di questa specie e per rimediare alla mancata applicazione di una politica adeguata nel corso di secoli di storia. Come già accennato, nel 1992 il governo si vide costretto a bloccare la pesca di merluzzo a largo delle acque che bagnano la regione di Terranova: da questo momento gli organi competenti si impegnarono a mettere in atto iniziative volte alla protezione della specie, in collaborazione con il governo degli Stati Uniti. La collaborazione con gli USA si rivelò fondamentale in quanto il crollo degli stock in questione ebbe ripercussioni anche sull'ecosistema dello Stato del Maine, il quale partecipava alla produzione commerciale ittica di merluzzo atlantico. A partire dal 2003 furono fondati tre gruppi di azione federali e provinciali, *New Brunswick*, *Nova Scotia* e il PEI. Si tratta di una distribuzione di competenze strategica in quanto questa suddivisione permetteva un controllo adeguato in diverse province, le quali comunicavano direttamente con il governo federale, che aveva la possibilità di fornire risorse e garantire la coesione tra i diversi piani d'azione.¹¹²

L'ente regolatore che si occupò di questo problema negli Stati Uniti è la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), in particolare uno dei suoi dipartimenti, ovvero il *National Marine Fish Services* (NMFS), che agiva secondo le regolamentazioni individuali dello Stato del Maine coinvolto nella questione. Considerata la portata del problema, però, non è sufficiente relegare le responsabilità unicamente ad organi nazionali. Proprio per questo motivo è stata coinvolta con un ruolo di primo piano la *Northwest Atlantic Fisheries Organization* (NAFO), un organismo intergovernativo fondato nel 1979 che si occupa della scienza e della gestione della pesca nell'area nord-occidentale dell'Atlantico. Il suo obiettivo è quello

¹¹¹ Ibidem

¹¹² Watkins B., Schoch A., Webb M., "In Cod we Trust: Cod in Atlantic Canada", Student Research on Environment and Sustainability Issues, The University of British Columbia, 2015

di garantire la conservazione a lungo termine e l'uso sostenibile delle risorse ittiche delle zone protette dalla Convenzione, mettendo in atto provvedimenti volti a salvaguardare gli ecosistemi marini. La Convenzione della NAFO è un accordo internazionale che definisce le linee guida per la protezione di diversi habitat e specie marine, tra cui il merluzzo atlantico; l'articolo 1 della Convenzione stabilisce che gli Stati costieri dell'Atlantico settentrionale possiedono la giurisdizione sulle risorse viventi che si trovano fino a 200 miglia nautiche dalla costa, comprendendo anche diritti di sfruttamento, esplorazione, gestione e conservazione di queste risorse che si trovano nell'aerea.¹¹³

Inoltre, il drastico calo delle popolazioni di merluzzo attirò fin da subito l'attenzione di grandi organizzazioni non governative che si occupano del benessere degli animali, come ad esempio il WWF. Quest'ultimo ha inserito la specie di merluzzo atlantico nella lista di specie che necessitano di un'attenzione prioritaria, e in molte occasioni ha affermato che il merluzzo atlantico deve essere considerato come simbolo di ciò che potrebbe realmente accadere a molte altre specie acquatiche se il fenomeno della sovrapesca non venisse adeguatamente combattuto. In quanto organizzazione non governativa, il WWF non è in grado di imporre delle politiche da seguire, ma può certamente esercitare pressione sui governi e proporre iniziative proprie. L'impegno di questa organizzazione nella protezione del merluzzo è evidente anche nelle ricerche e sopralluoghi compiuti nelle acque atlantiche. Ad esempio, le inchieste condotte proprio dal WWF nel 2005 hanno portato ad individuare delle attività di pesca illegali nelle zone in cui era stato imposto il blocco dallo Stato canadese. L'organizzazione prese in considerazione il report *Bycatch on the High Seas: A review of the effectiveness of the Northwest Atlantic Fisheries Organization*, che dimostrava come, nonostante il divieto di pesca, venissero catturate ogni anno oltre 13.000 tonnellate di merluzzo per essere registrate come catture accidentali, ovvero catture avvenute per errore in quanto non target della spedizione di pesca. La registrazione di un numero così alto di catture accidentali fece sorgere molti sospetti, in quanto queste risultano aumentate di oltre 30 volte rispetto alle catture accidentali normalmente registrate negli anni precedenti alla moratoria. È noto come in genere i pescatori debbano gettare nuovamente in mare le specie che accidentalmente finiscono nelle loro reti, ma sono comunque autorizzati a

¹¹³ <https://www.int/> (Meeting 2004, ottobre 2022)

tenere una piccola percentuale di pesci con un valore commerciale che potrà poi essere rivenduta a scopi di lucro. Il WWF accusa questa autorizzazione di aver provocato un abuso massiccio di trattenute, affermando che alcuni pescherecci operassero appositamente nelle zone in cui la pesca di merluzzo è vietata, ma dove è comunque molto probabile che si verifichino catture accidentali. Il report mostra come in alcuni casi queste catture arrivino a costituire l'80% del pescato, con conseguente aumento dei profitti.¹¹⁴

Questa situazione fa pensare che, malgrado le misure di protezione stabilite dal governo, gli stock di merluzzo che già si trovano in condizioni critiche non siano realmente protetti, ma continuino ad essere soggetti al rischio della pesca illegale che difficilmente viene tenuta sotto controllo dagli organi competenti. Quanto denunciato dal WWF implica un ulteriore ostacolo al raggiungimento di una ripopolazione degli stock, criticando l'operato del governo e della NAFO, che misero in atto una cattiva gestione del problema. È evidente quindi che le politiche intraprese subito dopo il crollo del 1992 non abbiano avuto i risultati sperati, mostrando la necessità di instaurare un approccio che coinvolga una direzione più ecologica e rivolta all'ecosistema. Rivolgere l'attenzione all'intero ecosistema, e non ad una specie particolare isolandola dall'ambiente circostante, potrebbe essere vantaggioso in quanto permetterebbe di avere uno sguardo esteso alle dinamiche tra popolazioni e interazioni tra specie e habitat. A sostegno di ciò, è importante rendersi conto che, sebbene la causa determinante per il crollo delle popolazioni di merluzzo atlantico sia stata la pesca eccessiva, l'incapacità di prevedere i cambiamenti indotti da questa pratica sull'ambiente, sui tassi di riproduzione della specie e sulla sua mortalità ha certamente ostacolato la possibilità di prevedere e reagire adeguatamente a questo improvviso declino. A partire dalle indagini condotte dal WWF, possiamo affermare inoltre che questa incapacità nel reagire alla situazione stia ostacolando in modo rilevante anche la possibilità di ripresa della popolazione, a causa della continuazione della pesca attraverso pratiche illegali.

Questo precipitoso declino del merluzzo nelle acque canadesi ha comunque offerto l'opportunità di studiare gli effetti che esso ha avuto sull'ecosistema marino e costiero; infatti, è lecito pensare che un evento così imponente dal punto di vista biologico abbia avuto delle conseguenze reali sull'ambiente e sulle specie che lo abitano. Ad esempio,

¹¹⁴ <https://wwf.panda.org/> (*Cod overfished in the North-West Atlantic despite ban*, ottobre 2022)

in un ecosistema in cui il merluzzo è un predatore abituale, una diminuzione dell'abbondanza di questo esemplare dovrebbe logicamente allentare la pressione della predazione, e portare ad un aumento della presenza delle sue prede. Ciò provocherebbe evidenti mutamenti di regime fino ad una ricostruzione della rete alimentare a cui erano abituate le specie che abitavano un certo habitat.

