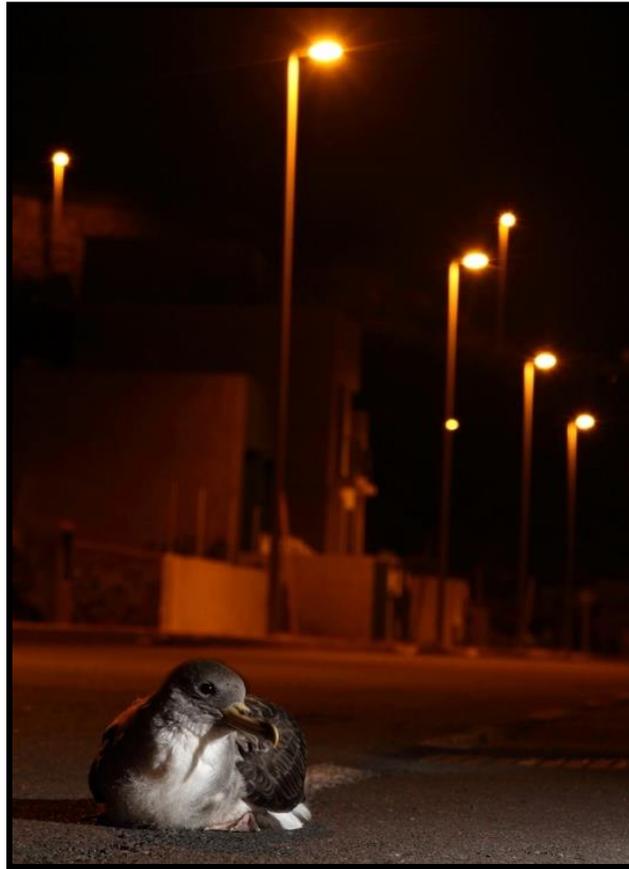


**Incidencia de la contaminación lumínica para la  
conservación de la Pardela Cenicienta atlántica  
(*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y  
Evolución de la Campaña de Rescate**



**-TRABAJO DE FIN DE MÁSTER-**

**Máster Universitario en Biodiversidad Terrestre y  
Conservación en Islas**

*A mi familia, que me transmitió el valor de la perseverancia  
y me inculcó ese amor por la naturaleza.*

1. Resumen y Palabras Clave (Abstract and Key Words).....	1
2. Introducción.....	2
2.1 Antecedentes.....	2
2.1.1 Actualidad científica del fenómeno de “fallout” .....	2
• Factores influyentes.....	5
• Medidas de Mitigación.....	13
• Estimación de la magnitud del problema.....	15
2.2.1 Métodos empleados en otros estudios.....	18
2.2 Fundamentos Base.....	22
2.2.1 Taxonomía e identificación de la especie.....	22
2.2.2 Distribución y movimientos de la especie.....	23
2.2.3 Biología de la especie.....	25
• Ecología trófica.....	25
• Biología de la reproducción.....	26
• Detalles de la etología.....	28
2.2.4 Régimen de protección y amenazas.....	28
• Medidas de Conservación.....	32
2.2.5 Área de estudio.....	34
2.2.6 Campaña de rescate en la isla de Tenerife.....	35
2.3 Objetivos e hipótesis de partida.....	36
3. Metodología.....	37
3.1 Análisis estadísticos.....	37
3.2 Análisis demográfico.....	39
3.3 Análisis cartográfico.....	40
3.3.1 Representación cartográfica de la información básica.....	41
3.3.2 Modelado de la contaminación lumínica y Análisis municipal.....	41
4. Resultados y Discusión.....	47
4.1 Análisis estadísticos.....	47
4.2 Análisis demográfico.....	50
4.3 Análisis cartográfico.....	51

5. Conclusiones y Perspectivas futuras.....	56
5.1 Conclusiones.....	56
5.2 Perspectivas futuras.....	57
6. Bibliografía.....	62
Imágenes.....	65
Anexos.....	86

## **1.- RESUMEN Y PALABRAS CLAVE**

La atracción y desorientación a causa de las fuentes de luz por parte de aves marinas juveniles que abandonan las madrigueras de cría para dirigirse por primera vez hacia el mar es un fenómeno atávico, estudiado desde el pasado siglo y que en la actualidad está adquiriendo una importancia culminante dado el impetuoso crecimiento de un paisaje nocturno iluminado allá donde el hombre se asienta y prospera. Esta coyuntura es típica de sistemas insulares, donde muchas de estas especies han encontrado históricamente sus refugios de cría, llegando al punto de adquirir la condición de endemismos en repetidos casos. Hoy, estas delicadas aves (la mayoría incluidas en el orden de los Proceláridos) representan uno de los grupos taxonómicos más amenazados a causa de la asociación entre los múltiples factores que restringen sus demografías. A fin de evitar fenómenos de extinción y/o extirpación, es fundamental evaluar y cuantificar la magnitud de estos impactos, así como modelar y predecir la evolución de los factores que los regulan en escenarios futuros.

En este trabajo se aborda la situación de la especie *Calonectris borealis* en relación a esta problemática para el ámbito insular de Tenerife (Islas Canarias), donde desde hace más de dos décadas se lleva a cabo una campaña de rescate anual durante la época más sensible como principal medida de mitigación. Los registros de ejemplares rescatados (y devueltos al mar con una frecuencia cercana al 100%) muestran una evolución desfavorable y en ascenso, especialmente en los últimos años. Sin embargo, la tendencia poblacional de la especie parece mantenerse estable. El mantenimiento y la potenciación de la campaña, junto con la reducción de los niveles de intensidad lumínica en los períodos críticos son las piezas clave para evitar que el fenómeno continúe al alza hasta revertir dicha tendencia.

Dentro del ámbito de estudio, existen notorias diferencias entre las unidades municipales en cuanto a la distribución del número de incidencias y de los elementos de contaminación lumínica. Así, las colonias ubicadas en municipios de la vertiente de sotavento parecen ser más delicadas, dadas las características del terreno. Además, parece existir un importante grado de asociación entre el nivel de desarrollo del municipio (en términos de población y urbanización), la importancia de la actividad turística y el rango de incidencia mostrado. El importante papel jugado por la distribución espacial de las colonias reproductoras establece un gradiente de prioridades para el manejo de la tesitura, siendo preferente la inversión de recursos en mitigar o evitar el impacto en los municipios del centro-sur (Adeje y Arona), suroeste (Santiago del Teide y Guía de Isora), sureste (Güímar y Candelaria) y centro-norte (Puerto de la Cruz).

**Palabras clave:** Islas Canarias, Conservación, Aves Marinas, Pardela Cenicienta, Juveniles, Contaminación Lumínica, Fototaxia, Campaña de Rescate, SIG, Tamaño Poblacional.

**Key Words:** Canary Islands, Conservation, Seabird, Cory's Shearwater, Fledglings, Light Pollution, Phototaxy, Rescue Campaign, fallout, GIS, Population Size.

## **2.- INTRODUCCIÓN**

A continuación se presenta una revisión bibliográfica que encuadra la temática abordada en el contexto científico actual, se comentan los métodos más recurrentes y útiles utilizados en estudios de corte similar y se detallan los fundamentos base relacionados con la especie objeto de los distintos análisis que se realizan.

### **2.1) ANTECEDENTES**

#### **2.1.1) Actualidad científica del fenómeno de “fallout”**

Los efectos adversos sobre el medio natural ocasionados por la alteración nocturna de los niveles de luminosidad en el medio ambiente por encima de los valores comprendidos en la dinámica natural y fuera de los rangos tolerables para las especies (contaminación lumínica), han hecho que este fenómeno se gane un puesto entre las grandes amenazas para la biodiversidad faunística, incurriendo en daños sobre la salud individual de ejemplares; las dinámicas poblacionales y la estructura de las comunidades; las relaciones interespecíficas; la reproducción y los movimientos, ocasionando consecuencias “en cascada” nefastas para el funcionamiento ecosistémico. [1]

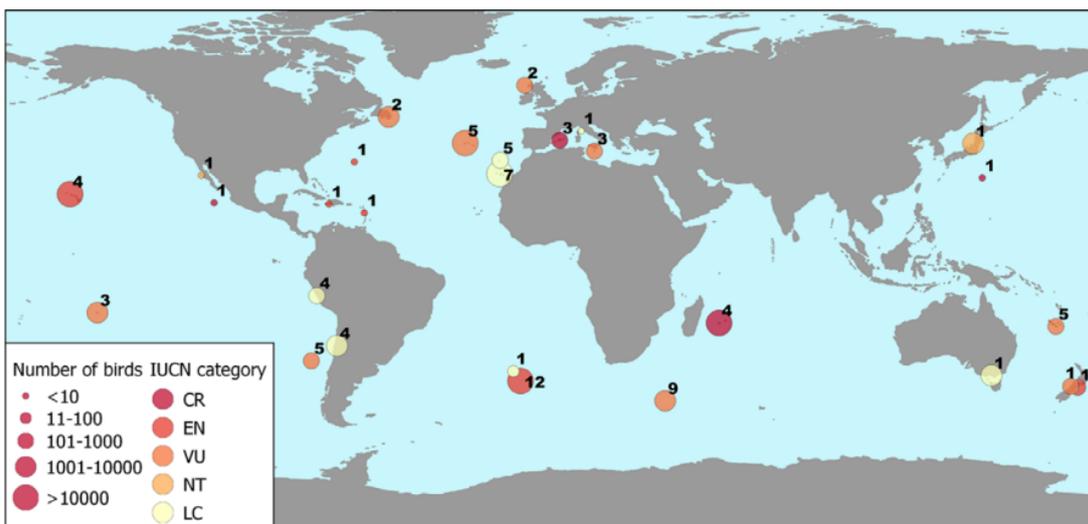
Una de las consecuencias ecológicas más severas de este tipo de contaminación son los eventos de mortalidad masiva de aves marinas, las cuales representan uno de los grupos más amenazados de esta clase a nivel global. Entre ellas, el orden Procelariiformes es el que tiene la mayor proporción de especies en peligro, concretamente repartidas entre las familias Procellariidae (petreles y pardelas) e Hydrobatiidae (paíños). Al menos 56 especies de Proceláridos que usan madrigueras para nidificar (de un total de 113 e incluyendo 24 globalmente amenazadas, algunas de ellas de forma crítica) sufren los impactos de la contaminación lumínica, que juega un importante papel en el declive que sus poblaciones han experimentado durante los tiempos recientes. Sin embargo, se cree que este factor de amenaza también podría estar teniendo impacto sobre taxones de otros órdenes incluyendo familias como Oceanitidae (paíños australes), Alcidae (frailecillos) o Anatidae (eideres) para los cuales se dispone de escasa información ya que no se han conducido estudios que lo determinen fehacientemente. [1][2]

Estos eventos de mortalidad masiva tienen lugar principalmente al final de la estación reproductora de las especies, cuando los polluelos se enfrentan a una de las fases más críticas al pasar de la dependencia parental a una vida independiente en el mar. Al iniciar su primer vuelo y dejar el nido por la noche, los jóvenes volantones son, con frecuencia, atraídos o desorientados por las luces artificiales localizadas entre la colonia de cría y el mar hasta que aterrizan exhaustos o colisionan con estructuras artificiales tales como edificios, tendidos eléctricos, luminarias, vallas, postes, carteles publicitarios, letreros luminosos o también árboles y elementos geológicos (taludes, pendientes, rocas, elevaciones del terreno, etc.). Tales impactos pueden tener consecuencias fatales para estos animales, que pueden morir de forma instantánea o sufrir lesiones irreversibles en forma de traumatismos óseos o daños internos.

Incluso en caso de salir ilesos, estos juveniles pueden no ser capaces de remontar el vuelo y es entonces cuando se vuelven altamente vulnerables a la depredación por animales domésticos, exóticos introducidos o predadores naturales oportunistas como las gaviotas, así como a ser atropellados mientras deambulan por carreteras y autovías. En otros casos estas jóvenes aves logran esconderse entre la vegetación o los accidentes del entorno y en esos casos son susceptibles a que la muerte les sobrevenga por inanición o deshidratación. Incluso el furtivismo llega a suponer una amenaza de la que no están exentas una vez en tierra. [3][4]

El porcentaje de polluelos afectados en relación al total de ejemplares accidentados ha sido estimado entre el 68% y el 99%, si bien para ciertas especies como *Oceanodroma castro* e *Hydrobates pelagicus* esta tendencia parece invertirse probablemente a causa de la distribución espacial de sus áreas de cría, registrándose más rescates de adultos que de juveniles. Además, se sospecha que el número de adultos afectados suele infraestimarse dado que los esfuerzos de las campañas de rescate se centran en el final de la época de cría y no se tiene un recuento de los ejemplares maduros afectados por la contaminación lumínica en alta mar. [1][5]

Quizás el mayor ejemplo de este fenómeno ocurre cada año en la isla de Kauai (Hawaii), donde cada otoño al finalizar la época de cría de la Pardela de Newell (*Puffinus newelli*) (clasificada como “Amenazada” por USA y “En peligro” por UICN), cientos de juveniles son víctimas de accidentes ocasionados por la contaminación lumínica y sin embargo, diversos aspectos clave son aún desconocidos: no se sabe con certeza si es la luz vista desde la colonia la que afecta verdaderamente a los polluelos o aquellas que van encontrándose durante su vuelo hacia el mar; tampoco se tiene claro si muchos de ellos pueden ser atraídos de vuelta una vez alcanzado el mar o cómo los adultos se las arreglan para tratar con las mismas luces continuamente sin sufrir los mismos efectos [6].



**Ilustración 1:** Mapa que engloba las localizaciones geográficas donde se ha reportado la atracción de aves marinas juveniles hacia fuentes de luz. Los números hacen referencia a la cantidad de especies, el tamaño de los círculos es proporcional a la incidencia del fenómeno y las categorías de amenaza son referidas a los criterios UICN. [1][16]

Pese a tratarse de un comportamiento ampliamente documentado en numerosas localidades por todo el mundo, particularmente en islas tropicales y subtropicales donde muchas de estas aves se consideran endémicas ya que crían en ellas de forma exclusiva (existen registros en al menos 47 archipiélagos a través de los 5 océanos además de 3 localidades continentales -Ilustración 1-), la atracción y desorientación de estas aves a causa de la contaminación lumínica (“fallout”) es un fenómeno cuya explicación permanece en entredicho. [2][4][6]

Los hábitos, la fisiología y la anatomía de estas especies denotan una importante adaptación a la escasez de luz y a cambios rápidos en la intensidad de ésta, siendo frecuentes los vuelos nocturnos alrededor de las colonias reproductoras, el buceo submarino para pescar y la cría dentro de profundas madrigueras que los parentales visitan tras la caída del sol aparentemente para evitar depredadores diurnos al alimentar a sus polluelos. [2][7][8]

Tres son las principales hipótesis no-excluyentes que han sido propuestas para explicar los acontecimientos de “fallout”.

1. La primera de ellas acusa a la inexperiencia de forrajeo. Los individuos juveniles pueden estar confundiendo las fuentes de luz con sus presas naturales ya que los calamares y peces bioluminiscentes constituyen una alta proporción de sus dietas. [5]
2. La segunda sugiere una asociación entre la luz y el alimento forjada durante el desarrollo en la madriguera puesto que, durante todo ese periodo (el cual supone la totalidad sus vidas hasta ese momento), la única fuente de alimento de la que los juveniles han dispuesto ha sido el bolo regurgitado por sus progenitores, quienes siempre han accedido a la nidada a través del orificio por donde entra la claridad. [1][7]
3. En tercer lugar, se sospecha que existe una interferencia de la luz artificial sobre la capacidad de navegación de los juveniles, bien por impedir la correcta percepción de las claves visuales en el cielo (estrellas, Luna y su reflejo en el mar) o bien por interferir sobre mecanismos magnéticos de control de navegación basados en la visión. [1][7]

El hecho de que la mayoría de los juveniles deslumbrados no vuelan directamente hacia las fuentes de luz sino en círculos alrededor de las áreas iluminadas hasta que se desorientan ha sido expuesto para argumentar la tercera hipótesis por encima del resto, mientras que en contraposición de todas ellas se sostiene que, aunque pequeña, una porción de los individuos afectados son adultos ya experimentados o pertenecen a especies que ni siquiera crían en estas áreas. Una posibilidad podría ser que los ejemplares involucrados en estos casos sean aquellos que, por haber vivido siempre en zonas remotas, experimentan por primera vez el contacto con la contaminación lumínica. [5]

A pesar de que nuestro conocimiento respecto a la visión de los petreles y su desarrollo es escaso, recientes investigaciones han demostrado que juveniles de Paíño

de Leach (*Hydrobates leucorhous*) pasan de 6 a 8 semanas siendo criados en absoluta oscuridad asomándose sólo a la entrada de las madrigueras para ejercitar las alas hacia el final del periodo y su visión no empieza a ser funcional hasta la tercera semana después de la eclosión. Sin embargo, la retina permanece inmadura y continúa desarrollándose después de abandonar el nido mientras que los bulbos olfatorios alcanzan el tamaño adulto antes de salir y pueden ser usados para identificar las madrigueras sólo 1 semana después de eclosionar. [7]

De esta manera, la falta de emetropía de los volantones es consecuencia de una adaptación a la cría subterránea y responde a la priorización energética del desarrollo de la capacidad olfativa sobre la visual a una edad temprana, así como a una ausencia de estímulos visuales que comienza a ser corregida con urgencia tras la salida del nido (si bien estudios en aves rapaces han revelado que pueden llegar a ser necesarias entre 1 y 2 semanas de exposición para alcanzar la emetropía definitiva). Cabe señalar que sería esperable detectar diferencias en cuanto al grado de afección que supone la contaminación lumínica entre especies con diferentes niveles de exposición a la luz durante la estancia en el nido, estableciéndose una conexión entre vulnerabilidad y desarrollo del sistema visual que beneficia a aquellos grupos como los Albatros o los Fulmares considerados como “criadores de superficie”. [7]

### ➤ **Factores Influyentes**

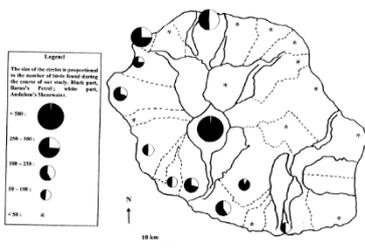
Los factores que inciden de forma significativa sobre la densidad de ejemplares afectados son variados y de distinta naturaleza, pero pueden clasificarse en 4 grandes grupos: la Fase Lunar, la Condición Corporal de los polluelos, las Condiciones Ambientales en el momento que éstos abandonan la nidada y los niveles de Contaminación Lumínica.

#### ○ **Patrón espacio-temporal**

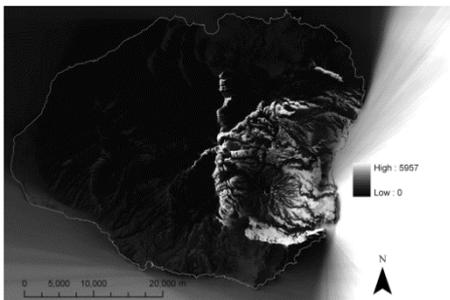
En lo referente al tiempo, este fenómeno sigue un claro patrón estacional que varía entre especies de acuerdo con sus fenologías y principalmente en función de las épocas de cría. El momento de máxima incidencia coincide con las fechas en las que los juveniles emprenden su primer vuelo hacia el mar y las diferencias interespecíficas en el número de casos se corresponden con un grado diferencial en los niveles de atracción hacia las luces mostrado por cada taxón. [5]

A nivel geográfico, el patrón observado en la mayoría de los casos responde a la distribución espacial de las colonias más importantes y de las instalaciones para el turismo masivo, que han experimentado un desarrollo exponencial en zonas localizadas de muchas de las islas donde este problema se encuentra al alza. La elevación a la que se sitúa la colonia de cría y la distancia entre ésta y la costa representan otros factores de suma importancia (incluso por encima de variables relacionadas con los niveles de contaminación lumínica) a la hora de determinar cuáles

son las más vulnerables, puesto que para llegar mar, los juveniles procedentes aquellas situadas tierra adentro y a mayor altitud necesitan atravesar la barrera lumínica que representan los núcleos poblacionales de las medianías y ello supone una gran exposición a los elementos luminosos que las atraen y desorientan; mientras que los que son criados en acantilados al borde del mar sólo necesitan salvar una distancia pequeña en su vuelo hasta el océano y tienen muchas más posibilidades de alcanzarlo sin sufrir el aterrizaje de emergencia [1][9]. Así, en una investigación previa conducida para la isla de Tenerife [5] se descartó que las fuentes de luz ubicadas por encima de los 400 m.s.n.m. pudieran atraer a los petreles estudiados, mientras que en otra investigación conducida en la isla de Reunión se determinó que el 35% de los juveniles de Petrel de Barau (*Pterodroma barau*) accidentados caen en una pequeña urbanización situada a 1500 m.s.n.m. que se encuentra justo bajo una importante colonia de cría (Ilustración 2) [4]. En Kauai (archipiélago de Hawaii) el máximo número de ejemplares de Pardela de Newell (*Puffinus newelli*) rescatados entre 1998 y 2008 fue registrado en la región norte de la isla, con un total de 961 individuos frente a los 311 de la región sureste a pesar de que los niveles de intensidad lumínica del cuadrante septentrional era varios órdenes de magnitud inferior respecto al meridional-oriental (Ilustración 3). Esta anomalía encuentra su explicación en la distribución espacial de las colonias de cría ya que la gran mayoría de áreas de reproducción de esta especie endémica se encuentran en los espacios protegidos de la zona noroeste de la isla, por lo que el gran volumen de rescates en el cuadrante norte parece estar en función de una alta productividad de cría en ese ámbito regional. [10]



**Ilustración 2:** Mapa que refleja la distribución geográfica y grado de incidencia local del fenómeno de “fallout” para el Petrel de Barau (*Pterodroma barau*) (negro) y la Pardela de Audubon (*Puffinus lherminieri*) (blanco) en la isla de Reunión. [4]



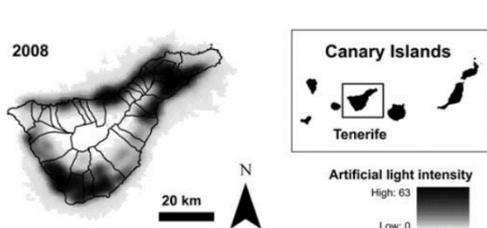
**Ilustración 3:** Mapa que refleja la distribución de la intensidad lumínica total procedente de la iluminación artificial en la isla de Kauai hacia el año 2009. [10]

Si sólo las aves que sobrevuelan entornos altamente iluminados fueran susceptibles de quedar desorientadas y sufrir los accidentes, entonces la contaminación lumínica tendría un efecto local sobre ellas, pero el impacto de esta problemática alcanza extremos superiores y afecta a una alta proporción de las poblaciones insulares ya que también pardelas procedentes de áreas remotas y sombrías han necesitado ser rescatadas [9], máxime cuando estudios [10] demuestran que para ciertas islas (Kauaii)

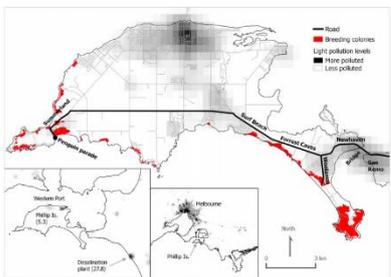
sólo entre el 0 y el 3,2% de la superficie ofrece refugios “No Afectados” libres de contaminación desde los que los polluelos pueden alcanzar el mar sin que alguna fuente de luz se interponga en su camino (Ilustración 3).

Se ha demostrado que algunos de estos juveniles pueden ser atraídos por las luces de vuelta a tierra una vez alcanzado el océano y que, en algunos casos, estos ejemplos representan una importante proporción del total de accidentes registrados [1]. Sin embargo, esto depende intensamente de la especie en cuestión y de la distribución de los niveles de contaminación lumínica de la isla bajo estudio. En Tenerife, donde ésta se distribuye principalmente en forma de anillo alrededor de la costa alcanzando unos niveles de intensidad muy altos (hasta 103,6 nW/sr\*cm<sup>2</sup>) (Ilustración 4), las Pardelas Cenicienta (*Calonectris borealis*) procedentes de colonias interiores casi siempre divisan luces intensas antes de llegar al litoral y son accidentadas cerca del punto de partida (entre los 0 y los 3 km de distancia, pudiendo llegar hasta los 16) [9]. Por su parte, en la isla de Kauai los núcleos de contaminación lumínica se presentan más concentrados en algunas regiones costeras localizadas, mostrando valores de radiación luminosa relativamente bajos (hasta 16,5 nW/sr\*cm<sup>2</sup>) (Ilustración 3), por lo que se piensa que los juveniles de Pardela de Newell (*Puffinus newellii*) tienen menos experiencia de contacto con las luces una vez atraviesan la línea de costa. En la Isla Philip (Ilustración 5), con características similares a Kauai, es frecuente ver juveniles de Pardela de Tasmania (*Ardenna tenuirostris*) accidentados incluso en el continente australiano situado a unos 15 Km de distancia y donde la intensidad luminosa se duplica [11]. Ello implica pues que estas aves no están a salvo ni siquiera al llegar al mar [6].

Esta atracción y desorientación de las aves marinas a causa de los elementos luminosos ha sido también reportada en alta mar, principalmente asociada a las luces usadas por la industria pesquera y en plataformas petrolíferas, pero no se ha clarificado la edad de los ejemplares involucrados. En efecto, estos eventos son difíciles de documentar y las estadísticas que se pueden obtener a partir de su estudio son infraestimaciones con diversas fuentes de sesgo [1].



**Ilustración 4:** Mapa que refleja la distribución de la intensidad lumínica total procedente de la iluminación artificial en la isla de Tenerife hacia el año 2008. [19]



**Ilustración 5:** Mapa que refleja los niveles de contaminación lumínica, principales carreteras y áreas de reproducción de la Pardela de Tasmania (*Ardenna tenuirostris*) en la isla de Kauai hacia el año 2012. [11]

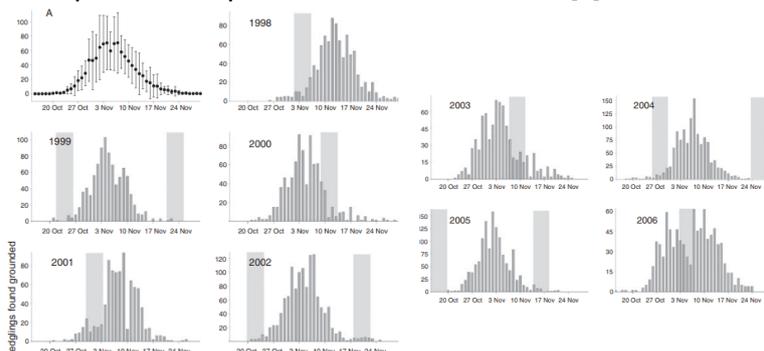
### ○ Fase Lunar

El número de juveniles rescatados para las distintas especies varía cada año según el ciclo lunar y está en función de la fase en la que se encuentre la Luna durante el final de las épocas de cría. De esta forma, cuando el periodo en el que los jóvenes petreales abandonan las nidadas coincide con la Luna llena ( $\pm 2$  días) se registra un número significativamente menor de accidentes y en lugar de observarse un único pico, el patrón dibuja una distribución bimodal alrededor del plenilunio (**Ilustración 6**). Se ha tratado de dar explicación a este hecho mediante 2 hipótesis: [4][5]

- Por un lado, podría ocurrir que la luz lunar actúe como inhibidor del primer vuelo de los polluelos. En efecto, durante las noches de Luna Llena decae la actividad de estas aves alrededor de las colonias de cría, así como la regurgitación de alimento por parte de los progenitores, aparentemente como un mecanismo para evitar ser atacados por depredadores cuando hay más visibilidad [5]. A favor de esta hipótesis, los investigadores de [4] describieron un aparente cese de la salida de nidos en el periodo de luna llena para el Petrel de Barau (*Pterodroma baraui*) en la isla de Reunión durante el año 1997, cuando el período de cría se prolongó y los polluelos rescatados posteriormente tuvieron menos peso y alas más largas, sugiriendo que habían permanecido más tiempo en las madrigueras. Además, en 1998 se produjo un abandono masivo de los nidos pocos días después de que la Luna comenzara a menguar, lo que lleva a pensar que en efecto los juveniles se quedaron en las madrigueras hasta que las condiciones de iluminación descendieron.

