

Fact Sheet: The Rocky Intertidal

ALISON YOUNG



The rocky shores that lie at the edge of the ocean, between the high and low tides, are called the rocky intertidal. Rocky intertidal areas along the west coast of North America are some of the richest and most diverse places in the world. Over 1,000 species of invertebrates and algae can be found in the rocky intertidal of central California, and this wide variety of life makes exploring the rocky shores fun and exciting, but more importantly, this biodiversity is essential for the coastal ecosystem and the communities that rely on it.

Physical and Biotic Conditions

Changing tides, pounding waves, and competition for food and space are among many physical and biological factors that determine the nature of rocky intertidal communities. At the rocky intertidal, organisms live part of their days under water and part of their days exposed to the air. When the tide is high, wave action threatens to crush the animals and algae or tear them away from their homes. When the tide is low, organisms are more visible to predators, more susceptible to desiccation (drying out), and can be exposed to rainfall or direct sunlight. Sea stars, snails, seaweeds, and other intertidal organisms have adapted to these conditions in many ways and can thrive in these harsh and changing environments.

Tides are one major factor that determines the diversity of organisms living within the rocky intertidal. Tides can be defined as the regular rise and fall of water along the ocean's shores. Most places on earth experience two high tides and two low tides each day. The rise and fall of the ocean is a result of the combined effects of the gravitational forces from the moon and the sun.

As the tide goes out, water loss becomes a problem for residents of the intertidal zone. Motile animals avoid

desiccation by hiding under wet algae and rocks or in crevices or tidepools. Sessile animals close up, like a mussel pulling together its valves or a limpet tightening down its shell onto the rock. Seaweed can lose up to 90% of its moisture and survive until the tide rises again.

As the tide rises, organisms must deal with the physical pounding of waves. Many rocky intertidal organisms anchor firmly and hold tight to the rocks. Limpets hold on with their muscular foot, mussels with their byssal threads, and seaweed with their holdfasts (algae's attachment structure to rocks). Morphology, an organism's physical characteristics, such as being flexible or very flat and close to the rocks, can minimize the impact of waves. Behavior, such as hiding in cracks and under ledges, can also help animals survive and stay put.

Competition for food and space are other important features that structure communities. The rocky intertidal has a limited amount of surface area for algae and animals to live on. Organisms cope with limited space either by living on top of each other, bulldozing others out of their territory, or growing quickly to out-compete their neighbors.

Organisms must also face underwater predators such as fish and above water predators including birds.

Zonation

Rocky shores are divided into a series of vertical zones that are defined by the amount of time the rocks are exposed to air and water. Zones range from the splash zone, closest to the terrestrial environment, to the low zone, closest to the ocean.

SPLASH ZONE: As the name implies, this zone gets merely splashed by waves on most days, and organisms are rarely submerged. Few organisms can survive here. A type of green algae, *Ulva intestinalis*, live in the splash zone.

THE HIGH TIDE ZONE: Organisms that inhabit this zone are exposed to air more than 70 percent of the time and have unique adaptations to survive the long dry periods. Limpets, chitons, and black turban snails form a watertight seal on the rocks with their shell to protect themselves from drying out.