A questo proposito, il lavoro di ricerca condotto da McCain, Schneider e Lotze e pubblicato sulla rivista *Marine Science* dimostra che il crollo avvenuto nell'Atlantico nord-occidentale è stato uno dei più devastanti dal punto di vista ecologico. Gli scienziati cercano di fare chiarezza sui drammatici cambiamenti e i loro effetti a lungo termine causati dalla scomparsa del merluzzo in queste acque. La loro ricerca documenta la struttura delle comunità ittiche costiere all'inizio del periodo di rapida ascesa della pesca del merluzzo, per poi compararla con le comunità nel periodo immediatamente successivo al crollo. I fattori presi in considerazione furono l'abbondanza della specie, la composizione e la diversità di tutta la comunità ittica che abitava nelle zone frequentate dai merluzzi atlantici, per poi confrontarne i mutamenti tra i due periodi. Questi mutamenti sono da ricercarsi sia all'interno di un ecosistema, sia tra le interazioni fra più ecosistemi, a dimostrazione di quanto la scomparsa o la riduzione di una singola specie possa influenzare una vasta area territoriale.

Per quanto riguarda la comunità ittica complessiva, le ricerche hanno riscontrato una significativa diminuzione dell'abbondanza totale di pesci dal 1960 al 1990, e un declino nella ricchezza e diversità delle specie in alcune aree costiere più meridionali. In generale, è possibile affermare che nel 1992 si è assistito ad un declino complessivo della diversità in più aree che affacciano sull'Atlantico, come risultato del lungo periodo di sovra-sfruttamento. Come ci si potrebbe aspettare, è stato riscontrato invece un aumento di diversità in alcune popolazioni di piccole specie, tipici esemplari prede dei merluzzi, che hanno iniziato ad incrementare la loro presenza in seguito alla riduzione della loro mortalità. La riduzione della specie dominante in quelle zone, ovvero del merluzzo atlantico, ha provocato un cambiamento funzionale nella comunità ittica, che ha dovuto riadattarsi nuovamente a nuovi ritmi e nuove interazioni, che ancora oggi non sono pienamente definite. Questa riduzione significativa potrebbe aver aumentato la

presenza di specie solitamente predate dal merluzzo, le quali rappresentano generalmente esemplari di piccola taglia come lo spinarello e il nasello.¹¹⁵

4.1 L'IMPORTANZA STORICA E I CAMBIAMENTI DEGLI STOCK DI MERLUZZO NELLE REGIONI DEL LABRADOR E DI TERRANOVA

Un ambito che genera particolare interesse nel panorama della ricerca scientifica e biologica è quello che coinvolge lo studio dell'archeofauna, ovvero l'analisi di resti archeologici di animali, che può essere determinante per la comprensione dello stato attuale di una certa specie. Un approccio di questo tipo è fondamentale per le ricerche condotte nelle regioni atlantiche del Canada, per quanto riguarda lo studio delle popolazioni di merluzzo atlantico e come si è intensificato il loro sfruttamento nel corso della storia, qual è stato il loro utilizzo e le strategie di commercio, analizzate a partire da dati zoo-archeologici. Si tratta della ricerca di un insieme di indicazioni di base abbastanza valide, le quali permetterebbero di ricostruire i parametri di vita della specie di merluzzo in questione durante il periodo preindustriale: i dati ricavati dalla ricerca, una volta messi a confronto con i dati della pesca moderna, aiuterebbero la comprensione del processo che ha portato queste risorse allo stato attuale.

Lo studio condotto dagli archeologi canadesi Matthew Betts e Stéphane Noël propone una documentazione dei resti archeologici di pesci risalenti al XVI secolo ritrovati nei pressi delle coste canadesi orientali, i quali hanno permesso al team di ricercatori coinvolto di avanzare un'analisi quantitativa e qualitativa delle popolazioni di merluzzo durante le prime fasi dello sviluppo commerciale della pesca, così da stabilire quali errori sono stati commessi nel processo fino ai giorni nostri. Un fattore molto importante che i ricercatori hanno tenuto sotto controllo è stato il calcolo delle dimensioni e dell'età degli esemplari osservati. La pesca è infatti un'attività molto selettiva per quanto riguarda la taglia del pesce target, e le tecniche di cattura commercialmente più utilizzate hanno come obiettivo i pesci di dimensioni più grandi all'interno dei vari stock. Le differenze nell'uso di diverse tecniche di pesca possono provocare un notevole impatto sulle dimensioni medie degli esemplari appartenenti ad

¹¹⁵ J. S. P. McCain, D. C. Schneider, H. K. Lotze et al., "Long-term shift in coastal fish communities before and after the collapse of Atlantic cod (*Gadus morhua*)", *ICES Journal of Marine Science* (2016), 73(5), 1415–1426.

una specie, come si pensa sia accaduto nel caso del salmone atlantico. Un'intensa pressione esercitata dalla pesca che prendeva di mira gli esemplari di costituzione più forte e più sviluppati prelevandoli dal loro habitat ha fatto sì che l'evoluzione della specie si forzasse verso un cambiamento genetico, che ha portato alla progressiva riduzione delle dimensioni degli esemplari. È importante sottolineare, però, che l'attività umana non fu l'unico elemento che produsse un certo cambiamento genetico all'interno delle popolazioni di merluzzo, essa è infatti da accostare ad esempio a cambiamenti climatici e mutamenti strutturali dell'habitat in cui si trovavano.

Lo studio preso in questione per l'esplorazione del periodo storico che precede il crollo degli stock di merluzzo si concentra sull'analisi di resti archeologici rinvenuti nei pressi delle coste del Terranova e del Labrador, dove le attività di pesca a partire dal XVI secolo si svolgevano ad una giornata di viaggio di distanza dalle sponde, attraverso l'uso di lenze e ami a bordo di piccole imbarcazioni. I pesci catturati venivano poi processati tramite salatura ed esportati nei mercati europei e caraibici. In particolare nella zona di Red Bay, sulle sponde a sud della regione del Labrador, sono stati rinvenuti così tanti resti di merluzzo atlantico che essi nel corso del tempo formarono uno strato distinto più spesso di 10cm. Incastonati in questo strato osseo furono ritrovati degli oggetti e attrezzature di origine basca datati intorno al XVI secolo, e ciò fa pensare che le operazioni di lavorazione di ampie quantità di merluzzo, quindi per una vendita che puntava già ad essere di larga scala, avvenivano contemporaneamente alla caccia alle balene condotta dai baschi nelle acque circostanti.¹¹⁶

In una delle penisole di Terranova si trova la località di Ferryland, che fu occupata da pescatori bretoni migranti a partire dal 1550. Durante i secoli successivi, questa zona divenne il maggiore centro di pesca e di commercio ittico, di cui si erge a simbolo la *Mansion House*, dimora del governatore della colonia costruita nel 1623. Nei pressi di questo complesso sono stati trovati vari depositi ricollegabili alle attività domestiche tipiche del XVII secolo, che avvenivano all'interno e nel perimetro esterno della dimora inglese. Ad esempio, numerosi furono i ritrovamenti di maglie di reti, le quali avevano una grandezza adeguata alla cattura di merluzzi di dimensioni tipiche del periodo. È probabile che esse furono costruite appositamente secondo questa modalità per mettere