- Por otro lado, los juveniles podrían ser accidentados en menor número si un ambiente en general más luminoso durante sus primeros vuelos redujera la atracción hacia los llamativos puntos que suponen las fuentes de luz artificial. Si esta hipótesis es correcta, cabría esperar que el número de rescates variara entre años de acuerdo con la longitud del lapso discurrido entre la fecha pico de abandono de nidos y el plenilunio: contra más dure, más ejemplares sufrirán accidentes. [5]

Discriminar entre estas dos hipótesis tiene importantes implicaciones para la conservación de estas especies ya que, si la segunda es correcta, las aves que abandonan los nidos durante el periodo de luna llena podrían considerarse “a salvo” de la mortalidad por la atracción de los focos, mientras que según la primera todas ellas pueden ser potencialmente atraídas. [4]



**Ilustración 6:** Gráficas que reflejan la distribución de la frecuencia de rescates de Pardelas Cenicienta en Tenerife (1998-2006). Las áreas sombreadas indican la fase de plenilunio. (“A” indica la media y SD de todos los años) [5]

- **Condición Corporal**

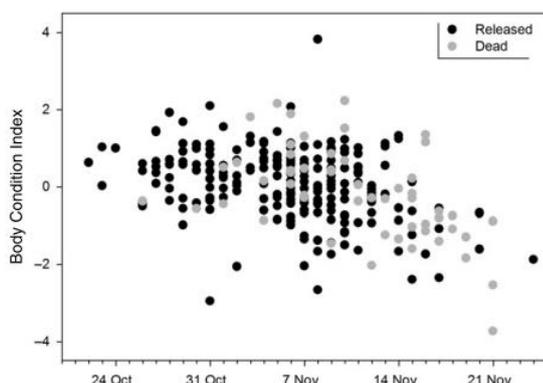
En un estudio previo conducido para la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife [12], los investigadores estudiaron ejemplares rescatados determinando los Índices de Condición Corporal (IBC, basado en medidas biométricas que van desde la morfología del pico hasta el peso corporal y la proporción de grasa) y de Plumón (DI, estimador del tiempo de vida del ave o del nivel de desarrollo en el momento de dejar el nido a partir de la cantidad de plumón vigente) para esclarecer que, ante la súbita caída en la frecuencia de embuche por parte de los progenitores al final de la época de cría, el IBC de los juveniles empeoraba con el avance la campaña de rescate, registrándose pérdidas de entre 28 y 40 g diarios por individuo (Ilustración 7). Sin embargo, la aportación más trascendental de esta investigación (corroborada en [9]) radica en el descubrimiento de una sensibilidad idéntica a la mortalidad asociada con contaminación lumínica independientemente de la condición corporal de los juveniles.

En cambio, se pudo determinar que la probabilidad de liberación exitosa de un ejemplar decae con la abundancia de plumón (DI), sugiriendo que las aves más jóvenes al final de la temporada de cría son más susceptibles de sufrir accidentes fatales a causa de este factor. La explicación se encuentra en el efecto negativo de estas plumas primerizas sobre la aerodinámica del cuerpo de las pardelas: estos juveniles más tardíos se ven de alguna manera forzados a dejar los nidos por la falta de alimento y lo hacen cuando su plumaje no está aún del todo desarrollado. [12]

Tampoco se encontraron diferencias significativas para el IBC entre sexos, por lo que a pesar de que el acusado dimorfismo sexual de estas aves en cuanto al tamaño apuntaría a un mayor impacto sobre los machos (más grandes y pesados), ambos sexos tienen la misma probabilidad de ser atraídos por las fuentes de luz, así como de resultar fatalmente accidentados. [12]

La verdadera importancia del IBC se hace patente una vez alcanzado el mar, cuando la supervivencia subsecuente depende en gran medida de que el polluelo disponga de una condición física adecuada y suficientes reservas para afrontar el periodo de aprendizaje y adaptación a su rol ecológico. Con objeto de minimizar el empeoramiento progresivo de su IBC, los ejemplares accidentados deberían ser rescatados tan pronto como sea posible (búsqueda activa) y devueltos al mar inmediatamente si no requieren cuidados veterinarios. Además, es de esperar que durante el final de la época de cría ocurran colisiones más graves y aves con mucho

plumón ingresen en los centros, por lo que la atención veterinaria debe intensificarse aportando incluso fluidoterapia y alimento. [9][12]



**Ilustración 7:** Gráfica que refleja la relación existente entre la edad (o fecha de recogida) y el IBC de Pardelas Cenicienta rescatadas en Tenerife entre los años 2009-2010. [12]

Paralelamente, un estudio [3] llevado a cabo en la isla de Philip (Australia), donde centenares de juveniles de Pardela de Tasmania (*Ardenna tenuirostris*) aparecen cada noche varados o muertos en las playas durante la temporada en la que dejan los nidos, sirvió para descubrir que si bien el IBC de los polluelos decae con la edad estando en la colonia (puesto que la alimentación parental cesa unas 2 semanas antes del primer vuelo de la cría), la situación se invierte entre aquellos que son rescatados. Ello quiere decir que en esta “submuestra” el IBC es mayor para los ejemplares con más tiempo de vida, lo que lleva a la conclusión de que este factor de amenaza está afectando con mayor severidad a los individuos que abandonan la nidada de forma prematura ya sea por un pronto abandono parental o por el efecto estimulante que tienen los fuertes vientos. [3]

El IBC de las pardelas rescatadas en las carreteras de la isla resultó más bajo en comparación con el obtenido para aquellas en la colonia de cría, aunque un gran número presentó valores típicos de adultos y mostró una alta probabilidad de liberación exitosa. Por el contrario, los ejemplares rescatados en las playas tuvieron un peso considerablemente menor haciendo la misma comparativa, con un 92% por debajo del considerado como umbral mínimo para tener esperanzas de éxito en el primer vuelo (450 g). [3]

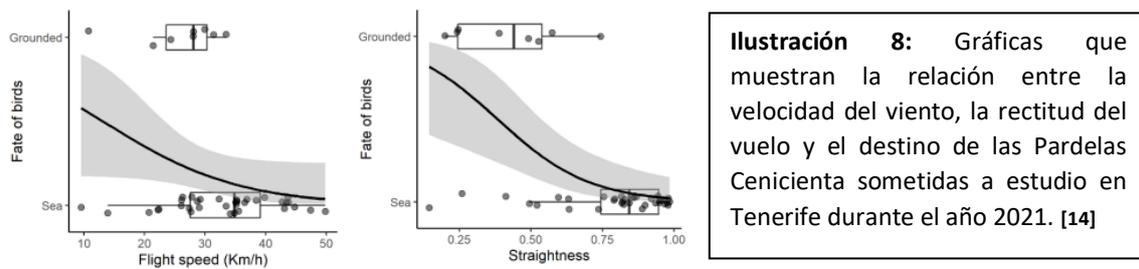
De esta forma, las aves encontradas en las playas se corresponderían con aquellas de una condición física muy pobre y para las que la supervivencia y el reclutamiento es altamente improbable ya que caen siguiendo la dinámica de un proceso natural de selección. Las aves rescatadas de la carretera serían una porción más variada en la que se mezclan crías sanas y fuertes con otras más débiles y de escaso fitness biológico, todas ellas afectadas de forma no selectiva por la contaminación lumínica. [3]

#### ○ Condiciones Ambientales

La situación meteorológica presente en el momento que los polluelos abandonan el nido también cumple un importante papel en el destino de este vuelo primerizo. Los principales fenómenos que afectan son el viento y la niebla/llovía. Esta última actúa como agravante del problema ya que disminuye la visibilidad panorámica, haciendo los puntos luminosos aún más atractivos para los inexpertos petreles [11][13]. Por su parte, una situación ventosa puede ser el estímulo responsable de la salida prematura de los polluelos que aún no tienen un plumaje apropiado y que gozan de muy bajas posibilidades de éxito, si bien se espera que facilite la salida y reduzca la probabilidad de sufrir accidentes entre aquellos bien desarrollados. Ello parece evidente a la luz de los resultados de estudios recientes [14] que establecen una correlación negativa entre la probabilidad de sufrir accidentes y la velocidad y rectitud del primer vuelo de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife (Ilustración 8). Junto a otros factores, las ráfagas de viento podrían estar evitando las colisiones alejando a los juveniles de los emisores de luz cuando comienzan a volar a su alrededor antes de quedar desorientados. Se sabe que, en Tenerife, independientemente de la dirección

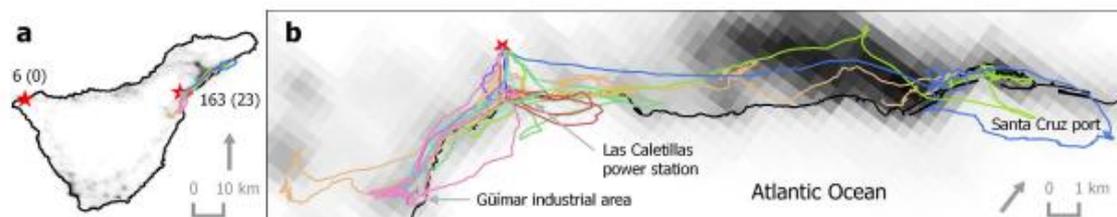
del viento, las aves de las colonias meridionales muestran una predilección por volar hacia el Sur, perdiendo altitud en dirección al mar y cubriendo distancias de unos 18,7 km ( $\pm 10,8$  km) durante alrededor de 47,3 min ( $\pm 45,3$  min) [14]. Por su parte, se ha detectado una correlación positiva entre el número de Pardelas de Tasmania (*Ardenna tenuirostris*) rescatadas en la isla Philip (Australia) y la velocidad a la que sopla el viento (especialmente cuando éste procede del suroeste y arrastra a las aves hacia las áreas con mayores carreteras). Debido a su tamaño, para poder despegar las pardelas necesitan un “impulso previo” bien realizando una carrera o bien lanzándose al aire desde acantilados y, dado el escaso relieve de esta isla (máxima altura 112 m.s.n.m), es posible que aquí el viento cumpla un importante papel como detonante para la salida de cientos de ejemplares a la vez (multiplicando así la cantidad de accidentes) [11].

El dimorfismo sexual expresado por la mayor parte de especies sugiere que los machos (más grandes y pesados que las hembras) pueden ser también más sensibles a las condiciones ambientales durante el primer vuelo [12].



○ **Contaminación Lumínica**

Los esfuerzos realizados por modelar la distribución espacial que muestran los accidentes generalmente muestran correlaciones positivas entre éstos y los niveles de polución lumínica detectados [1]. No se tiene del todo clara la razón ni el modo en el que estos inexpertos voladores nocturnos se ven afectados por los focos de luz [1], pero es evidente que estos últimos actúan haciendo los vuelos más tortuosos y menos veloces, interrumpiendo su dirección hacia el mar, forzándolos a cambiar de dirección y frenar continuamente para evitar los choques [14] a la vez que captan su atención para hacerles trazar círculos alrededor [13]. (Ilustración 9)



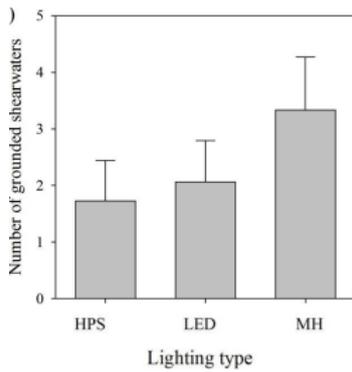
**Ilustración 9:** Mapa que refleja la trayectoria seguida por Pardelas Cenicienta sometidas a un estudio de rastreo mediante GPS en Tenerife durante el año 2015. Las zonas más iluminadas aparecen indicadas en color oscuro y la estrella roja hace referencia al lugar de suelta localizado al este de la isla. [9]

En un estudio realizado para la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife [9], los autores constataron que durante el primer vuelo de los juveniles accidentados éstos parecían ser atraídos por la luz, mientras que al darles una segunda oportunidad la misma luz parecía desorientarles. Esto podría corresponderse con la adquisición de experiencia en el vuelo o podría asociarse a la variación en el estado nutricional.

Rastreando a estas aves [14] se ha demostrado que algunos polluelos han conseguido alcanzar el mar de forma segura después de haber volado a través de áreas incluso más contaminadas que aquellas sobrevoladas por otros en iguales condiciones. Cómo lo hicieron no está claro, pero se podría predecir una selección positiva direccional hacia aquellos con una mejor capacidad para ignorar la contaminación lumínica del paisaje nocturno, lo cual no parece estar ocurriendo dado el incremento anual de ejemplares admitidos en los centros [14].

Tampoco se dispone de mucha información publicada sobre si la atracción de las luces artificiales en las aves marinas está más relacionada con el tipo de luz o con tendencias individuales. Recientemente se ha arrojado luz a este asunto gracias a un estudio [15] basado en la comparación de la intensidad de este fenómeno sobre la Pardela de Tasmania (*Ardenna tenuirostris*) usando 3 tipos de sistemas de iluminación comunes con diferente espectro luminoso: “Metal Halide” (MH), “High Pressure Sodium” (HPS) y “Light Emitting Diode” (LED). El número de pardelas deslumbradas por los focos instalados fue mayor y difirió significativamente para el MH, seguido del LED y del HPS respectivamente y entre los que no se encontraron diferencias significativas. Ninguno de los sistemas atrajo selectivamente a aves de algún sexo, con peor IBC o con menores probabilidades de reclutamiento. Las diferencias observadas en los tratamientos pueden ser explicadas por el sistema visual de las pardelas, que perciben las luces de forma diferente ya que su retina presenta pigmentos visuales con un pico de absorbancia a las longitudes de onda entre 406 y 566 nm. Así, parecen ser más sensitivas a luces de colores fríos (azul) y de amplio espectro (MH y LED) que a aquellas de colores cálidos (rojo/naranja) con pocas emisiones por debajo de los 550 nm de  $\lambda$  (Ilustración 10). [14]

Asumiendo una mayor atracción asociada a una mejor percepción de la luz, los sistemas MH y LED son los más peligrosos puesto que estas aves los advierten más brillantes. Esto concuerda con lo descubierto para otros taxones como murciélagos o invertebrados, pero contrasta con experimentos realizados para Paseriformes nocturnos migradores que afirman una mayor atracción de luces de radiación de espectro visible (rojas o blancas) respecto a las de radiación de espectro no visible o menor (azules o verdes) para estas aves. Por tanto, adoptar medidas en función del taxón específico es crucial a la hora de mitigar el problema. [14]



**Ilustración 10:** Diagrama de barras que muestra el número medio de Pardelas de Tasmania (*Ardenna pacifica*) accidentadas por hora a causa de los diferentes focos de experimentación instalados para el estudio. [15]

### ➤ Medidas de Mitigación

Para reducir el impacto de la contaminación lumínica sobre las aves marinas es conveniente ejecutar un plan de mitigación jerárquico, organizado alrededor de 5 acciones principales: Evitación, Minimización, Rehabilitación, Compensación y Apoyo de las medidas de Conservación [1][2][16]

- Evitar el Impacto: El mejor modo para ello pasaría por eliminar todas las fuentes de luz artificial nocturna, pero dada la incompatibilidad total de esta medida con el desarrollo urbano, los esfuerzos deben centrarse en retirar o mantener apagadas aquellas que son espacial o temporalmente innecesarias; instalar persianas opacas que se cierran cada noche para evitar que la luz de las construcciones sean vistas desde fuera y evitar la instalación de sistemas de iluminación altamente atractivos (MH, LED) en favor de aquellos que no lo son (HPS). La aplicación de estas medidas debe concentrarse y ser vigilada principalmente en las urbanizaciones próximas a los núcleos de cría de las especies a las que estén dirigidas, considerando de forma especial aquellos localizados a cotas más altas y lejos de la línea de costa. Como ejemplo de la efectividad que pueden alcanzar, la eliminación de luces exteriores y la colocación de persianas en estaciones de investigación de Marion (USA) e Islas Gough, así como la limitación del uso de iluminación nocturna en buques pesqueros al pasar cerca de islas de cría, redujeron considerablemente el número de aves afectadas por esta contingencia.
- Minimizar el Impacto: Con objeto de reducir la duración, intensidad y alcance de los efectos de la contaminación lumínica sobre las aves marinas, se han llevado a cabo medidas minimizadoras en islas de escasa densidad poblacional como Cilaos o Reunion, donde las luminarias de las calles son apagadas en la época que los juveniles de Petrel de Barau (*Pterodroma barau*) abandonan los nidos. En la isla de Kauai (Hawaii), eventos recreativos tradicionalmente nocturnos ahora son mantenidos de día y ya se están tomando acciones legales para retirar las luminarias innecesarias con el fin de proteger a los volantones de Pardela de Newell (*Puffinus newelli*). En las islas Juan Fernández (Chile) las

bombillas de luz blanca de las farolas han sido sustituidas por otras rojas aparentemente menos atractivas para las aves marinas, y el resultado ha sido un descenso en las tasas de accidentes a escala espacial donde se ha tomado esta medida. Apagar temporalmente la iluminación del puente que conecta la isla Philip con Australia (una infraestructura de 600 m de largo) redujo significativamente el número de accidentes sufridos por los juveniles de Pardela de Tasmania (*Ardenna tenuirostris*) [11], mientras que la reducción de las emisiones de luz procedentes de un resort turístico en la isla de Kilda (Escocia) resultó beneficioso en términos de ejemplares accidentados para el Paíño de Leach (*Hydrobates leucorhous*) pero no para la Pardela Pichoneta (*Puffinus puffinus*).

Incorporar a las luminarias estructuras para cubrirlas permite adaptarlas, reduciendo la luz proyectada hacia el cielo o superficies reflectantes a la vez que mantiene intacta su funcionalidad plena para la demanda de la sociedad [17]. Gracias a ello se ha conseguido reducir en un 40% el número de ejemplares de Pardela de Newell (*Puffinus newelli*) accidentados en la isla de Kauai (Hawaii).

Concentrar todas estas medidas alrededor del final de la época de cría de las especies a las que están destinadas y durante las 2-3 primeras horas de oscuridad tras la puesta del sol es imprescindible para garantizar su éxito y eficiencia.

- Rehabilitar a los ejemplares accidentados: La ejecución de campañas de rescate para los ejemplares deslumbrados se ha consolidado como una medida de mitigación ampliamente extendida entre las localidades donde ocurre esta problemática. Su organización puede diferir entre ubicaciones, pero en líneas generales el público civil es llamado a transportar las aves encontradas a centros de rescate o a reportar las incidencias a personal cualificado encargado de recogerlas. Una vez revisada su condición y prestada la atención veterinaria (en caso de ser requerida), las aves son liberadas de vuelta al aire bien en acantilados costeros de día o bien cerca de colonias de cría durante la noche. La difusión de estas campañas es una pieza fundamental para su correcto funcionamiento y en base a ello se realizan multitud de actividades que van desde la publicidad en diversos medios de comunicación hasta la realización de seminarios y charlas formativas en centros educativos.

El primer programa desarrollado con este fin tuvo su aparición en 1978 en la isla de Kauai (Hawaii) y desde entonces se ha extendido su alcance a otras 16 localizaciones para asistir a un total de 34 especies, jugando un importante papel en el mantenimiento de la estabilidad poblacional para especies como la Pardela Tropical (*Puffinus bailloni*), de la que se han rescatado 11.638 polluelos en los últimos 20 años.

Así, esta medida se postula como respuesta adecuada para reducir la mortalidad de los juveniles accidentados, que de otra forma tendrían escasas o nulas oportunidades de sobrevivir, pero no como una solución a la amenaza ya

que (1) no todas las aves deslumbradas son descubiertas ni reportadas, (2) no todas las aves recogidas sobreviven y (3) no se han comprobado las tasas de supervivencia post-liberación. [1]

- Medidas Compensatorias: Este conjunto de acciones está destinado a “compensar” a las especies por aquellos impactos que no pueden ser evitados/minimizados por motivos de incompatibilidad o para aquellas áreas donde resulta imposible la rehabilitación dada su inaccesibilidad para el hombre. Entre ellas se incluyen el control de depredadores (normalmente introducidos) en las inmediaciones de las colonias de cría; la plantación de árboles en las urbes junto a las luminarias para disminuir su visibilidad desde el cielo; cubrir o soterrar las líneas de alta tensión próximas a las colonias; proveer a las aves de nuevos hábitats para anidar (nidos artificiales) lejos de las zonas de riesgo y restaurar aquellos que hayan sido degradados. [1]
- Apoyo de las medidas de Conservación: Involucrar a los sectores de la sociedad cuyas actividades tienen un mayor impacto en este ámbito implica un soporte crucial para la reducción de sus efectos negativos sobre estas aves, pudiendo aportar una valiosa información sobre la ecología de las especies y una evaluación de la efectividad de las acciones de gestión. Impulsar el ecoturismo en los complejos hoteleros ubicados cerca de las colonias más sensibles (en términos de contaminación lumínica) puede reducir la mortalidad de estos juveniles a la vez que impulsa las economías locales, acercando a la sociedad a una postura favorable para el desarrollo de políticas más protectoras. En la isla de Kauai y Reunión, compañías eléctricas han fundado programas de rescate que gestionan de forma autónoma y han puesto en marcha proyectos de investigación con el fin de incrementar el conocimiento científico sobre las especies afectadas y los factores de amenaza que les conciernen. [1]

➤ **Estimación de la magnitud del problema**

Cuantificar la proporción de juveniles que son víctima de los eventos de “fallout” respecto al reclutamiento anual representa una tarea prioritaria y crítica para la conservación y gestión de las especies vulnerables. La mayor parte de la información que permite crear los modelos poblacionales y realizar las estimaciones para aproximar estos valores procede de los registros acumulados por los centros encargados de desempeñar los programas de rescate, los cuales no persiguen un objetivo de monitoreo sistemático sino actuar como medida de mitigación. Es por ello que dichas bases de datos pueden contener fuentes de error y sesgos, y aunque existen procedimientos estandarizados [4][18], los resultados no son siempre comparables entre distintas localidades donde las campañas se desarrollen siguiendo distintas metodologías.

En primer lugar, el total de nuevos organismos producidos por las poblaciones de estas aves es difícil de estimar ya que la localización de todas las colonias no es siempre conocida, e incluso en aquellas bien georreferenciadas la determinación del éxito reproductor sin producir una perturbación sustancial a los animales es una tarea complicada obstaculizada por su carácter nocturno y críptico, unido a su costumbre de anidar en madrigueras ubicadas en lugares remotos e inaccesibles. [1]

En segundo lugar, la precisión de los datos obtenidos por estos centros depende fundamentalmente del esfuerzo invertido en el rescate. Por regla general, la eficacia de las campañas se sustenta en la actitud deliberada del público y en el alcance de las medidas de difusión y eso queda reflejado en los registros de incidencias, donde muy pocos casos eran reportados los primeros años. Este patrón puede verse repetido en islas como Tenerife, Reunión o Kauai; mientras que en otras como Philip se realizan búsquedas sistemáticas dirigidas por personal cualificado que aumentan la cantidad de ejemplares detectados, sobre todo aquellos muertos que el público es más reacio a reportar. No es casualidad que en esta isla se haya descrito una mortalidad especialmente alta (39%) de la Pardela de Tasmania (*Ardenna tenuirostris*) en comparación con el hallado para otros taxa alrededor del mundo [11]. Cuando este método fue introducido en la isla de Kauai, la mortalidad de la Pardela de Newell (*Puffinus newelli*) aumentó del 7,7% al 43%. Para estimar acertadamente el número de accidentes ocurridos en una isla sería necesario establecer un programa de monitoreo efectivo que defina el área de impacto, el de búsqueda, el esfuerzo de rescate, la probabilidad de encontrar un cadáver, el tiempo que tarda un juvenil en ser depredado, desnutrido o atropellado... [1]

Terceramente, en la mayoría de los casos no se tiene certeza de cuál es el devenir de las aves rescatadas tras la liberación. Es posible que el estrés ocasionado por la manipulación o las secuelas de ciertas heridas reduzcan la eficacia biológica (algunas aves liberadas han sido vistas incapaces de tomar vuelo desde el agua por haber perdido la impermeabilidad del plumaje) y que una parte sustancial de los ejemplares que se devuelven al medio no estén contribuyendo al reclutamiento final. Se han realizado esfuerzos marcando cientos de juveniles para comprobar su retorno en los años venideros, pero las observaciones posteriores son demasiado anecdóticas para poder obtener estimas de reclutamiento fiables. [1][5]

A nivel global, las estimas del porcentaje de juveniles afectados oscilan entre el 0,1% y el 60,5% de la producción anual [1] (Ilustración 11). Como ya se ha comentado, esta tasa está en función de los atributos específicos relacionados con la atracción a las fuentes de luz que presenta cada taxón (aparentemente superior en aquellos de mayor tamaño); de la distribución espacial que siguen las colonias y los elementos luminosos (así como las cualidades de estos últimos -Longitud de onda, orientación, etc.-) y de las particularidades topográficas que ofrece el paisaje, ya que las islas con relieves más abruptos pueden proporcionar corredores de oscuridad desde las colonias hacia el mar

mientras que en aquellas más planas las aves divisan las luces fácilmente desde el nido o a lo largo de esta ruta primeriza. [4][5][11]

Un estudio ejecutado en 2009 [5] estimó la proporción de juveniles de Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) afectados en la isla de Tenerife en torno al 53-60 %. Sin embargo, los mismos autores advirtieron de que ese porcentaje había sido sobreestimado a través una publicación posterior [9] usando métodos más sofisticados que aproximaron la estima al 14%.

La importancia relativa de este factor de amenaza respecto a otros no se ha cuantificado con exactitud, pero dado el alarmante estado de conservación de estos grupos, cualquier fuente de mortalidad antropogénica merece ser cuantificada y comprendida para establecer las pertinentes medidas de mitigación en el grado que sean necesarias. En el mar, las principales amenazas se asocian a la interacción con la industria pesquera (competencia por las presas, pesca accidental) y a la contaminación (vertidos de petróleo, enredos, ingestión de plásticos y desechos). En tierra, además de los eventos de “fallout”, los depredadores introducidos suponen una importante amenaza para estas especies ya que pueden diezmar las colonias de cría depredando sobre huevos, pollos e incluso adultos [3]. Se tiene constancia de que la isla Pianosa (en el Mediterráneo Tirreno) perdió la práctica totalidad de su población de Pardela Cenicienta Mediterránea (*Calonectris diomedea*) como resultado de la llegada de predadores exóticos traídos por el hombre durante milenios de colonización. A 200 m de esta isla se encuentra el islote de La Scola, donde una colonia (80-100 parejas en 2005) sobrevive gracias a la erradicación de la Rata Negra (*Rattus rattus*) en 2001, la cual supuso un aumento en el éxito reproductor desde el 0 hasta el 0,77-0,9 pollos por pareja. Se cree que la población de este pequeño islote está actuando como fuente de ejemplares que se están estableciendo de nuevo en Pianosa, pero aquí se enfrentan a una amenaza que de nuevo cuestiona su supervivencia: la contaminación lumínica. Durante años, la isla fue utilizada como prisión hasta que a principios del presente siglo se establecieron pequeñas poblaciones y, pese a las advertencias respecto al fenómeno de “fallout”, pocas medidas de mitigación han sido adoptadas de forma que en 2004 ya se reportaron diversos casos de accidentes mortales en juveniles. Dadas las características de esta isla y la tendencia actual del turismo, se espera que la población humana pronto crezca considerablemente y con ella la abundancia de los elementos antrópicos que contaminan el cielo nocturno (edificios, luminarias, etc.) y ponen al alza la incidencia de esta problemática, exponiendo a las pequeñas poblaciones emergentes (tanto en Pianosa como en La Scola) a una nueva amenaza justo cuando la anterior parecía empezar a remitir [13].

El impacto de la contaminación lumínica por sí sólo puede acabar con poblaciones de islas completas como ha ocurrido en las islas Maltesas para la misma Pardela Cenicienta Mediterránea (*Calonectris diomedea*). También puede causar anomalías en el comportamiento reproductor de las especies, como es el caso del ave marina más amenazada de toda Europa: la Pardela Balear (*Puffinus mauretanicus*) [8][13].

El número de especies para las que se tienen registros de eventos de “fallout” (56) es cuatro veces superior al que la UICN relaciona con este problema [1][16]. El recuento absoluto de ejemplares accidentados registrados por año alcanza los mayores índices en los archipiélagos de Hawaii (*Puffinus newelli*), Canarias (*Calonectris borealis*), Azores (*Calonectris borealis*), Philip (*Ardenna tenuirostris*) y Reunión (*Pterodroma barau*) (Ilustración 11). [5][11]

Island	Species	Maximum numbers (year)	Affected fledglings (%)	Mortality (%)	Maximum pollution level (nW/sr*cm <sup>2</sup> )	Altitude (m above sea level)
Tenerife, Canary Islands	<i>Calonectris diomedea</i>	1765 (2010)	45.4–60.5	4.8	103.6	3718
	<i>Bulweria bulwerii</i>	43 (1995)	6.4–8.6	11.8	103.6	
	<i>Puffinus baroli</i>	44 (1995)	20.9–46.9	4.9	103.6	
La Reunión Island	<i>Pterodroma barau</i>	~830* (2001)	20–40	10	68.7	3071
	<i>Puffinus balloni</i>	283 (1999)	10–17	8	68.7	
Sao Miguel, Azores	<i>Calonectris diomedea</i>	526 (2009)	16.7	14	52.1	1103
Faial, Azores	<i>Calonectris diomedea</i>	1236 (2008)	19.7	4	28.8	1043
Kauai, Hawaii	<i>Puffinus newelli</i>	2220 (1987)	15 <sup>b</sup>	9	16.5	1598
Pico, Azores	<i>Calonectris diomedea</i>	1547 (2008)	15.2	8	15.0	2351
Phillip Island, Australia	<i>Ardenna tenuirostris</i>	1233 (2013)	0.39–0.70	40	5.3	112

**Ilustración 11:** Tabla que recoge la comparación de las cifras registradas por las distintas campañas de rescate organizadas para diferentes especies de aves marinas alrededor del mundo a fecha de 2014. [11]

### 2.1.2) Métodos empleados en otros estudios

Durante años, el hallazgo de juveniles accidentados ha funcionado como la mejor evidencia de la presencia y reproducción de muchas especies amenazadas de petreles. Hoy en día (y a pesar de las fuentes de error descritas anteriormente), los datos recopilados por los centros organizadores de los programas de rescate representan una buena oportunidad para impulsar nuestro conocimiento sobre el estado de conservación de estos grupos, y funcionan como el mejor “dataset” para evaluar tendencias poblacionales, impactos de actividades y efectividad de medidas de mitigación. [1]

Las variaciones y tendencias descritas en el número de juveniles reportados reflejan cambios en el tamaño medio de las poblaciones o en su éxito reproductivo. De esta forma, el descenso en el número de parejas y la extirpación de colonias de la Pardela de Newell (*Puffinus newelli*) en Kauai (Hawaii) ha ido acompañado de una caída en la tendencia de rescates para ciertas áreas; mientras que el declive de las poblaciones de la Pardela Macaronésica (*Puffinus baroli*) en Tenerife puede constatarse ante la reducción progresiva del número de estos organismos que son rescatados anualmente en la isla. Sin embargo, un aumento en las cifras de rescates requiere una interpretación más cuidadosa ya que puede ser la consecuencia de un incremento bien en los niveles de contaminación lumínica (a consecuencia del crecimiento urbanístico o las infraestructuras) o bien de la participación pública/profesional en las campañas de rescate (como es el caso de la Pardela Cenicienta -*Calonectris borealis*- en Tenerife). [1][19]

A partir de esos datos se han empleado diversas metodologías para analizar, modelar y definir el impacto de la contaminación lumínica sobre estas aves, implementado

tecnologías informáticas que van desde programas estadísticos hasta sistemas de información geográfica (SIG) y radionavegación.

