

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ciencias Ambientales



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Sistemas de sustratos artificiales para favorecer la puesta de pulpo común (Octopus vulgaris), en la costa de Gandía”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Daniel Andoni Basterrechea Chertudi

Tutor/a:

Miguel Rodilla Alamà

GANDIA, 2017

RESUMEN

La costa de Gandia se caracteriza por la escasez de fondos de piedra, predominando los arenosos. Desde febrero a julio, las hembras de *Octopus vulgaris*, se acercan a la costa para realizar su puesta. Las características de esta zona litoral, conlleva la ausencia de refugio para estos cefalópodos. Por ello tienen la necesidad de resguardarse en cualquier cavidad que encuentran, principalmente en los cadufos de los pescadores locales. Esto ha causado el descenso de la cantidad de pulpos que llegan a las costas de Gandia, obligando a los pescadores a desplazarse mar a dentro para seguir con esta pesca tradicional. En este estudio se plantea el desarrollo de un Plan de restauración de la población del pulpo común. El proyecto se realizará mediante la adecuación de zonas para el desove, la vigilancia y la posterior recogida de datos y análisis de los mismos. Todo este proceso tendrá como objetivo el estudio de la problemática actual para conseguir plantear una solución viable.

PALABRAS CLAVES

Costa de Gandia, *Octopus vulgaris*, cadufos, cefalópodos, pesca tradicional, desove, estructura artificial.

ABSTRACT

The coast of Gandia is characterized by the scarcity of stone bottoms, predominating the sandy ones. From February to July, the females of *Octopus vulgaris*, approach the coast to make their laying. The characteristics of this coastal area, entails the absence of shelter for these cephalopods. For this reason, they have the necessity of sheltering in any cavity that they find, mainly in the cadufos of the local fishermen. This has caused the decrease of the number of octopuses that arrive to the coasts of Gandia, forcing the fishermen to move sea to inside to continue with this traditional fishing. In this research, the development of a plan to restore the population of the common octopus is proposed. The project will be carried out through the adaptation of areas for spawning, monitoring and subsequent data collection and analysis. All this process will have as objective the study of the current problematic to get to propose a viable solution.

KEY WORDS

Coast of Gandia, *Octopus vulgaris*, cadufos, cephalopods, local fishing, traditional fishing, spawning.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE TABLAS	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 ESTUDIO DEL PULPO COMÚN	8
1.1.1 MORFOLOGIA Y ANATOMIA DE LA ESPECIE	8
1.1.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS	9
1.1.3 REPRODUCCIÓN	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.3 ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SUSTRATOS ARTIFICIALES.....	11
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 ZONA DE ESTUDIO.....	14
2.2 CREACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSTRATOS ARTIFICIALES	16
2.3 COLOCACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	21
2.4 RECOGIDA DE DATOS	24
2.5 ANÁLISIS/VALORACIÓN DE LOS DATOS.....	25
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4. CONCLUSIONES	36
5. BIBLIOGRAFÍA	37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CAPTURAS GLOBALES DE OCTOPUS VULGARIS (FUENTE: FAO, 1983).....	5
FIGURA 2. PESCA DESEMBARCADA EN LOS PUERTOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA POR ESPECIES. AÑO 2016.....	7
FIGURA 3. ANATOMIA OCTOPUS VULGARIS (AUTOR: HERNÁNDEZ 2000).	8
FIGURA 4. REPRESENTACIÓN CON PUNTOS DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES COMUNIDAD VALENCIANA. (AUTOR: SERRA & MEDINA, 1988).	11
FIGURA 5. TIPOS DE ESTRUCTURAS (AUTORES: PERIS & MEDINA, 1988)	12
FIGURA 6. ESTRUCTURA TRANSPORTADA POR PALA EXCAVADORA (AUTORES: DAZA & VELA & GARCÍA, 2008).....	12
FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN DE LAS COMUNIDADES MARINAS EN GANDÍA (2010). (AUTORA: FELIU, 2016).....	14
FIGURA 8. REPRESENTACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y ESTRUCTURAS ARTIFICIALES DEL PROYECTO.	15
FIGURA 9. ESTRUCTURA DE LA LÍNEA DE CADUFOS.	17
FIGURA 10. ESTRUCTURA DE LA LÍNEA DE CADUFOS	17
FIGURA 11. BASE DE CONSTRUCCIÓN DEL SUSTRATO ARTIFICIAL.	19
FIGURA 12. RESULTADO DE LLENAR CON GRAVA LA ESTRUCTURA. BLOQUE DE 4 PLATAFORMAS (A) Y VISTA INDIVIDUAL DE SUSTRATO (B)	19
FIGURA 13. COLOCACIÓN DE DOS CADUFOS A CADA LADO.....	20
FIGURA 14. SE AÑADE UN CADUFO MÁS A LA ESTRUCTURA PARA AUMENTAR LOS HUECOS DISPONIBLES PARA LOS CEFALÓPODOS	20
FIGURA 15. VISTA INTERIOR DEL CADUFO.....	21
FIGURA 16. ESTRUCTURA DE CADUFOS FONDEADA.....	22
FIGURA 17. ESTRUCTURAS EN LA VIÑETA	23
FIGURA 18. INMERSIÓN EN LÍNEA DE CADUFOS, DOS PERSONAS (A) E INMERSIÓN DE EQUIPOS DE DOS EN LA LÍNEA (B).	24
FIGURA 19. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL AUMENTO DEL NÚMERO DE PULPOS EN LA LÍNEA 1(L1) Y LA LINEA2 (L2).	28
FIGURA 20. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA TALLA DEL OCTOPUS VULGARIS EN EL PRIMER TRANSECTO EN EL PERIODO 2 DE OBSERVACIÓN.....	30
FIGURA 21. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA TALLA DEL OCTOPUS VULGARIS EN EL PRIMER TRANSECTO EN EL PERIODO 3 DE OBSERVACIÓN.....	30
FIGURA 22. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA TALLA DEL OCTOPUS VULGARIS EN EL SEGUNDO TRANSECTO EN EL PERIODO 1 DE OBSERVACIÓN.	31
FIGURA 23. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA TALLA DEL OCTOPUS VULGARIS EN EL SEGUNDO TRANSECTO EN EL PERIODO 2 DE OBSERVACIÓN.	32
FIGURA 24. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA TALLA DEL OCTOPUS VULGARIS EN EL SEGUNDO TRANSECTO EN EL PERIODO 3 DE OBSERVACIÓN.	33
FIGURA 25. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA TALLA DEL OCTOPUS VULGARIS EN EL SEGUNDO TRANSECTO EN EL PERIODO 4 DE OBSERVACIÓN.	33
FIGURA 26. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA AGREGACIÓN DE OCTOPUS VULGARIS.	35

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CAPTURAS PESQUERAS DESEMBARCADAS EN LOS PUERTOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA POR ESPECIES. AÑO 2016	6
TABLA 2. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS DISTINTOS TRANSECTOS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	15
TABLA 3. CANTIDAD DE ESTRUCTURAS Y SUS RESPECTIVAS PROFUNDIDADES	21
TABLA 4. LÍNEAS COLOCADAS.....	22
TABLA 5. INFORMACIÓN SOBRE EL TIEMPO DE OBSERVACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ARTIFICIALES.....	25
TABLA 6. INFORMACIÓN DE LA CANTIDAD DE PULPOS ENCONTRADOS EN LOS SUSTRATOS ARTIFICIALES.....	26
TABLA 7. ANÁLISIS REALIZADO MEDIANTE DATOS OBTENIDOS DE LAS PLATAFORMAS ARTIFICIALES.....	27
TABLA 8. ANÁLISIS REALIZADO MEDIANTE LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS SALIDAS DE CAMPO.....	27

1. INTRODUCCIÓN

La costa mediterránea se caracteriza, como una zona de alta explotación pesquera. Los pueblos de este litoral se han dedicado a la pesca artesanal durante un largo periodo de tiempo, traspasando esta forma de vida a sus descendientes.

La sobre pesca se ha vuelto una acción común hoy en día en las aguas de todo el mundo, pero sobre todo en las del mediterráneo, haciendo que el pulpo común, sea una de las especies más perjudicadas. Este problema se debe a:

- La expansión del pulpo común como producto en el mercado.
- La necesidad de los pescadores de aumentar sus recursos económicos, y con esto poder asumir los gastos que acarrea faenar y a su vez alimentar a sus familias.
- La integración de este cefalópodo en la dieta humana. Esto ha convertido al pulpo en un plato degustado en todo el mundo, lo que ha conllevado un aumento de su pesca.

Las capturas del mundo atribuidas a *O. vulgaris*, disminuyeron de los picos de finales de los años sesenta (más de 100.000 t por año) a 20.000 - 30.000 t en los últimos años (FAO,1983).

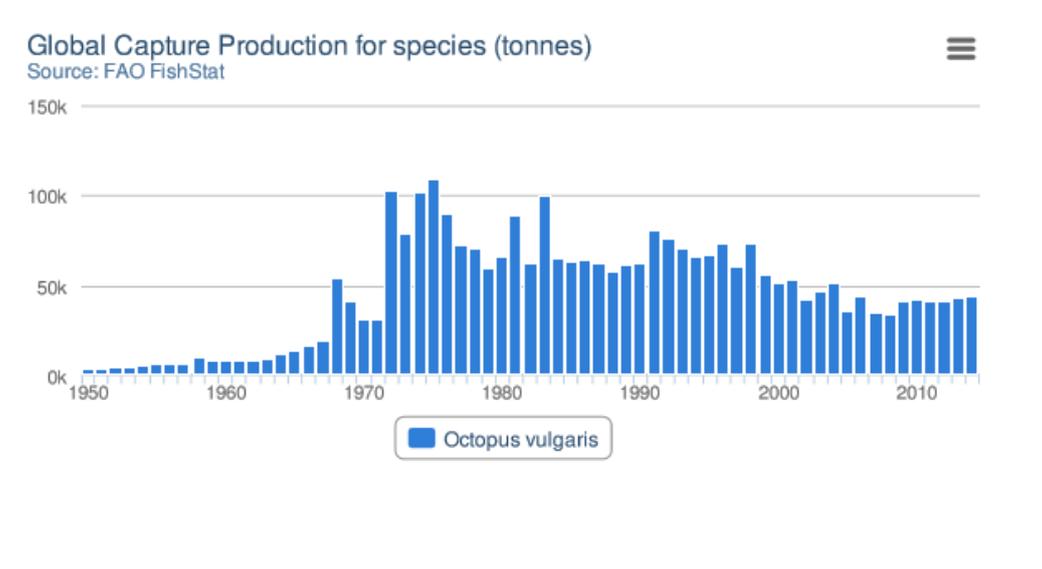


Figura 1. Capturas globales de *Octopus vulgaris* (Fuente: FAO, 1983)

En la *figura1* se puede observar, cómo en los últimos años, a partir del año 2000 las capturas de este cefalópodo, se mantienen por debajo de 50k anuales, siendo la mitad que los años de más abundancia, en los años setenta.

Por otra parte, *Octopus vulgaris*, también es una de las especies más capturadas en la Comunidad Valenciana. Esto posiciona a este cefalópodo, como uno de los recursos económicos principales de la pesca, en esta zona de la costa mediterránea.

Tabla 1. Capturas pesqueras desembarcadas en los puertos de la Comunidad Valenciana por especies. Año 2016