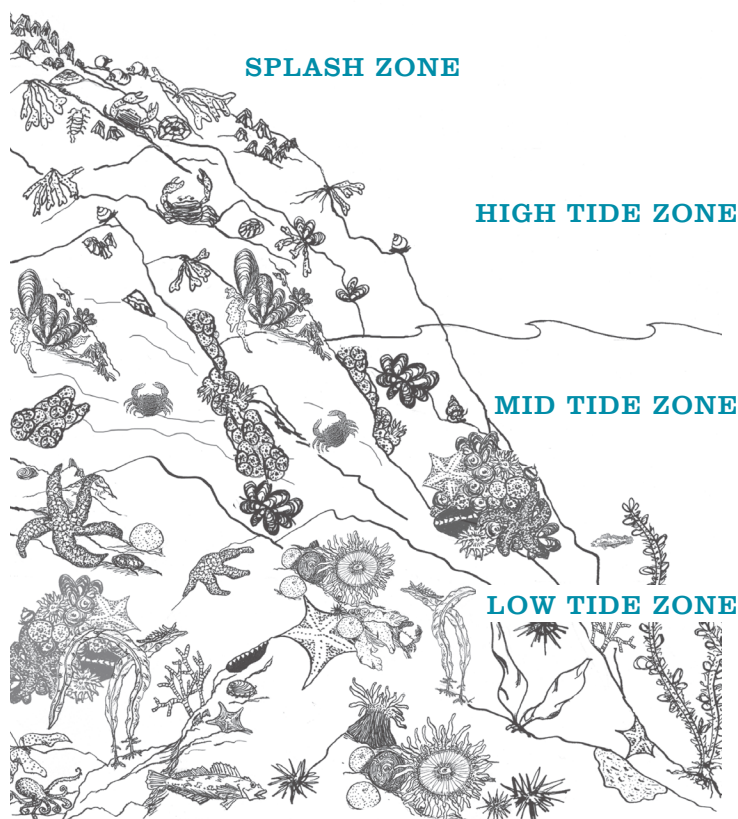
THE MID TIDE ZONE: This zone is densely populated. California mussels often form large beds that provide important refuge and habitat for a variety of other invertebrates and algae. When the tide ebbs, mussels tightly close their two shells to avoid dessication. They also form byssal threads that anchor themselves to other mussels and to the substrate, so they do not wash away with the crashing waves. Ochre sea stars live in the mid and low zone. They have tube feet that work like suction cups and are uniquely adapted to pull apart the shells of their prey.

THE LOW TIDE ZONE: In this zone, organisms may only be exposed to air during extreme low tides, or spring tides, which occur approximately twice per month. They are therefore well adapted to withstand the forces of waves and less resilient to air exposure. It is in this zone that most life exists within the rocky intertidal. The giant green anemone and the purple sea urchin are two types of larger invertebrates that inhabit the lower zone. Anemones firmly attach themselves to the substrate with a pedal disk and have stinging tentacles that catch and paralyze prey that drift by in the water. Sea urchins rely on their tube feet to survive in the low zone. Similar to sea stars, urchins use tube feet for movement and attachment.

Human Impact

The rocky intertidal is vulnerable to many types of human activities. As coastal populations continue to grow, more people visit, use and exploit our rocky shores. As a result, threats to California's rocky shores are increasing. The following briefly describes some of the major threats to California's rocky intertidal.

- **Harvesting:** Sea urchins, mussels, abalone, turban snails, limpets and algae are all exploited by humans for food. On rocky shores throughout California, over-harvesting has severely depleted stocks of some species (e.g. abalone) and has compromised biodiversity in these areas. As a result, overharvested areas have become extremely vulnerable. California has recently established a system of Marine Protected Areas (MPAs) where, in some cases, no collecting is permitted.



Intertidal life and zones.

- **Oil spills:** Oil spills pose a significant threat to the health and balance of life on rocky shores. Past spills, such as the 2007 Cosco Busan oil spill in San Francisco Bay, deposited oil on rocky shores, including one of our LiMPETS sites Duxbury Reef. Oil can smother mussel beds and kill acorn barnacles, limpets and other species.
- **Invasive species:** Invasive species have made their way to California's rocky shores and can be especially prevalent near areas with high volumes of shipping traffic, like the Port of Los Angeles and San Francisco Bay. A brown alga from Asia, *Sargassum horneri*, was first discovered in 2003 in Long Beach harbor and has spread rapidly throughout Southern California. Invasive species threaten the abundance and diversity of native species, disrupt ecosystem balance and threaten local marine-based economies.
- **Pollution:** Water from streams and culverts that drains onto rocky shores often bring contaminants that can have a variety of biological effects.
- **Climate change:** Because rocky intertidal environments lie at the land and sea interface, they are expected to be strongly influenced by climate change. In response to rising air and sea temperatures, we may expect the distribution of species along our coast to change. Indeed, that was what was seen when species abundance was compared between the early 1930s and the mid 1990s at one site in Monterey Bay: several common southern California species that were rare or absent in the 1930s are now abundant in the Monterey Bay area. Moreover, as sea levels rise along the rocky intertidal, the different zones may begin to shift higher onto the shore.
- **Ocean acidification:** Human activities such as burning fossil fuels and deforestation have lead to a rapid increase in atmospheric carbon dioxide levels. The ocean absorbs approximately 1/3 of the atmospheric carbon dioxide from human activities, or anthropogenic carbon dioxide. Carbon dioxide acts as a weak acid when it dissolves in seawater. The dissolution of carbon dioxide causes a chemical reaction that consumes some of the