Para determinar la proporción de juveniles afectados respecto al total (PL), los investigadores de [4] desarrollaron un método estandarizado en el que este porcentaje se puede calcular en base al total de organismos rescatados (FL), el tamaño poblacional (N), el éxito reproductor (FS) y la proporción de adultos reproductores (BP) mediante la fórmula  $PL(\%) = FL/(N \times FS \times BP)$ .

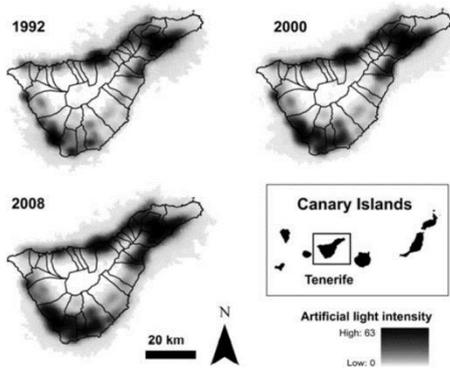
Con objeto de testar las diferencias entre los niveles de atracción para los distintos tipos de luces, los investigadores de [15] instalaron dispositivos luminosos con los distintos tratamientos y replicaron las observaciones de manera estandarizada durante 3 años en las noches que coincidían con el periodo de salida de los nidos para realizar las comprobaciones.

Los tratamientos estadísticos empleados en este ámbito son muy variados y de distinta naturaleza, estando principalmente enfocados a la comprobación de diferencias significativas, la búsqueda de correlaciones, la creación de modelos predictores y la reducción de variables. En [12], los investigadores usaron el método de Análisis de Componentes Principales (PCA) para determinar las variables morfométricas más influyentes en la probabilidad de sufrir accidentes para la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife, ejecutando el Test de Esfericidad de Bartlett y la medida de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para determinar la adecuación de la matriz de correlación. Además, llevaron a cabo pruebas Chi-cuadrado y Test de Índice de Probabilidad para determinar el sexo de los juveniles rescatados sin emplear técnicas genéticas. Por otra parte, desarrollaron Modelos de Regresión Logística para analizar la probabilidad de rescatar aves de un sexo en particular de acuerdo con su estado y edad y del año en cuestión, así como para determinar la probabilidad de recuperar un animal liberado exitosamente en función de su sexo, condición corporal, edad e índice de plumón y del año en cuestión. Todo ello usando el programa informático SPSS Statistics v. 19.0 (IBM Company, Chicago, IL, USA). En [5], los autores trataron de estimar el efecto de la fase lunar sobre el número de juveniles rescatados ejecutando una Correlación de Rango de Spearman entre ese dato y el valor numérico asignado a cada estado de la Luna (0: Luna Nueva – 14: Luna Llena). También transformaron este estado en una variable binaria (1: Luna Llena – 0: Resto de etapas) para poder comprobar diferencias en el número medio de rescates entre esos periodos usando la prueba U de Mann-Whitney. En cambio, el método usado en [11] para estimar este efecto de la fase lunar se basó en la descripción del astro como un disco en el que la fracción iluminada varía cada noche, permitiendo así concebir el estado de la Luna como una variable cuantitativa. Los desarrolladores de este artículo usaron Modelos Lineales Generalizados (GLM) creados a partir de paquetes estadísticos en R (v. 3.0.3) para explicar el número de ejemplares rescatados (y la proporción de ellos muertos) en base a las siguientes variables independientes: fase lunar, edad de las aves, dirección y velocidad del viento, esfuerzo invertido en la campaña y presión turística.

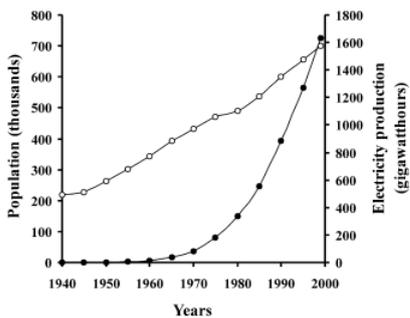
El modelaje cartográfico de la contaminación lumínica es abordado desde dos perspectivas diferentes: la aproximación directa y la indirecta.

En la aproximación directa se obtiene una capa de intensidad lumínica artificial nocturna promedio estable a partir de imágenes satelitales nocturnas usando una fuente de recursos institucional como el Centro Nacional de Datos Geofísicos (NOAA) [20]. De esta capa se excluye la luz originada por el Sol, la Luna, la Aurora y las fuentes efímeras como los incendios, y a partir de ella, los píxeles que representan los niveles de intensidad lumínica son convertidos en puntos con información geoespacial incluidos dentro del área de estudio y se obtiene un “mapa de calor” que representa las diferencias en los niveles de contaminación lumínica entre zonas. Combinando esta capa con un modelo digital de elevaciones de la isla en cuestión y herramientas SIG pueden crearse modelos variados que permitan identificar las fuentes de luz (y su intensidad) que son visibles desde cada coordenada para determinar el grado de contaminación al que se ven expuestas las aves según la localización de su colonia y su trayectoria hacia el mar. Dichas imágenes satelitales están disponibles en la web de dicho centro para la totalidad del planeta desde el año 1992. [9][10][14]

Por su parte, la aproximación indirecta se basa en el empleo de otras variables conocidas que presenten un cierto grado de correlación con la contaminación lumínica para estimar las variaciones de ésta en un contexto espacial y aproximar ese mismo mapa de calor a partir de otras medidas cuyos valores pueden ser determinados o representados más fácilmente [21]. Dichas variables son de naturaleza heterogénea y pueden hacer referencia a factores como la densidad de población humana, el consumo eléctrico bruto o la proporción de superficie urbanizada, e incluso a otros de asociación más indirecta como la ocupación hotelera, el número de visitantes en una reserva o la presencia de un período vacacional. Este método ha sido utilizado en menor medida, pero su validez y potencialidad son indiscutibles y han sido probadas por investigaciones como [19], donde se determinó un ascenso proporcional ( $r = 0.98$ ,  $p < 0.001$ ,  $n = 20$ ) en la población canaria (623823 hab. en 1991 vs 906854 hab. en 2010) y su consumo de electricidad (1431 Gigawatt/hora en 1991 vs 3357 Gigawatt/hora en 2010) y un consecuente aumento de la intensidad de contaminación lumínica del 22,6% entre los años 1992-2000 y del 13,1% entre los años 2000-2008 (Ilustración 12). Por otro lado, en la isla de Reunión los autores de [4] usaron información precisa acerca de la población humana en la isla y la producción de electricidad durante 60 años (Ilustración 13) para afirmar que ambos parámetros -estrechamente relacionados con la densidad de luces artificiales en la isla- sufrieron un aumento, si bien entre 1994-2000 este crecimiento fue lineal para el primero y exponencial para el segundo. Así pudieron sentenciar que la mortalidad de petreles a causa de la contaminación lumínica comenzó a aumentar sustancialmente a comienzos de la década de los 90' en paralelo al consumo eléctrico (y no a la población humana) hasta alcanzar los niveles actuales.



**Ilustración 12:** Mapas que revelan la evolución de los niveles de contaminación lumínica mostrados por la isla de Tenerife entre los años 1992-2008. La información representada se obtuvo a partir de imágenes satélite. [19]



**Ilustración 13:** Gráfica en la que se aprecia el crecimiento de la población humana (puntos blancos) y de su consumo eléctrico (puntos negros) para la isla de Reunión entre los años 1940 y 2000. [4]

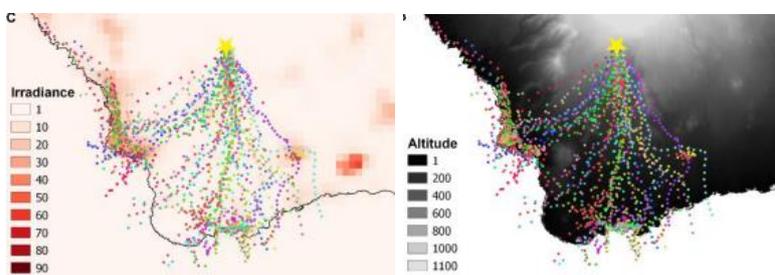
Por último, los avances tecnológicos en Sistemas de Posicionamiento Global han permitido llevar a cabo aproximaciones al rastreo de estos primeros vuelos de los jóvenes petreles mediante dispositivos con un coste que ronda los 37 €/unidad y que han evolucionado desde el almacenamiento interno de datos (que obligaba a recuperarlos para obtener la información) hasta la descarga remota de su posición programada cada 30 segundos tras la caída del sol. Sin embargo, el uso de esta metodología representa un gran desafío para los investigadores por distintas razones: [9][14]

- 1.- Existen importantes dificultades en el trabajo de campo, ya que para instalar estos dispositivos en el cuerpo las aves (en el dorso y con un peso inferior al 4% de la masa del animal) es necesario acceder de noche a las remotas colonias de cría y capturarlas dentro de sus profundas madrigueras, manipulándolas lo menos posible para evitar estrés
- 2.- La incertidumbre sobre el momento exacto de la salida del nido, unida a la vida limitada de la batería y al mayor gasto energético del dispositivo al tratar de conectar con el satélite estando bajo tierra, hacen que muchos de los que se instalan terminen por no realizar registros del vuelo.
- 3.- El coste de los dispositivos y su instalación, así como la pérdida de algunos de ellos y el probable mal funcionamiento hacen que los tamaños muestrales sean reducidos y no siempre representativos del total de la población.

Gracias al uso de esta tecnología se han podido desarrollar investigaciones como [9], donde el diseño experimental se dividió en 2 aproximaciones: en la primera marcando

con GPS a los ejemplares en sus colonias nativas para observar y describir la problemática en sí misma; y en la segunda empleando individuos rescatados que eran marcados con GPS antes de ser liberados de nuevo en una colonia natural con objeto de identificar las áreas críticamente iluminadas donde las aves vuelan en círculos alrededor de las fuentes de luz (Ilustración 9).

Otro ejemplo de la utilidad del seguimiento de estos vuelos se encuentra en la publicación [14]. Aquí, los autores marcaron con GPS ejemplares rescatados y los liberaron en un área de cría ubicada en el entorno del sur de la isla (donde tiene lugar más del 50% de los accidentes) para registrar multitud de parámetros sobre las características del vuelo y relacionarlos con variables ambientales y medidas morfométricas de las mismas aves (Ilustración 14).



**Ilustración 14:** Mapas que reflejan la trayectoria seguida por Pardelas Cenicienta rescatadas tras su liberación en el Sur de Tenerife durante las temporadas 2017-9. [14]

## **2.2) FUNDAMENTOS BASE**

### **2.2.1) Taxonomía e Identificación de la especie**

La Pardela Cenicienta Atlántica (*Calonectris Borealis*, Cory 1881) es un ave marina pelágica de tamaño medio-grande, con alas largas y delgadas, una envergadura de entre 112 y 126 cm y un peso de entre 600 y 800 g que la convierten en la mayor Pardela Europea y en uno de los mayores habitantes aéreos del litoral español.

Se incluye en la familia de los Proceláridos (dentro del orden Procelariformes) y originalmente fue descrita por Charles B. Cory como "*Puffinus borealis*", si bien con posterioridad fue catalogada como una subespecie de la Pardela Cenicienta Mediterránea (*Calonectris diomedea*), recibiendo un nivel de clasificación taxonómico infraespecífico (*C. d. borealis*). Sin embargo, recientemente (principios del siglo XXI) ha sido separada de este taxón y se ha elevado su categoría al rango de nueva especie, para la cual no se han reconocido subtaxones hasta la actualidad.

Posee una cabeza robusta y redondeada, con las narinas muy patentes y un pico amarillento alargado de extremo negruzco ganchudo. Exhibe una coloración dorsal apagada donde predominan los tonos oscuros pardo-grisáceos, que se extienden por todas las zonas superiores hasta la parte inferior del pico y que penetran hacia el borde inferior de las alas. El plumaje ventral y las zonas inferiores lucen un color blanco en su práctica totalidad y el dimorfismo sexual es apreciable por la diferencia de tamaño (el macho llega a ser hasta un 10% más pesado que la hembra), si bien no

existen diferencias entre edades. Los polluelos se revisten de un plumón pardo homogéneo que va tornándose en gris hasta que adquieren el plumaje adulto con los rasgos distintivos. Las patas son de tono rosado (**Ilustración 15**).

Se trata de un ave silenciosa en mar abierto, pero con un complejo sistema de vocalizaciones que emite únicamente en las inmediaciones de la colonia de cría durante la época de reproducción, cuando se vuelve extremadamente ruidosa vociferando lúgubres y lastimeros sonidos nasales de tres sílabas (“aaua, ahuua, aughuaac”) a modo de reclamo que en la hembra se perciben más graves y guturales.

Suele volar a escasa altura de la superficie del agua, en largas secuencias de planeo que combina con otras de vuelo activo donde aletea batiendo las alas de 5 a 6 veces. [22][23][24]



**Ilustración 15:** Ejemplares de Pardela Cenicienta atlántica (*Colonectris borealis*). Adulto en vuelo (izquierda) y juvenil volantón (derecha). [23][32]

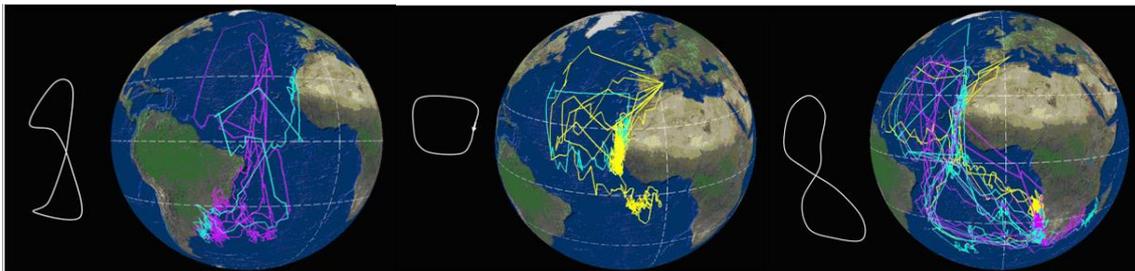
### **2.2.2) Distribución y Movimientos de la especie**

Esta ave marina se encuentra como reproductora en los archipiélagos de Azores, Berlenga, Madeira y Canarias (donde se considera la más abundante de cuantas aquí anidan). Además, existen dos colonias en el Mediterráneo occidental: una en las islas Chafarinas (en el norte de África) y otra pequeña en la isla de Terreros (Almería); y se tienen registros de una expansión reciente (2007/8) en su rango de distribución de cría hacia el norte, con colonias descritas en Galicia (islas Cíes, Sisargas y Coelleira) fundadas por individuos de procedencia atlántica. Las poblaciones de Azores, Berlengas, Salvajes y Canarias presentan diferenciación genética (**Ilustración 16**) [22][23] .



**Ilustración 16:** Mapa ilustrativo del área de distribución que presenta esta especie en todo el planeta. Claramente, su rango geográfico se ajusta a la extensión del Océano Atlántico, aunque llega a penetrar en otras masas de agua como el Mar Mediterráneo o el Océano Índico. [16]

Se trata de una especie eminentemente migradora ya que, al finalizar la época nupcial, el grueso de la población abandona las islas macaronésicas (y el resto de áreas reproductoras) para embarcarse en un viaje transecuatorial que dura unos 10 días y le conduce a las zonas de invernada, donde pasa alrededor de 80 días antes de emprender de nuevo el trayecto en sentido contrario y retornar a las colonias de cría en la migración prenupcial. La migración completa puede abarcar distancias de entre 15.000 y 35.000 Km, y seguir distintas estrategias o rutas en función de los vientos y otras características ambientales como el ciclo lunar. En esencia, las trayectorias que describen estos organismos dibujan un lazo a lo largo y ancho del Atlántico (Ilustración 17), océano que cruzan hasta alcanzar las costas de Sudamérica (Brasil, Uruguay). Una parte de la población permanece en este litoral mientras que otra encuentra su principal cuartel de invernada en la plataforma continental sudafricana, aprovechando los afloramientos de las corrientes de Benguela y Agujas. Se sabe que la fidelidad al área de invernada es muy elevada y que el olfato juega un papel crucial en la orientación durante la navegación. Además, la velocidad con la que estas pardelas inician y terminan la migración está en función del éxito reproductor del año anterior, apresurándose más cuando el resultado fue un fracaso ya que una llegada prematura aumenta las posibilidades de obtener una madriguera más adecuada. Por su parte, la decisión de evitar la migración y permanecer en las inmediaciones de la colonia parece estar relacionada con la condición física y la probabilidad de realizar la inversión de nidificar aumenta cuando el resultado de la anterior campaña no fue exitoso. [22][23][25]



**Ilustración 17:** Modelos migratorios propuestos para esta especie en base a los movimientos de ejemplares rastreados mediante geolocalizadores por niveles de luz. (amarillo= *C. diomedea* de Islas Baleares; azul = *C. borealis* de Islas Canarias; magenta = *C. borealis* de Islas Azores) [22]

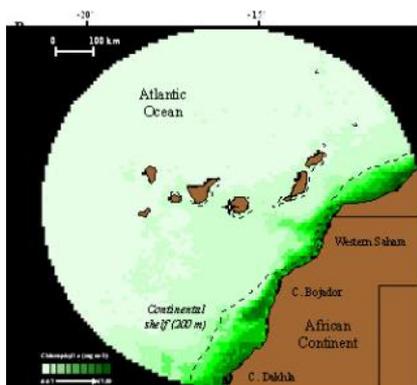
Si bien no se dispone de censos oficiales, se estima que existen alrededor de un total de 251.000 parejas de esta especie en todo el mundo, 200 de ellas en las islas Berlengas, 180.000 en Azores, 20.000 en Madeira, 30.000 en las Salvajes y otras 30.000 en Canarias. En el archipiélago canario la especie está presente en todas las islas, siendo las colonias más importantes las que se localizan en los islotes del Parque Natural del Archipiélago de Chinijo, al noreste del archipiélago. Alegranza alberga el mayor número de ejemplares por unidad de superficie (8.000-10.000 parejas y 10,2 km<sup>2</sup>), seguida en importancia por Montaña Clara y Lobos (1.000 parejas en cada una) [22][24][25]. En Tenerife, la población reproductora ha sido cifrada en unas 8.200 – 16.000 parejas y cría en casi todo el litoral hasta los 900 msnm, siendo más escasa en la vertiente meridional. [14]

### 2.2.3) Biología de la especie

El hábitat de esta pardela es el mar abierto, tanto en ambientes neríticos relativamente someros sobre la plataforma continental como en zonas pelágicas de mayor profundidad. Acude a tierra firme únicamente en la época nupcial. [22]

#### ➤ Ecología Trófica

Dados sus importantes requerimientos tróficos, la existencia de estas pardelas está muy ligada a zonas de elevada productividad biológica (frentes oceánicos, afloramientos de aguas profundas o amplias plataformas continentales), por lo que en mar abierto ocupan aguas cálidas o templadas de la latitud subtropical del Atlántico. Distintos estudios han puesto en evidencia la dependencia de las colonias que crían en Madeira, Salvajes y Canarias por las aguas de la Corriente de Canarias, donde el fenómeno de afloramiento que se produce frente a la costa noroccidental africana genera una gran productividad, traducida en los recursos pesqueros suficientes para abastecer las necesidades tróficas de estas aves (**Ilustración 18**). Estas poblaciones acuden a dicho litoral para alimentarse en la plataforma continental mostrando una segregación espacial que en algunos puntos llega a solaparse. Por su parte, las pardelas de Berlengas (y presumiblemente también Azores) utilizan áreas de pesca más próximas a la colonia, pudiendo desplazarse hasta casi 4.000 km de distancia en el caso de una disminución en la productividad. [22][23][25]



**Ilustración 18:** Mapa que refleja los niveles de productividad de las aguas próximas al archipiélago canario, en términos de producción de clorofila A. [22]

La dieta de estas aves se compone de peces epipelágicos como boquerones y jureles, así como de cefalópodos variados y, en menor proporción, crustáceos. Algunas poblaciones son también capaces de aprovechar descartes pesqueros. Se ha evidenciado una facultad para variar esta composición en función del área de pesca, de la fase vital y de cambios en la disponibilidad y abundancia de las presas siguiendo la variación (inter)anual de las condiciones oceanográficas. Además, ha sido constatada en grado variable una segregación de nicho trófico entre inmaduros o adultos no reproductores y adultos reproductores, siendo los

cefalópodos la presa preferida por el primer grupo mientras que los sexualmente activos muestran predilección por los peces. Asimismo, los adultos en cría tienden a ingerir presas más litorales a la vez que alimentan a sus pollos con una mezcla de pelágicas y litorales.

De las 33 especies de peces encontradas en estómagos de estas pardelas, las más abundantes han sido *Trachurus picturatus*, *Scomber colias*, *Naucrates ductor*, *Sardina*

*pilchardus*, *Engraulis encrasicolus* y peces voladores de la familia *Exocoetidae*. Por su parte, la mayoría de las 37 especies de cefalópodos halladas pertenecen a los géneros *Ommastrephes* (*O. bartramii*) e *Histioteuthis* (*H. arcturi*). El análisis de estos restos estomacales procedentes de ejemplares de Azores durante la temporada de cría reveló que un 90% de ellos contenían peces, un 25% cefalópodos y sólo un 5% crustáceos del orden *Isopoda*. [22][23][25]

Su método de pesca depende en gran medida del olfato, sentido que pueden emplear para identificar zonas ricas en alimento al ser capaces de discriminar el sulfuro de dimetilo producido por el fitoplancton. La captura de las presas es ejecutada con maestría en zambullidas acompañadas de secuencias de buceo en las que se sirven de las alas para impulsarse. Una vez sumergidas, nadan activamente durante corto tiempo (unos 3 - 5 segundos que pueden aumentar hasta los 17 o incluso los 32 en ambientes oceánicos) y a poca profundidad (alrededor de 1,3 - 2,6 m con máximos de 4,9 y hasta 9,8 en zonas oceánicas) hasta dar caza a la presa con el pico, cuya forma ganchosa impide el escape accidental. [22][23][25]

#### ➤ **Biología de la Reproducción**

El hábitat de nidificación de esta especie se corresponde con islas, islotes y acantilados costeros originalmente libres de depredadores terrestres. Los túneles o grietas de altura variable en las que sitúan sus nidos son conocidos como “huras” (Ilustración 19) y a menudo consisten en pequeñas oquedades calizas o volcánicas, derrubios, pequeñas galerías excavadas por ellas mismas o incluso antiguas madrigueras de conejo. A medida que aumenta la presión de los depredadores, las huras van siendo más largas y angostas. Entre finales de Febrero y principios del mes de Marzo, grandes grupos de ejemplares comienzan a visitar las colonias y a tomar tierra cerca de los nidos. En este



momento, las pardelas se vuelven muy gregarias, comienzan la formación de las parejas y mejoran su condición física degradando la masa muscular para depositar reservas lipídicas. Su comportamiento altamente monógamo y filopátrico (se han observado parejas criando juntas hasta 18 años consecutivos en la misma hura y la tasa media de divorcio no supera el 11,4%) hace que las cópulas extraparentales sean muy escasas mientras haya buena disponibilidad de nidos. Durante el ritual de cortejo, los machos emiten el canto de cortejo y compiten por las mejores huras (más profundas y con espacio para una mayor densidad de pollos), si bien se ha propuesto que la elección de la

**Ilustración 19:** Fotografías que ejemplifican los lugares de anidamiento de esta especie. Arriba y al centro pueden observarse las estrechas y alargadas entradas de las huras mientras que abajo se aprecia a un ejemplar adulto sobre su nidada. [14]

pareja y la fidelidad no dependen de atributos físicos o comportamentales sino del conocimiento previo entre individuos. Durante el mes de Marzo, las huras son reconocidas gracias al olfato y van siendo ocupadas al tiempo que se dan las paradas nupciales. Tras ello, se produce un período conocido como “Éxodo Pre-puesta”, donde todos los individuos abandonan la colonia de forma masiva y sólo los machos de forma puntual, visitan la hura de noche para defenderla de sus congéneres. Durante esta fase, las hembras fecundadas acumulan gran cantidad de reservas y llegan a mantenerse alejadas de la colonia hasta 20 días ininterrumpidos hasta que, llegado el momento (finales de Mayo o principios de Junio), regresan para realizar inmediatamente y de forma sincrónica la puesta única consistente en un único huevo sin reposición. Éste presenta un color blanco, pesa alrededor del 12-20% de la masa de la hembra progenitora (unos 100 g de media que pueden ir desde los 69,3 a los 129,4) y tiene unas dimensiones próximas a los 74,72 mm de longitud × 47,29 mm de anchura (unas proporciones desmedidas que explican las necesidades calóricas de la hembra durante el éxodo). Los turnos de incubación duran entre 7 y 12 días, pudiendo alargarse hasta los 20 en casos de disminución en la productividad de las aguas. En esta nueva etapa decae el esfuerzo realizado por los parentales para conseguir alimento, así como la distancia a la que viajan para conseguirlo (permanecen en aguas más cercanas y menos productivas). A mediados de Julio (hasta principios de Agosto) tiene lugar la eclosión y del huevo emerge un pollo nidícola y semialtricial que es cuidado por ambos padres durante los primeros días. A partir de entonces, ambos adultos comienzan a abandonar la nidada de forma periódica para ir en busca de alimento, dejando desatendido al juvenil en tiempo variable según la distancia a la que necesiten desplazarse para localizar a las presas. A medida que su desarrollo avanza, las cebras se distancian en el tiempo hasta el punto en el que el pollo sólo es alimentado de noche, cuando los progenitores regresan a la colonia tras agruparse formando grandes “balsas” a la espera de la caída del Sol. Cuando los recursos de las aguas próximas a la colonia no son suficientes, las pardelas adultas desarrollan una estrategia bimodal en la que alternan viajes cortos de una duración inferior a los 5 días para obtener alimento con el que aprovisionar al juvenil, con otros más largos de unos 9 días para autoabastecerse en aguas más productivas. Estudios en las Islas Salvajes han revelado que un 79% de los pollos son alimentados cada día, mientras que en Canarias los viajes de los adultos pueden ser de mayor duración. Aquí, las pardelas sufren una fuerte segregación espacial del área de pesca en función de la posición longitudinal de la isla donde se establecen: las que se instalan en las islas orientales acuden a las cercanas costas de Marruecos mientras que aquellas asentadas en las islas occidentales viajan hasta el litoral de Mauritania para evitar la competencia y asegurarse la disponibilidad de recursos. En total, las jóvenes pardelas pueden pasar hasta 90-100 días en la hura y ganan unos 25 g de peso al día, de forma muy sincronizada entre nidos cercanos (< 3m). Hacia finales de Octubre los parentales dejan de atender a sus crías, y es durante las noches de la última semana de este mes y la primera de Noviembre cuando los volantones se aventuran a seguir su instinto y despegar para alimentarse por sí solos, registrándose la mayor tasa de mortalidad de todo el ciclo de vida. El tiempo transcurrido entre la última ceba y la salida del nido, así

como el peso con el que lo hacen, es determinante en la supervivencia del juvenil ya que deben afrontar de manera apresurada su primer viaje migratorio.

Al igual que ocurre en otras especies de Procellariiformes, los adultos de ambos sexos pueden “saltarse” el evento reproductor algunos años. Este “parón” dura en promedio 1,7 años a nivel individual (aunque puede prolongarse hasta los 7) y por regla general, si es largo, implica el cambio de pareja y de hora. Se ha sugerido que la decisión de adquirir esta estrategia viene dada por el estado inmunológico y la capacidad para almacenar grasas; y que el contingente de adultos que la adopta anualmente puede llegar a ser significativo (entre el 10 y el 35% de la población archipelágica).