CÓDIGO FAO	ESPECIES	C. VALENCIANA		ALICANTE		CASTELLÓN		VALENCIA	
		Toneladas	Miles €	Toneladas	Miles €	Toneladas	Miles €	Toneladas	Miles €
ANE	Boquerón	8.970,7	18.445,8	4.334,2	10.076,3	3.918,6	7.147,8	717,8	1.221,7
MUX	Salmonetes	1.240,6	6.256,9	420,1	2.445,0	609,7	2.988,6	210,8	823,3
HKE	Merluza	862,8	5.818,4	398,1	2.871,8	388,4	2.419,1	76,3	527,5
ARA	Gamba roja del Mediterráneo	125,8	5.090,5	123,7	5.010,1	0,8	9,2	1,3	71,2
DPS	Gamba blanca	292,6	4.639,5	225,1	3.830,6	0,8	8,9	66,7	799,9
PIL	Sardina	2.837,9	4.432,6	1.424,5	2.091,2	1.153,3	1.992,9	260,2	348,4
OCC	Pulpo	749,2	4.099,1	228,0	1.290,8	393,8	2.061,2	127,4	747,2
NEP	Cigala	161,9	3.979,7	131,9	3.325,0	2,9	66,3	27,1	588,4
CTL	Sepias, chocos y globitos	485,1	3.626,5	119,8	1.058,9	242,5	1.712,3	122,9	855,3
SBG	Dorada	451,3	2.854,4	149,8	838,9	199,1	1.166,5	102,4	849,0
MNZ	Rapes	426,5	2.714,7	198,0	1.389,0	180,7	1.033,2	47,9	292,4
MZZ	Peces marinos	683,8	2.099,1	509,1	1.690,1	103,8	243,2	70,9	165,8
OMZ	Potas	880,1	2.008,1	459,9	1.048,8	226,9	551,2	193,3	408,1
SQR	Calamar	120,0	1.647,0	63,6	949,4	38,3	512,9	18,2	184,7
SWO	Pez espada	252,0	1.643,9	197,0	1.219,3	45,1	343,3	9,9	81,3
PAC	Breca	650,0	1.469,6	67,6	225,7	522,2	1.034,6	60,2	209,3
MTS	Galera	373,2	1.441,0	119,2	475,9	231,3	871,9	22,8	93,1
SCO	Rascacios	172,0	1.074,9	118,6	631,2	27,1	189,8	26,4	253,9
ARS	Langostino moruno	63,9	1.028,0	63,8	1.027,5	0,1	0,5	0,0	0,0
TGS	Langostino mediterráneo	40,2	981,9	6,4	142,7	31,0	774,4	2,7	64,8
DEC	Dentón	53,2	977,0	31,4	606,6	13,1	217,9	8,8	152,5
PDZ	Camarones	113,3	926,3	105,7	839,6	0,4	6,1	7,2	80,6
AMB	Pez de limón	89,9	901,5	55,1	547,8	24,1	236,7	10,7	117,0
OCM	Pulpos blancos	316,8	850,1	107,3	277,2	150,4	410,2	59,1	162,7
CIL	Solleta	151,9	826,8	81,3	422,7	51,3	283,3	19,2	120,8
JAX	Jureles	654,3	811,8	199,7	161,5	410,7	604,0	43,8	46,3
WHB	Bacaladilla	316,6	810,5	263,9	658,0	28,3	63,3	24,4	89,2
SOO	Lenguados	44,2	694,0	8,5	166,0	20,9	343,1	14,9	185,0
FOX	Brótolas	201,1	614,3	184,6	572,0	2,3	8,0	14,2	34,3
POD	Capellán	265,1	544,4	108,3	231,6	97,9	195,7	58,9	117,0
SWA	Sargo	77,2	484,3	25,2	177,0	30,4	184,8	21,5	122,5
BLT	Melva	416,0	472,6	376,1	421,9	6,7	10,1	33,2	40,5
LTA	Bacoreta	207,7	383,9	143,3	237,1	63,7	145,6	0,7	1,2
SLO	Langosta	13,2	378,9	6,9	194,8	4,2	127,4	2,0	56,6
JOD	Pez de San Pedro	19,0	349,3	8,7	171,1	9,3	160,1	1,1	18,1

En la *tabla 1*, se observan algunas de las especies capturadas en el 2016, en la Comunidad Valenciana y en las provincias que constituyen a esta. Se puede ver que la pesca del pulpo se cifró en unas 749,2 toneladas en total. De esta cantidad 127,4 toneladas pertenecen a la provincia de Valencia, donde encontramos la población de Gandía.

De las 63 especies pescadas en la Comunidad Valenciana, el pulpo representa el 3% de las capturas, lo que posiciona a este molusco sin concha, en el sexto puesto en el rango de capturas de este territorio en el 2016.

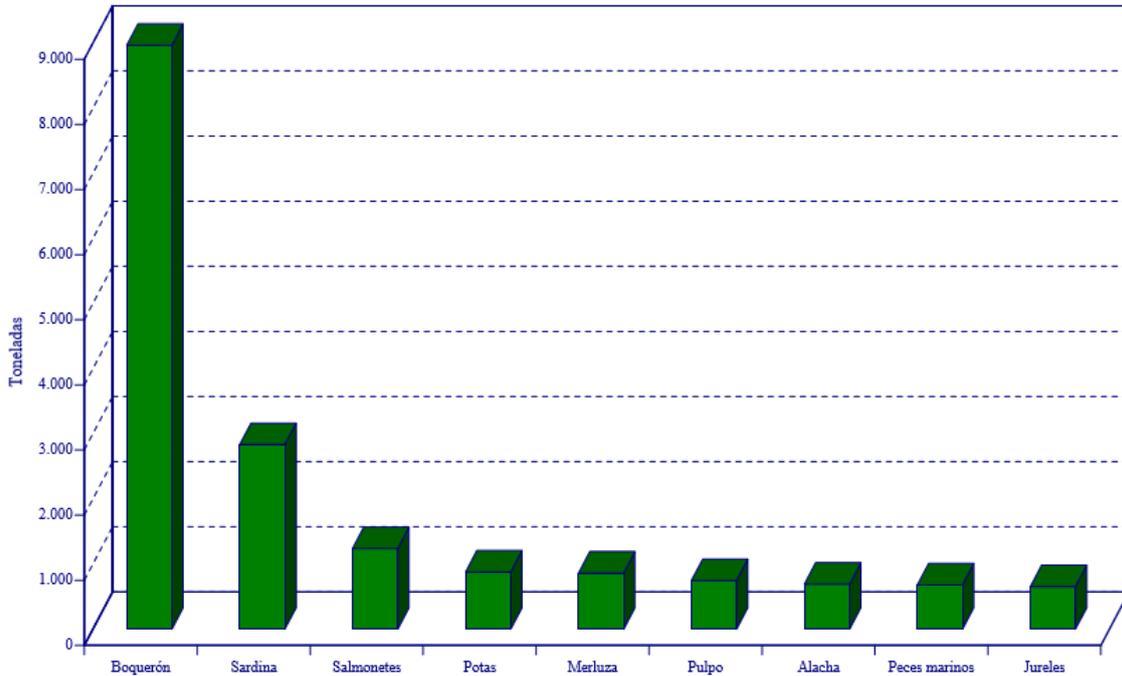


Figura 2. Pesca desembarcada en los puertos de la Comunidad Valenciana por especies. Año 2016

Como se puede observar en la figura anterior, el pulpo representa uno de los primeros sustentos de la pesca en esta zona del mar mediterráneo. Esto también hace del pulpo una especie sensible, propensa a la disminución en estas aguas.

Este estudio se centra en la localidad de Gandía, donde la pesca artesanal del pulpo está muy arraigada a su cultura y estilo de vida. Los pescadores de este municipio pescan este cefalópodo de una manera artesanal, utilizando líneas de cadufos. Estas son fondeadas en los bancos de arena, donde los pulpos los utilizan como refugios. Al retirarlas y ascenderlas hacia la superficie, el *Octopus vulgaris* se guarece cada vez más en el cadufo, pero no escapa de él, lo que hace que sean fáciles de pescar.

Según el Inventario de Alarcón (2001) de la Pesca tradicional en España, Gandía contiene la mayor cantidad de embarcaciones pesqueras de la comunidad Valenciana. Por otra parte, esta localidad también presenta, los puertos con una mayor actividad de pesca tradicional de la costa mediterránea.

La problemática se centra en el sustrato de la costa. Este se caracteriza por ser una zona de bancos de arena, con escasas zonas rocosas, dificultando el asentamiento de las comunidades de este cefalópodo.

Esto causa que los pulpos no tengan ningún lugar para guarecerse. Por la anterior razón y debido a un descenso de la cantidad entrante de *Octopus vulgaris* en esta costa, los pescadores, se han visto forzados a faenar más lejos del litoral, en aguas más profundas. Esta situación, provoca el aumento en el gasto del combustible utilizado por los pescadores, cuanto más se alejan de la costa, pero no necesariamente se incrementará el número de capturas. Esto ha llevado a muchas personas de esta profesión, a plantearse el futuro que les espera a sus hijos y a este tipo de pesca, considerada un arte.

1.1 ESTUDIO DEL PULPO COMÚN

1.1.1 MORFOLOGIA Y ANATOMÍA DE LA ESPECIE

El *Octopus vulgaris*, o conocido también como pulpo común, es un cefalópodo que puede alcanzar una envergadura, en el caso de una hembra de 1.2 metros y 1.3m en el caso de los machos. Los pulpos adultos pueden pesar hasta los 10kg, pero lo más común es que se encuentren alrededor de 3 kg.

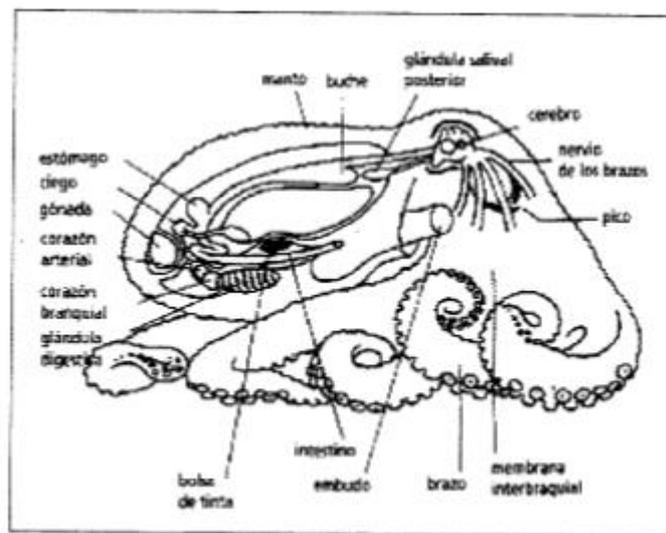


Figura 3. Anatomía *Octopus vulgaris* (Autor: Hernández 2000).

Una de las características de este molusco, es su capacidad de mimetización con el entorno, que lo convierte en un excelente depredador y un experto en el arte del camuflaje.

El cuerpo de este cefalópodo consta de dos secciones bien diferenciadas: la cabeza, ovalada con sus dos ojos y debajo 8 tentáculos. El tercer brazo derecho de los pulpos macho, esta hectocotilizado, es decir, es utilizado por estos para transferir el saco de espermios hacia la hembra en la cópula.

Otra de las características del pulpo, es que contiene 4 papilas en la cara dorsal del manto, una anterior, otra posterior y dos laterales. La piel muestra un reticulado de fondo con 4 manchas blancas, dos entre los ojos y otras dos debajo de la primera papila dorsal. **(Roper & Sweeney, 1981; Guerra, 1992).**

Los pulpos son reconocidos por su gran capacidad de mimetización, esto es gracias a los cromatóforos que les permiten realizar los cambios de color. El pulpo sólo posee 65 cromatóforos al nacer y a la edad de un año ya cuenta con 1 ó 2 millones **(Packard & Sanders, 1969)**. Presenta un mayor número de cromatóforos en la superficie dorsal que en la parte ventral **(Ferguson & Messenger, 1991)**.

El sistema nervioso y los órganos de los sentidos están concentrados en la región cefálica y evocan, por su desarrollo, el cerebro de los vertebrados. El pulpo se caracteriza por una visión muy desarrollada, ya que al contrario de lo que ocurre en muchos invertebrados, los ojos tienen la misma estructura básica que los mamíferos: córnea, iris, cristalino, retina (aunque algo menos compleja) y dos párpados. La visión se adapta fácilmente a los cambios de luminosidad, pero el pulpo no distingue bien los colores. En cambio, ve con relativa claridad de cerca y de lejos. Los cristalinos al igual que los de los vertebrados, están constituidos por una proteína metabólica protectora de estrés, la enzima glutatina-sulfotransferasa **(Tomarev & Piatigorsky, 1996)**.

Además, esta especie posee tres corazones, que se componen de un sistema de circulación cerrado. Dos de los tres corazones se encargan de llevar sangre sin oxígeno a las branquias, donde se efectúa un intercambio de gases. El tercero transporta la sangre con oxígeno al resto del cuerpo.

El pulpo utiliza un orificio que se llama sifón, por el cual lanza un chorro de agua que le ayuda a desplazarse. También contiene una bolsa de tinta en su interior, necesaria para poder huir de sus depredadores.

1.1.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS

Respecto a los hábitos alimenticios del pulpo común, es difícil saber de que se alimentan mayoritariamente. Esto es debido a sus costumbres oportunistas, que aprovechan cualquier fuente de nutrientes, viva o muerta, para subsistir.

Sin embargo, un estudio realizado en Oaxaca (México), aporta información sobre la posible alimentación de estos cefalópodos. Según esta investigación, los pulpos se alimentan principalmente de crustáceos, dejando en segundo lugar los moluscos, después los bivalvos y por último los equinodermos. **(Alwjo-Plata, Gomez-Marquez, Carrillo & Herrera- Galindo, 2009)**.

1.1.3 REPRODUCCIÓN

Los pulpos son una especie dioica, esto significa que los individuos pertenecen al mismo sexo. En los machos el tercer brazo derecho toma la función de un pene, utilizándolo en la copula como una herramienta para introducir los espermatozoides en cavidad paleal de la hembra.

Las hembras guardan estas bolsas de esperma en su interior. No se fecundan los huevos, hasta que estas hayan encontrado un lugar seguro, donde consideren oportuno colocar su puesta.

Al encontrar un sitio idóneo, las hembras colocan racimos de huevos en las paredes de su escondrijo. Estas se encargan de cuidar y oxigenar durante 4 meses la puesta, dejando de lado la alimentación y defendiendo los huevos de los depredadores, o evitando que la puesta sea colonizada por otro tipo de organismos. Es tal la dedicación

del pulpo hembra, que al terminar la gestación y eclosionar los huevos, esta muere debido a la inanición y al agotamiento. **(García, 2006)**.

Las hembras ponen entre 120.000 y 400.000 pequeños huevos, no más grandes que 2mm. De estos miles de huevos, eclosionarán los cefalópodos en su estado larvario. La duración del desarrollo embrionario depende de la temperatura (de 20 a 25 días a 25 "C, 125 días a 13 "C) **(Guerra, 1992)**.