¹¹⁶ M. W. Betts, S. Noël, "Zooarchaeology of the Historic Cod Fishery in Newfoundland and Labrador, Canada", *Journal of the North Atlantic*, (24):1-21, 2014.

in atto una pesca selettiva, a seconda delle esigenze di consumo giornaliero. La preferenza di merluzzi più grandi porterebbe alla presenza di resti di pesce più grandi nei pressi delle case, gonfiando così le dimensioni medie della specie ipotizzate dai ricercatori. Inoltre, l'analisi della frequenza del ritrovamento di alcuni resti suggerisce la presenza relativamente uniforme di reperti scheletrici provenienti da tutte le porzioni del pesce, facendo così pensare che il consumo di merluzzo fresco fosse prevalente in questo periodo, rispetto al consumo di pesce importato e lavorato.¹¹⁷

A partire da questi e da altri ritrovamenti simili è stata condotta una serie di test per confrontare le dimensioni medie dei resti archeologici con quelli moderni. Ne risultò che la lunghezza media dei merluzzi di riferimento pescati nel 1995 è inferiore di almeno 15cm rispetto alla media dei merluzzi più piccoli provenienti da siti di 450 anni fa, mentre è addirittura inferiore di 22cm rispetto al merluzzo medio più grande risalente a quel periodo. A questo proposito può essere rilevante notare che, all'interno dei depositi presi in considerazione dagli archeologi coinvolti nello studio di Betts e Noël, l'esemplare di merluzzo più grande ritrovato nella zona di Red Bay misurava ben 175,1cm, mentre il più grande esemplare registrato in epoca moderna riporta una lunghezza di 160cm, come affermano gli autori di questo studio. Allo stesso modo, il merluzzo più adulto rinvenuto nei siti archeologici canadesi aveva trent'anni di età, accostato ad un numero elevato di altri esemplari che superavano i vent'anni di età. In epoca moderna, invece, la durata della vita di un merluzzo della stessa specie è calcolata in media di 15 anni.¹¹⁸

Come già accennato, i cambiamenti climatici avvenuti durante un lungo arco di tempo nel corso della storia hanno avuto senza dubbio ripercussioni sugli habitat e sugli esemplari marini. In particolare, è noto come le variazioni dei ritmi delle precipitazioni e della temperatura in superficie abbiano un impatto significativo sulle popolazioni di specie demersali come il merluzzo atlantico. Quest'ultimo, a seconda della regione in cui si è sviluppato, reagisce secondo diverse modalità ai cambiamenti di temperatura. Nell'aree settentrionali i regimi climatici freddi sembrano avere un impatto positivo su alcune popolazioni ittiche, e ci si aspetterebbe lo stesso risultato nel caso del merluzzo

¹¹⁷ ibidem

¹¹⁸ Jeremy B. C. Jackson, Michael X. Kirby, Wolfgang H. Berger et al., "Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems", *Science*, 293, 629 (2001); DOI: 10.1126/science.1059199

dell'Atlantico, che preferisce nutrirsi e riprodursi in acque con una temperatura compresa tra i -1°C e i 10°C. La ricerca però ha dimostrato che lunghi periodi particolarmente freddi provocano una riduzione delle popolazioni di merluzzo, soprattutto nei pressi delle coste di Terranova, mentre uno stesso calo di temperatura registrato nelle acque generalmente più calde del Golfo del Maine porterebbe secondo gli studiosi ad effetti positivi e ad un incremento degli esemplari. I merluzzi che vivono nei pressi di Terranova e del Labrador, infatti, vivono ad un intervallo di temperatura considerato come il più basso in assoluto per questa specie e, come affermano gli autori Betts e Noël, in passato sono state notate delle correlazioni tra un aumento di temperatura e l'aumento della densità di popolazioni di merluzzi, come accadde tra il 1920 e il 1940 a largo della Groenlandia, dove si verificò un evento di riscaldamento delle acque.¹¹⁹

Inoltre, è dimostrato come le variazioni di temperatura in superficie possano provocare anche cambiamenti nella distribuzione spaziale dei pesci, che potrebbero essere spinti a migrare verso condizioni climatiche ad essi più favorevoli. I cambiamenti climatici sono quindi responsabili anche di ridistribuzione a lungo termine della specie su scala geografica.

A questo punto è importante definire in quale misura l'impatto delle azioni umane tramite la pesca abbia direttamente inciso sulla presenza e distribuzione dei merluzzi atlantici. I documenti storici a disposizione dei ricercatori forniscono una prima testimonianza scritta di un'attività di pesca europea nelle acque canadesi, la quale risale al 1502 con l'arrivo di imbarcazioni inglesi sulle coste del Labrador e di Terranova. Gli stessi documenti storici mostrano come la pesca si espanse gradualmente a partire dal XVI secolo, grazie anche all'attività dei portoghesi iniziata in queste acque nel 1506, seguiti dai popoli baschi che raggiunsero le sponde canadesi nel 1520. La partecipazione di queste due forze europee alla produzione ittica oltreoceano si ridusse considerevolmente verso la fine del secolo, lasciando gli inglesi liberi di prosperare e rafforzare la propria flotta di pescherecci, la quale visse un rapido incremento tra il 1550 e il 1600. Durante la seconda metà del XVII secolo, però, le fonti storiche a nostra disposizione testimoniano che le continue guerre contro gli spagnoli e gli olandesi

¹¹⁹ M. W. Betts, S. Noël, et al., "Zooarchaeology of the Historic Cod Fishery in Newfoundland and Labrador, Canada", *Journal of the North Atlantic*, (24):1-21, 2014.

ridussero notevolmente le dimensioni della flotta peschereccia degli inglesi, i quali concentrarono le loro forze sulla produzione di navi e artiglieria bellica.¹²⁰

La pesca transatlantica francese ebbe pure un periodo di grande espansione, infatti si rivelò spesso superiore a quella inglese nelle quantità di esemplari pescati. Nel XVII secolo, la Francia produceva spesso in una sola stagione fino a 50.000 tonnellate di merluzzo pescato, superando la Gran Bretagna che contemporaneamente non superava le 20.000 tonnellate. La guerra tra Gran Bretagna e Francia all'inizio del XVIII secolo esercitò un notevole impatto negativo sulle attività di pesca di entrambe le nazioni, e questa rivalità tra le due potenze europee continuò ad influenzare la pesca nell'Atlantico fino all'inizio del XIX secolo. I pescatori francesi non avevano un punto di riferimento fisso nelle loro battute di pesca, per cui risultavano molto dispersi geograficamente, ma ciò divenne presto un loro punto di forza in quanto riuscirono ad adattare le loro tecniche di pesca a diverse aree e conformazioni marine. La flotta peschereccia inglese, però, riuscì a recuperare una posizione dominante nel panorama ittico già all'inizio del XVIII secolo, quando le tonnellate di merluzzo pescato raggiunsero una quota di 38.000 soltanto nell'area di Terranova. Il contributo inglese alla pesca in queste zone, dunque, continuò con un aumento costante nella seconda metà del XVIII secolo, anche grazie alla presenza di colonie ormai stabilizzate nelle regioni costiere del Canada. L'attività di pesca condotta dai pescatori residenti nelle colonie, infatti, si espanse notevolmente soprattutto quando la Francia cedette i suoi diritti di pesca nel 1904, seguito dall'aumento del numero di pescatori residenti nella regione di Terranova, il quale raddoppiò tra il 1857 e il 1911.¹²¹

I ricercatori Hutchings e Myers hanno provato nel 1995 a quantificare in termini di biomassa i tassi di cattura di merluzzo durante l'arco storico compreso tra il 1500 e il 1995. Le loro stime indicano un lento aumento dei tassi di cattura fino al 1700, mentre da questa data in poi si è riscontrato un aumento significativo. A partire da questi dati, i ricercatori affermarono che il forte declino delle dimensioni e dell'età media dei merluzzi, avvenuto tra la metà del XVI secolo e i primi anni del XVIII secolo, può

¹²⁰ P. E. Pope, *Transformation of the maritime cultural landscape of Atlantic Canada by migratory European fishers, 1500–1800*, 2009, Pp. 123–154, In L. Sicking, D. Abreu-Ferreira, *Beyond the Catch: Fisheries of the North Atlantic, the North Sea, and the Baltic, 900–1850*, Brill, The Hague, Netherlands.