El éxito reproductivo de esta especie es alto, en torno al 75% de las parejas consiguen sacar adelante un volandero en Salvajes. Sin embargo, existen variaciones anuales relacionadas con la productividad marina asociada al clima y con la presión ejercida por los depredadores introducidos. La maduración sexual ocurre entrono a los 8,9 años de edad (4 - 13), y las tasas anuales de supervivencia en adultos son muy altas (entre el 84,1% y el 98%). La esperanza de vida ha sido estimada en 22 años (con ejemplares de hasta 30 años registrados). [22][23][25]

#### ➤ Detalles de la etología

La experiencia acumulada crea diferencias de comportamiento entre las clases de edad. Así, las pardelas más longevas y con más años de éxito reproductor tienen hábitos menos pelágicos a lo largo del año, presentan rutas migratorias menos extensas y utilizan un menor número de áreas de invernada. También se ha comprobado que la actividad en mar de los individuos viejos (> 26 años) es menor que la de adultos jóvenes (13 – 20 años), y que los primeros dedican menos tiempo a la pesca y más al descanso sobre el agua.

A pesar del marcado carácter filopátrico de la especie y la presencia de cierto grado de estructura poblacional, se ha descrito un pequeño flujo genético entre poblaciones ya que el comportamiento migratorio y las congregaciones nupciales estimulan la dispersión de un cierto número de contingentes de las colonias que siguen a otros organismos.

Las Islas Salvajes representan el único archipiélago en el que las pardelas adultas realizan las visitas a sus huras antes de la caída del Sol, siendo posible verlas regresando al final de la tarde. Se cree que esto está directamente relacionado con la erradicación de mamíferos depredadores terrestres que han sido introducidos en la mayoría de los archipiélagos. [22][23][25]

#### **2.2.4) Régimen de Protección y Amenazas.**

Pese a ser considerada como “abundante”, esta especie es menos común que en el pasado y en las islas más pobladas (Tenerife, Gran Canaria) se ha constatado la

desaparición de las colonias más accesibles y vulnerables. En cuanto a la evolución poblacional, se ha estimado que sigue una tendencia regresiva pese a las medidas de protección tomadas en las últimas dos décadas, si bien este declive no ha sido constatado mediante censos oficiales. [22][25]

Desde el 2014 (y revisado en 2018), la IUCN [16] incluye a este taxón en la categoría de “Preocupación Menor” (Least Concern, LC) alegando que sobrepasa los límites establecidos para ser catalogada como “Vulnerable” en lo que se refiere a Rango de distribución (<20.000 km<sup>2</sup>); Tendencia poblacional (declive >30% en 10 años o 3 generaciones) y Número de efectivos (<10.000 ejemplares maduros con un declive >10% en 10 años o 3 generaciones, o con una estructura poblacional determinada). Sin embargo, la falta de datos demográficos precisos pone en evidencia una posible clasificación errónea, que debe ser tomada como una orientación poco conservadora.

El Libro Rojo de las Aves de España [25] (redactado en 2004 cuando el taxón aún era considerado como subespecie de la Pardela Cenicienta Mediterránea) concede a *Calonectris diomedea borealis* el rango de Especie Amenazada en grado “Vulnerable” a tenor de los criterios A3d+4d (disminución poblacional rápida y mantenimiento de sus amenazas actuales en el futuro cercano), lo que implicaría que “enfrenta a un riesgo alto de extinción en estado silvestre”. Dicho estatus de conservación ha sido mantenido para *Calonectris borealis* en la reedición de dicho catálogo efectuada en 2021.

En el territorio español, este taxón se encuentra recogido en el “Listado de Especies Silvestres en Régimen de protección Especial” [26], entre “aquellas especies, subespecies y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular en función de su valor científico, ecológico, cultural, por su singularidad, rareza, o grado de amenaza, así como aquellas que figuren como protegidas en los anexos de las Directivas y los convenios internacionales ratificados por España”

A nivel autonómico, esta pardela se incluye en el Catálogo Canario de Especies Protegidas [27] bajo la identidad taxonómica *Calonectris diomedea* y dentro del Anexo VI, reservado a “Especies incluidas en la categoría de Interés Especial en el Catálogo Estatal afectadas por el apartado 4 de la disposición transitoria única (aquellas que figuraban en las antiguas categorías “de interés especial” o “sensible a la alteración de su hábitat”)”. [24]

A nivel europeo figura en la categoría SPEC2 (“Especies cuyas poblaciones se concentran mayoritariamente en Europa, donde además tienen un estado de conservación desfavorable, ya sea por cumplir los criterios de amenaza de la UICN aplicados a Europa o a través de criterios especiales”) y según la Directiva Aves se encuentra en el Anexo I (“Especies objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y reproducción dentro de su área de distribución”). [22][24]

Los factores de amenaza a los que la especie se enfrenta son variados y la incidencia relativa de los mismos ha ido variando desde finales del siglo XX: [16][22][25][28]

- Muerte accidental en artes de pesca: Este factor, especialmente ligado a la intensificación de la actividad pesquera a través de la técnica del palangre, parece haber sido la principal causa de mortalidad no natural en las pasadas décadas, tanto en áreas de cría como de invernada (si bien en un grado mucho menor en estas últimas). Sin embargo, al menos en aguas de la Corriente de Canarias, los modelos parecen indicar una reducción sustancial en el número de ejemplares muertos por capturas accidentales respecto al pasado cercano gracias a las medidas adoptadas (en 2014 fue reconocida junto a la forma mediterránea como el ave más capturada por la flota palangrera española). La importancia de esta fuente de mortalidad radica en que afecta gravemente a ejemplares reproductores, lo que puede conducir a fuertes declives a corto plazo dada su estrategia ecológica de tipo “K”.
  
- Sobrepesca: Aunque este efecto no ha sido demostrado sobre la Pardela Cenicienta (sí para otros taxa en diferentes escenarios incluyendo algunos dentro de su área de distribución), la intensificación pesquera en zonas de cría o de invernada puede desembocar en una disminución importante de la disponibilidad de alimento para las aves marinas. De esta forma, la competencia directa por los recursos pesqueros puede afectar negativamente a la dinámica poblacional de las comunidades de estos organismos.
  
- Especies introducidas: La presencia de mamíferos depredadores exóticos antropófilos en las zonas de cría, principalmente Gatos (*Felis catus*) asilvestrados y Ratas y Ratones (*Rattus rattus*, *Mus musculus*), puede conducir a una disminución notable de núcleos reproductores e incluso a su desaparición completa. Por otro lado, la introducción de mamíferos herbívoros abundantes como el Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) aumenta la competencia con las aves marinas por los túneles y galerías empleados como huras, lo que puede reducir el éxito reproductor de ciertas colonias. En la isla de Gran Canaria se reportó en 2009 una tasa de fracaso reproductivo del 53% por la depredación directa de juveniles por roedores, mientras que las erradicaciones de ratas y conejos efectuadas en las Islas Salvajes, Chafarinas o en islotes del archipiélago de Chinijo (donde también se eliminaron los gatos) han acrecentado el número de pollos criados con éxito entre un 20% y un 40%, generando resultados muy positivos a pesar de su alto coste. El impacto de los gatos cimarrones sobre el éxito reproductor no ha sido cuantificado, pero existen abundantes evidencias de la depredación sobre adultos y juveniles: 5 pollos de un total de 6 estudiados mediante técnicas de fototrampeo en la isla de Corvo (Azores) durante 2014 fueron consumidos por estos felinos, mientras que 23 adultos de la incipiente población de las islas Sisargas murieron en sus fauces durante el año 2010. En islas grandes y densamente pobladas, la apertura de nuevos viales y el asfaltado de pistas y caminos ligados a la urbanización de espacios costeros facilita el acceso de estas especies invasoras a las colonias de cría. La depredación ejercida por Lagartos nativos (género *Teira* en Madeira o *Gallotia*

en Canarias) y Gaviotas Patiamarillas (*Larus michaellis*) sobre pollos o huevos parece ser un fenómeno de incidencia local y se antoja altamente improbable que tenga un impacto en la especie a nivel poblacional.

- Deslumbramientos: Se trata de la problemática desarrollada en este trabajo. Como se ha visto anteriormente, es un efecto colateral de la urbanización del litoral y afecta principalmente a los juveniles de colonias interiores. Si bien se cree que en la mayoría de los casos (95%) los ejemplares accidentados a causa de la contaminación lumínica son recuperados y devueltos al medio, hay evidencias para sospechar que no se tiene una plena consciencia de la amenaza que supone este factor mientras su incidencia continúa al alza.
- Cambio Climático: Recientemente ha sido reportado un aumento en las tasas de mortalidad durante la estación reproductora y en aguas de las zonas de invernada relacionado con la subida generalizada de la temperatura media del mar. Las relaciones de causalidad no están claras, pero los efectos de estas variaciones climáticas (traducidas en el calentamiento progresivo de los océanos) pueden llegar a tener una severidad mayor incluso que la pesca industrial y los palangres al provocar cambios en la abundancia y distribución de sus presas. Se sabe también que los periodos positivos del SOI o Índice de Oscilación Meridional (fenómeno de la Niña) afectan negativamente a la supervivencia de esta pardela durante el invierno.
- Contaminación y Vertidos: Dada su condición de meso/superdepredadores, ubicados en la cima de las redes tróficas marinas, estas pardelas son altamente susceptibles al fenómeno de bioacumulación de contaminantes presentes en el medio marino, aunque hasta la fecha los efectos negativos de dichas sustancias en los ejemplares no han sido demostrados. El análisis estomacal de individuos procedentes de la zona de invernada de la Corriente de Brasil reveló la presencia de materiales sintéticos (en su mayoría plásticos) en un 87% de las muestras, mientras que el 83% de cadáveres de juveniles deslumbrados en Canarias contuvo en el estómago un promedio de 8 fragmentos de plástico, transferido por los padres durante la ceba. Los niveles de Mercurio y Cadmio en sangre descritos entre las aves de las colonias de Azores fueron más elevados respecto a aquellos encontrados en otras aves marinas, y otros contaminantes como el DDE, los PCBs o los compuestos organoclorados parecen bioacumularse con mayor intensidad en la especie mediterránea (*C. diomedea*).
- Furtivismo: La caza de estas aves (especialmente de los pollos) para el consumo humano y la obtención de plumas y aceite ha ocurrido tradicionalmente en Canarias, remontándose incluso a tiempos aborígenes. Hoy en día, el amparo legal que supone su protección jurídica ha erradicado prácticamente esta práctica, reduciendo su incidencia a episodios ocasionales como el ocurrido en Alegranza en el año 2019, donde un grupo de personas locales fueron

ejemplarmente sancionadas tras dar caza a varios juveniles para cocinarlos y consumirlos en la playa [29]. En tiempos pretéritos, esta actividad habría supuesto la pérdida de una parte sustancial del reclutamiento anual de la especie en algunas localidades, con cifras de hasta 7.500 capturas registradas en Alegranza durante el año 1926. Además, los datos históricos recopilados atestiguan que también se empleaban armas de fuego para abatir adultos y volanderos de los que sólo una mínima parte eran recuperados.

- Desarrollo Energético y Eólico: Puesto que la especie aprovecha zonas de plataforma continental como área de alimentación, es previsible que el incipiente desarrollo de parques eólicos en el medio marino tenga un impacto negativo sobre sus poblaciones si no se minimizan los riesgos llevando a cabo una planificación adecuada que identifique las áreas más seguras a la hora de instalar las nuevas infraestructuras.

#### ➤ **Medidas de Conservación**

Existen múltiples medidas y acciones diseñadas para impulsar la conservación directa o indirecta de esta especie, algunas ya finalizadas y con resultados muy favorables, otras puestas en marcha o en fase de desarrollo y otras que por el momento sólo han sido planteadas: [16][23][25]

- Protección de su hábitat: En el año 2014, el Gobierno de España declaró a escala nacional el conjunto de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs) en el medio marino. La designación de estos espacios en las inmediaciones de las colonias de cría y en áreas de alimentación (junto a multitud de otros Espacios Naturales Protegidos en tierra) ha redundado en un gran avance para la conservación de la especie, si bien aún es necesario diseñar e implementar en ellos planes de gestión con acciones que ayuden a frenar el declive de las poblaciones. Ninguna de las comunidades autónomas españolas que abarcan su área de distribución ha confeccionado planes de manejo o programas de actuación específicos para este taxón.
- Prevención de la captura incidental: Es necesario promover el uso apropiado de medidas correctoras en pesquerías de palangre para evitar la muerte de ejemplares capturados accidentalmente por esta industria. Para ello, la organización SEO/BirdLife ha elaborado protocolos y fichas informativas sobre técnicas como el Calado Nocturno (concentración de la actividad pesquera entre el anochecer y el amanecer náutico), el Pesado de Líneas (sumergir los cebos a una profundidad superior a los 10 m), las Líneas Espantapájaros o el Cebo Tintado.

- Investigación científica: Pese a tratarse de una de las especies más estudiadas en el marco del proyecto LIFE Indemares para la declaración de las ZEPAs marinas españolas, se deben promover nuevos trabajos de investigación que arrojen luz sobre el impacto real que suponen para esta especie amenazas como las pesquerías o la contaminación lumínica. Además, es de extrema necesidad la implantación de un programa de censos coordinados y seguimiento de las colonias reproductoras para conocer con exactitud las tendencias poblacionales.
  
- Concienciación de la sociedad: En el año 2013, la Pardela Cenicienta fue declarada como “Ave del Año” por la organización SEO/BirdLife con objeto de llamar la atención de la sociedad en lo referente su conservación y la de otras muchas aves marinas en condiciones similares. Con el mismo objetivo, podría resultar altamente beneficioso el despliegue de señalización informativa que advierta de su presencia en las colonias de cría más vulnerables, así como la vigilancia de los espacios naturales que ocupa y la regulación de deportes acuáticos (especialmente de noche) en las inmediaciones de dichas áreas.
  
- Erradicación de fauna exótica invasora: El elevado coste de esta medida, unido a la dificultad que entraña su éxito, es ampliamente compensado por su alta eficacia en términos de aumento en el número de parejas y en la productividad de las áreas de cría. Si bien la erradicación total se asume como objetivo inalcanzable (especialmente en islas grandes y muy pobladas), el control y trampeo de depredadores introducidos en roques, barrancos e islotes debe ser una prioridad para la conservación de esta especie. Sin embargo, su planificación debe ser tomada con cautela ya que existen evidencias de una reducción en la presión de depredación que ejercen los gatos sobre pollos de pardela ante la presencia de ratas (las cuales constituyen una fuente alternativa de alimento), lo que sugiere que la existencia simultánea de ambos mamíferos podría atenuar sus efectos adversos. La eliminación de depredadores introducidos en las proximidades de las colonias y la restauración de las condiciones ecológicas originales no sólo en los núcleos actuales, sino también de aquellos en los que la especie anidaba de forma histórica, constituyen ejes transversales en el manejo activo del territorio clave para su reproducción.
  
- Campañas de rescate para los juveniles deslumbrados: A raíz de los primeros estudios sobre el impacto de la contaminación lumínica en estas aves (allá por el año 1987), la Viceconsejería de Medio ambiente del Gobierno de Canarias se hizo cargo de la recogida de pollos de pardela deslumbrados y accidentados. Esta acción se ha perpetuado hasta hoy en día y ha calado en la sociedad, habiendo sido trasladada su competencia a los Cabildos insulares, que la gestionan con ayuda de grupos voluntarios como la “Asociación de Amigos de las Pardelas” o la “Asociación Tinerfeña de la Naturaleza” (ATINA). Sin embargo,

se antoja estrictamente necesaria una regularización normativa de la iluminación artificial en las proximidades de las áreas de cría y en las zonas costeras adyacentes, puesto que la cobertura de focos y la sustitución de lámparas de mercurio y halógenos por otras de vapor de sodio impuestas por la “Ley del Cielo” [Ley del Cielo 31/1988, Real Decreto 243/1992] para proteger la actividad de investigación del Instituto astrofísico de Canarias no han mejorado la situación de las áreas afectadas [19].

### **2.2.5) Área de estudio**

Las Islas Canarias constituyen un archipiélago volcánico localizado en el Atlántico Norte a una distancia entre 100 y 450 km de la costa noroccidental africana (27°37'–29°25'N / 13°20'–18°19'W) que comprende 7 islas mayores y algunos islotes y roques de menor tamaño. De ellas, Tenerife es la de mayor tamaño (2034 km<sup>2</sup>), una de las más montañosas y la que presenta mayor elevación (3718 m.s.n.m.). Geográficamente disfruta de una posición central y su litoral (342 km) es predominantemente rocoso, con costas pedregosas y acantilados de hasta 300 m de altura. Sus condiciones climáticas y oceanográficas están fuertemente influenciadas por los vientos alisios del noreste y el afloramiento marino que tiene lugar en el noroeste de África. Pertenece al reino biogeográfico Paleártico, dentro de la región de la Macaronesia (comprendida por los archipiélagos de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde); se localiza en la zona latitudinal subtropical (termotipo cálido) y presenta un macrobioclima mediterráneo, presentando bioclimas que van desde el desértico hasta el xérico y el pluviestacional.

La población local residente en la isla ronda los 100.000 habitantes, la mayoría concentrada en urbanizaciones a lo largo de la costa entre los 0 y 800 m.s.n.m. Además, la economía de la isla es fuertemente dependiente del turismo, por lo que recibe la visita de varios millones (unos 4,5) de turistas cada año, que se alojan principalmente (80%) en complejos hoteleros alrededor de la costa sur (la oferta total de camas excede las 88.000 plazas).

La presencia de infraestructuras y suelo urbanizado ha incrementado considerablemente durante los últimos 40 años, ocupando actualmente más del 5,7% de la superficie total disponible. [5][9][14]

Este archipiélago es el hogar de 7 especies de petreles que acuden de forma regular para criar en su litoral, 6 de ellas presentes en Tenerife: el Petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*); la Pardela Cenicienta Atlántica (*Calonectris borealis*); la Pardela Pichoneta (*Puffinus puffinus*); la Pardela Chica o Macaronésica (*Puffinus baroli*); el Paíño de Madeira (*Oceanodroma castro*) y el Paíño Europeo (*Hydrobates pelagicus*); además de otras especies no nidificantes que frecuentan las aguas canarias como el Paíño de Leach (*Oceanodroma leucorhoa*) o la Pardela Capirota (*Ardenna gravis*). [5][23][24]

Administrativamente, Tenerife se encuentra dividida en 31 municipios cuyos territorios presentan, en la mayoría de los casos, una forma alargada ancha hacia el litoral y apuntada hacia el interior, a modo de porciones de tarta que se extienden de costa a cumbre. Estas unidades administrativas pueden ser fácilmente clasificadas según la vertiente a la que pertenecen, siendo las de barlovento más húmedas y escarpadas y las de sotavento más áridas y de pendiente más suave, surcadas por profundos y sinuosos barrancos. La línea que divide ambos conjuntos se superpone a las dorsales que conectan los escudos de Teno y Anaga con el edificio volcánico central (**Ilustración 20**).



**Ilustración 20:** Mapa en el que se representa la división de Tenerife en dos grandes sectores según la vertiente (línea azul) y en sus 31 subunidades municipales administrativas (líneas negras). Se incluye también la ubicación geográfica de los dos centros encargados de gestionar la campaña de rescate de la Pardela Cenicienta. [elaboración propia]

### **2.2.6) Campaña de Rescate en la isla de Tenerife**

Este programa ha estado operativo en la isla desde el año 1990, cuando por primera vez fue implementado bajo una coordinación profesional. Tanto el esfuerzo invertido en el rescate como el alcance de la campaña a nivel social han ido incrementando a lo largo de los años, pasando de ser una simple “patrulla de rescate” a un equipo dirigido y multidisciplinar ayudado por una sociedad consciente del problema y comprometida con su mitigación. En la actualidad, la campaña de rescate es financiada por el Cabildo de Tenerife y desarrollada principalmente por el Centro de Recuperación de la Fauna Silvestre “La Tahonilla”, un organismo de carácter público enmarcado dentro del Plan de Biodiversidad del área de Medio Ambiente cuyos objetivos son la rehabilitación de animales salvajes autóctonos que lo requieran; el fomento de la educación ambiental y la conservación de las especies a múltiples niveles. Cada año, durante el final de la estación reproductora de la Pardela Cenicienta, la plantilla del centro se coordina con socios colaboradores, entidades voluntarias (“ATINA”) y empresas públicas (GESPLAN) y se establecen 2 puntos principales para el depósito de los ejemplares que son recogidos por el personal una vez los ciudadanos alertan de las incidencias: el primero en el propio centro de La Tahonilla (al norte, cerca de la capital insular) y el segundo en las instalaciones de Protección Civil de Arona (“ADAE”, localizado en el principal núcleo urbano y turístico del sur) (**Ilustración 20**). Aquí se les proporciona atención veterinaria y, diariamente, aquellos que no presentan lesiones son transportados a uno de los distintos puntos de suelta para darles una nueva oportunidad lejos de la amenaza de la

contaminación lumínica. Estas liberaciones tienen lugar a distintas horas del día y en ciertos casos cuentan con la asistencia de grupos escolares o políticos o son objeto de reportajes divulgativos. Desde 1999, el centro dispone de una base de datos que almacena información del número de ejemplares que son recogidos cada año en los distintos municipios, así como del destino final de los mismos y de fichas individuales para los casos más destacados. Además, el centro colabora con investigadores y biólogos expertos en aves marinas para fomentar el estudio científico en pos de su conservación. [19][Obs. Pers.]

### **2.3) OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE PARTIDA**

El objetivo estratégico del trabajo consiste en modelar el grado de amenaza que suponen los niveles de contaminación lumínica mostrados por las unidades territoriales de la isla para los juveniles de Pardela Cenicienta en su primer vuelo, contrastando dicha información con los registros numéricos anuales de la campaña de rescate.

Con este propósito, los objetivos operativos establecidos son los siguientes:

1. Ejecutar análisis estadísticos que permitan ordenar y clasificar a los municipios en función de la incidencia del problema y la distribución de las variables influyentes
2. Diseñar un modelo demográfico que permita conocer la oscilación del tamaño poblacional de la especie durante la serie temporal estudiada, a partir de los datos de recogidas de ejemplares. Paralelamente, se pretende justificar el valor de las campañas de rescate estimando las tendencias futuras en ausencia de dicha actividad.
3. Elaborar un surtido de Índices de Riesgo capaces de cuantificar la abundancia de elementos de contaminación lumínica para cada municipio, la importancia relativa de sus colonias de cría y la distancia entre éstas y los núcleos urbanos, haciendo comparable esta información para identificar las áreas más sensibles y prioritarias.

### **3.- METODOLOGÍA**

Los métodos empleados para el desarrollo de este trabajo responden a una triple aproximación analítica de la principal base de datos, desde los puntos de vista de la Estadística, la Demografía y la Cartografía. Este conjunto de datos, obtenido gracias al Centro de Recuperación de la Fauna Silvestre (CRFS) “La Tahonilla”, contiene el recuento de ejemplares juveniles de Pardela Cenicienta que han sido rescatados durante la campaña anual víctimas de la contaminación lumínica en cada uno de los 31 municipios en los que la isla se encuentra dividida administrativamente. La serie temporal incluye dicha información para un total de 22 años, desde 1999 hasta 2021 de forma ininterrumpida a excepción del año 2019 (cuyos datos no pudieron ser registrados por el centro debido a problemas informáticos).

#### **3.1) Análisis Estadísticos**

Este bloque ha sido abordado utilizando esencialmente el software informático IBM SPSS Statistics (versión 25.0), además de las hojas de cálculo de Microsoft Excel para ordenar y representar gráficamente la información. En primer lugar, se procedió a realizar un sondeo básico de la estadística descriptiva (**Figuras 1 y 2, Anexos**) y el grado de correlación entre variables mediante el Test de Pearson (**Figuras 3 y 4, Anexos**), tanto para los distintos años como para los diferentes municipios.

A continuación se llevó a cabo un Análisis Multivariante de Clasificación de los municipios basado en Distancias de tipo “Clúster”. Para ello se verificó en primer lugar la normalidad en la distribución de los datos para todas las variables mediante el test Kolmogorov-Smirnov (**Figura 5, Anexos**). Posteriormente se obtuvo la matriz de distancias euclídeas<sup>2</sup> para emplear sus valores en los métodos basados en clasificación jerárquica aglomerativa y no jerárquica (k-medias), considerando dichas distancias como la disimilitud promedio entre unidades municipales (**Figura 6, Anexos**).

- **Método jerárquico aglomerativo:**  
Se obtuvieron 3 dendrogramas distintos usando como método de conglomeración (1) el Enlace Promedio (vinculación inter-grupos), (2) el enlace Centroide y (3) el enlace de Ward (para este último se determinó la pertenencia de cada unidad en los supuestos de 2, 3, 4 y 5 grupos clúster). (**Figuras 7 y 8, Anexos**) (**Figura 1, Imágenes**).
  
- **Método no jerárquico (k-medias):**  
Se empleó un algoritmo de partición tipo K-Medias en el que se preestableció de manera inicial la presencia de 4 grupos clúster. Se obtuvieron los Centros de Clústeres finales y el test Anova que confirma que las varianzas de las variables elegidas para la clasificación son significativas (**Figuras 9 y 10, Anexos**), así como la pertenencia de cada unidad a los grupos establecidos (**Figura 2, Imágenes**).

Para realizar el test de comparación de medias entre los 3 grandes grupos definidos en base a los métodos de clasificación se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas (estadístico de Levene) y el test Anova asociado, que determinaron la ausencia de homogeneidad en las varianzas entre dichos grupos tomando los datos de forma conjunta (**Figuras 11 y 12, Anexos**). Seguidamente se verificó la independencia de las variables estimando los coeficientes Durbin-Watson (>90% de valores entre 1-2,6) (**Figura 13, Anexos**) y se procedió a la comparación de medias entre las áreas zonificadas utilizando la prueba de Levene para determinar o rechazar la igualdad de varianzas en los datos agrupados asumiendo o no varianzas iguales según el caso (**Figuras 14, 15 y 16, Anexos**) (**Figura 3, Imágenes**). Además, pese a no existir una heterogeneidad significativa en la varianza del conjunto de datos entre los sexenios establecidos para el análisis demográfico (ver a continuación), se compararon también sus medias, tomando en esta ocasión los años como casos y los municipios como variables (**Figuras 17, 18 y 19, Anexos**) (**Figura 4, Imágenes**).

Por otra parte, aprovechando la tecnología SIG (ver a continuación) se preparó un fichero de datos en el que se resumió el recuento aproximado de la superficie de colonias de cría, la distancia entre éstas y las principales urbanizaciones y los elementos contaminantes dentro el área objetivo de cada municipio, con la finalidad de crear un modelo de Regresión Lineal Múltiple que indicase la importancia relativa de dichas variables en el fenómeno estudiado. Cada una de estas familias de elementos se nombraron como variables predictoras y se incluyó el recuento total de rescates por unidad municipal como variable dependiente. Inicialmente se sondearon los estadísticos descriptivos del fichero y el grado de correlación (Test de Pearson) entre variables (**Figuras 20 y 21, Anexos**). A continuación, se determinaron los coeficientes del modelo, así como el resumen de sus parámetros (bondad del ajuste, Durbin-Watson) y el test Anova para verificar si el modelo en su conjunto es válido (algún valor de  $\beta_i \neq 0$ ) (**Figuras 22, 23 y 24, Anexos**). El bajo Índice de Tolerancia y el diagnóstico de la colinealidad (**Figura 25, Anexos**) indicaron que el modelo debía ser construido usando el mejor subconjunto de regresión (únicamente las variables no correlacionadas y de mayor importancia). Así, se empleó un algoritmo de selección “paso a paso” de tipo “backwards” que eliminó 3 de las 8 variables (Aeropuertos/Zonas Industriales, Faros e Instalaciones Deportivas) y permitió conocer los nuevos coeficientes del modelo, sus parámetros y el test Anova asociado (**Figuras 26, 27 y 28, Anexos**) usando como p valor  $\alpha=0'05$ .

Por último, se ejecutó un Análisis Multivariante basado en Ordenación y Distancias de tipo PCA (Análisis de Componentes Principales) utilizando este mismo fichero sin la variable “Faros” e incluyendo únicamente los municipios cuya extensión comprende alguna de las áreas de cría descritas para evitar problemas de colinealidad. De manera preliminar se realizaron las pruebas KMO y Barlett (**Figura 29, Anexos**) a fin de verificar que las variables están correlacionadas de forma conjunta (p valor  $\alpha=0'01$ ). El gráfico de sedimentación del Test Ladera y el Criterio de Kaiser sobre el % de Varianza total explicada fueron utilizados para determinar el número de Componentes Principales a incluir (3) (**Figuras 30 y 31, Anexos**), mientras que la Matriz de coeficientes de carga (**Figura 32, Anexos**) permitió identificar las variables más asociadas a cada uno de ellos (1: Números de

Gobierno + Luminarias Carreteras + Zonas portuarias e Industriales + Distancia media entre colonias y urbanizaciones; 2: Área Zonas de Cría y 3: Hoteles). Finalmente, la Matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones en los componentes sin rotar (**Figura 33, Anexos**) proporcionó al programa la ecuación necesaria para localizar a cada municipio sobre los ejes en virtud del nivel de contaminación mostrado (**Figura 5, Imágenes**).

### **3.2) Análisis Demográfico**

Para el desarrollo de este bloque se emplearon diversas fuentes bibliográficas de las cuales se obtuvieron o infirieron los parámetros vitales de la especie, así como las fórmulas poblacionales, la incidencia de los factores de amenaza y otros aspectos importantes como la situación del ciclo lunar (**Figura 6, Imágenes**). [4][5][18][22][28][30]

El software informático empleado fue Microsoft Excel, a cuyas hojas de cálculo se añadió la extensión "PopTools" para complementar los análisis.