Los recién nacidos, denominados paralarvas, miden 2 mm de longitud. Estas para larvas son planctónicas, y se concentran por encima de los 75 m de la columna de agua. **(Hernández ,2000)**. Al de un tiempo estas larvas se asientan en el fondo y se convierten en individuos bentónicos.

Los juveniles bentónicos, poseen una gran capacidad de cazar, también desarrollan habilidades cromáticas y posturales, para poder evitar o huir de los depredadores. **(Hernández & Guerra, 2004)**

1.2 OBJETIVOS

Teniendo en cuenta la problemática a la que se enfrenta la costa de Gandía, se ha planteado el siguiente trabajo para conseguir el aumento en la población del pulpo común. Utilizando unas estructuras artificiales, construidas a base de cadufos utilizados en la pesca del pulpo, se quiere recrear un entorno parejo a un arrecife donde estos cefalópodos tengan huecos donde puedan esconderse y realizar sus puestas. Además de esto, también se trata de averiguar si estos cefalópodos llegan a ser territoriales en época de desove y plantear si estos llegan a agregarse, estudiando la ocupación de los cadufos por los pulpos, y la distancia de separación entre estos.

También se utilizarán líneas de cadufos fondeadas a distintas profundidades, para observar la cantidad de pulpos agregados en cada línea y estimar la preferencia de estos cefalópodos a la hora de poner los huevos a distintas profundidades.

Con este último estudio, se podría averiguar a que profundidad es más preferible colocar en un futuro las estructuras artificiales. Esto también ayudaría a los pescadores en su pesca anual del *Octopus vulgaris*, ya que una recuperación de la población y una estimación de la profundidad de desove, le vendría bien a la hora de realizar la pesca anual.

El **objetivo principal** perseguido en esta investigación es el de realizar un sistema de sustratos artificiales, el cual tenga como base los cadufos, para facilitar la puesta del pulpo común. Con esta acción se quiere lograr averiguar, que tipo de sustrato y entorno tienen como preferencia estos cefalópodos al realizar sus puestas.

Además, se plantean unos **objetivos secundarios**, que ayudaran a obtener más información, para poder llevar a cabo nuestro objetivo primario. Estos objetivos son los siguientes:

- Estudiar la batimetría para averiguar su influencia en las puestas de *Octopus vulgaris*.

- Analizar la agregación de los pulpos en cada uno de los sustratos artificiales.
- Evaluar las diferentes opciones para realizar las mejores propuestas, para mejorar los eventos reproductivos y contribuir al mantenimiento y aumento de la población del pulpo común.

1.3 ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE SUSTRATOS ARTIFICIALES

Debido a la sobre pesca, contaminación y otros muchos factores, la vida marina se ha visto perjudicada. Por esta razón el ser humano ha ido implementando formas de proteger o recuperar la vida marina. Los arrecifes artificiales son una de estas formas.

Aunque no esté muy extendido este concepto, y esta forma de solucionar esta situación, se puede ver como España ya se han construido algún que otro arrecife

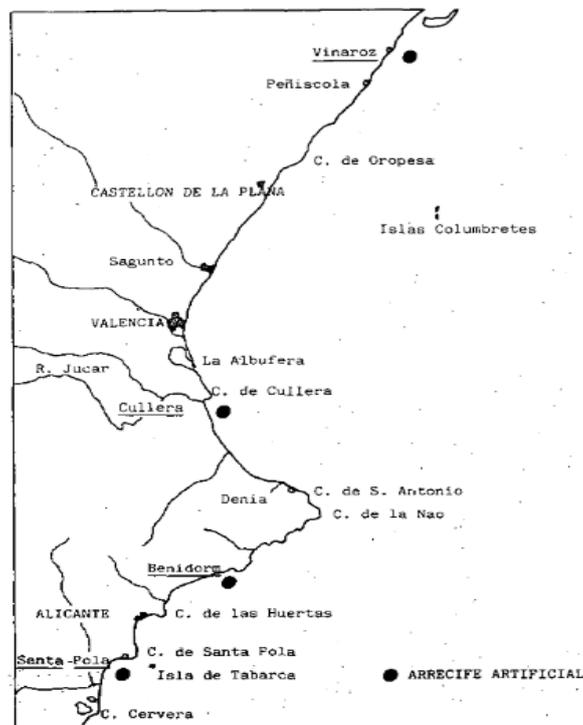


Figura 4. Representación con puntos de los arrecifes artificiales Comunidad Valenciana. (Autor: Serra & Medina, 1988).

La cimentación de estas estructuras suele venir a cabo con la intención de mejorar las condiciones económico-sociales de una zona litoral. Por otra parte, este tipo de sustratos, teniendo un seguimiento ecológico y físico, también otorgan a la zona donde se instaura, una mayor concentración de vida.

En los arrecifes artificiales se utilizan diversos materiales y estructuras (*Figura 5*), por lo tanto, existen muchas maneras de construir estos sustratos, dependiendo del material utilizado y el gasto económico que se quiera asumir.

Otro de los casos analizados para este Trabajo Final de Grado, han sido la construcción de arrecifes artificiales en Andalucía. Estos utilizaron estructuras hechas con hormigón. Estas bases, poseían agujeros cilíndricos en su interior, para poder dar refugio a la fauna marina. (*Figura 6*)

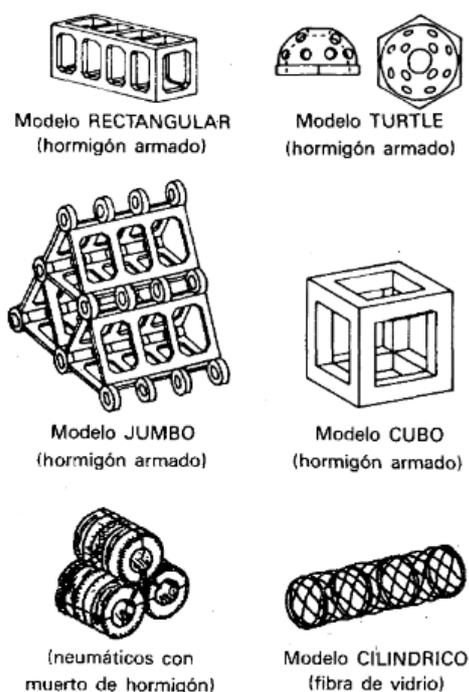


Figura 5. Tipos de estructuras (Autores: Peris & Medina, 1988)



Figura 6. Estructura transportada por pala excavadora (Autores: Daza & Vela & García, 2008)

En primer lugar, para realizar las estructuras artificiales, se tuvieron que tener en cuenta los siguientes factores:

- Material de la estructura: Este material debía ser resistente, para aguantar la presión del agua y deterioro que este mismo provoca, y, por otro lado, apto para que distintos tipos de organismos lo colonizaran.
- Contaminación ambiental: El material utilizado, debía de ser lo menos perjudicial posible para el medio ambiente, lo cual descartaba estructuras sintéticas, que al degradarse causaran residuos.
- Volumen y masa de la estructura: El tamaño y peso del sustrato era importante, ya que se debía construir en la universidad y posteriormente trasladarlo al muelle, donde se cargaría al barco para fondearlo.

- Guaridas para el pulpo común: Las estructuras debían contar con numerosos escondites, donde los pulpos pudieran guarecerse ante los depredadores.

Después de analizar varias opciones, se eligió el camino más sencillo y económico. Utilizando como material principal de la estructura, cemento estándar y cemento cola para una mayor resistencia.

Además, el volumen de cada estructura se delimito a un rectángulo de unos 25 kg de peso, aproximadamente. Por último, aprovechando que la pesca tradicional del pulpo se realiza con vasijas llamadas “cadufos”, se utilizaron unos cuantos, de estos, para realizar las guaridas para los pulpos. En el punto 2.2 se expondrá de forma más detallada el proceso que se ha llevado a cabo en la construcción de los sustratos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se compone de dos etapas de características similares. La **primera fase** consiste en fondear dos estructuras artificiales a diferentes profundidades, con la finalidad de facilitar a estos cefalópodos cobijos donde poner sus puestas. Al tratarse de fondos de arena, los pulpos no disponen de cavidades donde sentirse protegidos y dispuestos a poner sus huevos. Estas estructuras, ofrecen un lugar donde guarecerse fuera del alcance de los depredadores. La morfología del fondo es una de las causantes de que la proliferación de esta especie sea muy escasa. En la **segunda fase**, los pescadores utilizan un arte de pesca llamada la pesca con cadufo. (Denominadas también como alcatruces o potes, que son vasijas, tradicionalmente de barro cocido o terracota, utilizadas atadas a un cabo y que se hundían hasta el fondo quedando sobre la superficie del sedimento marino).

Esta técnica consiste en fondear líneas de cuerda con cadufos, durante un periodo. Pasado un tiempo se recogen las líneas, y se sacan los cefalópodos de las vasijas. Los pulpos de menos de 1kg se devuelven al mar, ya que se considera legamente muy pequeños para la pesca, y necesarias para mantener el buen estado de su población.

Por esta razón, se fondearon dos líneas con potes, una en aguas someras y otra en más profundas. Con esto se pretendía cumplir varios objetivos. Principalmente la creación y adecuación de los sustratos artificiales, para mejorar la reproducción de estos cefalópodos, por otra parte, el estudio batimétrico respecto a los *Octopus vulgaris*, dándoles cobijo a distintas cotas batimétricas, para observar sus preferencias respecto a la variación de profundidad. Además, se quiso llevar a cabo la gestión sostenible de la pesca del pulpo, recopilando datos significativos para el aumento de la población de este. Este último fue de gran ayuda, teniendo en cuenta que este cefalópodo, es uno de los invertebrados más pescados y explotados del mundo y sobre todo de la Costa mediterránea.

2.1 ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio de este proyecto se realizó en la costa de Gandía, una localidad de la provincia de Valencia. Los puntos de análisis se localizaron hacia la parte norte del espigón del puerto de Gandía.

En la *figura 7* se puede ver la distribución de las comunidades marinas en Gandía. Para el trabajo se tuvo que navegar, aguas a dentro, entre las comunidades de algas esciafilas y las algas fotófilas. La zona está marcada mediante un círculo rojo, donde el fondo predominante es el de arena, un lugar idóneo para colocar las estructuras artificiales.

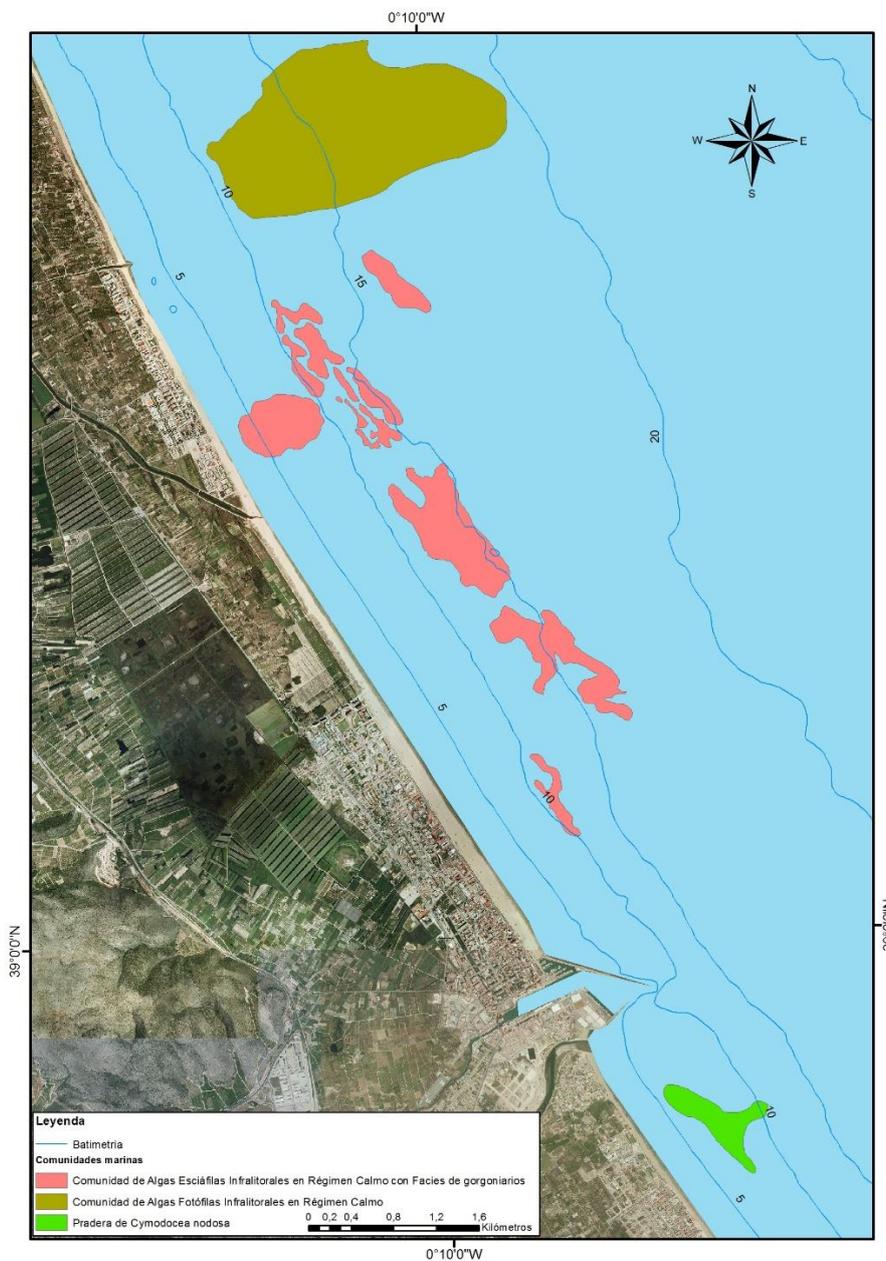


Figura 7. Distribución de las comunidades marinas en Gandía (2010). (Autora: Feliu, 2016)

Tabla 2. Información general de los distintos transectos. (Fuente: Elaboración propia)

Nombre del Punto	Situación respecto al puerto	Profundidad(m)	Coordenadas
L1	Norte	23	39° 2.502'N 0° 8.777'O
L2	Norte	19,5	39° 2.212'N 0° 8.598'O
Viñeta	Norte	18	39° 1.417'N 0° 9.057'O

En la tabla 2 se puede observar, los tres puntos donde se colocaron las estructuras para esta investigación. El (L1) hace referencia a la línea 1, el cual está posicionada a mayor profundidad, y en el que se amarro, una de las cuatro plataformas creadas. Después, tenemos el (L2) Y (Viñeta), donde el primero hace referencia a la línea 2, el cual posee una estructura artificial. El tercero, donde están colocadas las últimas dos plataformas, sin ninguna línea.