¹²¹ M. W. Betts, S. Noël, et al., "Zooarchaeology of the Historic Cod Fishery in Newfoundland and Labrador, Canada", *Journal of the North Atlantic*, (24):1-21, 2014

essere interpretato come il risultato della pressione esercitata dalle attività umane di pesca, che si sono intensificate proprio in quel periodo. I cambiamenti subiti dai merluzzi a livello genetico, quindi, sono stati in parte influenzati anche dalle azioni dell'uomo, che rimuoveva i pesci più grandi dall'ecosistema più velocemente di quanto essi riuscivano a ristabilirsi nella popolazione.¹²²

Una questione che a questo punto è lecito far emergere riguarda la consapevolezza che gli attori principali coinvolti nel processo di pesca avevano nei confronti dell'impatto che questa attività poteva esercitare sull'ecosistema. Gli studiosi si chiesero infatti se i pescatori a lavoro sui pescherecci si rendessero conto dei danni che le loro azioni avrebbero potuto causare alle popolazioni di merluzzo così intensamente prese di mira, se non si fossero messi in pratica accorgimenti volti a salvaguardare il benessere dell'ecosistema. L'attenzione scientifica rivolta al problema della sovrapesca si è infatti sviluppata molto recentemente, insieme alle nuove tecnologie che hanno permesso di esplorare il problema come non era possibile fare secoli fa. Alcuni studi, però, dimostrano che una certa consapevolezza riguardo le conseguenze di una pesca eccessiva si era già sviluppata quando i mezzi impiegati nella cattura non erano ancora molto sofisticati. Documenti storici affermano che nel periodo preindustriale compreso tra il XVII e il XIX secolo sono state istituite numerose misure di conservazione dalle maggiori potenze europee, a dimostrazione del fatto che i pescatori erano di fatto preoccupati dell'impatto che la loro pesca poteva avere sugli stock presi di mira. Nel 1663, ad esempio, il governo inglese vietò la cattura di piccoli merluzzi da lenza con l'uso di reti a circuizione, così da proteggere gli stock da una pesca eccessiva. I francesi, invece, verso la fine del XVIII secolo imposero il divieto di uso di palangari, un sistema da pesca statico che prevede il posizionamento di un lungo cavo orizzontale o verticale al quale sono fissati centinaia di ami con esche per i merluzzi. Sebbene in alcune zone questo metodo di pesca fu mantenuto, gran parte dei pescatori sosteneva che l'uso di palangari eliminasse inutilmente gli esemplari più grandi che avrebbero potuto riprodursi e incrementare le popolazioni di merluzzo.¹²³

¹²² J. A. Hutchings, R.A. Myers, *The biological collapse of Atlantic cod off Newfoundland and Labrador: An Exploration of historical changes in exploitation, harvesting technology, and management*, 1995, Pp. 37–93

¹²³ M. W. Betts, S. Noël, et al., "Zooarchaeology of the Historic Cod Fishery in Newfoundland and Labrador, Canada", *Journal of the North Atlantic*, (24):1-21, 2014

Il forte calo delle catture avvenuto verso la fine del XIX secolo fu abbastanza preoccupante da indurre il governatore di Terranova a redigere un rapporto utile a studiare le cause di questo declino. Per l'occasione fu inoltre istituito un organo di governo nel 1889, la *Newfoundland Fisheries Commission*, e fu costruito un impianto di allevamento di merluzzi. Questi sono tutti sforzi che sembrano essere legati alla percezione comune che la pesca eccessiva potesse portare a conseguenze disastrose per l'ecosistema, implicando un rischio economico molto elevato. Dunque, i documenti storici qui presi in considerazione riportano in generale una continua espansione delle attività di pesca nel periodo che va dal XVI al XIX secolo, intervallata occasionalmente da leggere riduzioni delle flotte di pescherecci dovute alle guerre: le analisi proposte dai ricercatori, però, non implicano necessariamente che la pesca durante questi secoli fosse insostenibile, ma ha certamente avuto un notevole impatto sulle popolazioni di merluzzo atlantico.¹²⁴

4.2 LA SITUAZIONE ATTUALE: È POSSIBILE UN RIPRISTINO DELLE POPOLAZIONI DI MERLUZZO ATLANTICO?

Dopo tre decenni dall'inizio della moratoria messa in atto dal governo canadese, le popolazioni di merluzzo atlantico stanno lentamente ritornando in condizioni numericamente accettabili, seppur dimostrando forti ritardi nel ripopolamento di alcune zone e difficoltà nel riaffermarsi come specie dominante nelle acque che bagnano il Canada orientale. Il declino degli stock di merluzzo in Canada è diventato il simbolo del fallimento della gestione di una pesca responsabile, e gli effetti di questo fallimento si fanno sentire ancora a distanza di anni. Numerosi studiosi affermano che il recupero degli stock ittici stia avvenendo con un ritmo così lento, nonostante la riduzione della pressione della pesca, a causa di meccanismi ecologici che si sono instaurati in seguito al crollo, e che dipendono dalle condizioni di bassa abbondanza della specie. La presenza di tassi di recupero molto più bassi rispetto a quanto ipotizzato dagli scienziati ci fa rendere conto di quanto sia limitata la comprensione che il panorama scientifico ha in questo campo, che riguarda il comportamento dei pesci e le interazioni con l'habitat,

¹²⁴ ibidem

e come questi fattori si influenzino a vicenda nella crescita della popolazione e la sua evoluzione.