Inicialmente, los años incluidos en la serie original de datos fueron clasificados en función del estado de la Luna durante la temporada de abandono de los nidos, dada la alta influencia de este factor sobre la incidencia del fenómeno de "fallout" [5]. Así, se determinó que en los años "Desfavorables", la tasa de juveniles afectados aumenta el doble respecto a los "Favorables" del mismo conjunto de años, mientras que en los "Intermedios" sólo asciende la mitad. Dichos años fueron organizados en 3 sexenios (1999-2004; 2005-2010; 2011-2016) + 1 cuatrienio (2017-2021). Al incluir el año en el que se llevó a cabo la investigación [9] para esta misma especie en la isla (2014), al tercer sexenio le fue asignado el porcentaje mínimo que los autores habían determinado para los años "Favorables", y a partir de él se dedujeron el resto asumiendo un aumento en la incidencia del fenómeno del 20% de la unidad temporal anterior (imitando la tasa de crecimiento del total de rescates efectuados) (**Figura 7, Imágenes**).

Para estimar el número de Parejas Reproductoras de la especie durante la serie temporal estudiada a partir de los datos de rescates se transformó la fórmula estandarizada para estudios similares y empleada en otras investigaciones con el fin de calcular el porcentaje de juveniles afectados. Así, la ecuación fue reorganizada para obtener el número de parejas reproductoras estimadas ( $BP_i$ ) en función del cómputo total de accidentes registrados en un año ( $FL_i$ ); de la proporción de juveniles afectados cada año ( $PL_i$ ) y del éxito reproductor de la especie ( $BS$ ):

$$BP_i = (FL_i + (100-PL_i)*FL_i/PL_i) : BS$$

Posteriormente, el Reclutamiento Anual fue estimado multiplicando dicha cantidad de parejas reproductoras ( $BP_i$ ) por el éxito reproductor ( $BS$ ), y el número de Parejas Totales ( $TP$ ) se aproximó aplicando una nueva fórmula a partir de las parejas reproductoras estimadas ( $BP_i$ ) y el porcentaje de parejas no reproductoras en la población ( $NB$ ):

$$TP = (NB*BP_i/(100-NB)) + BP_i$$

(**Figura 34, Anexos**) (**Figuras 8 y 9, Imágenes**)

Es importante destacar que el uso de esta metodología implica la asunción de todos los ejemplares accidentados son encontrados y registrados, lo cual es altamente improbable especialmente para los primeros años de campaña.

A continuación, se programó un algoritmo para tratar de predecir la evolución de la tendencia mostrada por la población en un escenario sin campaña de rescate y bajo las suposiciones de que los juveniles alcanzan la supervivencia adulta tras el primer año de vida y de que todas las aves no rescatadas morirían debido a la depredación, a las lesiones sufridas o a la inanición/deshidratación (lo cual es bastante probable dado que ni siquiera los adultos pueden remontar el vuelo desde el suelo sin tomar una gran carrera). [4][5][14][18]

Para ello se clasificaron los años 2022-2049 de manera idéntica a la serie anterior y se estimó el número de Parejas Reproductoras empleando una nueva fórmula que incluye las tasas porcentuales de supervivencia adulta (AS); supervivencia juvenil en el primer año de vida (JS) y depredación de pollos en nidos (CP), esta última con objeto de hacer algo más realista el modelo:

$$BP_i = (BP_{i-1} * AS) + (BP_{i-9} * BS * JS * (100 - PL_i) * (100 - CP))$$

\*la maduración sexual se alcanza, en promedio, a los 9 años de vida

La aproximación del Reclutamiento Anual de la especie y del número de Parejas Totales se efectuaron con el mismo método de la serie anterior. (Figura 35, Anexos) (Figura 10, Imágenes)

### **3.3) Análisis Cartográfico**

La ejecución de este bloque fue posible mediante el uso del programa informático ArcGis Pro®, un software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) desarrollado por la compañía Esri® (Environmental Systems Research Institute) y cuya licencia de producto ha sido proporcionada por la Universidad de La Laguna. El empleo de este tipo de plataformas permite efectuar numerosos análisis de diversa índole, con un carácter remoto y no invasivo que previene la perturbación de los animales y evita la necesidad de diseñar complejas y costosas metodologías no siempre aptas para ser llevadas a término. [6]

Las diferentes capas utilizadas en el estudio e incluidas en la geodatabase tuvieron distintas procedencias: algunas fueron generadas de manera autónoma siguiendo el trazado poligonal de los elementos objetivo y la bibliografía asociada, mientras que otras fueron importadas en formato Shapefile (SHP) desde fuentes externas de datos que ofrecen información territorial como “Datos Espaciales Abiertos” (OpenData) o como servicios Web Map Service (WMS) (Figura 11, Imágenes).

### **3.3.1) Representación Cartográfica de la Información básica**

En primer lugar, se realizó una unión tabular entre la tabla principal con el recuento de ejemplares rescatados por municipio en cada año (codificada como archivo CSV) y la capa SHP que contiene la información espacial de los términos municipales, en virtud del campo “código municipal”. De esta forma, la información contenida en la tabla quedó asociada a la silueta de cada municipio para poder crear los mapas de distribución (**Figuras 12 y 13, Imágenes**).

Seguidamente, se empleó el software online “análisis territorial” del Banco de datos de Biodiversidad de Canarias [24] para exportar una capa de distribución utilizando la herramienta de análisis donde se indicó el rango taxonómico (*Calonectris borealis*), los niveles de confianza y precisión a incluir (“seguro” y 1,2,3 respectivamente) y el ámbito de trabajo (isla de Tenerife). Esta operación devolvió un archivo SHP con las cuadrículas UTM (500x500m) que incluyen la presencia de la especie en las condiciones programadas y una hoja XML con las citas para cada una de las casillas. Ambas fueron asociadas mediante el comando de relación para poder identificar la/s cita/s bibliográfica/s y los niveles de rareza (local, regional, insular) con un solo clic (**Figura 14, Imágenes**). Esta capa fue representada de manera conjunta con las que incluyen la distribución de Zonas de Especial Conservación para las Aves (ZEPAs); las áreas prioritarias de reproducción, de alimentación, de dispersión y de concentración de las especies de la avifauna amenazada en la Comunidad Autónoma de Canarias; y las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBAs) en España.

En tercer lugar, se creó una nueva clase de entidad de tipo poligonal cuya referencia espacial fue asociada al sistema de coordenadas proyectadas “WGS 1984 UTM Zona 28N” y donde se definió un valor de tolerancia (distancia mínima entre dos puntos para que sean considerados como iguales) de 0,001 metros para X, Y y Z. Esta nueva capa fue empleada para delimitar el perímetro de las zonas de cría de la especie en el área de estudio y se construyó en base a los registros de otras investigaciones [9][19] proyectados sobre la ortofotografía (Enero-Agosto 2021) de la isla cargada en el proyecto, y a la observación personal de colonias activas durante el año 2022. La tabla de datos asociada se completó con campos que hacen referencia al nombre/identidad de cada colonia, el municipio de pertenencia y el área a modo de estima de su importancia (**Figura 15, Imágenes**).

### **3.3.2) Modelado de la Contaminación Lumínica y Análisis Municipal**

Para modelar el nivel de polución mostrado por cada municipio (en términos de contaminación lumínica nocturna) se llevó a cabo una aproximación indirecta en la que se midió la densidad de los principales elementos contaminantes identificados como susceptibles de atraer más significativamente a los juveniles durante su primer vuelo por ser responsables de un mayor número de accidentes reportados al CRFS “La Tahonilla”: (**Figuras 11 y 16, Imágenes**)

- **Propiedades particulares:** Las llamadas que reportan ejemplares deslumbrados por las luminarias de viviendas son frecuentes durante las campañas de rescate, y en especial de aquellas direcciones con dependencias exteriores. Es por ello que se implementó al proyecto esta capa de geolocalización de portales que incluía tanto los números de gobierno (direcciones domiciliarias) de cada urbanización española a fecha de 2020, como los puntos kilométricos de todas las carreteras. Estos últimos fueron eliminados para abordar la iluminación de viales de forma independiente y la extensión de la capa fue recortada al ámbito de trabajo insular utilizando las herramientas de selección de datos.
  
- **Luminarias de Carreteras:** Tampoco son raros los avisos en los que los elementos responsables del deslumbramiento son focos destinados a la iluminación de los viales o sus constituyentes; tales como báculos de alumbrado público, letreros luminosos, carteles publicitarios e incluso lámparas de vehículos y balizas de tráfico. Para dar cuenta del impacto que suponen estas fuentes (y en ausencia de una capa oficial en formato abierto) se añadió al proyecto la capa del callejero nacional, donde figuran todos los viales del país actualizados a fecha de 2020. Dicha capa fue también recortada al ámbito de trabajo y se eliminaron todas las clases de viales no iluminados o escasamente transitados (“sendas” y “caminos”). A continuación, se utilizó el comando “exportar entidades” para dividir la capa en 3 subconjuntos, cada uno de ellos con una única clase de vial (“autovías y autopistas”, “carreteras convencionales” y “vías urbanas”) a fin de procesarlos de manera independiente. Paralelamente, se hizo un recuento virtual del número medio de farolas por 500 metros en cada una de las clases de vial y se calculó la distancia entre ellas asumiendo un patrón regular en su distribución (**Figuras 36 y 37, Anexos**). Con estos datos, se empleó una herramienta de geoprocésamiento para generar puntos a lo largo de líneas (ubicada entre las herramientas de muestreo, dentro de la caja de administración de datos) en la que se eligieron como entidades de entrada los 3 subconjuntos de viales exportados previamente, con el objetivo de transformar sus siluetas en una nube de puntos equivalente a las luminarias presentes. Asimismo, se marcó la opción de “incluir extremos” a fin de garantizar la inclusión de al menos un ítem en aquellos tramos que no cumplieran la distancia mínima. Pese a que no todos estos viales están iluminados en la totalidad de sus tramos y a que muchas de estas farolas se encuentran cubiertas o enfocadas hacia el suelo, el empleo de esta metodología supone una buena aproximación puesto que, con frecuencia, las fuentes permanentes van acompañadas de otras efímeras que no han sido tenidas en cuenta (vehículos, señales de tráfico, etc.) y que alcanzan su máxima actividad precisamente durante el tramo horario en el que se producen la mayoría de los abandonos de nidos (entre 2 y 3 horas tras la caída del Sol).
  
- **Alojamientos y Complejos turísticos:** Se trata de las infraestructuras a las cuales se atribuye el mayor número de casos de accidente. Para modelar su distribución bastó con consultar las fuentes de datos autonómicas y descargar la capa donde

figuran la geolocalización y los atributos de cada instalación hotelera registrada en las dos provincias de la Comunidad de Canarias a fecha de 2021. Después, imitando los procedimientos anteriores, la capa fue recortada al ámbito insular de Tenerife.

- **Aeropuertos, Puertos marítimos y Zonas Industriales:** En repetidas ocasiones, los equipos de rescate destinados a la recogida de juveniles acuden también a áreas de uso industrial y a terminales de transporte marítimo o aéreo advertidos de la presencia de individuos accidentados. Puesto que no fue posible encontrar una fuente de datos que dispusiera de la localización precisa de estos equipamientos de forma completa y en capas de formato abierto, se crearon como nueva clase de entidad de tipo poligonal e imitando los procedimientos anteriores. Las zonas portuarias y aeroportuarias fueron dibujadas siguiendo el perímetro proyectado sobre la ortofotografía mientras que para el área industrial se delimitaron los polígonos imitando el trazado del censo de suelo industrial de Canarias (sólo disponible de forma abierta como servicio WMS). También se recortó el SHP resultante a la capa de límites municipales para ajustar las siluetas a los confines de la isla y para dividir aquellos elementos con suelo en más de un municipio.
- **Instalaciones deportivas:** Dado que un porcentaje importante de los eventos de deslumbramiento ocurren alrededor de pistas iluminadas para múltiples deportes (especialmente aquellas no cubiertas o al aire libre), se incluyeron como contaminantes lumínicos las canchas de fútbol y baloncesto de la isla, así como los pabellones y polideportivos municipales. Todos ellos fueron implementados al proyecto como capas descargadas desde la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de las fuentes locales a fecha de 2022.
- **Faros:** A priori, puede parecer que esta variable no supone un gran riesgo para las aves ya que no se registran muchos accidentes en las inmediaciones de estos edificios. Sin embargo, dada la intensidad de la luz que emiten y su largo alcance, unidos a su localización usualmente remota (que dificulta el rescate de los individuos a los que afecta) y costera, su impacto no debe ser despreciado. Además, existen registros de ejemplares de la especie hermana *Calonectris diomedea* atraídos hacia faros en islas del Mediterráneo tirreno [13]. Para incluirlos en el proyecto se creó una nueva clase de entidad de tipo puntual imitando los procedimientos anteriores y utilizando el servicio de ortofotografía para identificar su posición real.

De acuerdo con la argumentación metodológica de [9] se asume que, una vez traspasado el perímetro insular, el riesgo de sufrir un accidente desaparece para los juveniles de esta especie en la isla, ya que la contribución de aquellos que son atraídos de vuelta a

tierra desde el mar es despreciable respecto al total de casos. Además, la contaminación lumínica emitida por las fuentes localizadas más allá de la línea de costa (embarcaciones e infraestructuras oceánicas) no fue tomada en cuenta para el estudio al dar por sentado que el riesgo de sufrir un accidente se reduce a cero una vez alcanzado el océano. Por otra parte, al no existir información concluyente sobre el umbral de intensidad lumínica o la distancia mínima necesaria para desencadenar la atracción, ni un conocimiento certero sobre si las víctimas son atraídas en mayor medida por las luces avistadas desde el nido o por las que se van interponiendo en su camino hacia el mar [9], todos los elementos contaminantes de una misma clase fueron considerados igualmente atrayentes.

Al no existir registros de ningún individuo de Pardela Cenicienta rescatado en Tenerife a altitudes superiores a los 400 msnm [5] (sí para otras especies en distintas regiones [1]), se tomó este valor como límite para que un elemento luminoso pudiera atraer a los animales. Por tanto, todas las capas que contienen a estos contaminantes fueron recortadas a la extensión de una nueva capa de límites municipales conteniendo sólo el área bajo los 400 msnm y diseñada a partir de la original utilizando el comando “trazado continuo” para digitalizar a mano la curva de nivel a 400 metros de cota. De esta forma, quedaron modificadas para incluir únicamente aquellos obstáculos que suponen una posible amenaza en el primer vuelo de los juveniles (**Figura 16, Imágenes**).

Finalmente, se empleó la herramienta de análisis “unión espacial” entre cada una de las capas y la de límites municipales para que, al resumir sus tablas de atributos solicitando un recuento de los elementos, estos quedaran ordenados según el municipio en el que se incluyen. Con ello se consiguió generar el archivo que incluye el censo de ítems (o el área total en el caso de entidades poligonales) divididos en campos y clasificados por entidades municipales, al cual se le añadió la variable “total de rescates” para efectuar los análisis estadísticos (**Figura 38, Anexos**).

Con el objetivo de clasificar a los municipios en base a su nivel de peligrosidad para la especie y a la magnitud del impacto que este factor de riesgo puede causar sobre las colonias, se concibieron inicialmente 2 fórmulas para calcular el “Índice de Riesgo Municipal” (IR):

- Índice de Riesgo (IR):  $FR \times RM^x$
- Factor de riesgo (FR):  $(ACT/DM) \cdot 10^2$
- Recuento Municipal (RM<sup>1</sup>) de IR<sup>1</sup>:  $NG/100 + LC/100 + H \cdot 4 + PI \cdot 2 + ID + F \cdot 10$
- Recuento Municipal (RM<sup>2</sup>) de IR<sup>2</sup>:  $NG/100 + LC/100 + H \cdot 4$

\* ACT: Área de Cría Total, suma de las hectáreas ocupadas por las colonias en un municipio

DM: Distancia media en metros entre las áreas de cría de un municipio y la gran urbanización más próxima

NG: Números de Gobierno, recuento del número de portales registrados

LC: Luminarias de Carreteras, recuento del número de farolas registrados

H: Hoteles, recuento del número de alojamientos turísticos registrados

PI: Puertos, Aeropuertos y Polígonos Industriales, suma de las hectáreas ocupadas por estos elementos

ID: Instalaciones Deportivas, recuento del número de Polideportivos y canchas de fútbol/basket registrados

F: Faros, recuento del número de estas infraestructuras registradas

Ambas difieren en el cálculo del “Recuento Municipal” (RM): en la primera (RM<sup>1</sup>) se incluyeron todas las variables estudiadas ponderadas con un coeficiente que tiene en cuenta la magnitud del impacto de una unidad de cada variable, mientras que en la segunda (RM<sup>2</sup>) sólo se incluyeron aquellas variables a las que los análisis estadísticos habían atribuido un mayor peso. El resultado es multiplicado por el coeficiente “Factor de Riesgo” (FR) a fin de que la importancia cuantitativa de las colonias de cría presentes y su proximidad a las zonas donde se acumulan los contaminantes (contabilizada mediante el uso del comando “medir distancia”) sean tenidas en cuenta. El valor de estos índices fue cargado en el SIG realizando una unión entre el archivo generado y la tabla de atributos de la capa de límites municipales a través del campo de unión “código municipal” y los resultados fueron representados en sendos mapas de distribución (**Figura 17, Imágenes**).

De modo complementario, el fichero con el censo de elementos por cada municipio fue sometido a una transformación lineal de los valores a fin de conseguir que todos ellos estuvieran en el mismo orden de magnitud, haciéndolos más comparables. Para ello se empleó la herramienta “guardar valores estandarizados como variables” en el software SPSS de modo que todas las variables quedaran estandarizadas a Media = 0 y Desviación Típica = 1. Este procedimiento implicó prescindir de aquellos municipios en los que existiera un valor nulo para alguna variable, por lo que todos aquellos en los que no se da la presencia de zonas de cría (ACT y DM = 0) fueron excluidos (lo cual resulta bastante inocuo para el estudio ya que en ellos el número total de rescates es muy bajo). Con estos nuevos valores, las ecuaciones para la determinación del IR fueron reformuladas (IR<sup>3</sup> usando todas las variables e IR<sup>4</sup> sólo con las de mayor peso) y se generó un nuevo mapa de distribución (**Figura 18, Imágenes**) ordenando las entidades municipales por su IR<sup>3</sup>, al tratarse del indicador que devolvió unos resultados más razonables pese la presencia de municipios-outliers:

- IR<sup>3</sup>:                    NG + LC + H\*2 + PI + ID + F + ACT\*2 + DM\*2
- IR<sup>4</sup>:                    NG + LC + H\*2 + ACT\*2 + DM\*2

\*las variables que presentan el impacto de mayor importancia relativa fueron ponderadas añadiendo los coeficientes de carga (\*2)

En un esfuerzo por aumentar la precisión del estudio, se repitieron estos mismos análisis realizando los recuentos de elementos contaminantes únicamente en las inmediaciones de las áreas de cría. Para ello, se empleó la herramienta del SIG “zona de influencia” y se creó un área buffer en un radio de 3 km alrededor de cada colonia. De acuerdo con [9], ésta es la distancia entre la zona de anidamiento y el lugar de aterrizaje a la que son recogidos el 50% de los ejemplares que se rescatan y, aunque puede no ser suficiente para la conservación de la especie ya que la práctica totalidad de accidentes no es alcanzada hasta los 10 km de distancia, implementar medidas de mitigación que mantengan la intensidad lumínica por debajo de los 10 nW/sr\*cm<sup>2</sup> dentro de ese cordón de seguridad reduciría el problema a la mitad. Así, la capa de límites municipales fue nuevamente recortada, en este caso a la extensión de dichos buffers, y usada como molde para generar de nuevo los recuentos e indicadores siguiendo la misma

metodología (**Figura 19, Imágenes**). En este caso, sólo los Índices IR<sup>1</sup> e IR<sup>3</sup> devolvieron resultados razonables y sus valores se representaron en nuevos mapas de distribución (**Figura 20, Imágenes**).

Toda la información cartográfica relevante será incluida, junto a diferentes recursos multimedia, en una presentación de ArcGis StoryMap para la defensa de este trabajo.

## **4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Una vez aclarados los conceptos previos y la metodología empleada para el estudio se describen en este apartado los resultados obtenidos y se desarrollan las ideas extraídas a partir de ellos, manteniendo la estructura dividida en 3 grandes bloques: el análisis Estadístico, el Demográfico y el Geoespacial.

### **4.1) Análisis Estadísticos**

La evolución del recuento absoluto de juveniles de Pardela Cenicienta recogidos durante las sucesivas campañas de rescate mantenidas a lo largo de la serie temporal estudiada (**Figura 21, Imágenes**) refleja una evidente tendencia progresiva al alza. La acusada oscilación interanual es consecuencia de la variación en el estado del ciclo lunar durante el período en el que las aves abandonan los nidos, coincidiendo los valores máximos con los años desfavorables y mostrando un patrón similar al definido para otras especies bajo la amenaza de este factor de riesgo, sin que dicha oscilación modifique la tendencia de fondo. [5][19]

En el caso de Tenerife, el diagnóstico inicial de los datos sugiere la presencia de unidades geográficas muy sensibles al fenómeno de “fallout”, cuya contribución al total de accidentes es extremadamente alta (Área metropolitana de Tenerife Sur); otras donde la incidencia es importante pero más variable en función de las condiciones particulares de cada año, (Valles de Güímar de la Orotava, costa suroccidental y suroriental, y distritos urbanos en la periferia de Anaga y Teno); y otras en las que la magnitud del impacto se mantiene siempre baja (Costa de Acentejo, Valle de Icod y cuenca del Barranco de Fasnía) (**Figuras 13 y 22, Imágenes**).

El análisis Clúster para la ordenación de los municipios en base a sus cifras de rescates (**Figura 14, Imágenes**) revela la presencia de 3 clases bien diferenciadas: la primera engloba a los municipios del área norte de la isla, acompañados de algunos ubicados en el cuadrante meridional donde la incidencia es escasa (Arafo, Fasnía, El Rosario); la segunda integrada por la mayor parte de los municipios del área sur además de algunos densamente poblados localizados en la vertiente norte (Puerto de la Cruz, La Laguna); y la tercera compuesta por los municipios de Adeje y Arona. De acuerdo con las tablas de pertenencia de los clústeres, la gran heterogeneidad mostrada por este último grupo permite diferenciarlo formando dos unidades potencialmente distintas. Esta distribución deja clara una mayor relevancia de la contribución que ofrece la vertiente sur respecto a la norte, lo cual es parcialmente lógico si se tiene en cuenta la distribución de la especie y la de las zonas protegidas para las aves (**Figura 1, Imágenes**), así como el carácter más suave de la orografía hacia el sur (donde es frecuente que las parejas aniden en barrancos a cierta distancia de la costa) y más vertical en el norte (donde la distribución general de las colonias se ajusta más a los acantilados marítimos y, por tanto, a la “zona segura”).

Independientemente de este dendrograma, los 4 grupos definidos por el método no jerárquico (**Figura 2, Imágenes**) hacen referencia a Arona y Adeje por separado (1 y 2); a

una clase comprendida por los municipios de Candelaria, Granadilla, Guía de Isora y Santiago del Teide (3); y al resto de entidades de manera conjunta (4). Esta clasificación, a la luz de los datos de evolución en la serie temporal (**Figura 13, Imágenes**), permite identificar las localidades en las que el problema ya ha alcanzado un rango crítico (1 y 2) o, por el contrario, donde aún se encuentra en un estado incipiente (4) y diferenciarlas de aquellas donde está en crecimiento alarmante y que atraviesan una fase transición de un nivel a otro (3).

En cualquier caso, el análisis estadístico detectó una menor cantidad de años con medias de recogidas por municipio significativamente distintas entre los datos registrados para Arona/Adeje y el conjunto de los municipios del sur (incluyendo Puerto de la Cruz y La Laguna) respecto a la tendencia seguida por los municipios del norte (junto con Arafo, Fasnia y El Rosario) (**Figuras 1 y 3, Imágenes**). Ello constata que los municipios del sureste y suroeste de la isla son más propensos a sufrir el impacto de este fenómeno y seguir el camino de las unidades más críticas respecto a los del norte, ya que se da una mayor similitud entre los niveles exacerbados de Arona y Adeje y los observados en el resto de municipios del sur que entre aquellos y los detectados en el norte.

Por su parte, el examen de reducción de dimensiones (PCA) indicó que un 83,4% de la varianza total en los datos del fichero de recuentos (**Figura 38, Anexos**), quedaba explicada en los 3 componentes principales representados en los ejes. Al combinar dichos componentes en los ejes cartesianos y representar sobre ellos los valores de cada municipio (**Figura 5, Imágenes**), éstos pueden ser nuevamente agrupados en función de distintos criterios:

- Los valores de la CP1 asignados a cada municipio pueden tomarse como una estimación del nivel de desarrollo que presentan, ya que hacen referencia a elementos representativos de la densidad poblacional humana y del grado de urbanización (viviendas, luminarias, infraestructuras e instalaciones). Al enfrentar estos valores con los de la componente asociada al recuento de superficie total ocupada por las colonias de cría en cada municipio (CP2) (**Figura 5A, Imágenes**), es posible segregar a las unidades territoriales en 5 clases:
  - La primera se compone de los municipios menos desarrollados (Arico, Arafo, Fasnia, Los Silos, El Rosario, Garachico, La Guancha y San Juan de la Rambla), con menores niveles de contaminación lumínica y que, precisamente, presentan un menor número de rescates de Pardelas (**Figura 12, Imágenes**). Algunas de estas unidades presentan importantes colonias de cría (Los Silos, Fasnia o Arico), pero la escasa intensificación urbana e industrial de su territorio hace que, en su mayoría, se encuentren actualmente más a salvo del impacto de este factor de riesgo.
  - Este grupo es más heterogéneo y contiene municipios bien desarrollados, que soportan una alta densidad poblacional humana o que cuentan con una gran superficie total que multiplica el rango de las variables que hacen referencia a los contaminantes lumínicos. Casi todas las unidades de esta clase incluyen

colonias de cría más o menos importantes, algunas incluso con áreas totales entre las 80-100ha (Granadilla, La Laguna), por lo que el nivel de peligrosidad que representan para los juveniles de Pardela en su primer vuelo es significativo.

→ La tercera de las clases integra a las unidades críticas (municipios de Arona y Adeje), cuyo aumento demográfico (similar al de ciertos municipios de la clase anterior) ha ido acompañado de un incremento sustancial en la presencia de elementos luminosos (usándolo incluso como reclamo turístico). La asociación entre este hecho y la presencia de una vasta red de colonias (200-280ha) repercute de forma severa en la magnificación del problema, comprometiendo seriamente la seguridad de la especie en términos de supervivencia juvenil.

→ El cuarto grupo reúne a dos municipios (Guía de Isora y Santiago del Teide) que, pese a mostrar unos niveles de desarrollo comparables a los del segundo grupo, disfrutan de áreas de cría en proporción equivalente al tercero y se encuentran bastante próximas a la mayor de las colonias registradas (Los Gigantes). Esta condición aumenta considerablemente la sensibilidad a esta perturbación, pues pocos elementos contaminantes pueden poner en jaque a muchas aves procedentes de las zonas de reproducción propias o de otras consideradas “seguras”.

→ La última clase no presenta cohesión alguna, únicamente comprende a los municipios que, por el carácter extremo de alguna de las variables, se localizan en los vértices del diagrama. Por un lado Santa Cruz de Tenerife, capital de la isla y unidad con mayor grado de desarrollo. Representa también un gran núcleo de cría para la Pardela Cenicienta (162,5ha), pero presenta la mayor parte de las colonias ubicadas en la periferia del macizo de Anaga, donde se encuentran alejadas de los peligrosos ambientes metropolitanos. En el otro extremo, Buenavista del Norte, término municipal que incluye la mayor de las colonias registradas (Los Gigantes). Su nivel de desarrollo es equivalente al del primero de los grupos y la posición de sus colonias también es periférica, por lo que afortunadamente parece tratarse del mejor de los refugios de cría.

- Teniendo en cuenta que el turismo es el principal motor económico y de desarrollo en la isla, es de esperar que la representación de los valores tomados por los municipios en la CP3 (dependientes en esencia de la cantidad de alojamientos turísticos) frente a los de la CP2 (**Figura 5B, Imágenes**) devuelva una distribución que se aproxime a la observada previamente (**Figura 5A, Imágenes**), y que los conjuntos discutidos anteriormente sean mantenidos. Sin embargo, existen ciertas unidades son transpuestas de un grupo a otro:

**A) Santa Cruz y Granadilla:** se trata de dos de los municipios más poblados de la isla (1º y 5º, respectivamente) que, a pesar de ello, han seguido un modelo de crecimiento diferente más basado en el sector primario, la industrialización y los servicios y menos en el turismo de costa. Si bien es

cierto que esta tendencia ha comenzado a invertirse en los últimos años y Granadilla ya es el 5º municipio con más rescates de Pardelas (5,31%).

- B) Puerto de la Cruz:** al haberse convertido en el principal destino turístico de la zona norte de la isla, la densidad hotelera de este municipio ha crecido de manera desproporcionada, reuniendo el 2,85% de rescates en la isla (903 eventos) y siendo incluido según esta clasificación en el mismo grupo que las unidades más críticas (Arona y Adeje).