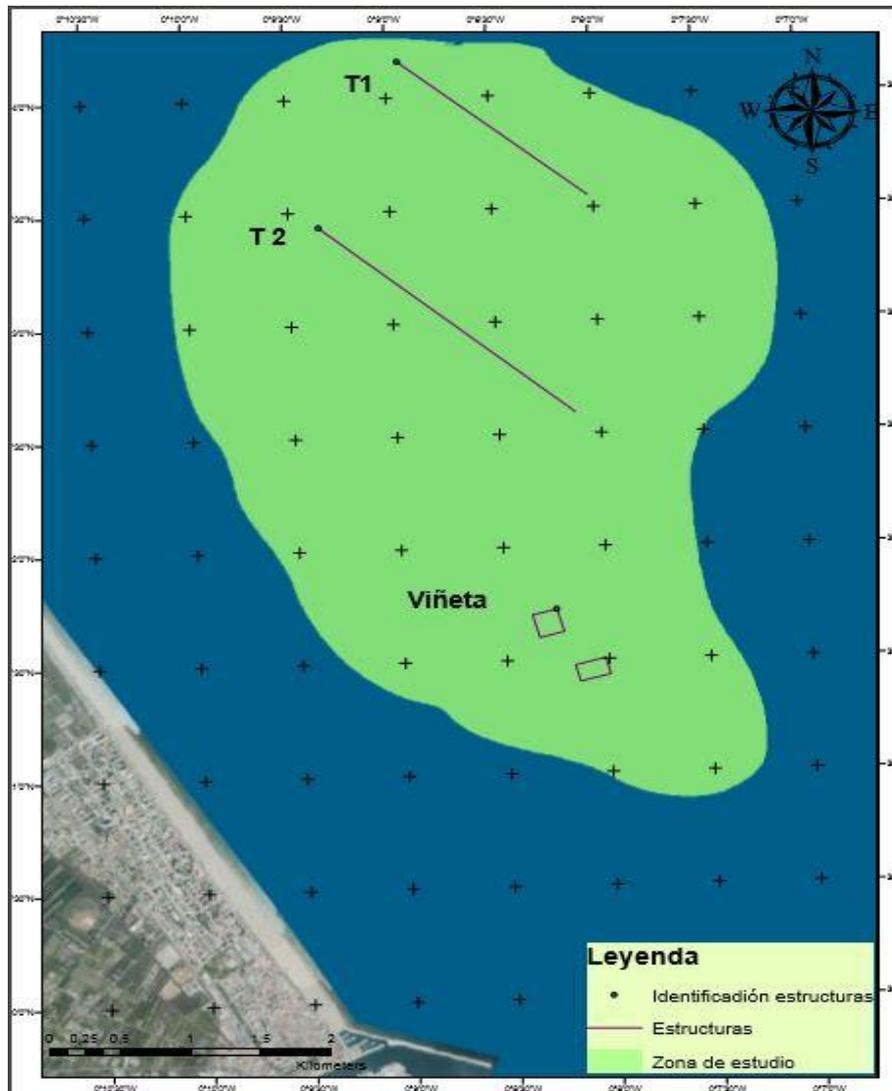


Figura 8. Representación de la zona de estudio y estructuras artificiales del proyecto.

La zona de estudio esta señalada mediante el color verde, el cual alberga toda la localidad donde se realizó la búsqueda, de los dos transectos colocados. (*Figura 8*)

Las líneas se representan en color morado. Estas se encuentran paralelamente posicionadas entre si, donde el T1 se encuentra colocado en aguas más profundas. Por otra parte, el T2 se halla más cerca del litoral. La viñeta en cambio alberga dos de las plataformas construidas. Estas últimas, se hayan más cercanas al puerto de Gandía, a una batimetría de 18metros.

En el proyecto, se realizaron múltiples salidas a la zona de estudio para recoger los datos que nos ayudarían a realizar el TFG. Se aprovechó para quedar con los pescadores mientras faenaban. De esta forma se pudo realizar un reportaje filmográfico a la embarcación pesquera mientras realizaban la pesca del pulpo. Para esto, se tuvo que realizar una inmersión con equipo autónomo a la hora de la recogida de las líneas, y, por otra parte, la utilización de equipo de snorkel para grabar desde la superficie del agua.

2.2 CREACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUSTRATOS ARTIFICIALES

El principal material utilizado en esta construcción, fueron los cadufos. Estos son estructuras parecidas a jarrones, que se han utilizado en la pesca artesanal durante años. Los cadufos utilizados en este trabajo, están contruidos con barro. Este tipo de material era muy utilizado hace tiempo en la pesca en la zona mediterránea, aunque hoy en día los pescadores, han sustituido estas vasijas por unas de plástico rígido, los cuales están lastrado con hormigón, para que se mantengas pegados al fondo. Este cambio, se debe a que las de arcilla se pueden llegar a romper al fondear la línea.

En este TFG, se utilizaron los potes de cerámica, por una parte, por ser más económicos y por la otra parte, porque son menos contaminantes para el medio ambiente y existe la opción de que se consideren como estructuras fijas.

En la primera parte de este proceso, se construyeron las líneas de cadufos. Para ello se utilizaron unas cuerdas de amarre, donde se ataron una cierta cantidad de “cadufos”, con una separación de aproximadamente 5 metros (*Figura 9*). Siguiendo estas pautas, se montaron para esta investigación dos líneas de alcatruces, similares a los que los pescadores utilizan para faenar. (*Figura 10*).

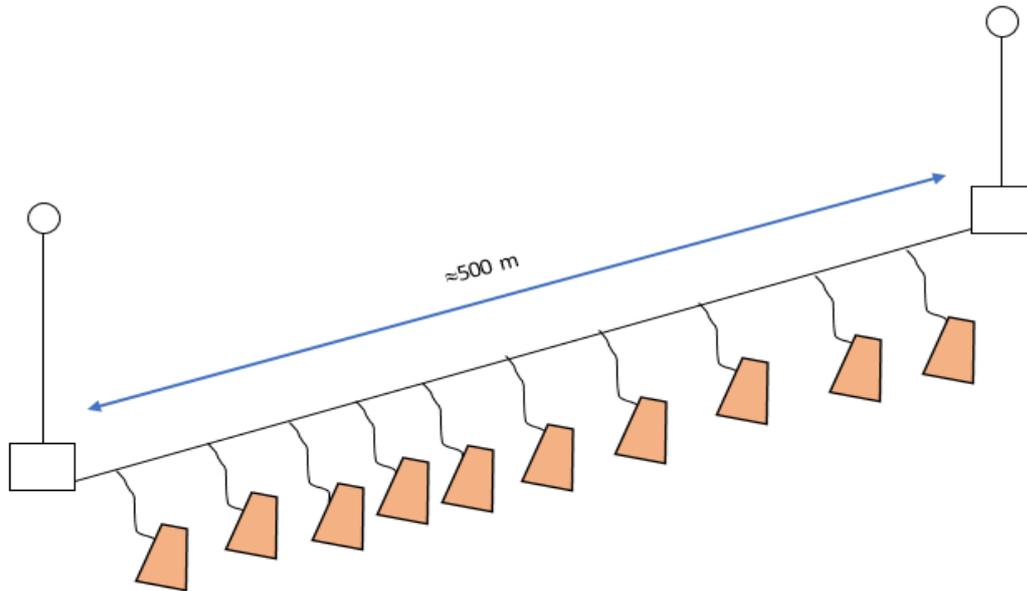


Figura 9. Estructura de la línea de cadufos.



Figura 10. Estructura de la línea de cadufos

Como se puede ver en la *figura 10*, los cadufos, son vasijas con la parte superior (descubierto) más ancha y con la parte inferior más estrecha, para dar una sensación de mayor seguridad al cefalópodo. Una de las partes laterales de esta estructura de cerámica, presenta un orificio por donde se pasa la cuerda y se amarra con un nudo firme.

La realización de este nudo, a esa altura del sustrato, se realiza por una razón de balanceo de peso. A la hora de recoger los cadufos del agua, estos quedaran siempre mirando hacia arriba, impidiendo que ningún cefalópodo salga de su interior.

Los sustratos de alcatruces, presentan una estructura rígida y muy sólida. La plataforma donde se montaron las vasijas, están construidas con cemento, grava y una malla metálica. Las dimensiones de estos son **1m x 1m** formando un cuadrado. Esta plataforma sirve de base para la colocación de los potes y así conseguir una zona estable, nivelada y fácil de montar.

Además, se construyó un soporte donde edificar los sustratos. Se utilizó un pale de madera de **2m x 2m**, el cual se dividió en 4 partes iguales, para que fuese más fácil transportarlos y fondearlos (*Figura 11*). A continuación, se colocó una malla de metal dentro de cada estructura creada, para otorgar mayor rigidez, dejando en la parte superior, un trozo de cable para sujetar esta misma, el cual, aportó un punto fijo donde amarrar el cabo para fondear la estructura y colocar una boya de señalización, para poder avistarla mejor. Después de asegurar bien el metal, se rellenó cada uno de los huecos con grava para aportar firmeza a los cimientos. Es suficiente con que la grava cubra un poco la estructura de metal, no hace falta rellenar más, ya que después se aplicó el cemento. (*Figura 12*). Una vez se tienen las estructuras montadas, se realiza la masa del cemento para rellenar estas.

En la parte superior de la plataforma se colocaron cuatro potes, de las mismas dimensiones **18cm x 60cm x 26cm**, de tal manera que, dos de estos queden mirando hacia un lado y otros dos hacia la parte opuesta. (*Figura 13*). Como método de unión, se utilizó cemento normal en una de las estructuras y cemento cola en otra, siendo más manejable y duradera la última. En la parte superior de uno de los lados, se colocó una tercera vasija para intentar añadir más huecos a la estructura y así poder recoger datos más fiables. (*Figura 14*).

Como se puede observar, los cadufos, son macetas alargadas, para dar más sensación de protección al cefalópodo. También se puede ver que estos escondrijos son buenos para la puesta de esta especie, ya que como se puede apreciar en la *figura 15*, existen indicios de cascaras secas del desove de esta especie.



Figura 11. Base de construcción del sustrato artificial.

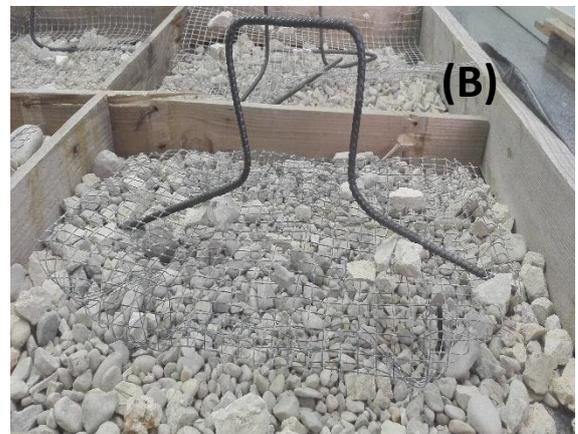


Figura 12. Resultado de llenar con grava la estructura. Bloque de 4 plataformas (A) y Vista individual de sustrato (B)



Figura 13. Colocación de dos cadufos a cada lado.



Figura 14. Se añade un cadufo más a la estructura para aumentar los huecos disponibles para los cefalópodos



Figura 15. Vista interior del cadufo.

2.3 COLOCACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

La zona donde se decidió colocar las estructuras está relativamente cerca a la costa, donde la batimetría del fondo aumenta lentamente, sin presentar cambios de profundidad bruscos, así facilitando la colocación de los sustratos artificiales.

La colocación de las estructuras se realizó mediante la ayuda de una lancha semirrígida, proporcionada por la universidad. Este barco se utilizó, para poder acceder a los lugares donde se querían fondear las líneas y colocar las estructuras.