chemical compounds that calcifying organisms, like oysters, use to build their shells. So the dissolution of anthropogenic carbon dioxide into the ocean is changing ocean chemistry and making it difficult for some organisms to live..

Sea Star Wasting Syndrome

Since 2013, sea stars along the North American Pacific coast have been declining in great numbers from a mysterious wasting syndrome. The current bout of this wasting syndrome was first documented in ochre stars (*Pisaster ochraceus*) in June 2013 along the coast of Washington state. Similar die-offs have occurred before in the 1970s, 80s, and the 90s, but never before at this magnitude and over such a wide geographic area. *Pisaster ochraceus* and many other species of sea stars have been affected by the current sea star wasting syndrome event. The progression of wasting disease can be rapid, leading to death within a few days, and its effects can be devastating on sea star populations. The dramatic decline of sea star populations may have a ripple effect across food webs. Researchers are working together to find the root causes of the syndrome, and LiMPETS is contributing by counting sea stars and searching for signs of recovery. Learn more about the latest trends and research in sea star wasting at www.seastarwasting.org.

Monitoring programs like LiMPETS are important because they can identify changes over the short term, like discovering the spread of an invasive species. But even more valuable is the ability for long-term data to help reveal the natural variability, or the ups and downs, in a system. If we understand what is 'normal' in a system, we can then begin to identify trends that could be a result of destructive human activities. Long-term data therefore lead to better conservation and protection of our oceans. The data help us understand what species need protection (like abalone) and what places are most vulnerable to human activities.

REFERENCES:

- Dethier, M.N., 2002. Biological Units. Methods for Performing Monitoring, Impact, and Ecological Studies on Rocky Shores, pp 41–66. OCS Study, MMS 01-070, US Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Camarillo, CA.
- Denny, Mark W. and Gaines, Steve D., eds. Encyclopedia of tidepools and rocky shores. Berkeley, California: University of California Press, 2007.
- Osborn, D.A., Pearse, J.S., and Row, C.A., 2005. Monitoring rocky intertidal shorelines: a role for the public in resource management. In: Magoon, O.T., Converse, H., Baird, B., Jines, B., Miller-Hensen, M., (eds) California and the World Ocean '02, conf. proc. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, pp 624–636.
- Pearse, J., 1998. Biodiversity of the Rocky Intertidal Zone in the Monterey Bay National Marine Sanctuary: A 24-year comparison. California Sea Grant: Report of Completed Projects 1994–1997. Publication No. R-044:57–60.
- Sagarin, R.D., Barry, J.P., Gilman, S.E., and Baxter, C.H. 1999. Climate-related change in an intertidal community over short and long time scales. Ecol. Monogr. 69, 465–490.
- Sea Star Wasting Syndrome | MARINe (seastarwasting.org). (2017). Retrieved July 25, 2017, from <https://www.eeb.ucsc.edu/pacificrockyintertidal/data-products/sea-star-wasting/index.html>

Hoja informativa: La zona intermareal rocosa



El litoral rocoso que se extiende por el borde del océano entre las mareas altas y bajas se llama la zona intermareal rocosa. Estas zonas a lo largo de la costa oeste de Norte América son algunos de los lugares más ricos y diversos del mundo. Más de 1,000 especies de invertebrados y algas se encuentran en la zona intermareal rocosa de California central y ésta extensa variedad de vida hace que el explorar los litorales rocosos sea divertido y emocionante, pero más importantemente ésta biodiversidad es imprescindible para el ecosistema costero y las comunidades que dependen de él.