I professori Ray Hilborn and Emilie Litzinger dell'Università di Washington hanno cercato di compiere un lavoro di ricerca sugli studi che ipotizzano le cause della mancata ricostituzione degli stock nei tempi previsti dagli scienziati. Dimostrarono che durante il primo decennio degli anni 2000 non si è trovato un accordo comune sulla questione, ma soltanto numerose ipotesi che necessitano di essere ulteriormente esplorate. Nel 2009 affermarono che una parte di ricercatori concentrò le proprie forze nello studio delle specie pelagiche che, in seguito al crollo, finirono per occupare gli spazi liberi lasciati dal merluzzo scomparso. Le specie pelagiche in aumento, dunque, avrebbero esercitato una predazione più intensa sui pochi giovani esemplari di merluzzo rimasti, e questo potrebbe spiegare la mancata ripopolazione nel corso degli anni Novanta, subito dopo la moratoria imposta. Allo stesso modo, altri trovarono prove di un aumento nella popolazione di foche nell'Atlantico nord-occidentale, che avrebbe portato ad un conseguente incremento della mortalità naturale dei pesci. Altri ancora si sono focalizzati sull'analisi di una combinazione tra il calo del tasso di crescita dei merluzzi dovuto alla sovrapesca e cambiamenti avvenuti nell'ecosistema. Esiste una documentazione relativamente vasta concentrata sulla registrazione di temperature più basse della media nelle acque del Canada orientale durante i primi anni Novanta, condizione che ha potuto inibire lo sforzo riproduttivo dei merluzzi negli anni successivi al crollo degli stock.¹²⁵

L'organizzazione *Fisheries and Oceans Canada* (DFO) si occupò a lungo di indagare le cause di una così lenta ripresa. Le sue considerazioni partirono dalle teorie standard che furono promosse in questa occasione, le quali suggerivano che quando uno stock di pesci vive una riduzione così forte, la media di cibo rimasto sarà molto maggiore per i pesci sopravvissuti, e ciò permetterebbe una rapida crescita. L'organizzazione fin da subito notò che gli stock canadesi non rispettarono questa condizione. A sostegno di ciò, gli studiosi della DFO si resero conto che, soprattutto nel Golfo di St. Lawrence a largo di Terranova, gli esemplari di merluzzo continuavano a mostrare un pessimo stato di salute. Lo scienziato ricercatore Jean-Denis Dutil che partecipò all'indagine della DFO

¹²⁵ R. Hilborn, E. Litzinger, "Causes of Decline and Potential for Recovery of Atlantic Cod Populations", *The Open Fish Science Journal*, 2009, 2, 32-38

giunse alla conclusione che tale situazione fosse causata da una debolezza generale della specie; gli esemplari selvatici ridotti in condizioni critiche erano inoltre ormai più vulnerabili e più soggetti a malattie e predazioni. Dutil, comparando i dati forniti da studi precedenti, si rese conto che le condizioni fisiche dei merluzzi iniziarono a peggiorare visibilmente durante gli anni Ottanta a causa della pesca eccessiva, che prelevava gli esemplari più grandi e più in forma. Notò anche che, sebbene la pesca eccessiva sembri aver causato il maggior calo nell'abbondanza, anche i fattori ambientali hanno avuto un ruolo decisivo, il quale è ancora poco conosciuto. Sosteneva infatti che il raffreddamento delle acque dell'Atlantico nord-occidentale, avvenuto agli inizi degli anni Novanta, facesse parte di un cambiamento molto più ampio all'interno dell'ecosistema.¹²⁶

Considerando il fatto che i merluzzi di questa specie sopravvivono in un intervallo di temperature molto ristretto, anche una leggera diminuzione o un aumento di temperatura avrebbe potuto spingerli a migrare in altre zone, dove avrebbero potuto non trovare i giusti livelli di ossigeno e la giusta quantità di nutrimento. Questo scenario, insieme ai fattori di origine umana, potrebbe essere considerato come parte di un problema più grande e che ancora oggi fa discutere. Seguendo la scia di questa ipotesi, il ricercatore della DFO Dutil sostiene che a contribuire al ritardo nella ripopolazione degli stock sia stata anche una difficoltà riscontrata nell'approvvigionamento alimentare. Ciò si ricollega al fatto che l'elevata pressione della pesca eccessiva abbia eliminato dall'ecosistema i pesci più grandi e più forti, lasciando in acqua gli esemplari geneticamente più deboli e quindi meno adatti alla sopravvivenza, soprattutto in zone idealmente più povere di cibo. In confronto, infatti, gli stock di merluzzo delle isole Far Oer, dell'Islanda, della Nuova Scozia sud-occidentale e del New England presentano merluzzi in condizioni di salute migliori. In queste zone, gli ambienti più forniti di nutrimenti, associati ad una temperatura delle acque adeguata, hanno reso gli stock più naturalmente produttivi, dimostrando una ripopolazione più rapida.¹²⁷ Gli stock che invece presentavano rallentamenti nella ripresa erano situati in alcune zone di Terranova e del Labrador che offrivano un ambiente più freddo e meno efficiente dal punto di vista nutritivo, in quanto i livelli di ossigeno erano più bassi. Per questo la bassa produttività,

¹²⁶ <https://www.dfo-mpo.gc.ca/index-eng.html> (*What's Holding Back the Cod Recovery?*, ottobre 2022)

¹²⁷ *Ibidem*

intrinseca agli stock presenti in queste zone, con il crollo degli anni Novanta non fece altro che peggiorare, e una ripresa veloce risulterebbe quindi impossibile in quanto fondata su basi poco solide. La ricrescita delle popolazioni potrebbe dunque richiedere molto più tempo di quanto il panorama scientifico immaginava, e sarà concretizzata solo con l'aiuto di una gestione politica migliore, che deve mettere a punto un cambiamento di prospettiva.

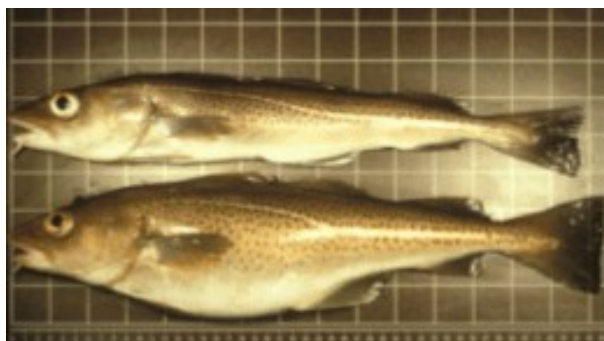


Figura 13. In alto, un esemplare di merluzzo in condizioni di salute critiche rinvenuto nel Golfo di St. Lawrence; in basso, un esemplare di merluzzo in salute. Jean-Denis Dutil, Yves Gagnon, <https://www.dfo-mpo.gc.ca/index-eng.html>

Una delle iniziative più recenti è quella condotta nel 2020 dalla *Conservation Law Foundation* (CLF), un'organizzazione che si occupa di proteggere l'ambiente naturale di diverse regioni, incluse quelle del Canada orientale. La loro iniziativa è rivolta direttamente al governo federale canadese, tramite una petizione che chiede nuove misure di conservazione e gestione. Considerati gli anni di politiche inefficaci che hanno portato alla condizione attuale di crisi, l'organizzazione chiede un controllo mirato dei pescherecci che navigano nelle aree definite a rischio per la presenza di popolazioni di merluzzo in difficoltà. Pur avendo imposto dei limiti molto bassi alle catture di merluzzo, il governo e le autorità non hanno modo di controllare quali siano le attività che effettivamente avvengono a bordo dei pescherecci, i quali spesso si sentono liberi di gettare in mare una parte di merluzzo pescato così che non venga conteggiato nei limiti di pesca.¹²⁸ Senza una conoscenza certa di quanto merluzzo viene realmente catturato non è possibile prevenire e porre fine alla pesca eccessiva, che ancora impedisce a queste popolazioni di tornare numerose come un tempo. I rigetti illegali in acqua non permettono agli studiosi di definire una strategia di azione sicura, in quanto si

¹²⁸ <https://www.clf.org/blog/five-steps-save-atlantic-cod/>

trovano a lavorare con dati incerti, che spesso non corrispondono alla realtà. Un monitoraggio costante delle acque che ospitano le popolazioni di merluzzo potrebbe certamente contribuire ad una raccolta di dati efficiente, utile alla messa in atto di una gestione sostenibile.