Se fondearon cuatro plataformas y dos líneas de cadufos, cada uno a diferente profundidad para realizar el estudio. Para llevar a cabo estas acciones, se tuvo que bucear en numerosas ocasiones. También se realizaron inmersiones posteriores para la recogida de datos sobre los pulpos. (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Cantidad de estructuras y sus respectivas profundidades

Nº Estructura	Profundidad (m)
1	23,5 m
2	19,5 m
3	18 m
4	18 m

Tabla 4. Líneas colocadas

Nº Líneas	Profundidad (m)
1	23,5 m
2	19,5 m

Como se puede observar en la *tabla 3*, se colocaron 4 estructuras, 2 de ellas a distintas profundidades. La más profunda se encuentra a unos 24 metros, aproximadamente. La profundidad máxima elegida para fondear las estructuras fue esta, ya que, si se pusieran más abajo, sería un trabajo arriesgado el tomar las muestras, tanto por la limitación de tiempo en el fondo o por falta de aire, como por la seguridad física de los propios buzos.

Por otra parte, en la *tabla 4* se muestran las dos líneas de cadufos, las cuales fueron fondeadas por los pescadores. Además, proporcionaron una gran ayuda, ya que poseen un mayor conocimiento de las aguas de la costa de Gandía, con mayor experiencia a la hora de fondear estas líneas.

Las estructuras se ubicaron a estas tres profundidades, para observar la batimetría en la que los pulpos se sentían más cómodos a anidar y a instalarse.

Antes de colocar estas estructuras, los pescadores locales de Gandía fondearon 2 líneas de cadufos, cada una a batimetrías diferentes. La primera a 23,5m y la segunda un poco más somera a unos 19 metros, aproximadamente.

Una vez obtenidas las coordenadas de las líneas, se realizaron inmersiones, donde los buceadores debían de encontrar los cadufos sumergidos. Después de realizar esta primera parte, se mandaba una señal a superficie y la tripulación del barco dejaba caer la estructura artificial. A continuación, los buzos colocaban la estructura en la posición adecuada, utilizando un globo elevador como ayuda. (*Figura 16*)

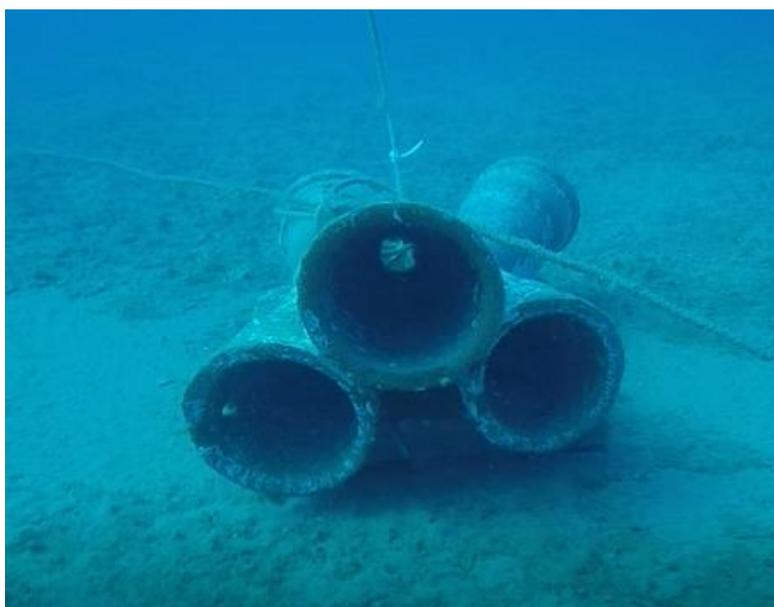


Figura 16. Estructura de cadufos fondeada

En la *figura 16* se puede observar, una de las estructuras fondeadas desde el barco. Este sustrato artificial se amarró a la línea de cadufos, para mantener identificada su posición, y para poder hallar ambos en la misma inmersión. Además, era necesario atar la plataforma a un punto fijo, ya que existía la posibilidad que algún día de mala mar, este se alejase de la línea.

Como se ha mencionado anteriormente, dos de las plataformas se amarraron a las líneas de cadufos fondeados por los pescadores. Por otra parte, también se colocaron otras dos plataformas artificiales, a menos profundidad. Estas dos últimas, se situaron cerca de una zona llamada *La viñeta*.

Uno de los sustratos, se ubicó paralelo al cabo de fondeo de la viñeta y la otra perpendicularmente

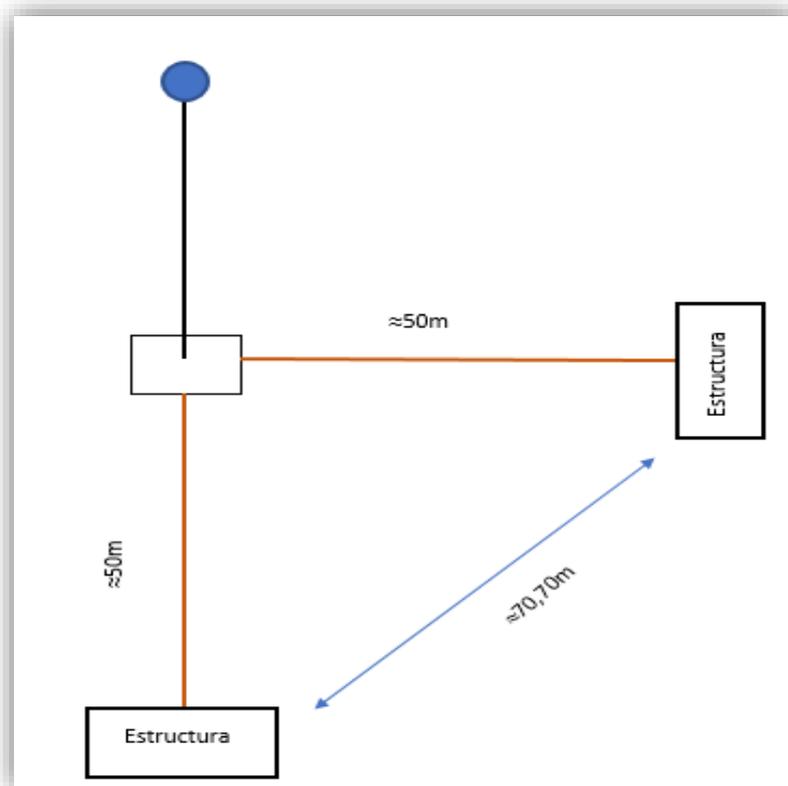


Figura 17. Estructuras en la viñeta

En la *figura 17* se puede ver la viñeta, donde están posicionadas, dos de las estructuras artificiales. Cada sustrato está colocado a unos 50 metros aproximadamente del punto de fondeo. Con estos datos es posible estimar la distancia entre las dos estructuras, en este caso 71 metros más o menos.

2.4 RECOGIDA DE DATOS

La recogida de datos se efectuó mediante inmersiones realizadas en los puntos de fondeo, de las estructuras. Para la obtención de estos, se realizaron inmersiones en pareja, donde uno de los asistentes portaba una boya de señalización, mientras el segundo realizaba el reportaje videográfico. (Figura 18 (A))

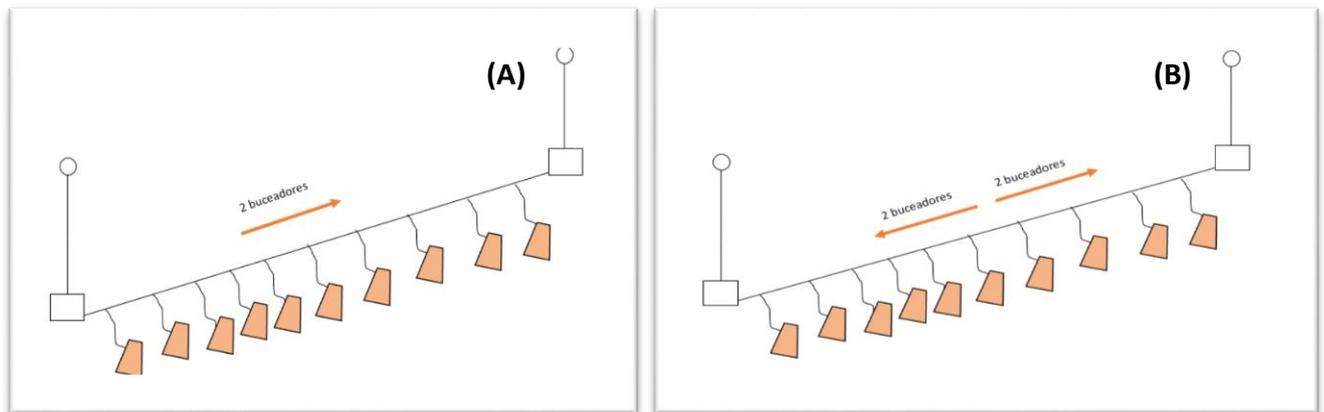


Figura 18. Inmersión en línea de cadufos, dos personas (A) e inmersión de equipos de dos en la línea (B).

Como la línea de cadufos es relativamente larga, en algunas ocasiones se aumentó la participación de los de buzos en el trabajo de campo. Se realizó la inmersión en grupos de dos personas, las cuales se dividieron para poder recorrer la mayor parte de la línea y obtener una cantidad más elevada de datos. (Figura 18 (B))

Después de marcar las coordenadas, se descendió al fondo, se encontró la línea y se siguió por la cuerda revisando cada uno de los potes. Con las filmaciones obtenidas, se pudo realizar una posterior visualización de la inmersión y de esta forma poder ejecutar un mejor análisis de los datos conseguidos.

La información lograda en estos videos nos mostró el aumento de ocupación gradual que se realizó en los cadufos, desde el principio, hasta el final de la investigación.

2.5 ANÁLISIS/VALORACIÓN DE LOS DATOS

Con los datos periódicamente obtenidos mediante este método, se fueron gestionando mediante tablas, los resultados obtenidos, diferenciando, por una parte, las profundidades y por la otra los distintos transectos de la investigación. También se incluyen en esta tabla, el periodo de duración irregular, de las observaciones de los transectos. Por otra parte, se realizó una tabla individual, para analizar las cuatro plataformas fondeadas junto a las líneas de cadufos.

En el análisis realizado sobre los datos, se diferencia dos tipos de tablas: La línea ronde cadufos, donde estas estructuras están separadas, por aproximadamente 5 metros una de otras, y por la otra parte, los referidos a las estructuras artificiales de cadufos, los cuales representan una cantidad de cadufos en un espacio n.

Tabla 5. Información sobre el tiempo de observación de las estructuras artificiales.

N.º de Revisión	Fecha de Inicio	Fecha Final	Profundidad (m)	Líneas N.º	Periodo de Tiempo (días)	Periodo de Tiempo total (días)
1	31/03/2017	04/07/2017	23m	1	65	
2	05/07/2017	09/07/2017	23m	1	4	76
3	10/07/2017	17/07/2017	23m	1	7	
4	24/06/2017	25/06/2017	19,5m	2	2	
5	26/06/2017	12/07/2017	19,5m	2	16	40
6	13/07/2017	22/07/2017	19,5m	2	9	
7	23/07/2017	05/08/2017	19,5m	2	13	

En la *tabla 5*, se muestran los periodos en cuales se observaron las estructuras artificiales fondeadas. Se identifico, por una parte, la fecha inicial y por otra parte la fecha final de la observación realizada a cada una de las profundidades correspondientes. Como se puede ver, las duraciones de los días fueron diferente según cada línea. La línea 1, fondeada a los 23 metros de profundidad, fue la línea con mayor duración de todas. Esto es debido a que fue la primera el colocarse.

Además, la Línea 2, se revisó

con mayor frecuencia que la segunda, proporcionando mayor cantidad de datos.

Tabla 6. Información de la cantidad de pulpos encontrados en los sustratos artificiales.

Profundidad (m)	Nº Pul. Pequeño	Nº Pul. Mediano	Nº Pul. Grande	Total Pulpos
23m	0	0	0	
23m	2	0	0	15
23m	10	2	1	
19,5m	1	0	0	
19,5m	6	9	2	
19,5m	8	14	3	64
19,5m	3	21	7	

En la *Tabla 6*, se observa la cantidad de pulpos cuantificados en las salidas de campo de este proyecto de final de carrera. El análisis de los datos obtenidos mediante las filmaciones realizadas en las inmersiones, nos han aportado una idea del tamaño de los pulpos encontrados en los cadufos colocados. Estos datos se han clasificado en tres columnas, según el tamaño de estos, pequeño, mediano y grande.

Después de mostrar las tablas referidas a las líneas de cadufos, se mostrarán las pertenecientes a las plataformas creadas, donde se expondrá las profundidades de cada plataforma, con las cantidades de pulpos hallados en estos.

En la *tabla 7* se representan los datos obtenidos mediante el análisis realizado a las 4 estructuras fondeadas. En las estructuras más profundas, se observa el indicio de un ejemplar de pulpo, de tamaño pequeño. Por otra parte, en las plataformas colocadas a 18 metros, no se identificó ningún individuo de la especie. Si que se hallaron, algún otro huésped, como el congrio (*Conger conger*). Además, se observó la presencia de conchas de bivalvos, cerca de las bocas de los cadufos, integrados en la plataforma. Esto podría señalar, la presencia de algún *Octopus vulgaris*, por las inmediaciones, o mismamente, este perdió su refugio, debido al congrio.