Condiciones físicas y bióticas

Las mareas cambiantes, las olas fuertes y la competencia por la comida y el espacio se encuentran entre los muchos factores físicos y biológicos que determinan la naturaleza de las comunidades intermareales rocosas. En la zona intermareal rocosa, los organismos viven parte de sus días bajo el agua y parte de sus días expuestos al aire. Cuando la marea está alta, la acción de las olas amenaza con aplastar a los animales y las algas o arrancarlos de sus hogares. Cuando la marea está baja, los organismos están más visibles para los depredadores, más vulnerables a la desecación y pueden estar expuestos a la lluvia o a la luz directa del sol. Las estrellas de mar, los caracoles, las algas marinas y otros organismos intermareales se han adaptado de muchas formas a estas condiciones y pueden prosperar en estos entornos hostiles y cambiantes.

Las mareas son un factor importante que determina la diversidad de organismos que viven dentro de la zona intermareal rocosa. Las mareas se pueden definir como el aumento y descenso regular del agua a lo largo de las zonas costeras. La mayoría de los lugares en la tierra experimentan dos mareas altas y dos mareas bajas cada día. El ascenso y descenso del océano es el resultado de las fuerzas gravitacionales combinadas de la luna y el sol y sus efectos.

A medida que baja la marea, la pérdida de agua se convierte en un problema para los residentes de la zona intermareal. Los animales móviles evitan la desecación escondiéndose debajo

de algas húmedas y rocas o en grietas o pozas de marea. Los animales inmóviles se cierran, como un mejillón que junta sus válvulas o una lapa que aprieta su caparazón contra la roca. Las algas marinas pueden perder hasta el 90% de su humedad y sobrevivir hasta que la marea vuelva a subir.

A medida que sube la marea, los organismos deben lidiar con el golpe físico de las olas. Muchos organismos de la zona intermareal rocosa se anclan y se aferran firmemente a las rocas. Las lapas se aferran con su pie musculoso, los mejillones con sus hilos bisales y las algas marinas con sus rizoides (la estructura que sujeta las algas a las rocas). La morfología, o las características físicas de un organismo, como ser flexible o muy plano y próximo a las piedras, puede minimizar el impacto de las olas. El comportamiento, como esconderse en grietas y debajo de rebordes, también puede ayudar a los animales a sobrevivir y permanecer en su lugar.

La competencia por la comida y el espacio son otras características importantes que estructuran las comunidades. La zona intermareal rocosa tiene una cantidad de superficie limitada en donde las algas y los animales pueden vivir. Los organismos hacen frente a un espacio limitado, ya sea viviendo uno encima del otro, desplazando a otros fuera de su territorio o creciendo rápidamente para superar a sus vecinos.

Los organismos también deben enfrentarse a depredadores submarinos como los peces y a depredadores sobre el agua, incluidas las aves.

Zonificación

Los litorales rocosos se dividen en una serie de zonas verticales que se definen por la cantidad de tiempo que las rocas están expuestas al aire y al agua. Las zonas van desde la zona de pulverización, más cercana al entorno terrestre, hasta la zona baja, más cercana al océano.

LA ZONA DE PULVERIZACIÓN: Como su nombre lo indica, esta zona simplemente es salpicada por las olas la mayoría de los días, y los organismos rara vez se sumergen. Pocos organismos pueden sobrevivir aquí. Un tipo de alga verde, *Ulva intestinalis*, vive en la zona de pulverización.

LA ZONA DE MAREA ALTA: Los organismos que habitan esta zona están expuestos al aire más del 70 por ciento del tiempo y tienen adaptaciones únicas para sobrevivir a los largos periodos secos. Las lapas, quitones y caracoles de turbante negro forman un sello hermético en las rocas con su caparazón para protegerse de la desecación.

LA ZONA DE MAREA INTERMEDIA: Esta zona está densamente poblada. Los mejillones de California a menudo forman grandes camas que proporcionan un importante refugio y hábitat para una variedad de otros invertebrados y algas. Cuando la marea baja, los mejillones cierran herméticamente sus dos conchas para evitar la desecación. También forman hilos bisales que los anclan a otros mejillones y al sustrato, por lo que no se lavan cuando las olas chocan contra las rocas. Las estrellas de mar ocreas viven en la zona media y baja. Tienen patas tubulares que funcionan como ventosas y están adaptadas de manera única para separar las conchas de sus presas.