Un altro fattore preso in considerazione dal CLF è la protezione ancora più mirata di alcune zone frequentate dagli esemplari di merluzzo: viene infatti proposta la creazione di rifugi in cui i pesci possano riprodursi e crescere, ma ciò significherebbe la chiusura totale di importanti aree in cui avviene anche la pesca di altre tipologie di pesce. È proprio questo uno dei problemi più rilevanti legati alla ripopolazione del merluzzo, ovvero le catture accidentali. Per ridurre al minimo questo tipo di catture mantenendo comunque le altre attività di pesca viene proposta l'adozione di reti specifiche ed altri attrezzi che evitino la cattura del merluzzo, così da non inibire ulteriormente il processo di ripresa.¹²⁹

Una ripopolazione degli stock di merluzzo sembra quindi essere possibile, ma solo se gli organi competenti decidano di agire con tempestività e in stretta collaborazione con tutte quelle associazioni ed organizzazioni che da anni si impegnano nella salvaguardia dell'ambiente e delle sue risorse. Quanto è stato fatto finora non è stato sufficiente, ma uno studio adeguato a partire dai dati raccolti in sede di ricerca è necessario a consentire un vero processo di ripresa, che sarà indubbiamente lungo e tutt'altro che semplice. La concatenazione di più cause che hanno portato la specie alla situazione attuale rende infatti molto più complicato il lavoro degli studiosi, ulteriormente ostacolato dalla poca esperienza nella gestione di simili problematiche.

¹²⁹ ibidem

Conclusione

Grazie alle fonti consultate e ai diversi materiali presi in considerazione nella fase preparatoria di questo lavoro di tesi, è stato possibile indagare a fondo su quali siano le attività messe in atto dall'uomo che pongono l'ambiente marino in situazioni di vulnerabilità. Ciò ha fatto sì che si potesse creare un percorso che, a partire dall'individuazione di dati riguardanti la situazione attuale dei mari, ci ha permesso di attraversare secoli di storia legata alle pratiche intensive e dannose condotte dal genere umano nei confronti dell'ambiente marino. Sono le risorse ittiche, infatti, il focus principale su cui questo lavoro è stato incentrato, in quanto subiscono in modo più intenso l'impatto dell'*overfishing* praticato dall'uomo, che sembra spesso non curarsi dell'importanza vitale di queste risorse per il benessere e la salute della popolazione mondiale. L'analisi degli eventi dal punto di vista storico ha fatto in modo che si potesse fare luce su alcuni meccanismi coinvolti nel commercio odierno di prodotti ittici, dimostrando come esso ponga le sue radici nell'epoca delle prime esplorazioni del Nuovo Mondo, per poi acquisire una forza decisiva con l'avvento dell'industrializzazione. È stato dimostrato, infatti, che a partire dalla seconda metà del XIX secolo le attività di pesca aumentarono esponenzialmente la loro portata, grazie all'arrivo sul mercato di nuove tecnologie e attrezzature sofisticate che hanno permesso l'intensificarsi del commercio di pesce.

Questa tesi dimostra che la pratica dell'*overfishing* o della sovrapesca, se perpetrata lungo un periodo di tempo continuato, può realmente portare al declino e alla distruzione di interi ecosistemi marini, producendo un impatto che coinvolgerebbe indirettamente anche numerose società e comunità che vivono in armonia con questi ecosistemi. È il caso, questo, di alcuni Paesi sottosviluppati o in via di sviluppo che, come si è osservato, fanno affidamento sulla pesca costiera per la sopravvivenza delle proprie popolazioni, le quali non hanno a disposizione strumenti adeguati e risorse economiche sufficienti per partecipare al commercio mondiale di pesce, correndo il rischio di venire isolati dalle possibilità di sostentamento.

Il continuo progresso della società e la modernizzazione della realtà in cui vive il mondo globalizzato hanno portato ad un forte aumento della domanda di beni in numerosi

settori, tra cui quello ittico. Lo sviluppo di un commercio su scala globale nel tentativo di soddisfare le richieste ha creato per le grandi industrie un'opportunità di guadagno e di crescita economica, che ha purtroppo messo in secondo piano l'importanza del mantenimento del benessere delle risorse che venivano sovra-sfruttate, provocando nel corso del tempo mutamenti negli equilibri degli ecosistemi marini. Come è emerso dagli studi confrontati in questo lavoro, il disturbo umano che si è intensificato soprattutto negli ultimi tempi ha provocato dei cambiamenti evidenti nell'ambiente, come si nota ad esempio nel decremento di coralli della Grande Barriera Corallina, dovuto alla sovrapesca di alcune specie di pesci predatori, e conseguente incremento della presenza di esemplari dannosi per il corallo. Allo stesso modo, si è dimostrato come la pesca eccessiva di grandi pesci erbivori abbia influenzato negativamente la regolazione biologica e la diffusione di alghe oceaniche, in un periodo storico che anticipa di molto le prime ricerche e le prime occasioni di riflessione riguardo le azioni dannose dell'uomo, che per troppo tempo ha agito egoisticamente nei confronti dell'ambiente marino e terrestre. Gli stock ittici diventano così sede delle speculazioni di chi può trarne profitto, e in molti casi il risultato di questo sfruttamento inizia a farsi notare solamente in tempi recenti.

Anni di sovrapesca non regolata da alcuna normativa hanno fatto sì che le risorse disponibili subissero drastici cali, a volte improvvisi, in quanto una presa di coscienza sulla reale problematicità della situazione è arrivata molto tardivamente, costringendo il panorama scientifico a rivolgere l'attenzione verso il danno compiuto. Ancora oggi le attività di pesca che provocano questi gravi danni sono evidenti, e non sempre vengono rallentate e gestite come sarebbe opportuno. Ne è un esempio lo stesso uso di attrezzi da pesca estremamente invasivi e distruttivi, accusati spesso di deturpare chilometri di habitat sottomarini. Il largo uso di strumenti in grado di catturare indiscriminatamente un'enorme quantità e varietà di specie fu sostenuto dall'avanzamento delle tecnologie, che permisero di produrre attrezzature sempre più sofisticate, ma incuranti della fragilità degli ambienti che invadono. L'impiego di sistemi a strascico pesanti per la cattura di alcune specie di molluschi e crostacei è stato dimostrato essere altamente dannoso per il fondale marino, ma anche perché colpevoli di provocare un altissimo numero di catture accidentali che rimuovono esemplari non target dall'ecosistema.