Tabla 7. Análisis realizado mediante datos obtenidos de las plataformas artificiales.

Nº Estructura	Profundidad (m)	Nº de Pulpos	Talla de los pulpos
1	23 m	1	Pequeño
2	19,5 m	1	Pequeño
3	18 m	0	-
4	18 m	0	-

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se procede a exponer los resultados obtenidos en la duración del estudio. Se presentarán primero los datos conseguidos, a partir del conteo de los cefalópodos observados en el tiempo de estudio. Estos primeros datos están separados en: Días de observación, cantidad de pulpos y en puestas de pulpos. Después se expondrán los resultados respectivos a la eficiencia de las estructuras artificiales.

Tabla 8. Análisis realizado mediante los datos obtenidos en las salidas de campo.

Nº de Control	Nº Línea	Tiempo (días)	Nº de pulpos	Nº de Puestas
1				
2	1	76	15	0
3				
4				
5	2	40	64	0
6				
7				

En la tabla 7 se muestran las dos líneas fondeadas, con el periodo de observación de las estructuras. También se exponen, los datos relacionados con la cantidad de pulpos a hallados en los cadufos y el conteo de puestas.

Con los datos anteriormente mencionados, se creó una gráfica, donde se muestra con mayor exactitud los resultados obtenidos, en esta parte del proyecto.

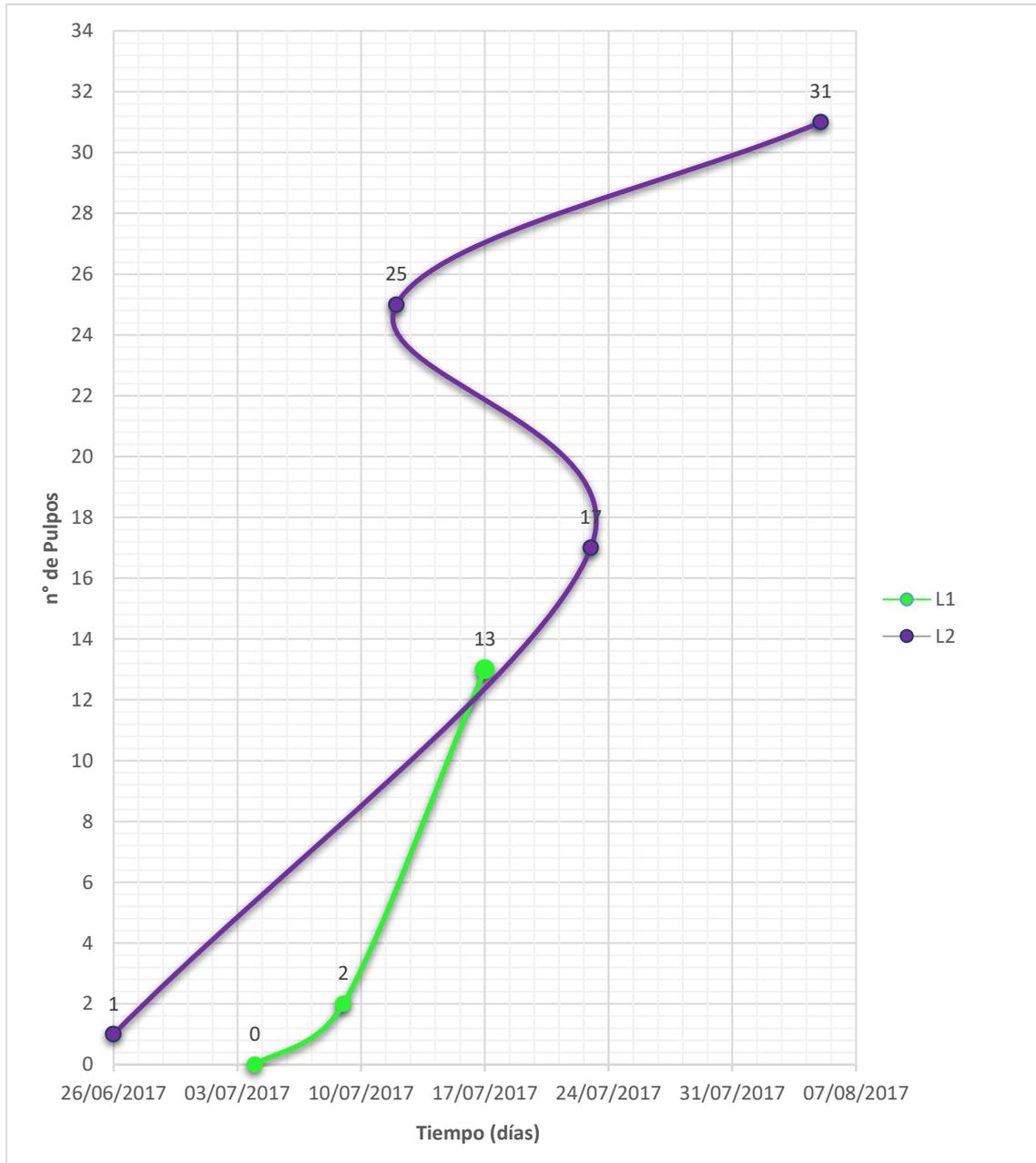


Figura 19. Representación gráfica del aumento del número de pulpos en la Línea 1 (L1) y la Línea 2 (L2).

En la *figura 19*, se representan los resultados obtenidos mediante el análisis realizado. La línea 1 representada en color verde, fue la primera que se fondeo a los 23 metros de profundidad. Los datos muestran un aumento de la cantidad de pulpos hallados en este transecto, siendo los primeros días de observación, en los que menos individuos se han localizado. La colocación de esta línea se realizó a finales de marzo y no se efectuó la inspección, hasta principios del mes de julio, en el cual no se encontró ningún pulpo. Fue en los días posteriores del mes de julio, cuando empezó a proliferar la cantidad de cefalópodos, hasta llegar a los 13 individuos identificados.

Por otra parte, nos encontramos con la Línea 2, esta se fondeo a finales del mes de julio, a unos 19,5 metros de profundidad aproximadamente. Las inmersiones de recogida de muestras realizadas en este transecto fueron 4, una más que en la L1.

Los datos obtenidos, muestran un aumento exponencial de la cantidad de pulpos, a medida que aumenta el tiempo de recogida de datos, siendo el día con más individuos el 5 de agosto, donde se identificaron 31 individuos de *Octopus vulgaris*.

La cantidad de cefalópodos registrados es relativamente alta, teniendo en cuenta la delimitación de tiempo a la hora de realizar la recogida de datos en inmersión.

En la **segunda fase** de la obtención de resultados, se muestran 6 gráficas, en las que se representa la talla de los pulpos clasificados en cada periodo de tiempo que ha durado la recogida de datos. Esta clasificación, se ha realizado cualitativamente, para no causar ningún daño a los individuos encontrado en los cadufos en cada inmersión.

El primer periodo se realizó del 31 de marzo del 2017 al 4 de julio del mismo año. En este tiempo no se observó ningún individuo en la Línea 1, por esta razón no se ha realizado una representación gráfica de este periodo, debido a la falta de datos.

En el siguiente analisis se dividiran las gráficas en dos partes, las del **transecto 1** (Referidos a la Linea 1) y el **transecto 2** (referido a la Linea 2).

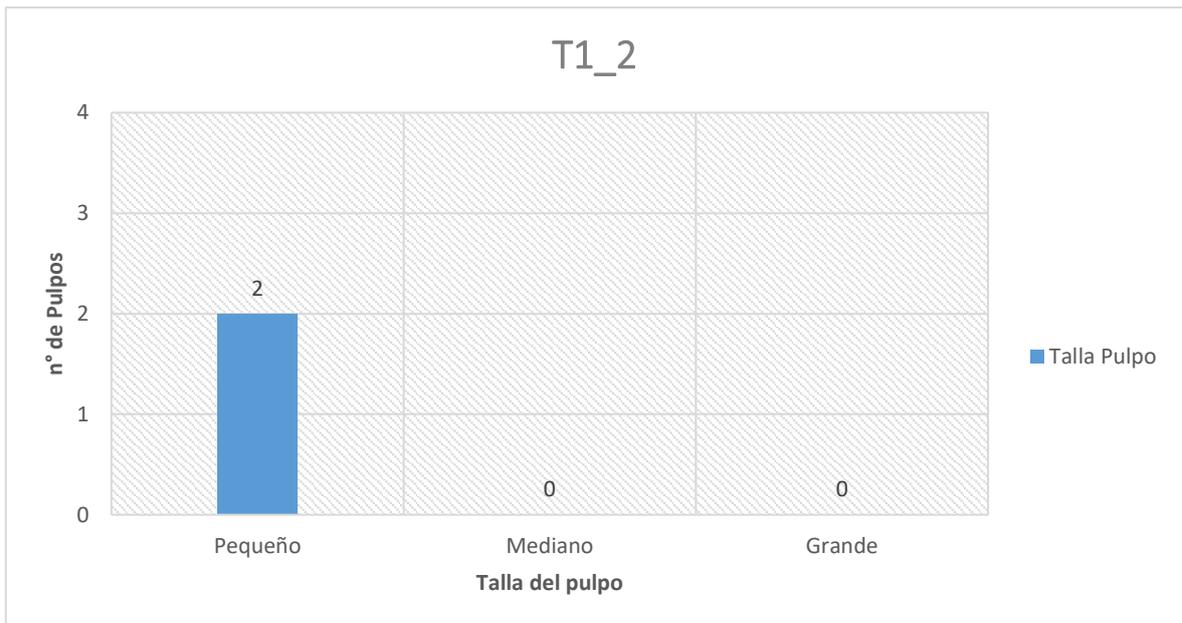


Figura 20. Representación gráfica de la talla del Octopus Vulgaris en el primer transecto en el periodo 2 de observación

El primer periodo de observación del Transecto 1 duro aproximadamente 65 días, en los cuales se hallaron 2 pulpos de talla pequeña (Figura 20). Una de las razones el cual la cantidad de pulpo común entrante sea tan baja, puede venir dadas por las bajas temperaturas del agua en esas fechas. Por otra parte, al tratarse de la época de pesca de pulpo, los pescadores colocaron sus propias líneas de cadufos, el cual dificultaría aún más la posibilidad de encontrar cefalópodos en el T1.

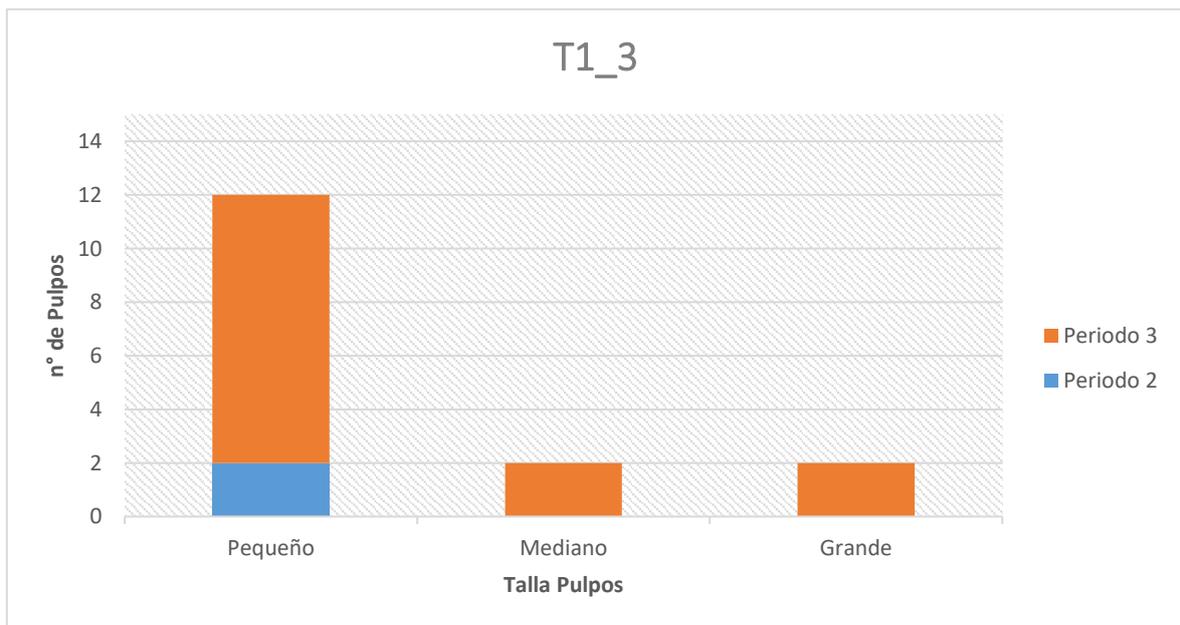


Figura 21. Representación gráfica de la talla del Octopus Vulgaris en el primer transecto en el periodo 3 de observación.