LA ZONA DE MAREA BAJA: En esta zona, los organismos sólo pueden estar expuestos al aire durante las mareas extremadamente bajas, o mareas vivas, que ocurren aproximadamente dos veces al mes. Por lo tanto, están bien adaptados para resistir las fuerzas de las olas y son menos resistentes a la exposición al aire. Es en esta zona donde existe la mayoría de la vida dentro de la zona intermareal rocosa. La anémona verde gigante y el erizo de mar morado son dos tipos de invertebrados grandes que habitan la zona baja. Las anémonas se adhieren firmemente al sustrato con la placa basal y tienen tentáculos punzantes que atrapan y paralizan a las presas que se desplazan en el agua. Los erizos de mar dependen de sus patas tubulares para sobrevivir en la zona baja. Al igual que las estrellas de mar, los erizos usan patas tubulares para moverse y sujetarse.

Impacto humano

La zona intermareal rocosa es vulnerable a muchos tipos de actividades humanas. A medida que las poblaciones costeras continúan creciendo, más personas visitan, usan y explotan nuestros litorales rocosos. Como resultado, las amenazas a las costas rocosas de California están aumentando. A continuación, se describen brevemente algunas de las principales amenazas para la zona intermareal rocosa de California.

- **La cosecha:** Se explotan erizos de mar, mejillones, abulones, caracoles de turbante, lapas y algas por humanos para la alimentación. En los litorales rocosos de California, los altos niveles de cosecha han agotado gravemente a las poblaciones de algunas especies (por ejemplo, los abulones) y ha puesto en riesgo la biodiversidad en estas áreas. Como resultado, las áreas sobreexplotadas se han vuelto extremadamente vulnerables. California ha establecido recientemente un sistema de Áreas Marinas Protegidas (Marine Protected Areas - MPAs) donde, en algunos casos, no se permite la recolección.



Vida y zonas intermareales

- **Derrames de petróleo:** Los derrames de petróleo presentan una amenaza significativa para la salud y el equilibrio de la vida en los litorales rocosos. Previos derrames, como el derrame de petróleo de Cosco Busan del 2007 en la Bahía de San Francisco, depositó petróleo en los litorales rocosos, incluyendo Duxbury Reef, uno de nuestros sitios del programa LiMPETS. El aceite puede sofocar a los lechos de mejillones y matar a los percebes de bellota, las lapas y otras especies.
- **Especies invasoras:** Las especies invasoras han llegado a los litorales rocosos de California y pueden ser especialmente prevalentes cerca de áreas con altos volúmenes de tráfico marítimo, como el Puerto de Los Ángeles y la Bahía de San Francisco. Una alga café de Asia, *Sargassum horneri*, fue descubierta por primera vez en el 2003 en el puerto de Long Beach y se ha extendido rápidamente por toda California del sur. Las especies invasoras amenazan a la abundancia y la diversidad de especies autóctonas, alteran el equilibrio de los ecosistemas y amenazan las economías marinas locales.
- **Contaminación:** El agua de arroyos y alcantarillas que drena en costas rocosas a menudo trae contaminantes que puede tener una variedad de efectos biológicos.
- **Cambio climático:** Debido a que los ambientes de zonas intermareales rocosas se encuentran en el punto de contacto entre la tierra y el mar, se espera que estén

fuertemente impactados por el cambio climático. En respuesta al aumento de la temperatura atmosférica y marítima, podemos esperar que la distribución de las especies a lo largo de nuestra costa cambie. De hecho, eso fue lo que se vio cuando se comparó la abundancia de especies entre los inicios de la década de 1930 y a mediados de la década de 1990 en un sitio en la Bahía de Monterey: varias especies comunes del sur de California que eran raras o estaban ausentes en la década de 1930 ahora son abundantes en la zona de la Bahía de Monterey. Además, a medida que los niveles del mar aumentan a lo largo de la zona intermareal rocosa, las diferentes zonas pueden comenzar a desplazarse más arriba hacia la orilla.