Il problema dello sfruttamento non regolato delle risorse ittiche, che avviene attraverso diverse modalità, è stato osservato in particolare nei due casi di studio affrontati in questa tesi, che concretizzano ulteriormente la necessità di un cambiamento nella gestione della situazione. La scelta di concentrarsi sul caso degli allevamenti scozzesi di salmone in condizioni di sovra-sfruttamento ha consentito di indirizzare la ricerca verso un contesto europeo, e di rivolgere uno sguardo ravvicinato ad una realtà che purtroppo viene spesso ignorata dall'opinione pubblica, passando così inosservata, nascosta al di sotto della superficie acquatica. È stato dimostrato come il commercio di salmone sia di notevole importanza per l'economia scozzese, che sfrutta questa opportunità di profitto specialmente nelle sue coste occidentali, dove sono situate numerose industrie di allevamento di salmone. Attraverso l'analisi di fonti autorevoli fornite da organizzazioni e ricercatori attivi nel settore ittico, è stato possibile individuare quali fossero i più importanti problemi correlati al sovra-sfruttamento di questa specie, che rendono il commercio di salmone biologicamente critico e in alcuni casi anche nocivo per l'ecosistema della regione. Rivolgere l'attenzione verso lo stato di salute degli esemplari costretti al sovra-affollamento dei recinti ha permesso di confrontare diversi studi incentrati sul benessere di questi animali, anche dal punto di vista etico, dimostrando che i danni provocati dalle pratiche di decontaminazione e disinfestazione dei salmoni sono reali e direttamente osservabili. Recentemente, ciò ha mosso anche l'interesse dei consumatori verso la provenienza e le tecniche di allevamento del pesce, che possono fare la differenza sulla qualità del prodotto finale. La ricerca in questo campo ha permesso di comprendere come la mancanza di considerazione per le condizioni di vita dei pesci e crostacei ha portato nel tempo a pratiche di pesca insostenibili e alla scomparsa di specie importanti. Dunque, l'attenzione rivolta al benessere degli animali acquatici e l'adozione di un comportamento etico nei loro confronti nel processo di pesca e di commercio, potrebbe facilmente rivelarsi conveniente anche dal punto di vista economico, perché la presenza di esemplari in salute aumenterebbe naturalmente la produzione negli stock ittici.

Uno dei casi più emblematici del contesto di *overfishing* esplorato in questa tesi è sicuramente rappresentato dal crollo degli stock di merluzzo atlantico nelle coste occidentali del Canada avvenuto negli anni Novanta. La scelta di questo caso di studio riflette l'importanza storica dell'evento, la cui portata non ebbe precedenti nel mondo

del commercio ittico. È stato dimostrato come il crollo della specie di merluzzo atlantico causato principalmente dalle azioni dell'uomo sia stata un'occasione di riflessione su quanto l'attività umana possa rendere i mari e le loro risorse estremamente vulnerabili. L'indagine storica dell'importanza della specie in questione presentata in questa tesi ha permesso di individuare le cause che hanno portato ad una situazione così critica, che ancora oggi sembra lontana da una risoluzione adeguata. Mettendo a confronto la letteratura che sosteneva un impatto maggiore delle cause di tipo ambientale, e la letteratura che invece individuava la colpa unicamente in decenni di sovrapesca incontrollata, si è potuto concludere che le azioni umane siano state in primo piano il meccanismo che portò la specie di merluzzo atlantico in condizioni di estinzione commerciale, la quale fu ulteriormente indebolita una volta che questa specie incontrò difficoltà di tipo ambientale come il cambiamento climatico e mutamenti dell'habitat. Gli ostacoli incontrati merluzzo nel ripopolare gli stock canadesi sono quindi ingigantiti dalle condizioni critiche in cui l'uomo ha ridotto questa specie, che per anni ha subito la rimozione degli esemplari più grandi e più in forma a scopi commerciali. Questa condizione rende sicuramente più complicato affrontare quei mutamenti naturali degli habitat a cui le specie marine sono ciclicamente sottoposte.

Alla fine di questo lavoro risulta evidente la necessità di agire concretamente per fermare o quanto meno rallentare le conseguenze che le azioni dell'uomo, per secoli condotte senza alcuna limitazione, stanno producendo anche nella realtà a noi contemporanea. Un'inversione di marcia immediata non è mai stata più necessaria di adesso, in quanto viviamo in periodo storico segnato da incertezze e dubbi che rendono il nostro futuro instabile. Il rapporto del genere umano con il mare e gli oceani di tutto il pianeta è ciò che ha permesso l'evoluzione e la sopravvivenza delle società a partire dagli albori della vita sulla Terra. Ciò dovrebbe far riflettere su quanto la nostra stessa vita dipenda dall'esistenza delle acque che circondano la terraferma, e quanto il nostro benessere sia possibile solo in relazione al benessere del mare e delle risorse che ospita e di cui noi ci serviamo. Per troppo tempo il desiderio di profitto da parte degli attori coinvolti nel processo di pesca è stato considerato più importante del rispetto dell'ambiente idrico e delle risorse che esso offre, provocando la scomparsa di specie viventi e danni irrimediabili in alcuni habitat naturali. È certo che lo stato di salute dei mari continuerà ad evolversi negli anni che verranno, ed è fondamentale che l'intera

umanità comprenda che questa evoluzione può rivelarsi positiva solo se le nostre azioni saranno rivolte al mantenimento del benessere dell'ecosistema.

Bibliografia

Armstrong, W. A., Oliver, C. W., (1996) *Recent use of fish aggregation devices in the eastern tropical Pacific tuna purse-seine fishery: 1990-1994, Administrative report LJ-96-02*, Southwest Fisheries Science Center, NOAA.

Barrett, J., Locker, A., Roberts, C., (2004) “The Origins of Intensive Marine Fishing in Medieval Europe: the English Evidence”, *Proceedings: Biological Sciences*, 271, 1556: 2417-2421.

Bekker-Nielsen, J., (2005) *The Technology and Productivity of Ancient Sea Fishing, Ancient Fishing and Fish Processing in the Black Sea Region*, Aarhus University Press, Gylling

Bennett, N. J., Govan, H., Satterfield, T., (2015) “Ocean grabbing”, *Marine Policy*, 57: 61–68.

Betts, M. W., Noël, S., et al., (2014) “Zooarchaeology of the Historic Cod Fishery in Newfoundland and Labrador, Canada”, *Journal of the North Atlantic*, (24):1-21

Bjørge, M. H., Nordgreen, J., Janczak, et al., (2011) “Behavioural changes following intraperitoneal vaccination in Atlantic salmon (*Salmo salar*)”, *Applied Animal Behaviour Science*, 133(1-2), 127-135.

Bolster, W. J., (2012) *The Mortal Sea: Fishing the Atlantic in the age of sail*, Harvard-Belknap, Cambridge

Brusle, J., (1995) “The impact of harmful algal blooms on finfish mortality, pathology and toxicology”, *Reperes Ocean*, 10.

Church, K. D., & Grant, J. W, (2018) “Does increasing habitat complexity favour particular personality types of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*?”, *Animal Behaviour*, 135, 139-146.

Clover, C., (2004) *End of the Line: How overfishing is changing the world and what we eat*, Ebury Press, London.

Cressey, D., (2015) “Eyes on the Ocean”, *Nature*, 519, 280

Curtis, R., (2005) *Sources for Production and Trade of Greek and Roman Processed Fish, Ancient Fishing and Fish Processing in the Black Sea Region*, Aarhus University Press, Gylling, 31-46.