#### **4.2) Análisis Demográfico**

De acuerdo con [11], la descripción y el análisis de la evolución en el número de juveniles deslumbrados proporciona información útil para estimar las tendencias poblacionales de especies de aves marinas cuyo comportamiento críptico y reproducción en áreas remotas dificultan el empleo de otros métodos. Sin embargo, y como ya se ha explicado anteriormente, estos datos deben ser tratados con cautela debido a las distintas fuentes de sesgo a la que están expuestos. Además, en este caso concreto la comparación estadística del número medio de rescates efectuados en cada municipio entre los conjuntos de años elegidos para la aproximación demográfica (3 sexenios + 1 cuatrienio) sólo identificó un porcentaje superior al 35% de diferencias entre el primero y el último (**Figura 4, Imágenes**), lo que parece indicar que son necesarios un mayor número de campañas para esclarecer al detalle la tendencia y poder ejecutar mediciones precisas de las fluctuaciones en el tamaño poblacional de esta especie en la isla.

Es por ello que las cifras estimadas en este análisis no deben tomarse como valores predictivos exactos, sino más bien como una aproximación grotesca de la proclividad mostrada por la especie durante los años de campaña y en un supuesto escenario de ausencia de esta actividad acompañada del aumento progresivo en la incidencia del impacto (**Figura 7, Imágenes**).

Según la evolución descrita por las estimaciones del número de parejas reproductoras y del reclutamiento de la especie en la serie temporal estudiada (**Figuras 8 y 9, Imágenes**) (**Figura 34, Anexos**), parece existir un equilibrio subyacente a la variación interanual, especialmente si no se tienen en cuenta las primeras campañas donde la conciencia pública del problema alcanzaba un grado significativamente menor. Esta estabilidad de fondo, incluso con un ligero grado de crecimiento, puede interpretarse en términos de una buena salud demográfica de la especie, reflejo de la oscilación natural del tamaño poblacional consecuencia de una dinámica ecológica influenciada por multitud de variables. Sin embargo, a fin de evitar una infraestimación de la potencialidad del impacto de la contaminación lumínica sobre dicha dinámica, debe ser traducida como la respuesta de una especie altamente resiliente, con escasos requerimientos para la cría y un grado moderado de amenaza. Las abultadas cifras de recogidas de ejemplares de Pardela Cenicienta son sólo la “punta del iceberg” de esta problemática, ya que existe toda una variedad de otras especies de procelarifórmes en un estado de conservación mucho más preocupante y con un área de distribución sensiblemente más restringida

que también se ven afectados por este factor de amenaza y que no gozan en la actualidad de tan alto número de efectivos poblacionales ni, por tanto, de la misma capacidad para amortiguar los impactos, lo cual podría convertir a esta perturbación en la causa última que conduzca a su extinción súbita y definitiva. [19]

Por su parte, el modelo predictivo diseñado para aproximar el número de contingentes en la isla durante las próximas décadas en ausencia de los equipos de rescate pronosticó un crecimiento más o menos estable a través de los años (**Figura 10A, Imágenes**) (**Figura 35, Anexos**). Sin embargo, puede apreciarse una fuerte disminución en la pendiente de la línea de regresión al incorporar también de manera tosca el impacto de la depredación de juveniles por parte de los mamíferos introducidos (**Figura 10B, Imágenes**) (**Figura 35, Anexos**), lo cual informa de la necesidad de emplear técnicas más holísticas incluyendo un buen espectro de la amplia gama de variables que influyen en la supervivencia de las distintas clases de edad y determinan los parámetros vitales de la especie a fin de modelar con exactitud los posibles destinos en diferentes escenarios.

Entre los motivos de tal pronóstico se encuentra la alta tasa de supervivencia anual asignada a los adultos de la especie (90%). Al tratarse de una especie longeva cuyos contingentes adquieren experiencia con los años, optimizando su estrategia de forrajeo, capacidad de vuelo y comportamientos reproductor y migratorio, la fase adulta es la más “valiosa” desde el punto de vista de su conservación, mientras que la juvenil es la que soporta la mayor tasa de mortalidad en todo el ciclo vital (48% durante el primer año de vida). Es por ello que la actividad de rescate de los centros de recuperación se antoja esencial a efectos de evitar que la acumulación de los factores que incrementan la pérdida de las aves jóvenes empuje a la especie hacia una situación crítica en la que los adultos que van muriendo no pueden ir siendo reemplazados por nuevos conespecíficos experimentados, dándose el comienzo de una recesión difícilmente reversible que conduce al llamado “vórtice de extinción”.

Por otro lado, si verdaderamente la población está en crecimiento, dado el aumento progresivo del impacto y de la implicación de la sociedad en el rescate de las jóvenes Pardelas, sería de esperar que el número de rescates continuara al alza durante los años venideros. En cambio, si la población permanece estable o está en detrimento, el pico máximo de recogidas debería darse en las próximas campañas o, incluso, haber tenido lugar en el año 2021. [19]

### **4.3) Análisis Cartográfico**

Los resultados obtenidos a partir de los recuentos de elementos contaminantes y Factores de Riesgo, reflejados en los Índices de Riesgo calculados, deben ser interpretados de manera conservativa, ya que dichos índices hacen siempre referencia a valores mínimos debido al sesgo consustancial que presentan. Ello nace de las asunciones preestablecidas (muchas de ellas a causa de la falta de conocimiento científico riguroso o de medios para acceder a datos más específicos), así como de la incompletitud de ciertas capas: calles no registradas, portales múltiples y propiedades

no identificadas, pistas de multitud de deportes, abundantes colonias de cría desconocidas o no geolocalizadas y, en general, zonas de alto impacto infraestimadas.

Es por ello que las conclusiones aquí extraídas deben ser tomadas con cautela y siempre contrastadas con otros estudios que hayan dispuesto de medios y recursos suficientes para detectar las nidadas con mayor virtuosidad y en los que la magnificación de los niveles de contaminación lumínica se haya realizado mediante aproximaciones directas.

A continuación, se comentan los resultados de los distintos Índices de Riesgo (IR) obtenidos para los municipios principales y expuestos en las **Figuras 17, 18 y 20, Imágenes:**

- **Santa Cruz de Tenerife:** Al tratarse de la unidad que ostenta la capitalidad de la isla, el recuento de ítems en un orden de magnitud desmedido presenta una lógica indiscutible, y esta es la razón por la que los IR que tienen en cuenta el censo de los mismos en toda la franja de territorio bajo los 400 metros de cota le otorgan valores exagerados (que no alcanzan el rango de las unidades críticas gracias a la desigual ponderación de los elementos). Esta es también la causa por la que se decidió considerar al municipio como Outlier en la **Figura 18, Imágenes**, ya que en realidad la amenaza de su contaminación lumínica no es tal debido a la gran distancia (DM) entre sus colonias de cría y la urbe principal (además, dichos núcleos reproductores se encuentran mayoritariamente repartidos por la periferia de Anaga y a escasa distancia de la línea de costa). Sin embargo, el hecho de que este municipio aglutine el 2,35 % de rescates y los elevados IR indicados también por los mapas que sólo tienen en cuenta el recuento de elementos en las inmediaciones de las colonias (**Figura 20, Imágenes**), sugiere que o bien la iluminación de las poblaciones periurbanas están teniendo un fuerte impacto (lo cual resulta poco probable dadas las escasas llamadas de incidencias en pueblos como San Andrés o Taganana) o bien los elementos luminosos del Puerto de Honduras, el polígono de la Refinería y los barrios-dormitorio próximos al límite municipal con El Rosario (Añaza, Santa María del Mar) tienen un fuerte impacto potencial sobre las colonias de ese municipio.
- **Buenavista del Norte:** Pese a no ser uno de los grandes municipios de la isla ni gozar de una alta población o desarrollo, esta unidad presenta una característica que lo hace muy singular: integra el área de reproducción más grande de toda la isla (acantilados de Los Gigantes). A causa de ello, y pese a la compensación de una muy alta DM, el factor de riesgo (FR) adquiere un valor extraordinario, y la totalidad de su extensión es incluida en el recuento para la metodología basada en el recuento alrededor de las colonias (**Figura 20, Imágenes**). Esta es la razón por la que en todos los mapas se le concede un IR nada despreciable, a pesar de que las aves que aquí anidan se encuentran en uno de los sectores más seguros dado el carácter remoto de su ubicación y su proximidad al mar. Así, tanto este municipio como los dos más próximos en la vertiente sur se comportaron también como Outliers en la **Figura 18, Imágenes**.
- **La Laguna:** Este es el segundo municipio más poblado y desarrollado de la isla y, por lo tanto, los elevados valores de IR conferidos por los mapas en los que se

censa el montante completo de contaminación lumínica bajo la cota de 400 metros (**Figuras 17 y 18, Imágenes**), eran también esperables dado el alto número de ítems registrados en el recuento (**Figura 16, Imágenes**). Sin embargo, la moderada actividad turística que acontece dentro de su demarcación y la localización acantonada de sus colonias principales (Punta del hidalgo y la Anaga más rural) hacen que alrededor de estas no acontezca un nivel de peligrosidad excesivo, tal y como queda reflejado por los mapas de IR en los que sólo se recuentan los elementos próximos a las colonias (**Figura 20, Imágenes**).

- **Puerto de la Cruz:** Las reducidas dimensiones de esta unidad municipal contrastan fuertemente con su elevada puntuación para la mayor parte de los IR calculados (**Figuras 17, 18 y 20, Imágenes**). Sin duda, la baja elevación de su territorio y la intensificación de su actividad hotelera unida a la cercanía entre el suelo urbano y la zona de nidificación próxima identificada (baja cifra para el parámetro DM, que agranda FR e implica que la totalidad de ítems de la ciudad sean tenidos en cuenta también para el IR calculado con la técnica de búfer -**Figura 19, Imágenes-**), son los responsables de esta alarmante calificación.
- **Arona y Adeje:** Claramente, los municipios en los que la problemática ha alcanzado una magnitud crítica se corresponden con aquellos donde los valores de los IR son mayores para todos los mapas (**Figuras 17, 18 y 20, Imágenes**). Esto cobra sentido al tratarse de las unidades con la actividad económica más orientada hacia el turismo (la ponderación efectuada confiere más peso a la densidad de alojamientos), pero además porque ocupan el tercer y cuarto puesto en cuanto a población humana y desarrollo. El reciente crecimiento urbanístico exponencial entre las zonas medias y costeras junto con la escasez de sectores remotos (ocasionada por la mayor accesibilidad del terreno gracias a una menor abundancia de elementos verticales en el paisaje), hacen que toda la franja habitada por estas aves se vea puesta en peligro y que prácticamente no exista un “perímetro de seguridad” alrededor de las áreas de cría ya que se cuentan de manera muy exigua los refugios cuya periferia no está amenazada por la sobreiluminación nocturna (**Figura 19, Imágenes**). La argumentación expuesta es válida para ambos municipios, si bien el caso de Adeje es especialmente sensible puesto que Arona cuenta (al menos) con ciertas barreras geográficas costeras accidentadas como el Monumento Natural Montaña de Guaza.
- **Los Silos, Garachico, La Guancha, El Rosario, Arafo y Fasnía:** Se trata de municipios relativamente pequeños y de escasa población, cuyos IR bajo la cota de 400 metros de altura (**Figuras 17 y 18, Imágenes**) resultan poco relevantes por la ausencia de grandes focos de contaminación lumínica. Sin embargo, al tener en cuenta únicamente los ítems próximos a las colonias (**Figura 20, Imágenes**) cobran cierto grado de protagonismo. Puesto que este conjunto de unidades actúa como refugio de cría más o menos “seguro” (en relación con el problema de fallout) para las Pardelas Cenicienta, incluso unos valores bajos de rescates o IR pueden ser alarmantes en un escenario donde no se mitiguen los efectos en otras áreas de impacto.

- **Icod, Los Realejos, La Orotava y Güímar:** Este grupo lo integran unidades que no presentan un excesivo grado de desarrollo, pero sí un cuantioso tamaño y una posición cómoda en zonas más o menos llanas ideales para los asentamientos humanos. La asociación de dichas condiciones se traduce en una rica abundancia de elementos lumínicos contaminantes, que pueden suponer un peligro real para la especie al atraer a ejemplares procedentes de otras colonias aun cuando no existan áreas de cría dentro de los límites territoriales propios (como es el caso de La Orotava o Los Realejos). Cabe destacar lo llamativo del caso de **Arico**, que a pesar de ser el segundo municipio más grande de toda la isla presenta unos IR de valores ínfimos en la práctica totalidad de los mapas (**Figuras 17, 18 y 20, Imágenes**), debido al escaso desarrollo de sus núcleos poblacionales y a su disimulada actividad económica tradicional.
- **Granadilla, San Miguel y Candelaria:** De manera conjunta, estas 3 unidades aglutinan el 14% del total de rescates efectuados en la isla (**Figura 12, Imágenes**), y los niveles de sus IR se mantienen similarmente significativos a través de los mapas (**Figuras 17, 18 y 20, Imágenes**). En el caso de Candelaria, la explicación parece repartirse entre la posición de sus colonias y el intenso desarrollo urbanístico experimentado. Por su parte, tanto para San Miguel como para Granadilla los recuentos dan una mayor preponderancia a las áreas catalogadas como Industriales y (Aero)Portuarias (**Figura 38, Anexos**). Es de señalar que en Granadilla, dada la amplia extensión de superficie, el nivel de desarrollo demográfico y la importancia de colonias como la del Médano (**Figura 15, Imágenes**), el IR<sup>1</sup> calculado a través del recuento de elementos próximos a las zonas de reproducción (**Figura 20, Imágenes**) otorga un valor equiparable al de las unidades críticas de Arona y Adeje.
- **Santiago del Teide y Guía de Isora:** La importante extensión de áreas de cría localizadas dentro de o próximas a estos términos municipales, en asociación con la tendencia que comienza a distinguirles hacia la adopción de un modelo económico basado en el turismo costero (**Figuras 16 y 19, Imágenes**), hacen que estas unidades adopten valores de IR relativamente pesados en distintos mapas (**Figuras 17 y 20, Imágenes**). Es por ello que la mitigación de los impactos en estos espacios debería ser altamente priorizada para la gestión de la problemática en cuestión, a fin de evitar la exacerbación de la magnitud de su impacto.

Así pues, la heterogeneidad en la distribución de los casos de accidente en la isla puede ser explicada en cierto modo por la variabilidad en la distribución de la intensidad de contaminación lumínica. Sin embargo, el dilatado impacto que se registra en algunos municipios (desproporcionado en cierta medida, si se compara con otros de gran nivel de luminosidad -Santa Cruz-) sugiere que cierto grado de responsabilidad corresponde a la distribución espacial de las áreas de cría (**Figura 15, Imágenes**). De acuerdo con [9][14], las colonias son más sensibles a los infortunios ocasionados por los deslumbramientos son aquellas situadas a una mayor elevación y en el interior de la isla, ya que los juveniles

se ven forzados a atravesar el transformado paisaje de las zonas medias a medida que pierden altura en su primer vuelo hacia el mar. Este es precisamente el caso de las zonas de reproducción referenciadas en Arona, Adeje, Puerto de la Cruz y Candelaria, municipios que reúnen el 67% de rescates totales (**Figura 12, Imágenes**). Puesto que se trata de las unidades territoriales con mayor concentración de alojamientos turísticos, ello podría explicar la alta contribución de dichas instalaciones (normalmente con un grado de iluminación sobresaliente) a esta problemática (**Figura 23, Imágenes**).

## **5.- CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS**

Tomando como referencia la revisión bibliográfica realizada y los resultados discutidos anteriormente, se establece la siguiente síntesis de ideas y una relación de planteamientos de acción futura.

### **5.1) CONCLUSIONES**

El estudio del impacto que la contaminación lumínica supone para las aves marinas está adquiriendo una posición central en el ámbito de la investigación para la conservación de estas especies en medios insulares. Es de suma importancia incrementar el conocimiento sobre la situación de nuestras especies en relación a esta problemática y elaborar planes de actuación prontamente ejecutables y basados en los progresos científicos que van sucediéndose, si se quiere evitar comprometer la preservación de las colonias o especies más sensibles. Para el caso de la Pardela Cenicienta en Tenerife, la incidencia se mantiene en crecimiento y se prevé que continúe al alza a menos que se apliquen de forma estricta las medidas de mitigación. Con la información aportada por este trabajo pueden concluirse también las siguientes resoluciones:

- A)** El análisis estadístico de la distribución de casos de accidente por deslumbramiento de juveniles sugiere que existen diferencias entre las dos vertientes de la isla, siendo la de barlovento más segura mientras que a sotavento (especialmente hacia el suroeste) incrementa significativamente la incidencia. Este fenómeno puede explicarse en base a la influencia de la orografía del terreno sobre la posición geográfica de las nidadas, aunque la presencia de unidades territoriales ubicadas en el norte cuya dinámica se asemeja más a las del sur confiere mayor peso a la distribución espacial de la contaminación lumínica en el ámbito de trabajo.
- B)** La tendencia demográfica actual mostrada por la especie parece ser estable con una ligera tasa de crecimiento positivo. A pesar de que aún debe confirmarse la supervivencia ulterior de los juveniles liberados, el valor de las campañas de rescate es crucial para asegurar la evolución de la población de Tenerife, ya que la asociación a largo plazo entre éste y otros factores de amenaza puede revertir dicho crecimiento poblacional e incluso conducir a fenómenos de extirpación de colonias importantes.
- C)** La clasificación de los municipios atendiendo a sus montantes de contaminación lumínica susceptible de atraer a las pardelas pone de manifiesto la proporcionalidad directa entre nivel de desarrollo, importancia de la actividad turística y grado de afección para la especie. Esta asociación es especialmente peligrosa cuando las colonias en cuestión se encuentran elevadas y tierra adentro, y crea un gradiente de prioridades en cuanto al manejo del fenómeno.

## **5.2) PERSPECTIVAS FUTURAS**

A la luz del presente trabajo se plantean diversas mejoras en las acciones de mitigación, propuestas de perfeccionamiento metodológico y posibles nuevas investigaciones en la misma línea con potencialidad para ser impulsadas y repercutir positivamente en la conservación de la Pardela Cenicienta y otras especies de Procelariformes, no sólo dentro de la isla de Tenerife sino también extrapolables al resto del ámbito territorial de Canarias y a otros archipiélagos o islas con incidencia de esta misma problemática.

- En primer lugar, es altamente necesario potenciar la Campaña de Rescate de juveniles de esta especie, especialmente durante la última semana del mes de Octubre y la primera de Noviembre, y aún más en caso de coincidir con un año Desfavorable según el calendario lunar. Para ello, el CRFS debe ser dotado de los recursos económicos y humanos necesarios para: (1) incrementar el alcance de la difusión ciudadana; (2) realizar búsquedas activas de ejemplares (al menos) cerca de las inmediaciones de las grandes colonias de cría y en los primeros días de campaña (incluso de noche en los picos máximos [11]), puesto que son más frecuentes los accidentes de juveniles totalmente crecidos, con poco plumón y alto IBC; (3) instruir a los trabajadores de las patrullas de rescate para que sean buenos conocedores de los indicadores sobre la condición corporal y el grado de desarrollo de los juveniles (IBC, DI), a finde que puedan priorizar la pronta liberación de aquellos con más posibilidades de supervivencia inmediata y mantener en el centro a los polluelos más jóvenes o gravemente lesionados (con frecuencia ingresos tardíos que requieren más atención veterinaria, incluyendo suministro de alimento y fluidoterapia) hasta que pierdan suficiente plumón o recuperen la condición física; (4) disponer de personal suficiente para atender con eficiencia el alto número de reportes en años desfavorables, asegurando que los ejemplares sean rescatados en las primeras horas tras el accidente y evitando la pérdida IBC; (5) destinar un mayor número de equipos de rescate a los municipios y sectores geográficos donde el problema crece a un mayor ritmo (suroeste insular, Puerto de la Cruz, Candelaria y Granadilla) o ya ha alcanzado unos niveles críticos (Adeje y Arona), para ello es fundamental incentivar el trabajo desempeñado por instituciones como Protección Civil de Arona, “ATINA” o “ADAE” (Asociación para el Desarrollo y Actuaciones de Emergencia) y (6) extender este conjunto de medidas para una Campaña de Rescate activa a otras especies en un estado de conservación más comprometido y con un mayor grado de amenaza, tales como el Petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) que parece anidar en zonas montañosas de mayor elevación y por tanto más expuestas al riesgo de “fallout” y cuya población en la isla experimenta un declive con estimas de unas unas 400 parejas reproductoras entre los años 1997-2003, o la Pardela Macaronésica (*Puffinus baroli*), cuyos hábitos reproductores estrechamente ligados a la laurisilva le han conducido a un alarmante estado de conservación en el que no se tiene constancia de la presencia de un sólo nido activo geolocalizado en toda Canarias y no se estimaban más de 70 parejas reproductoras en Tenerife hacia 1997-2003. [9][12][19]

- Dadas las similitudes reseñables entre las campañas de rescate organizadas para esta especie en Tenerife y Gran Canaria [31], entre las que cabe destacar la condición de ave marina con mayor frecuencia de ingreso y de rescates por deslumbramiento, la alta tasa de liberación (pese a ser más frecuentes las eutanasias en comparación con otras especies), la mayor fatalidad de los accidentes ante la abundancia de plumón y el perímetro de seguridad de 3 Km de radio en la periferia de las colonias, sería altamente aconsejable el flujo de información y consejo entre los CRFS de ambas islas (“La Tahonilla” y “Tafira”).
  
- A fin de compatibilizar la mitigación de este fenómeno con las necesidades lumínicas de la sociedad, es también de importancia transversal la implementación de medidas legales que regularicen de manera más estricta y vigilada la contaminación lumínica (y también sus propiedades) emitida por los establecimientos y propiedades particulares, así como la que procede de los elementos de alumbrado público. Ante la insuficiencia del alcance de las disposiciones impuestas por la Ley del Cielo de Canarias (31 / 1988, Real Decreto 243 / 1992) en términos de cobertura de focos y sustitución progresiva de lámparas de mercurio y halógeno por otras de vapor de sodio o LED, nuevas fórmulas están siendo desarrolladas por instituciones como el Instituto de Astrofísica de Canarias (a fin de evitar que la contaminación lumínica procedente de Tenerife impida también la actividad del observatorio de La Palma) o el programa de colaboración institucional estatal y europeo “Ecolights for Seabirds” [32], las cuales son expuestas y discutidas con dueños y propietarios de las zonas de alto impacto en congresos como el mantenido el pasado 13/06/22 en el hotel H10 Gran Tinerfe (Costa Adeje). [15][17][19]

Dichas fórmulas incluyen, entre otros, las siguientes sugerencias y propuestas:

- Instalar dispositivos de iluminación de corte total (intensidad cero en o por encima de la horizontal -90° por encima del nadir- y limitado a un valor que no exceda el 10% de los lúmenes de la lámpara en o por encima de los 80°).
- Inclinar las luminarias correctamente hacia el suelo y dirigir el foco plenamente hacia el interior de la vía, reduciendo al 0% la cantidad de luz arrojada fuera.
- Colocar los focos en posiciones ocultas para reducir la proyección de su luz, como debajo de los aleros de las casas o flanqueados por vegetación.
- Alterar el grado de iluminación según la fase lunar (sobre todo en el período crítico)
- Instalar sensores de movimiento que activen el alumbrado únicamente cuando se necesite, dando paso a una iluminación más moderna, sostenible y ahorradora.
- Bajar la altura de las luces.
- Usar nuevas tecnologías sin luz para ciertas operaciones (light-less technology).

- Disminuir la visibilidad de las luces interiores (instalando estructuras de protección y disminuyendo la intensidad de los LEDs para hogares siempre por debajo de los 8000 Lúmenes).
- Usar longitudes de onda de luz más largas o implementar filtros para lámparas de  $\lambda$  corta, especialmente en las áreas próximas a las colonias de cría (siguiendo siempre recomendaciones taxa-específicas).
- Adoptar una estrategia de atenuado progresivo de la intensidad lumínica proyectada por los elementos de la red de alumbrado público, donde al menos las luminarias de las zonas urbanas aumenten gradualmente su  $\lambda$  e intensidad desde la caída del Sol hasta las 00:00h.
- Usar dispositivos inteligentes para la iluminación ornamental capaces de dirigir únicamente la luz necesaria para la silueta del objetivo. La iluminación nocturna de elementos como piscinas y fachadas de alojamientos debe someterse a un estricto control dado su carácter prescindible.

Otra de las medidas legales que debe ser abordada con prioridad es el futuro del planeamiento urbanístico de los municipios de Guía de Isora y Santiago del Teide, ya que su posición estratégica localizada entre la acumulación de colonias de cría “delicadas” de Adeje y Arona y la de inmenso tamaño de Los Gigantes, convertiría en un sumidero de accidentes de Pardelas a las hipotéticas macro instalaciones para el turismo o la residencia que se espera vayan construyéndose de continuar con el modelo económico proyectado por los municipios vecinos del sur.

- Por otro lado, todas estas fórmulas y estrategias enfocadas a mitigar desde distintas perspectivas los efectos adversos de la contaminación lumínica sobre las aves marinas deben estar siempre soportadas por estudios científicos contrastados que las avalen y permitan discernir la efectividad de su ejecución traducida como una mejoría en la situación de las especies, a fin de maximizar la inversión de los recursos y evitar la replicación de esfuerzos fallidos. [1][15]

Teniendo en cuenta las abultadas cifras de rescates de Pardelas Cenicienta en la isla, sería de gran valor que los equipos de rescate recolectaran las coordenadas geográficas de los puntos donde estos juveniles son accidentados de cara a emplear esa información en nuevos estudios cartográficos o de otra índole metodológica que localicen con mayor precisión los elementos lumínicos de mayor impacto y puedan modelizar con más detalle el riesgo que suponen las distintas áreas. Además, la geolocalización del conjunto de zonas de cría de esta especie en la isla (y de otras más amenazadas) debería ser abordada para tener un conocimiento completo sobre cuáles son las áreas de influencia más sensibles y para llevar a cabo nuevos modelos poblacionales basados en los niveles de ocupación de nidos (detectables pese a su carácter críptico gracias a las nuevas tecnologías de prospección subterránea mediante radares) y en la recaptura de ejemplares marcados. A propósito de tales modelos, todos los ejemplares rescatados que se liberan deberían ser anillados previamente y, puesto que se trata

de una especie donde los adultos son los efectivos poblacionales de mayor valor, también deberían conducirse campañas para anillar a contingentes esta clase de edad [18][19]. Desarrollar modelos demográficos más complejos, basados en simulaciones de modelado matricial y cadenas de Markov Monte Carlo en distintos escenarios e incluyendo un elenco completo de factores y variables influyentes es una propuesta muy útil (y ambiciosa) para estimar con mayor precisión las fluctuaciones del tamaño poblacional de la especie y contar con predicciones más exactas de la tendencia a largo plazo, lo cual ayudaría sin duda a determinar el verdadero impacto que está suponiendo la contaminación lumínica sobre la dinámica poblacional. En el año 2011, investigadores de la Universidad de Azores condujeron un estudio en esta línea para la población de esta especie en el archipiélago y sus resultados han tenido un alto impacto en la comunidad científica con un total de 30 citas (26% en los últimos 2 años y 2,51 veces superior al número medio registrado por otras publicaciones en el mismo ámbito) [18].

Otras líneas de investigación abiertas en este contexto y planteadas en este trabajo hacen referencia al estudio de cómo las Pardelas adultas que anidan en colonias interiores se las arreglan para atravesar la barrera de contaminación lumínica en innumerables ocasiones sin ser aturdidas o desorientadas [7]. La investigación en el marco histológico y neurocientífico del desarrollo de estas aves podría marcar un antes y un después en la gestión de esta problemática. También el conocimiento sobre cuál es el destino de los juveniles rescatados una vez son devueltos al mar podría esclarecer sobremanera el valor de las campañas de rescate y los esfuerzos compensatorios [12]. Para ello sería muy interesante la financiación de publicaciones que empleen tecnología GPS para conocer de manera remota cuáles son los primeros movimientos de los ejemplares tras alcanzar el mar, así como el marcaje tradicional para precisar qué porcentaje de ellos regresa con posterioridad. Por su parte, los puntos de liberación designados en la isla para la suelta de estas aves han demostrado no ser siempre ideales [Obs. Pers.], y dado el alto grado de urbanización de Tenerife, es necesario identificar nuevos puntos de suelta ubicados en posiciones más remotas desde donde estos polluelos puedan ser devueltos sin someterse al riesgo de ser depredados por gaviotas o volver a sufrir un accidente por deslumbramiento.

Por último, existen 2 hipótesis entre la bibliografía citada que merecen ser mencionadas en este apartado puesto que se sitúan en el núcleo de la temática y pueden ser la llave para entender el futuro a largo plazo de la especie en la isla. Ambas hacen referencia a la plasticidad de la especie, su resiliencia y su capacidad para adaptarse a las situaciones de amenaza.

En primer lugar, se plantea si cabría esperar una selección direccional hacia aquellos organismos con hábitos de cría más superficiales (siempre al resguardo que ofrecen las huras ante depredadores), cuyos polluelos reciben más luz durante el desarrollo y adquieren una mayor facilidad y experiencia para enfrentarse a las luces en el primer vuelo. [7][14]

En segundo lugar, existe la posibilidad de que un menor reclutamiento reiterado en las colonias de cría más interiores y sensibles condujera a largo plazo a la

extirpación de dichos grupos, con la consecuente pérdida de acervo genético y etológico que ello acarrearía. [9]

De ser acertada la primera de las hipótesis, sería de esperar que los números absolutos de ejemplares rescatados fueran disminuyendo paulatinamente, lo cual contradice diametralmente la tendencia descrita por ésta (**Figura 21, Imágenes**) y otras aves marinas en distintas regiones que presentan un abundante número de conespecíficos. El mismo razonamiento es extrapolable a nivel local y municipal para la segunda de ellas.