- **Acidificación de los océanos:** Las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación han llevado a un rápido aumento de los niveles atmosféricos de dióxido de carbono. El océano absorbe aproximadamente 1/3 del dióxido de carbono atmosférico producido por actividades de los seres humanos, también conocido como dióxido de carbono antropogénico. El dióxido de carbono actúa como un ácido débil cuando se disuelve en el agua de mar. La disolución del dióxido de carbono provoca una reacción química que consume parte de los compuestos químicos que los organismos calcificantes, como las ostras, utilizan para construir sus conchas. Así que la disolución del dióxido de carbono antropogénico en el océano está cambiando la química del océano y dificultando la vida de algunos organismos.



Síndrome de desgaste de estrellas de mar

Desde 2013, las estrellas de mar a lo largo de la costa Pacífica de Norte América han estado disminuyendo en gran número debido a un misterioso síndrome de desgaste. El episodio actual de este síndrome de desgaste se documentó por primera vez en estrellas de mar ocre (*Pisaster ochraceus*) en junio de 2013 a lo largo de la costa del estado de Washington. Muertes similares han ocurrido previamente en las décadas de 1970, 80 y 90, pero nunca antes en esta magnitud y en un área geográfica tan amplia. *Pisaster ochraceus* y muchas otras especies de estrellas de mar han sido afectadas por el episodio reciente del síndrome de desgaste de estrellas de mar. La progresión de la enfermedad de desgaste puede ser rápida, lo que lleva a la muerte en unos pocos días, y sus efectos pueden ser devastadores en las poblaciones de estrellas de mar. La dramática disminución de las poblaciones de estrellas de mar puede tener un efecto dominó en las redes alimentarias. Los investigadores están trabajando juntos para encontrar las causas fundamentales del síndrome, y el programa LiMPETS está contribuyendo con contar estrellas de mar y buscar señales de recuperación. Obtén más información sobre las últimas tendencias e investigaciones sobre el síndrome de desgaste de estrellas marinas en la página www.seastarwasting.org

Los programas de monitoreo como LiMPETS son importantes porque pueden identificar cambios a corto plazo, como descubrir la propagación de una especie invasora. Pero aún más valiosa es la capacidad de los datos a largo plazo para ayudar a revelar la variabilidad natural, o los altibajos, en un sistema. Si entendemos lo que es "normal" en un sistema, entonces podemos comenzar a identificar tendencias que podrían ser el resultado de actividades humanas destructivas. Por lo tanto, los datos a largo plazo conducen a una mejor conservación y protección de nuestros océanos. Los datos nos ayudan a comprender cuáles especies necesitan protección (como el abulón) y cuales lugares son más vulnerables a las actividades humanas.

FUENTES:

- Dethier, M.N., 2002. Biological Units. Methods for Performing Monitoring, Impact, y Ecological Studies on Rocky Shores, pp 41-66. OCS Study, MMS 01-070, US Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Camarillo, CA.
- Denny, Mark W. y Gaines, Steve., eds. Encyclopedia of tidepools and rocky shores. Berkeley, California: University of California Press, 2007.
- Osborn, D.A., Pearse, J.S., y Row, C.A., 2005. Monitoring rocky intertidal shorelines: a role for the public in resource management. In: Magoon, O.T., Converse, H., Baird, B., Jines, B., Miller-Hensen, M., (eds) California and the World Ocean '02, conf. Proc. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, pp 624-636.
- Pearse, J., 1988. Biodiversity of the Rocky Intertidal Zone in the Monterey Bay National marine Sanctuary: A 24-year comparison. California Sea Grant: Report of Completed Projects 1994-1997. Publication No. R-044:57-60.
- Sagarin, R.D., Barry, J.P., Gilman, S.E., and Baxter, C.H. 1999. Climate-related change in an intertidal community over short and long time scales. Ecol. Monogr. 69, 465-490.
- Sea Star Washington Syndrome | MARINe (seastarwasting.org).)2017). Retrieved July 25, 2017, from <https://www.eeb.ucsc.edu/pacificrockyintertidal/data-products/sea-star-wasting/index.html>