La figura 21 se corresponde al aumento de la cantidad de pulpos, al igual que la distribución de su talla, respecto a los datos obtenidos en el periodo anterior. Se puede

observar, como la mayoría de individuos entrantes, han sido ejemplares de talla pequeña. Solamente 2 pulpos se han considerado individuos de gran tamaño y por lo tanto posibles reproductores.

Analizando los datos obtenidos en el Transecto 2, se ha realizado un análisis gráfico similar al efectuado en el T1, diferenciando los periodos de estudio en una numeración del 1 al 4.

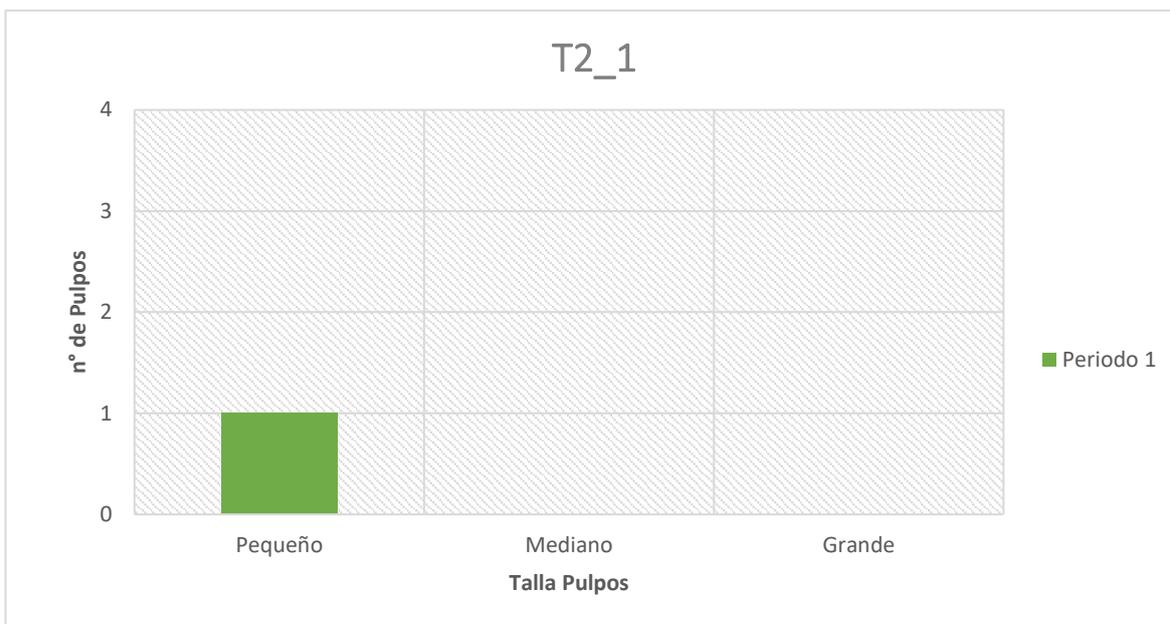


Figura 22. Representación gráfica de la talla del *Octopus Vulgaris* en el segundo transecto en el periodo 1 de observación.

El primer periodo, en el estudio del **transecto 1**, muestra un solo individuo hallado en los cadufos fondeados. Esto se debe, al poco espacio de tiempo desde que se colocó la estructura a cuando se recogieron los datos. (*Figura 22*)

En esta primera revisión realizada a este transecto, la finalidad estuvo en observar la colocación adecuada de la línea de cadufos. Aprovechando la inmersión realizada, se tomaron datos de cada vasija.

La *figura 23* corresponde a la segunda revisión realizada en el **transecto 2 (T2_2)**. Se representan el periodo 1 (verde) y periodo 2 (morado), donde se puede ver la evolución de la cantidad y talla de los cefalópodos en esta segunda observación.

El aumento de individuos del **T2_1 al T2_2** se hace visible. Los individuos pequeños, han aumentado de un solo ejemplar a siete. Se han identificado 9 pulpos de talla mediana, siendo un buen indicador, que los sustratos hacen la función esperada. Por último, se han obtenido los datos de dos *Octopus vulgaris* adultos, lo cual da posibilidad a que en un futuro puedan realizarse puestas.

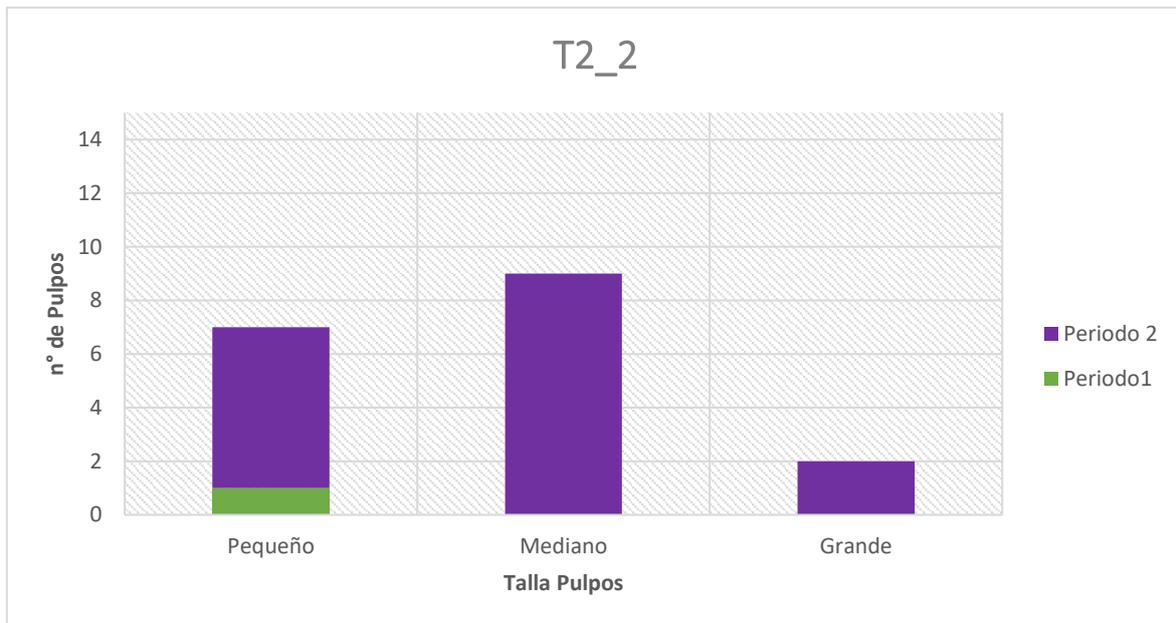


Figura 23. Representación gráfica de la talla del *Octopus Vulgaris* en el segundo transecto en el periodo 2 de observación.

La tercera vez que se recogió los datos en inmersión, se observó un aumento en la cantidad de individuos, los cuales habían aumentado la talla respecto a anteriores muestreos. En la *figura 24* se representa el progreso obtenido en este transecto, siendo interesante el aumento exponencial observable en los individuos de mayor tamaño.

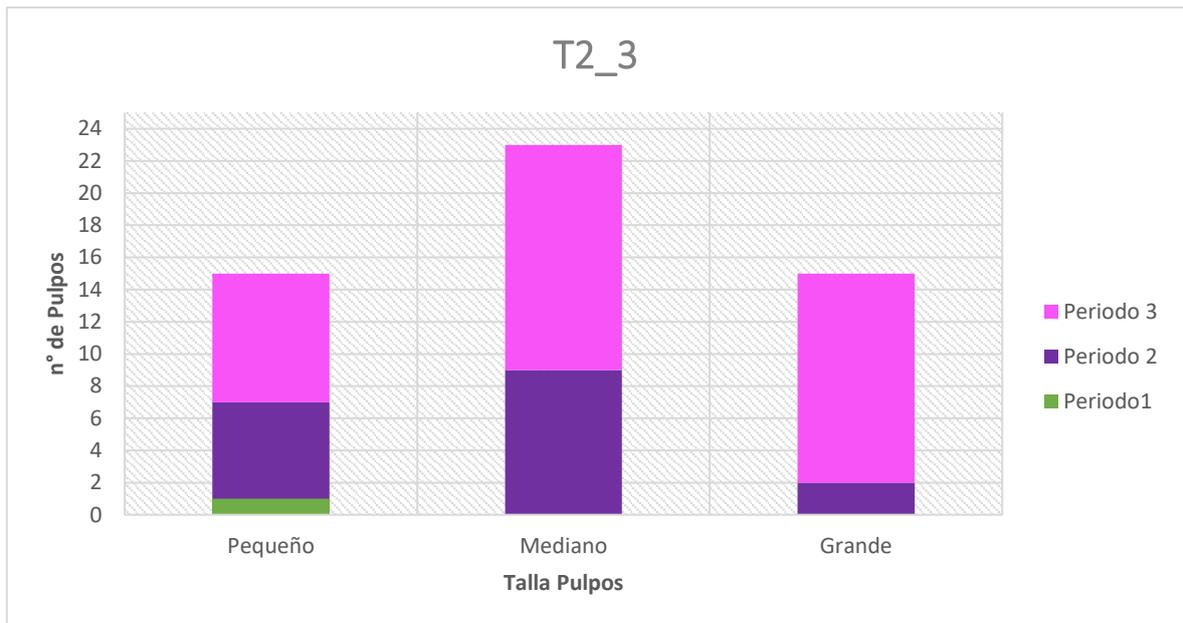


Figura 24. Representación gráfica de la talla del Octopus Vulgaris en el segundo transecto en el periodo 3 de observación.

En el ultimo periodo de estudio, se obtienen los datos representados en la figura 25. En este caso, se puede ver claramente, que la mayoría de ejemplares son de una talla mediana, aunque los pulpos de mayor tamaño también han empezado a aparecer y a ser protagonistas en los cadufos registrados en la inmersión.

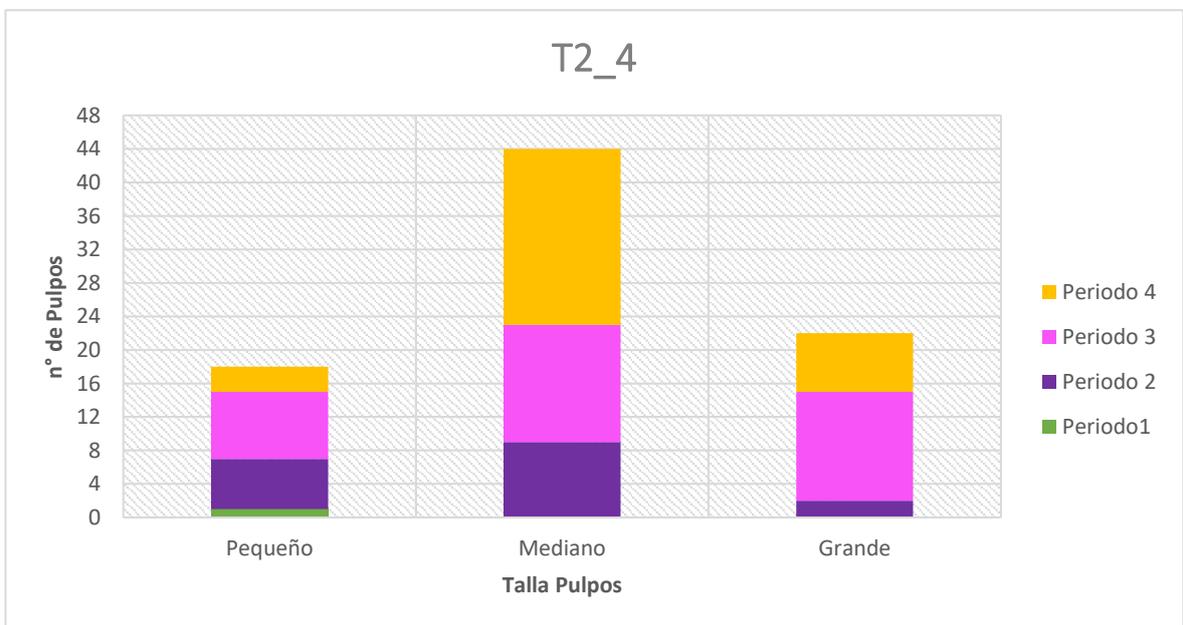


Figura 25. Representación gráfica de la talla del Octopus Vulgaris en el segundo transecto en el periodo 4 de observación.

Analizando los datos registrados en el transecto 1 y 2, observamos una evolución exponencial de la cantidad de ejemplares refugiados en los cadufos. A medida que avanza el tiempo, los pulpos medianos empiezan a predominar en la línea 2, por otra

parte en la primera línea, la más profunda, son los pulpos pequeños los que se han impuesto. Este último puede ser debido a que el transecto uno se colocó en época de aguas más frías, coincidiendo con la pesca del pulpo, pudiendo delimitar la entrada de individuos. Por otra parte, la causa de la gran cantidad de pulpos pequeños, puede venir dada, por la necesidad de protegerse de los depredadores, guareciéndose, en el escondrijo más cercano, en este caso en la línea que se encuentra más profundo.

Aunque el T2 posee una mayor cantidad de individuos aptos para la reproducción, no se ha encontrado ninguna puesta. Esto puede ser debido a que el tiempo de estudio del proyecto, no ha sido lo suficientemente largo, como para poder observar ninguna desove. Por otra parte, la metodología utilizada para el control de la cantidad de pulpo entrante, se delimita mucho, al tener que realizarlo buceando, y teniendo un tiempo limitado en el fondo.