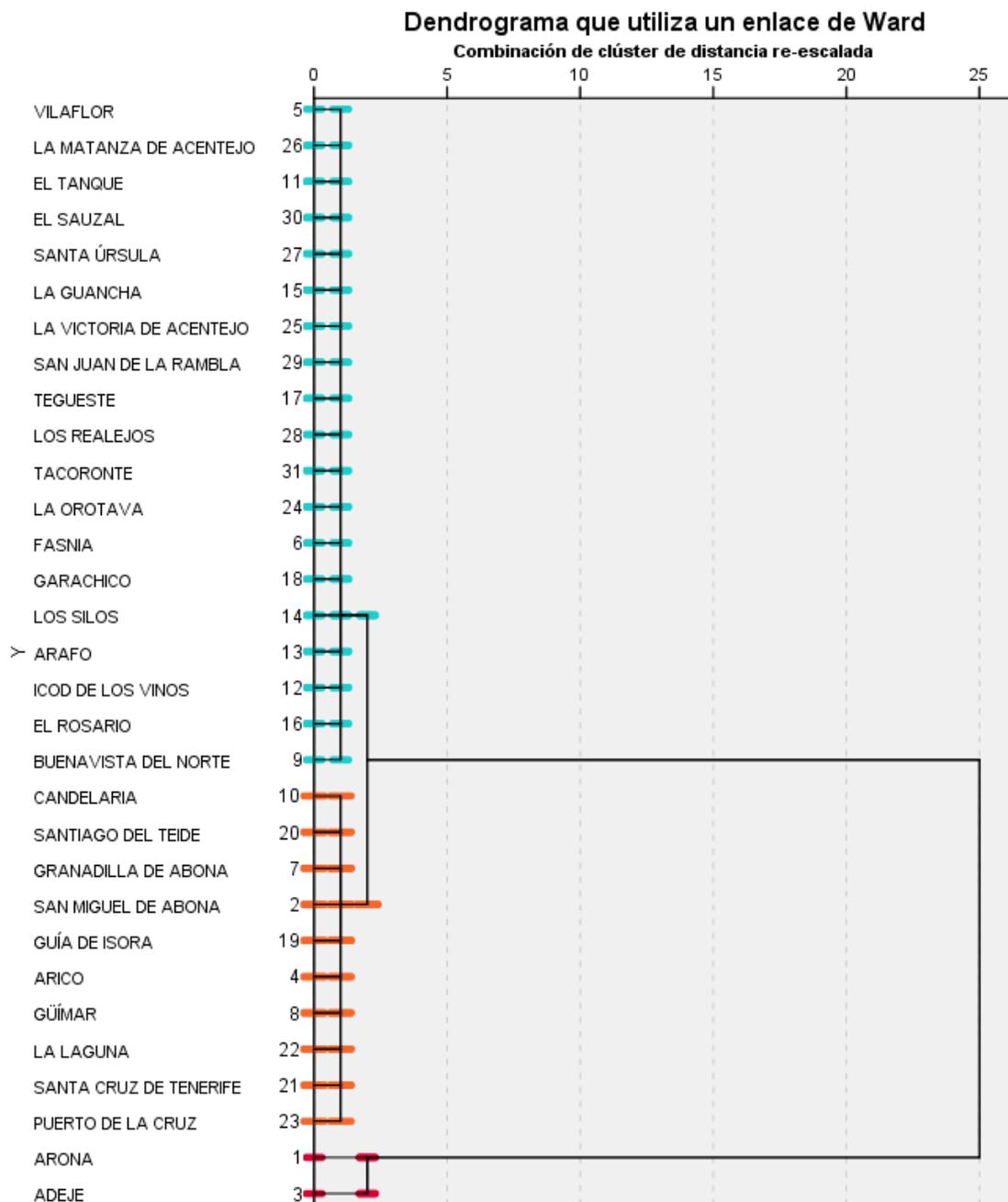
## **6.- BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Rodríguez A., Holmes N.D., Ryan P.G., Wilson K-J. *et al* (2017). “*Seabird mortality induced by land-based artificial lights*”. *Conservation Biology* 31(5), 986-1001. DOI: 10.1111/cobi.12900
- [2] Rodríguez A., Arcos J.M., Bretagnolle V., Dias M.P. *et al* (2019). “*Future Directions in Conservation Research on Petrels and Shearwaters*”. *Frontiers in Marine Science* 6:94. DOI: 10.3389/fmars.2019.00094
- [3] Rodríguez A., Moffett J., Revoltós A., Wasiak P. *et al* (2017). “*Light Pollution and Seabird Fledglings: Targeting Efforts in Rescue Programs*”. *The Journal of Wildlife Management* 81(1). DOI: 10.1002/jwmg.21237
- [4] Le Corre M., Ollivier A., Ribes S., Jouventin P. (2002). “*Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean)*”. *Biological Conservation* 105, 93–102. DOI: 10.1016/S0006-3207(01)00207-5
- [5] Rodríguez A., Rodríguez B. (2009). “*Attraction of petrels to artificial lights in the Canary Islands: effects of the moon phase and age class*”. *The International Journal of Avian Science* 151, 299–310. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2009.00925.x
- [6] Troy J.R., Holmes N.D., Veech J.A., Green M.C. (2013). “*Using observed seabird fallout records to infer patterns of attraction to artificial light*”. *Endangered Species Research* 22:225-234. DOI: 10.3354/esr00547
- [7] Atchoi E., Mitkus M., Rodríguez A. (2020). “*Is seabird light-induced mortality explained by the visual system development?*”. *Conservation Science and Practice* 2020;2:e195. DOI: 10.1111/csp2.195
- [8] Rodríguez A., García D., Rodríguez B., Cardona E., *et al* (2015). “*Artificial lights and seabirds: is light pollution a threat for the threatened Balearic petrels?*”. *Journal of Ornithology* 165(4). DOI: 10.1007/s10336-015-1232-3
- [9] Rodríguez A., Rodríguez B., Negro J.J. (2015). “*GPS tracking for mapping seabird mortality induced by light pollution*”. *Scientific Reports* 5:10670. DOI: 10.1038/srep10670
- [10] Troy J.R., Holmes N.D., Green M.C. (2011). “*Modeling artificial light viewed by fledgling seabirds*”. *Ecosphere* 2(10):109. DOI: 10.1890/ES11-00094.1
- [11] Rodríguez A., Burgan G., Dann P., Jessop R. *et al* (2014). “*Fatal Attraction of Short-Tailed Shearwaters to Artificial Lights*”. *PLoS ONE* 9(10): e110114. DOI: 10.1371/journal.pone.0110114
- [12] Rodríguez A., Rodríguez B., Curbelo A.J., Pérez A. *et al* (2012). “*Factors affecting mortality of shearwaters stranded by light pollution*”. *Animal Conservation* 15(5): 519-526. DOI: 10.1111/j.1469-1795.2012.00544.x
- [13] Baccetti N., Sposimo P., Giannini F. (2005). “*Artificial lights and mortality of Cory’s shearwater *Calonectris diomedea* on a Mediterranean island*”. *Avocetta* 29: 89-91.
- [14] Rodríguez A., Rodríguez B., Acosta Y., Negro J.J. (2022). “*Tracking Flights to Investigate Seabird Mortality Induced by Artificial Lights*”. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9 (2022). DOI: 10.3389/fevo.2021.786557

- [15] Rodríguez A., Dann P., Chiaradia A. (2017). “Reducing light-induced mortality of seabirds: high pressure sodium lights decrease the fatal attraction of shearwaters”. *Journal of Nature Conservation*, 39: 68-72. DOI: 10.1016/j.jnc.2017.07.001
- [16] IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2016. “Biodiversity offsets technical study paper”. Gland, Switzerland. Y “The IUCN red list of threatened species”. Version 2016-2. Cambridge, UK. [[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)] (consultado Marzo 2022)
- [17] KSHCP (Kaua’i Seabird Habitat Conservation Program) (2017). “Lighting for homes and businesses” [<http://kauaiseabirdhcp.com/lighting-homes-businesses/>]. Kaua’i Seabird Habitat Conservation Program. (consultado Marzo 2022)
- [18] Fontaine R., Gimenez O., Bried J. (2011). “The impact of introduced predators, light-induced mortality of fledglings and poaching on the dynamics of the Cory’s shearwater (*Calonectris diomedea*) population from the Azores”. *Biological Conservation* 144,1998–2011. DOI: 10.1016/j.biocon.2011.04.022
- [19] Rodríguez A., Rodríguez B. Lucas M.P. (2012). “Trends in numbers of petrels attracted to artificial lights suggest population declines in Tenerife, Canary Islands”. *The International Journal of Avian Science* 154, 167-172. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2011.01175.x
- [20] NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) en: [<https://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>] (consultado Marzo 2022)
- [21] Bennie J., Davies T.W., Inger R., Gaston K.J. (2014). “Mapping artificial lightscapes for ecological studies”. *Methods in Ecology and Evolution* 5, 534–540. DOI: 10.1111/2041-210X.12182
- [22] Reyes-González J.M., González-Solís J. (2016). “Pardela cenicienta atlántica – *Calonectris borealis*,”. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*, eds A. Salvador and M.B. Morales. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. (consultado Marzo 2022)
- [23] “Pardela Cenicienta” en: SEO/Birdlife [<https://seo.org/>]/<http://www.birdlife.org/> ] y “Prevención de la captura incidental de aves marinas en las pesquerías de palangre pelágico” [<https://SEO...>] (consultado Marzo 2022)
- [24] “*Calonectris borealis*” en: Banco de Datos del Inventario Natural de Canarias (BIOCAN) [<https://www.biodiversidadcanarias.es/>] (consultado Marzo 2022)
- [25] Lorenzo, J.A. (2004). Pardela Cenicienta – *Calonectris diomedea borealis*. En: Madroño A., González C., Atienza J.C. (Eds.) “*Libro Rojo de las Aves de España*”, pp. 43-45. Dirección General para la Biodiversidad- SEO/BirdLife. Madrid. Y Reyes-González J.M. (2021). Pardela Cenicienta Atlántica – *Calonectris borealis*. En: López-Jiménez N. (Ed.) “*Libro Rojo de las Aves de España*”, pp. 695-700. SEO/BirdLife, Madrid.
- [26] Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino «BOE» núm. 46, de 23 de febrero de 2011. Referencia: BOE-A-2011-3582.
- [27] Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas. Parlamento de Canarias «BOE» núm. 150, de 4 de junio de 2010. Referencia: BOE-A-2010-9772.

- [28] Rodríguez B., Siverio F., Acosta Y., Rodríguez A. (2021). “Breeding Success of Cory’s Shearwater in Relation to Nest Characteristics and Predation by Alien Mammals”. *Ardeola* 69(1): 115-128. DOI: 10.13157/arla.69.1.2022.sc1
- [29] EFE. 2019. “SEO/BirdLife cree “histórica” la sentencia contra el asadero de pardelas en Alegranza” (20 de mayo de 2019). Agencia EFE [<https://www.efe.com...>].
- [30] “Calendario Astronómico” en: [<https://www.isladetenerifivivela.com>] (consultado Marzo 2022)
- [31] Montesdeoca N., Calabuig P., Corbera J.A., Oro’s J. (2017). “A long-term retrospective study on rehabilitation of seabirds in Gran Canaria Island, Spain (2003-2013)”. *PLoS ONE* 12(5): e0177366. DOI: 10.1371/journal.pone.0177366
- [32] “Ecolights for Seabirds” [<https://ecolightsforseabirds.weebly.com/>] (consultado Junio 2022)

# IMÁGENES



**Figura 1:** Dendrograma de clasificación jerárquica aglomerativa que usa el método de Ward para enlazar las unidades municipales en función de sus distancias euclídeas<sup>2</sup> calculadas a partir de los datos anuales de recogida de ejemplares. A continuación se incluye la relación de pertenencias de cada unidad en los supuestos de 3 y 4 grupos clúster. [elaboración propia]

**Clúster de pertenencia**

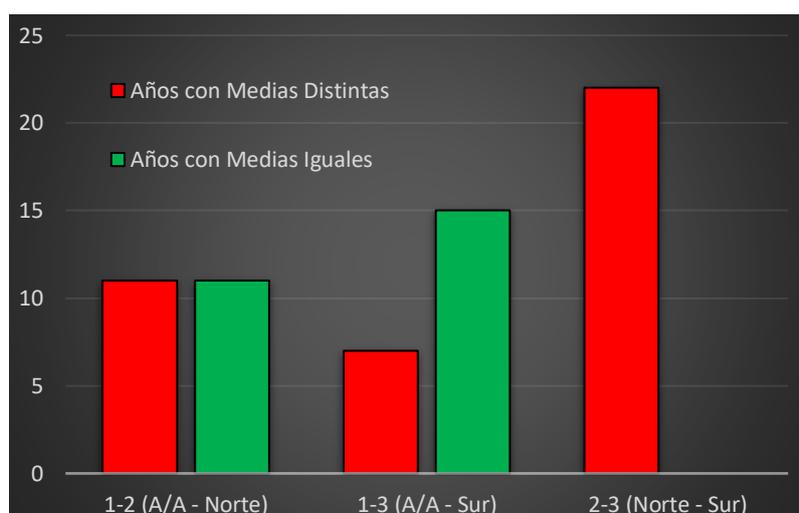
Caso	3 clústeres
1:ARONA	1
2:SAN MIGUEL DE ABONA	2
3:ADEJE	3
4:ARICO	2
5:VILAFLO	2
6:FASNIA	2
7:GRANADILLA DE ABONA	2
8:GÚÍMAR	2
9:BUENAVISTA DEL NORTE	2
10:CANDELARIA	2
11:EL TANQUE	2
12:ICOD DE LOS VINOS	2
13:ARAFO	2
14:LOS SILOS	2
15:LA GUANCHA	2
16:EL ROSARIO	2
17:TEGUESTE	2
18:GARACHICO	2
19:GUÍA DE ISORA	2
20:SANTIAGO DEL TEIDE	2
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	2
22:LA LAGUNA	2
23:PUERTO DE LA CRUZ	2
24:LA OROTAVA	2
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	2
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	2
27:SANTA ÚRSULA	2
28:LOS REALEJOS	2
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	2
30:EL SAUZAL	2
31:TACORONTE	2

**Clúster de pertenencia**

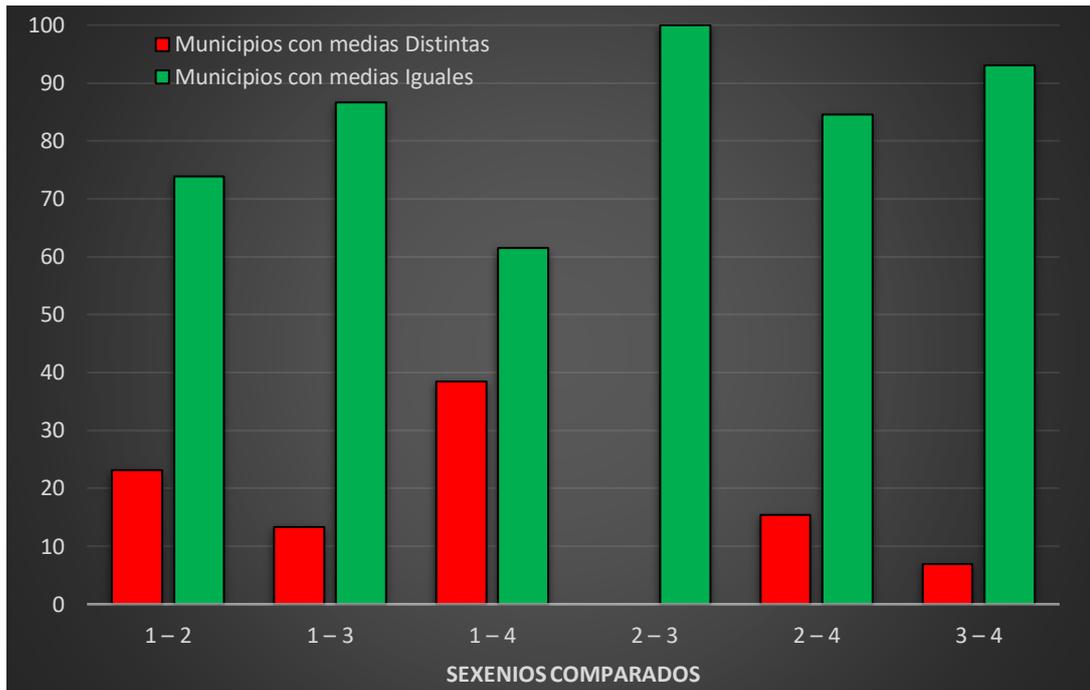
Caso	4 clústeres
1:ARONA	1
2:SAN MIGUEL DE ABONA	2
3:ADEJE	3
4:ARICO	2
5:VILAFLO	4
6:FASNIA	4
7:GRANADILLA DE ABONA	2
8:GÚÍMAR	2
9:BUENAVISTA DEL NORTE	4
10:CANDELARIA	2
11:EL TANQUE	4
12:ICOD DE LOS VINOS	4
13:ARAFO	4
14:LOS SILOS	4
15:LA GUANCHA	4
16:EL ROSARIO	4
17:TEGUESTE	4
18:GARACHICO	4
19:GUÍA DE ISORA	2
20:SANTIAGO DEL TEIDE	2
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	2
22:LA LAGUNA	2
23:PUERTO DE LA CRUZ	2
24:LA OROTAVA	4
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	4
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	4
27:SANTA ÚRSULA	4
28:LOS REALEJOS	4
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	4
30:EL SAUZAL	4
31:TACORONTE	4

Clúster de pertenencia			
Número del caso	Municipio	Clúster	Distancia
1	ARONA	1	,000
2	SAN MIGUEL DE ABONA	4	1,605
3	ADEJE	3	,000
4	ARICO	4	1,188
5	VILAFLORES	4	,508
6	FASNIA	4	,313
7	GRANADILLA DE ABONA	2	,978
8	GÜÍMAR	4	1,136
9	BUENAVISTA DEL NORTE	4	,285
10	CANDELARIA	2	,864
11	EL TANQUE	4	,505
12	ICOD DE LOS VINOS	4	,384
13	ARAFO	4	,364
14	LOS SILOS	4	,264
15	LA GUANCHA	4	,499
16	EL ROSARIO	4	,187
17	TEGUESTE	4	,490
18	GARACHICO	4	,263
19	GUÍA DE ISORA	2	1,138
20	SANTIAGO DEL TEIDE	2	1,008
21	SANTA CRUZ DE TENERIFE	4	1,190
22	LA LAGUNA	4	1,052
23	PUERTO DE LA CRUZ	4	1,544
24	LA OROTAVA	4	,505
25	LA VICTORIA DE ACENTEJO	4	,501
26	LA MATANZA DE ACENTEJO	4	,507
27	SANTA ÚRSULA	4	,500
28	LOS REALEJOS	4	,429
29	SAN JUAN DE LA RAMBLA	4	,501
30	EL SAUZAL	4	,503
31	TACORONTE	4	,414

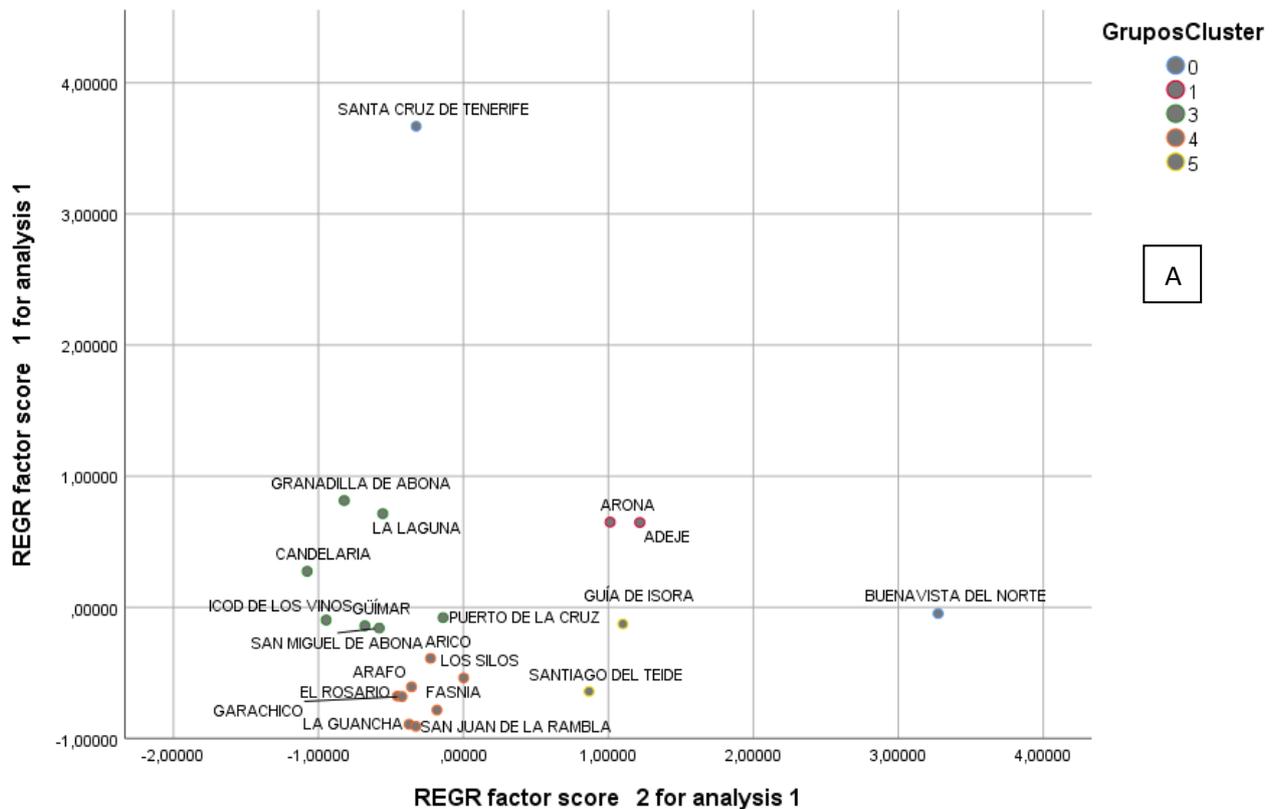
**Figura 2:** Tablas que incluyen la relación de pertenencias y distancias entre las distintas unidades municipales para el método de clasificación no jerárquica (k-medias) en función de los datos anuales de recogida de ejemplares. Inicialmente se preestableció la presencia de 4 grupos clúster [elaboración propia]

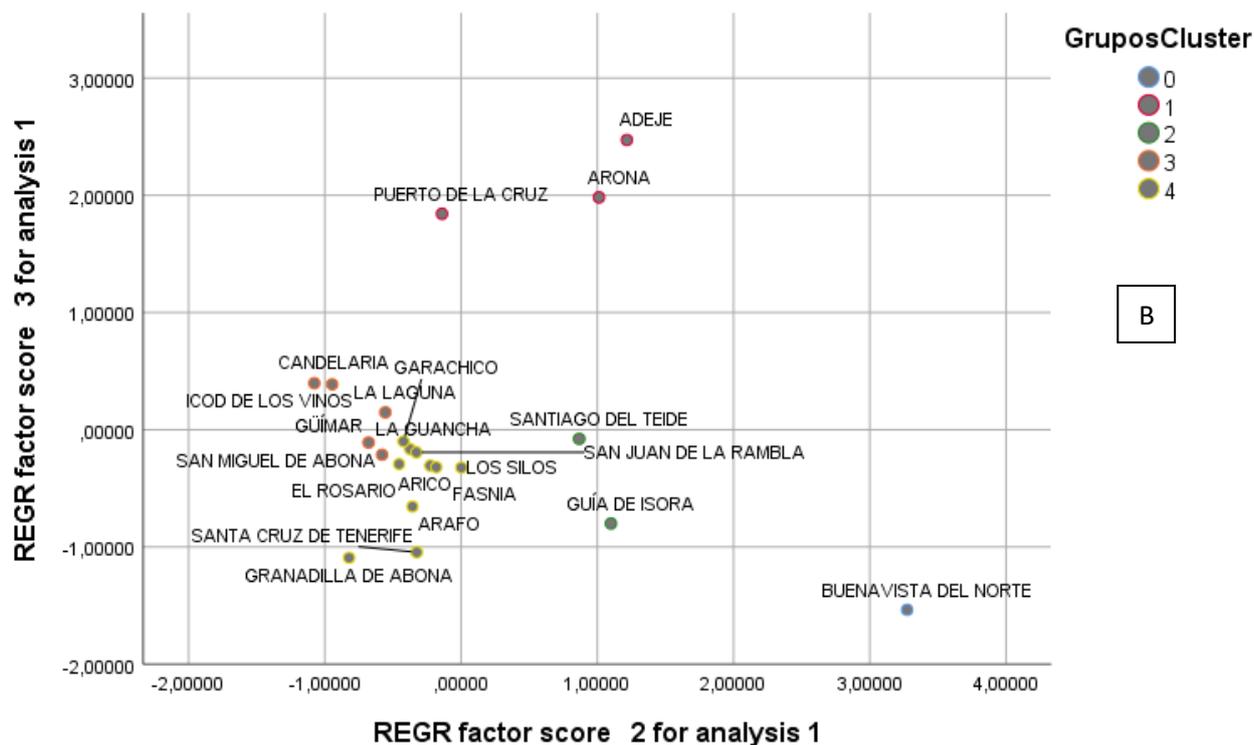


**Figura 3:** Diagrama de barras comparativo sobre los resultados de la prueba de Levene para la comparación de medias de rescates entre los 3 grupos de municipios establecidos por el análisis Clúster a través de los años de la serie estudiada. [elaboración propia] \*A/A= Adeje y Arona



**Figura 4:** Diagrama de barras comparativo sobre los resultados de la prueba de Levene para la comparación de medias de rescates entre las 4 unidades temporales establecidas para el análisis demográfico a través de los municipios incluidos. [elaboración propia]

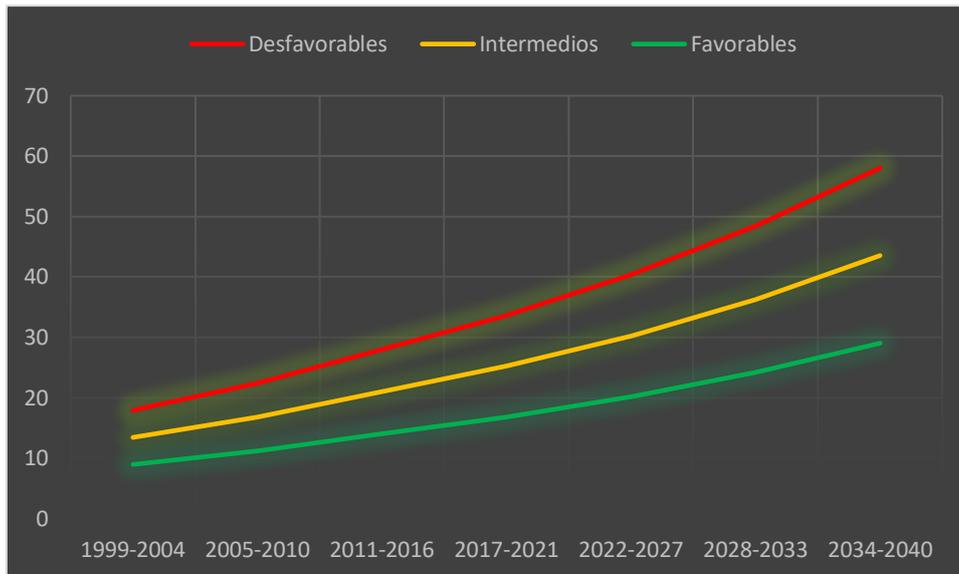




**Figura 5:** Diagrama de componentes principales que refleja los resultados del análisis de ordenación estadística de los municipios (PCA) en función del recuento de sus elementos de contaminación lumínica. [elaboración propia]

PARÁMETRO	VALOR	FUENTE
Fórmula inicial para el cálculo de la proporción de juveniles afectados	$PL=FL/(N*BP*BS)$ PL: proporción de afectados FL: total accidentes N: tamaño poblacional BP: proporción de adultos reproductores BS: éxito reproductor medio	[4] [5] [18] [22] [28]
Supervivencia anual de adultos	90%	[22]
Tiempo hasta la maduración sexual	De 4 a 9 años	[22] [18]
Éxito Reproductor	75%	[22]
Supervivencia juvenil al primer año de vida	52%	[22]
Proporción de parejas no reproductoras	Del 10 al 37%	[5] [22]
Porcentaje de depredación sobre pollos (mamíferos exóticos)	Del 4 al 30%	[28]
Proporción de juveniles afectados	14%	[9]
Fase del ciclo lunar durante el final de la época reproductora	<u>Favorable:</u> Lluna entre 1-11 Nov ó 30-31 Oct <u>Intermedio:</u> Lluna entre 12-15 Nov ó 27-29 Oct <u>Desfavorable:</u> Resto	[30] [5]