Dayton, P. K., (1985) *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16:1, 215-245

Estes, J. A., Duggins, D. O., Rathbun, G. B., (1989) “The Ecology of Extinctions in Kelp Forest Communities”, *Conservation Biology*, 3, 3: 252-264

FAO, (1995) *Code of Conduct for Responsible Fisheries*, Roma, FAO

FAO, (2022) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*, Rome, FAO

Gentry, K., Bui, S., Oppedal, F., Dempster, T., (2020) “Sea lice prevention strategies affect cleaner fish delousing efficacy in commercial Atlantic salmon sea cages”, *Aquaculture Environment Interactions*, 12, 67-80

Green, M., Penman, D. J., Migaud, H., et al., (2012) *The Impact of Escaped Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) on Catch Statistics in Scotland*, PLoS ONE, 7, 9

Grimnes, A., Jakobsen, P. J., (1996) “The physiological effects of salmon lice infection on post-smolt of Atlantic salmon”, *Journal of Fish Biology*, 48, 1179–1194

Hilborn, R., Litzinger, E., (2009) “Causes of Decline and Potential for Recovery of Atlantic Cod Populations”, *The Open Fish Science Journal*, 2, 32-38

Horse, I. P., Winder, J. M., (1991) *Late Saxon and Conquest-period oyster middens at Poole, Dorset, Waterfront archaeology: Proceedings of the third international conference on waterfront archaeology held at Bristol 23-26 September 1988*, Alden Press Ltd, Oxford, 102-104

Hsu, J., (2009) “Overfishing Goes Back Centuries, Log Books Reveal”, *Live Science*

Hutchings, J. A., Myers, R. A., (1995) *The biological collapse of Atlantic cod off Newfoundland and Labrador: An Exploration of historical changes in exploitation, harvesting technology, and management*, Pp. 37–93

Hutchison, C., (2020) “Scottish salmon found in ‘sickening’ conditions across Scotland as sea lice problem escalates”, *The Herald*

Jackson, J. B. C., Kirby, M. X., Berger, W. H. et al., (2001) “Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems”, *Science*, 293, 629

Kurlansky, M., (1997) *Cod: A Biography of the Fish That Changed the World*, Penguin Books, New York

McCain, J. S. P., Schneider, D. C., Lotze, H. K. et al., (2016) “Long-term shift in coastal fish communities before and after the collapse of Atlantic cod (*Gadus morhua*)”, *ICES Journal of Marine Science*, 73(5), 1415–1426.

Morris, A., (2020) *Five Actions to Save Atlantic Cod: Cod is in crisis. Here's how it could recover*, Conservation Law Foundation

Myers, R. A., Barrowman, N. J., Hoenig, J. M., Qu, Z., (1996) “The collapse of cod in Eastern Canada: the evidence from tagging data”, *ICES Journal of Marine Science*, 53: 629–640.

OneKind, (2021) *Underwater Cages, Parasites and Dead Fish. Why a Moratorium on Scottish Salmon Farming Expansion is Imperative*, Compassion in World Farming and OneKind

Pearson, T.H. & Rosenberg, R. (1978). “Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment”, *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16: 229-311

Perdikaris, S., (1999) “From Chiefly Provisioning to Commercial Fishery: Long-Term Economic Change in Arctic Norway”, *World Archaeology*, 1999, 30, 3: 388-402.

Pope, P. E., (2009) *Transformation of the maritime cultural landscape of Atlantic Canada by migratory European fishers, 1500–1800*, Pp. 123–154, In L. Sicking, D. Abreu-Ferreira, *Beyond the Catch: Fisheries of the North Atlantic, the North Sea, and the Baltic, 900–1850*. Brill, The Hague, Netherlands.

Poulsen, B., (2010) “The variability of fisheries and fish populations prior to industrialized fishing: An appraisal of the historical evidence”, *Journal of Marine Systems*, 79, 327–332

Rees, S., Foster, N., Langmead, O., Pittman, S., Johnson, D., (2018) “Defining the qualitative elements of Aichi Biodiversity Target 11 with regard to the marine and coastal environment in order to strengthen global efforts for marine biodiversity conservation outlined in the United Nations Sustainable Development Goal 14”, *Marine Policy*, 93: 241-250.

Revie, C. W., Gettinby, G., Treasurer, J. W., (2002) “The epidemiology of the sea lice, *Caligus elongatus* Nordmann, in marine aquaculture of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Scotland”, *Journal of Fish Diseases*, 25, 391–399

Roberts, C., (2007) *The Unnatural History of the Sea*, Ocean Island Press, Washington DC

Salisbury, C. R., (1991) *Primitive British fishweirs. Waterfront archaeology: Proceedings of the third international conference on waterfront archaeology held at Bristol 23-26 September 1988*, Alden Press Ltd, Oxford

Searce, C., (2009) *European Fisheries History: Pre-industrial Origins of Overfishing*, ProQuest

Seymour, M., Bradbury, R. H., (1992) “Is the crown-of-thorns starfish degrading the great barrier reef?”, *Journal of Theoretical Biology*, 159, 1: 111-133

Sneddon, L. U., (2015) “Pain in Aquatic Animals”, *The Journal of Experimental Biology* 218, 967-976

Steven, A., (1988) “An analysis of fishing activities on possible predators of the crown of thorns starfish (*Acanthaster planci*) on the Great Barrier Reef”, *Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority*, James Cook University

Tett, P., Coulson, M. W. et al., (2018) *Review of the environmental impacts of salmon farming in Scotland, Report for the Environment, Climate Change and Land Reform (ECCLR) Committee*, The Scottish Parliament, Technical Report

Tittler, R., (1977) “The English Fishing Industry in the Sixteenth Century: The Case of Great Yarmouth”, *Albion: A Quarterly Journal Concerned with British Studies*, 9, 1: 40-60.

Valentine, J. F., Heck, K. L. Jr, (2005) *Perspective review of the impacts of overfishing on coral reef food web linkages*, Springer-Verlag, 24, 2.

Vera, L. M., Migaud, H., (2016) “Hydrogen peroxide treatment in Atlantic salmon induces stress and detoxification response in a daily manner”, *Chronobiology International: The Journal of Biological and Medical Rhythm Research*, 33, 5: 530-542

Waley D., Harris M., Goulding I., et al., (2021) *Catching Up: Fish Welfare in Wild Capture Fisheries*, Eurogroup for Animals

Watkins B., Schoch A., Webb M., (2015) “In Cod we Trust: Cod in Atlantic Canada”, *Student Research on Environment and Sustainability Issues*, The University of British Columbia

Sitografia

<http://www.coml.org/index.html> (*About the Census of Marine Life*, settembre 2022)

<http://www.coml.org/index.html> (*History of Marine Animal Populations*, settembre 2022)

<http://www.srfood.org/> (*Ocean Grabbing as Serious a Threat as Land Grabbing*, settembre 2022)

<https://oceana.ca/en/> (*Atlantic Cod*, ottobre 2022)

<https://wwf.panda.org/> (*Cod overfished in the North-West Atlantic despite ban*, ottobre 2022)

<https://www.bestfishes.org.uk/> (*The impacts of Scottish salmon farming on the benthic environment*, ottobre 2022)

<https://www.dfo-mpo.gc.ca/index-eng.html> (*What's Holding Back the Cod Recovery?*, ottobre 2022)

<https://www.eda.admin.ch/agenda2030/en/home.html> (*Goal 14: Conserve and Sustainably Use the Oceans, Seas and Marine Resources for Sustainable Development*, settembre 2022)

<https://www.fao.org/home/en/> (*Code of Conduct for Responsible Fisheries*, settembre 2022)

<https://www.fao.org/home/en/> (*Fisheries and Aquaculture*, settembre 2022)

<https://www.nafo.int/> (*Meeting 2004*, ottobre 2022)

<https://www.salmonscotland.co.uk/> (*Aquaculture in Scotland*, ottobre 2022)

<https://www.salute.gov.it/portale/home.html> (*Acquacoltura: in generale*, agosto 2022)

<https://www.theguardian.com/international> (*World Fails to Meet a Single Target to Stop Destruction of Nature*, settembre 2022)

<https://www.treccani.it/> (*Pésca*, agosto 2022)

<https://wildfish.org/project/salmon-farming/> (*Salmon Farming*, novembre 2022)

<https://www.worldwildlife.org/> (*Overfishing*, settembre 2022)