Sánchez y Obarti (1993) encontraron un período reproductivo prolongado y algo irregular, que dura de enero a julio. **Guerra (1975)** sugiere que este período podría ocurrir desde marzo a septiembre, con un máximo en mayo a julio. Aunque el estudio realizado, coincide en gran parte en estas fechas, hay que tener en cuenta que también coincide con la época de la pesca de pulpo. Una de las razones de no encontrar puestas, ha podido ser la gran cantidad de líneas fondeadas por los pescadores, las cuales, podrían haber eclipsado a las pocas estructuras colocadas para este TFG. Aunque se debe de añadir, que **Mangold & Boletzky (1973)**, determinan que el período de puesta se extiende hasta el mes de octubre. Por esta razón, aunque fuera del período de estudio del Trabajo Final de Grado, se continuara observando y recogiendo datos de las estructuras colocadas, ya que los datos muestran 24 individuos de talla grande, posibles ejemplares reproductores.

Respecto a cantidades de pulpo común, se han encontrado mayores cuantías de este cefalópodo en aguas más someras, que en las profundas. En un estudio realizado por **Guerra (2014)**, se muestra que de los 44 individuos observados, el **66,7%** se encontraron en profundidades de 5 a 10m, el **28,6%** de 10 a 15m y el **4,7%** de 15 a 21m.

Los datos obtenidos en el estudio realizado, muestran 15 individuos en el transecto 1 (T1) y 64 en el transecto 2 (T2). Con lo cual, muestra la efectividad de estos sustratos, a la hora de ejecutar su función como zonas para escondrijo de pulpos. También es un indicativo de la preferencia batimétrica de estos cefalópodos, a la hora de elegir una zona donde protegerse de los depredadores. No obstante, el hecho de que a mayor profundidad no se hayan encontrado tantos individuos o puestas realizadas, no significa que en más adelante no suceda. **Belcari (2002)**, indica que la profundidad óptima, donde se pueden encontrar ejemplares de gran talla, es entre los 10 a 50 metros.

Por último, se expondrá la **tercera fase** en donde se analizará mediante la utilización de tablas, la agregación del pulpo común en los sustratos artificiales fondeados.

En la *tabla 7*, en el cual se muestran los datos recogidos sobre las plataformas.

En estas estructuras, no se han encontrado signos de agregación. Si hay que comentar, la aparición de dos individuos en dos de las estructuras, exactamente la colocada a 19,5m y a 23m de profundidad. Los demás cadufos, fueron utilizados por otras especies, como el congrio (*Conger conger*), y algún que otro sargo (*Sargus sargus*), de pequeño tamaño.

Las líneas colocadas en cambio, si que muestran patrones de agregación de estos cefalópodos, en algún punto del transecto. Para esto, se utilizaran los datos más recientes, ya que estadísticamente, es donde más individuos se han registrado.

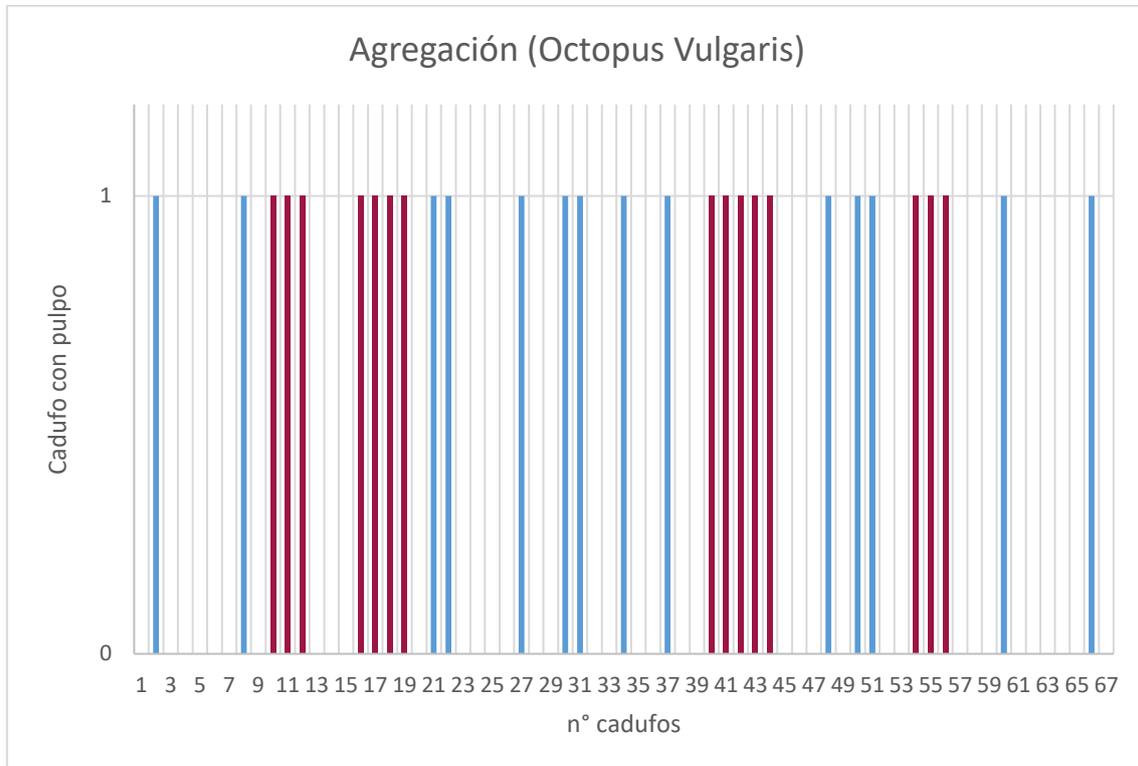


Figura 26. Representación gráfica de la agregación de Octopus vulgaris.

Los datos representados, muestran una agregación en 4 puntos de la línea. Se considero agregación a partir de que se encontrasen tres individuos consecutivos. Esto ha mostrado mediante la figura 26, donde se han referenciado con color rojo los individuos que han exhibido este comportamiento.

Ademas, existen más ejemplares que se han congregado en grupo de dos, aunque estos no se han utilizado como referencia.

Por esta razón, se puede decir que estos cefalópodos si que muestran signos de congregación. Esto puede ser debido a que no tengan la necesidad de pelear entre si por una zona donde protegerse.

4. CONCLUSIONES

En este Trabajo Final de Carrera, se han encontrado algunas dificultades, que se han tenido que abordar. La primera, comenzó a la hora de elegir de que material realizar las estructuras artificiales. Se comenzó, utilizando cemento normal, el cual no ofrecía la resistencia y manejabilidad deseada. Por esta razón se probó el cemento cola, el cual es una mezcla más ligera y resistente.

La segunda dificultad, apareció a la hora de la toma de datos, en el cual las primeras inmersiones, debido a la visibilidad del agua y ligeras desviaciones en las coordenadas de los puntos, fue un entorpecimiento para encontrar las líneas. Por otra parte, está la limitación que da el aire al bucear, y se tuvo que solventar realizando más inmersiones o descendiendo un mayor número de buzos.

Una vez superadas las dificultades, era hora de probar la eficiencia de los sustratos artificiales construidos. Estas estructuras, han demostrado ser recodos donde los pulpos se refugiarían de los depuradores. Los análisis realizados a los datos generados mediante la observación de estos individuos, muestra una gran aceptación de los cadufos, como punto fijo donde guarecerse. En total se han cuantificado 79 ejemplares de pulpo común.

También se ha de mencionar, que, aunque no se halla documentado ninguna puesta de este cefalópodo, no se descarta realizarlo en las fechas contiguas, a la entrega del TFG. Como se ha mencionado anteriormente se ha registrado 79 individuos, de los cuales 24 son de talla grande. Esto significa que mínimo el 30,3% de estos cefalópodos podrían ser aptos reproductores.

Por otra parte, se han obtenido datos que indican que el *Octopus vulgaris* prefiere las aguas más someras para encontrar refugio. Esto puede ser debido a la mayor facilidad para encontrar alimento en aguas poco profundas o por la mayor temperatura.

En conclusión, la línea de cadufos, junto a las plataformas fondeadas, pueden ser un buen sustrato para colocar de manera permanente en el fondo de arena de a costa de Gandía. Por otra parte, los pescadores deberían de comenzar a pescar en aguas más someras, ya que, la captura de pulpo aumentaría o no variaría mucho, con lo que además se podría ahorrar en combustible y ser más productivo en el día a día.

5. BIBLIOGRAFÍA

- A. Guerra. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. *Inv. Pesq.*, 39 (2) (1975), pp. 397-416
- Alejo-Plata, M. D. C., Gómez-Márquez, J. L., Ramos Carrillo, S., & Herrera-Galindo, J. E. (2009). Reproducción, dieta y pesquería del pulpo *Octopus (Octopus) hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda) en la costa de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2), 63-78.
- «Anatomía del pulpo», Pulpopedia, acceso el 28 de agosto de 2017, <http://www.pulpopedia.com/anatomia-del-pulpo/>
- «Anatomía del pulpo», Fishery species, acceso el 26 de agosto de 2017, <http://www.fao.org/fishery/species/3571/en>
- Belcari P., Cuccu D., González M., et al. 2002. Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopoda) in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.* 66: 157-166
- Blog de mundo pulpo. <http://mondopulpo.blogspot.com.es/2006/02/los-tres-corazones-del-pulpo.html>
- Daza Cordero, José Luis; Vela Quiroga, Rosario; García Rodríguez, «Los arrecifes artificiales en Andalucía», Junta de Andalucía, 2008. Depósito Legal (SE 5527).
- «Estadísticas 1», Agroambient, 30 de agosto de 2017, <http://www.agroambient.gva.es/estadisticas1>.
- Ferguson, G.P. & J.B. Messenger. 1991. A countershading reflex in cephalopods. *Proc. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 243(1306):63-67
- García Blanco, M.E., 2006. Secretos de la vida del pulpo: HEMBRA DE PULPO EN POSTPUESTA. CIENCIATK. Consejo Superior de Investigaciones Científicas: http://www.cienciatk.csic.es/Fotografias/Secretos+de+la+vida+del+pulpo%3A+HEMBRA+DE+PULPO+EN+POSTPUESTA_25295.html (Consultado el domingo 27 de agosto de 2017).
- González, M., Barcala, E., Pérez-Gil, J.L., Carrasco, M.N., García-Martínez, M.C., 2011. Fisheries and reproductive biology of *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) in the Gulf of Alicante (Northwestern Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*.
- Guerra, A. 1992. Fauna ibérica. Mollusca: Cephalopoda. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 327 pp.
- Guerra, Á., Hernández-Urcera, J., Garci, M. E., Sestelo, M., Regueira, M., González, Á. F., ... & Morales-Nin, B. (2014). Dwellers in dens on sandy bottoms: Ecological and behavioural traits of *Octopus vulgaris*. *Scientia Marina*, 78(3), 405-414.

- Hernández López, J. L. (2000). Biología, ecología y pesca del pulpo común *Octopus vulgaris*, Cuvier 1797 en aguas de Gran Canaria.
- Hernández Urcera, Jorge; Guerra, Angel. «La reproducción del Pulpo», *Revista de Investigación y Ciencia* (2014): 458.doi: <http://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/evolucion-la-saga-humana-612/la-reproduccion-del-pulpo-12537>.
- K. Mangold, S. von Boletzky. New data on reproductive biology and growth of *Octopus vulgaris*. *Mar. Biol.*, 19 (1973), pp. 7-12
- Naranjo Tinbalombo, Jonhy Romanely. «Biometría, ecología, situación actual y pesca del pulpo común», Cuvier 1797) en el Cantón Salinas-Santa Elena». Tesis doctoral. Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2009
- Packard, A.&G.D. Sanders. 1969. What the octopus show to the world. *Endeavour*, 28:92-99
- Peris, José Serra; Medina Folgado, Josep Ramon. «Arrecifes Artificiales (II): Arrecifes Artificiales en el litoral español. Experiencia Valenciana» *Revista de Obras Publicas* (1988): 211-220.doi: <file:///C:/Users/Daniel/Documents/TFG/arrecife%20artificial.pdf>.
- Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., Merella, P., & Sánchez, P. (1998). Biology and fishery of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, Western Mediterranean). *Fisheries Research*, 36(2), 237-249.
- Roper, C.F.E. & Sweeney, MJ. 1981. Octopodidae. In: FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Central Atlantic: fishing areas 34-47 (in part). Fischer, W., G. Bianchi & W.B. Scott (eds). Canada Funds in Trust. Ottawa, Department of fisheries and Oceans Canada, by arrangement with the Food and Agriculture Organization of United Nations, vol 1-7: pag. var.
- Sánchez, P., Obarti, R., 1993. The Biology and Fishery of *Octopus vulgaris* Caught with Clay Pots on the Spanish Mediterranean Coast. In: Okutani, T., R.K. O'Dor, T. Kubodera (Eds.), *Recent Advances in Fisheries Biology*. Tokai University Press, Tokyo., pp. 477–487
- Tomarev, S.I. & J. Piatigorsky. 1996. Lens crystallins of invertebrates. Diversity and recruitment from detoxification enzymes and novel proteins. *Eur. J. Biochem*, 235(3):449-465