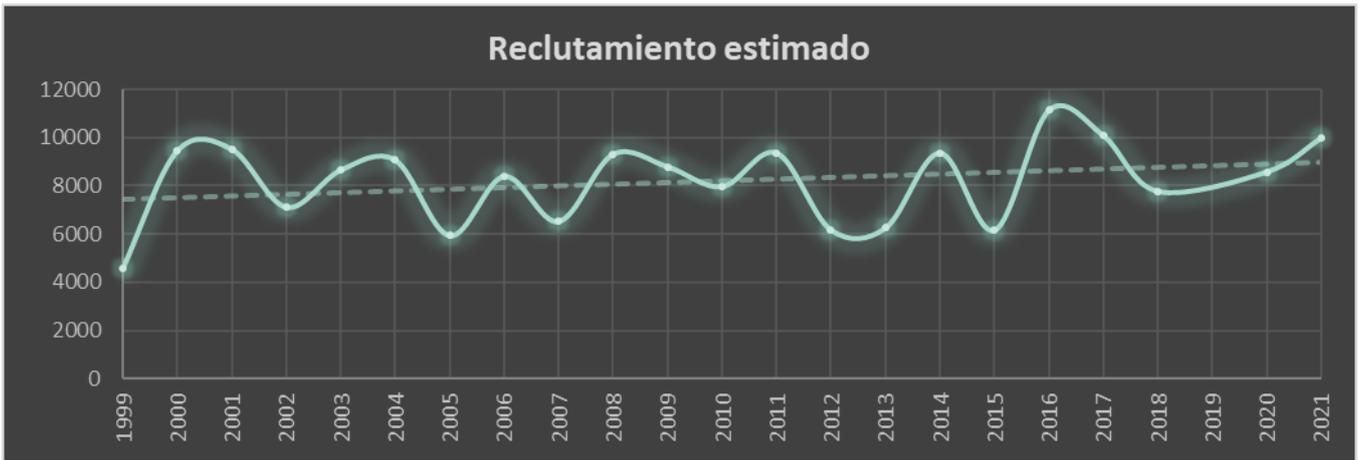
**Figura 6:** Tabla que recoge de manera sintética el valor y procedencia de los distintos parámetros de importancia empleados para el análisis demográfico. [elaboración propia]



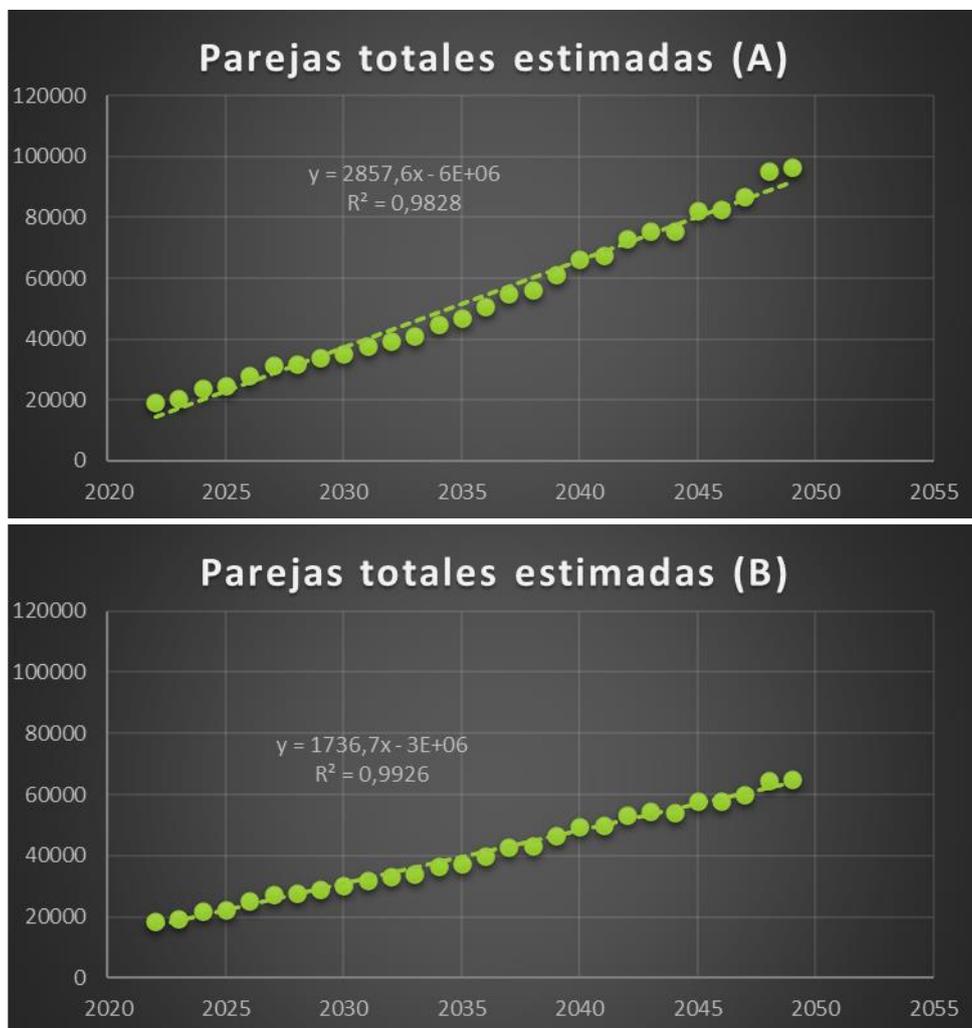
**Figura 7:** Gráfico de líneas elaborado con los valores porcentuales estimados de incidencia del fenómeno de “fallout” (en términos de % juveniles afectados) en cada una de las unidades temporales definidas donde se aprecia la evolución sugerida: cada conjunto de años se incrementa un 20% de la registrada en el anterior. El código de colores hace referencia a los distintos escenarios que pueden darse entre los años de un sexenio en función del calendario lunar. [elaboración propia]



**Figura 8:** Diagrama de barras que informa sobre la evolución demográfica estimada para la especie durante los años de la serie temporal estudiada, en términos de Parejas Reproductoras en la isla. [elaboración propia]



**Figura 9:** Diagrama de dispersión que informa sobre la evolución demográfica estimada para la especie durante los años de la serie temporal estudiada, en términos de Reclutamiento de Juveniles en la isla. [elaboración propia]

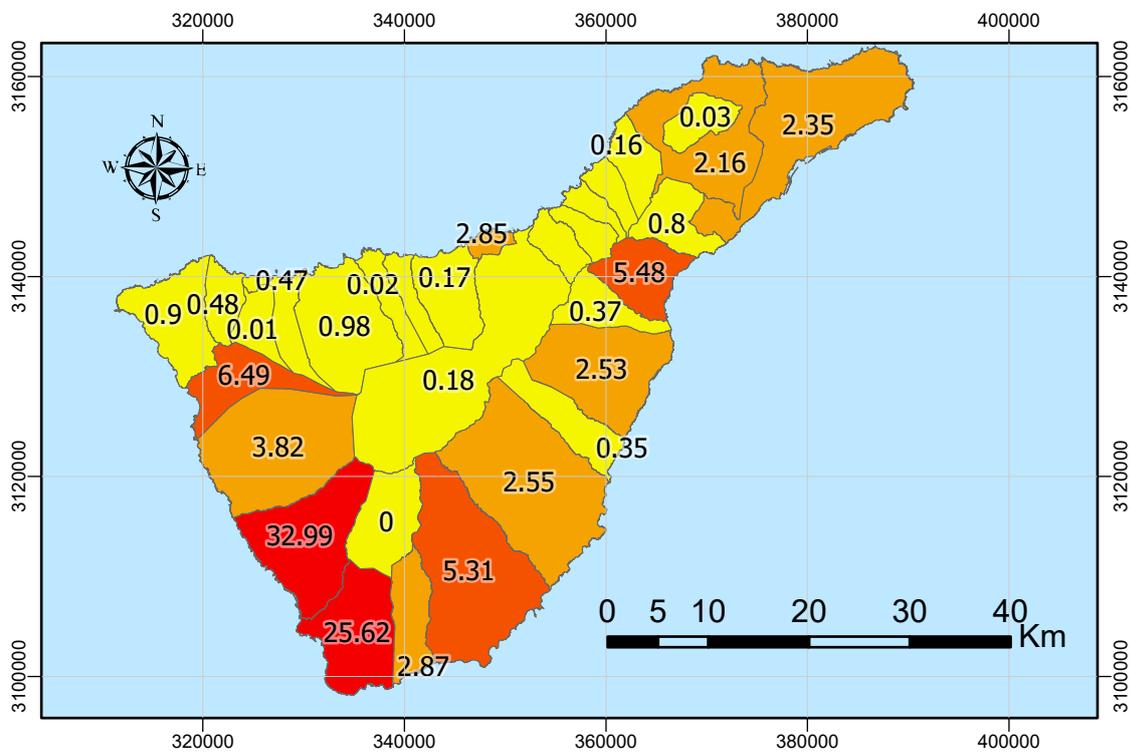
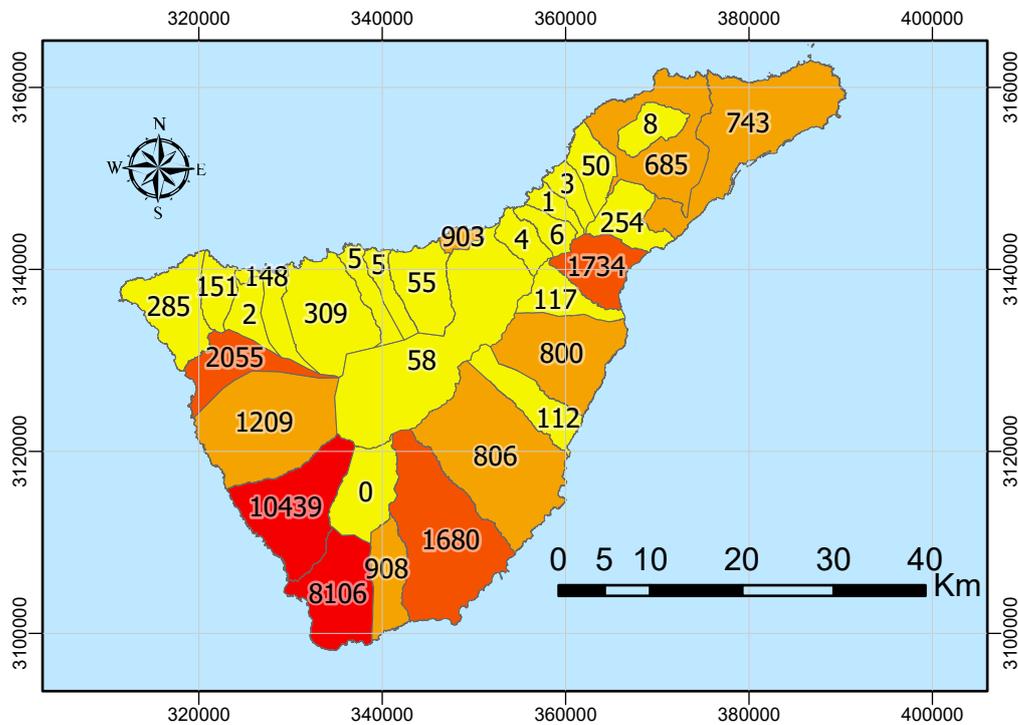


**Figura 10:** Diagrama de dispersión elaborado con los resultados del modelo predictivo en el que se puede apreciar la tendencia demográfica estimada de la población hasta el año 2049 teniendo en cuenta (B) o no (A) el impacto de la mortalidad juvenil causada por los depredadores exóticos. [elaboración propia]

CAPA	TIPO PROCEDENCIA	FUENTE DE DATOS
Áreas de Cría	Elaboración Propia	[19] [9]
Distribución de la Especie	Importada	BIOCAN [24]
Límites Municipales	Importada	SITCAN <sup>1</sup>
Aeropuertos y Puertos Marítimos	Elaboración Propia	-
Censo de suelo industrial	Importada	IDECANARIAS <sup>2</sup>
Faros	Elaboración Propia	-
Instalaciones Deportivas	Importada	TeIDE <sup>3</sup> Tenerife Data <sup>4</sup>
Campos de Fútbol	Importada	TeIDE <sup>3</sup> Tenerife Data <sup>4</sup>
Pistas de Baloncesto	Importada	TeIDE <sup>3</sup> Tenerife Data <sup>4</sup>
Números de Gobierno	Importada	IGN <sup>5</sup>
Hoteles	Importada	Datos Abiertos de Canarias <sup>6</sup>
Mapa de Viales	Importada	IGN <sup>5</sup>
Ortofoto Express	Importada	IDECANARIAS <sup>2</sup>
Mapa ZEPAs e IBAs	Importadas	IDECANARIAS <sup>2</sup>
Curvas de Nivel	Importada	IGN <sup>5</sup>

<sup>1</sup>: Portal de Datos Abiertos del Sistema de Información Territorial de Canarias (Gobierno Autónomo)  
<sup>2</sup>: Infraestructura de datos Espaciales de Canarias (GRAFCAN S.A.)  
<sup>3</sup>: Atlas Digital del Cabildo de Tenerife (Gobierno Insular)  
<sup>4</sup>: Unidad del Banco de Datos y Centro de Documentación del Cabildo de Tenerife (Gobierno Insular)  
<sup>5</sup>: Instituto Geográfico Nacional: Base y Mapa Topográfico Nacional (Gobierno Estatal)  
<sup>6</sup>: Catálogo de Datos Abiertos del Gobierno Autónomo y otras organizaciones (ISTAC, GRAFCAN)

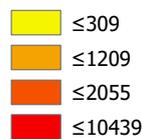
**Figura 11:** Tabla informativa que resume la procedencia y, en su caso, fuente de las distintas capas con información geoespacial utilizadas para el análisis cartográfico. [elaboración propia]



**FIGURA 12: Mapas de distribución que incluyen el recuento absoluto (arriba) y porcentual (abajo) del número de ejemplares rescatados en cada municipio**



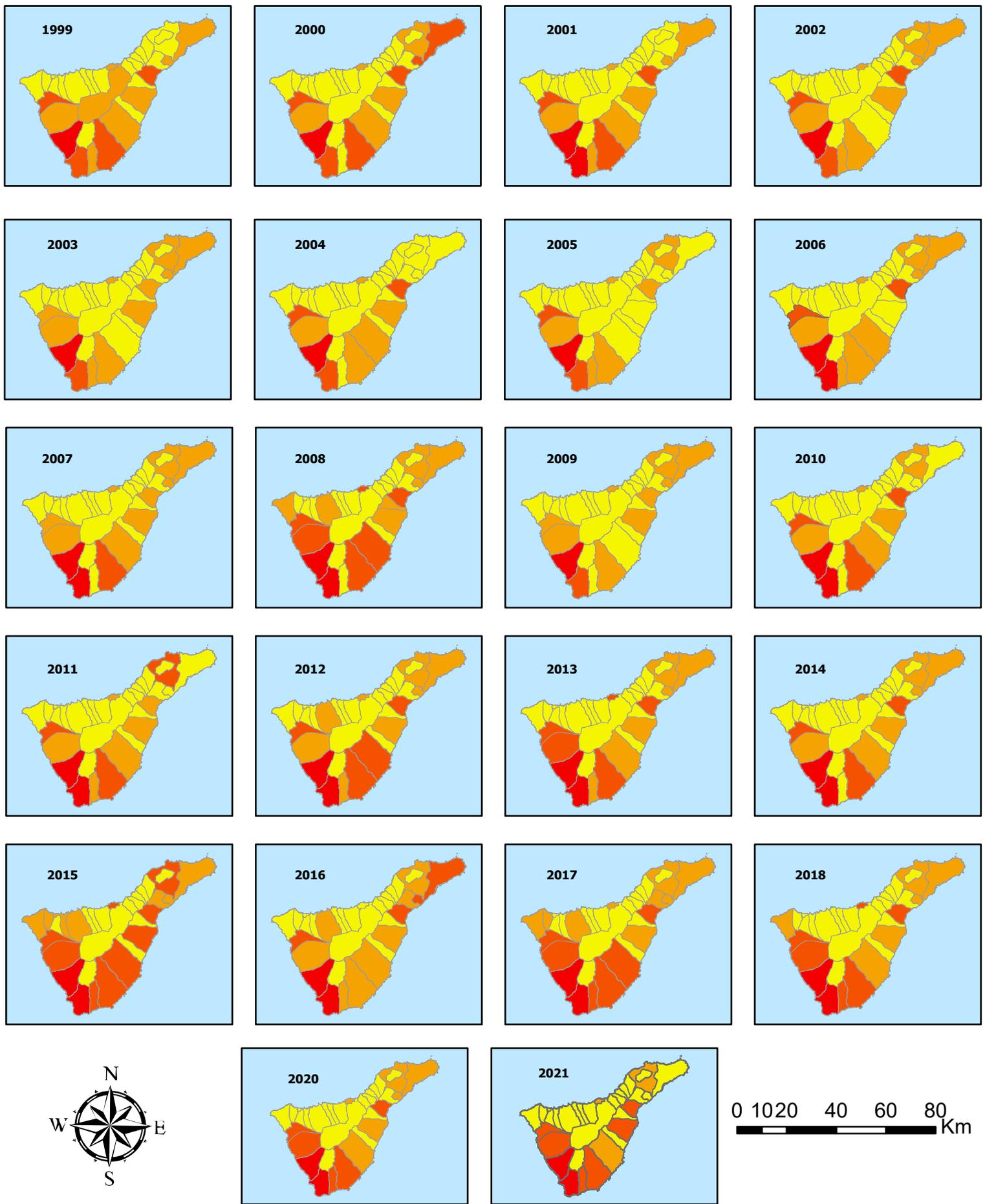
**RESCATES TOTALES**



**PORCENTAJE TOTAL**



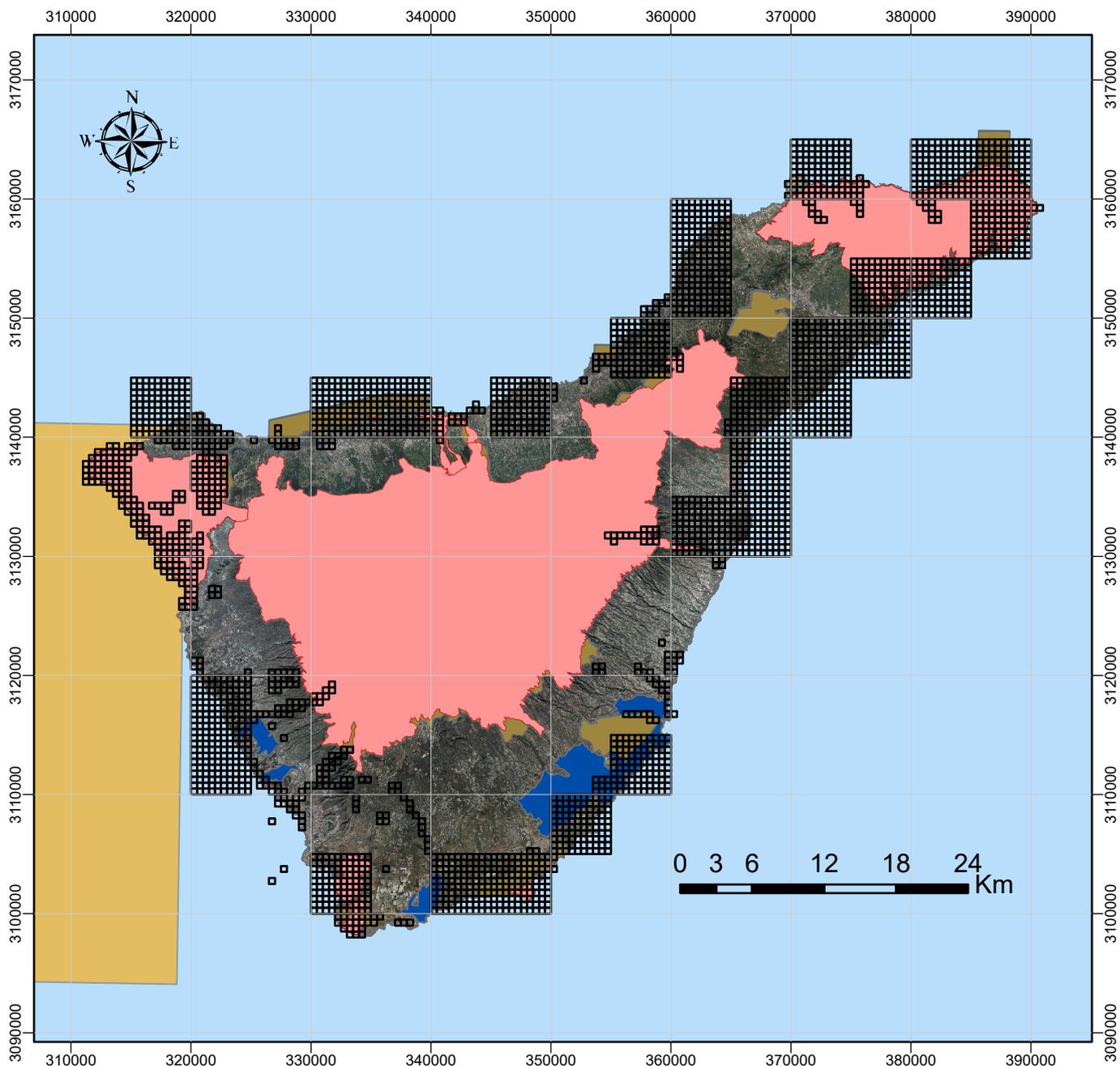
Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.



**FIGURA 13: Mosaico de mapas de distribución del recuento de ejemplares rescatados en cada municipio para los distintos años incluidos en la serie temporal estudiada**



Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.



**FIGURA 14: Mapa que refleja la distribución de la especie en el área de estudio y el solapamiento con la red de Zonas de Especial Conservación para las Aves y Áreas Prioritarias para las Aves (IBAs y APAs) a nivel terrestre**



□ Distribucion

■ Áreas Prioritarias para las Aves

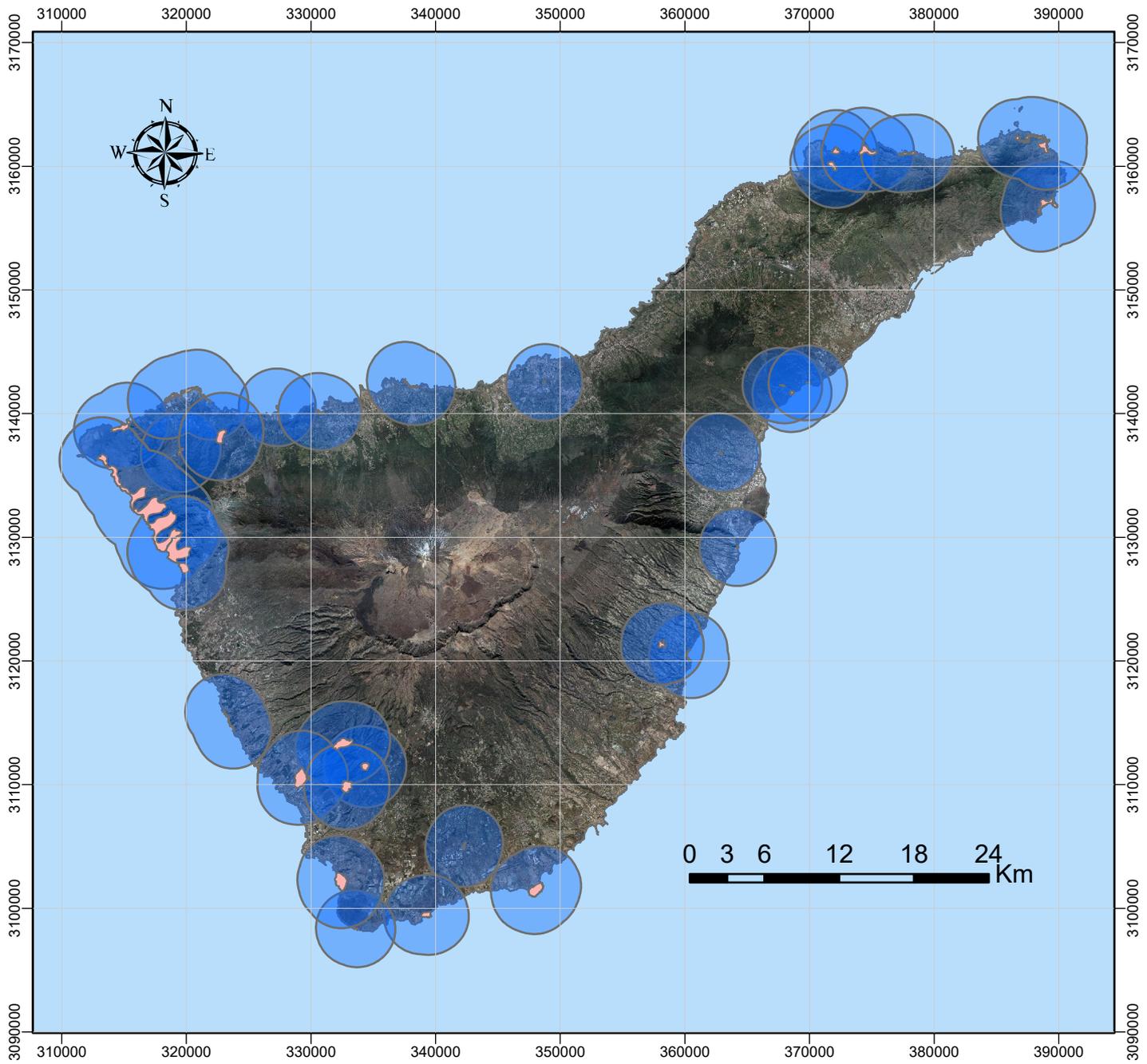
■ ZEPA terrestre ZEPA terrestres (competencia C.A. Canarias)

■ IBAs

Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.

Misael Bayo Ufano, Trabajo Fin de Máster.

[mapas de elaboración propia]



**FIGURA 15: Mapa que refleja la distribución de las principales áreas de cría localizadas en el área de estudio con Zona de Influencia de 3 Km de radio**



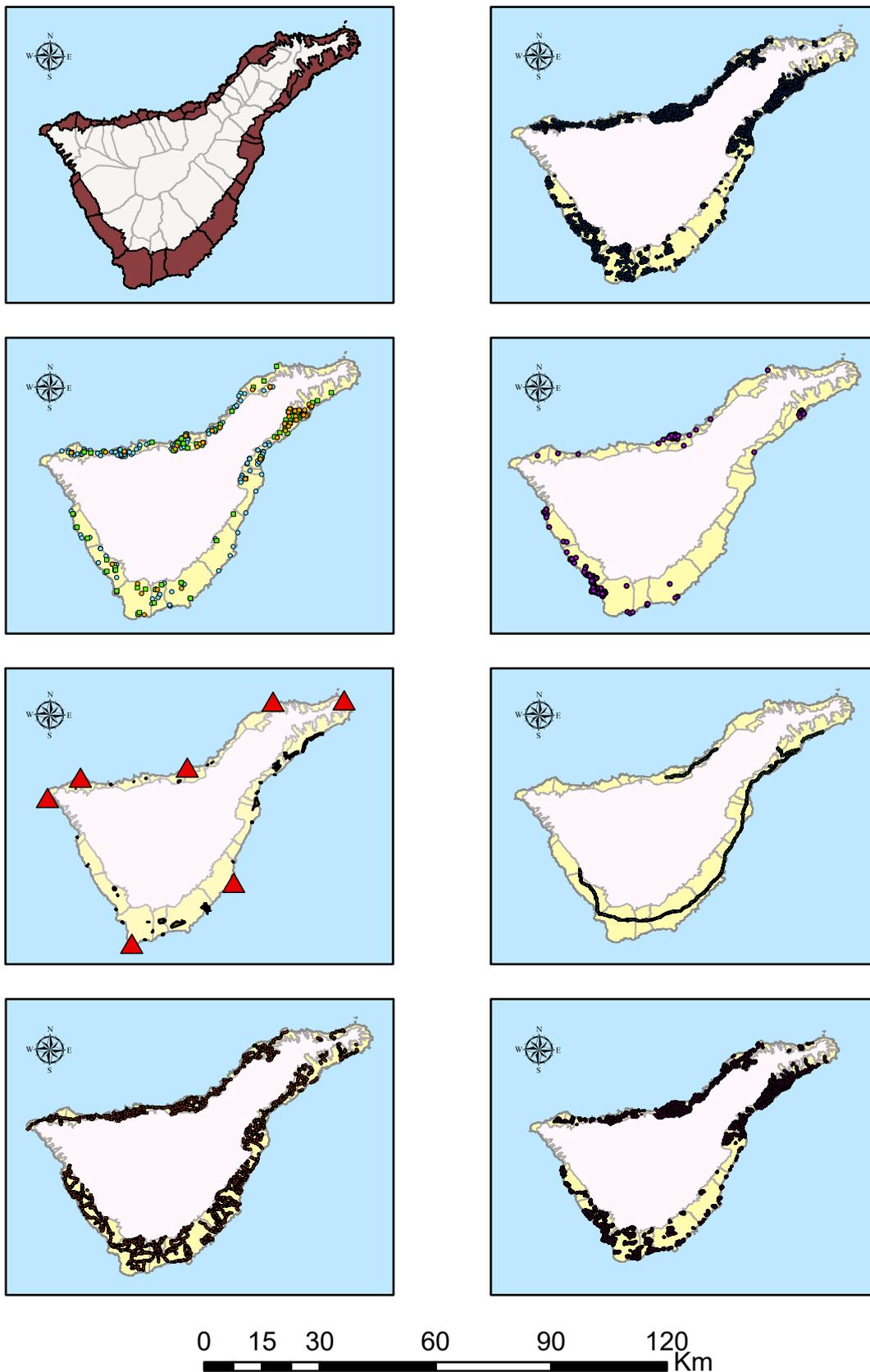
 Áreas de Cría

 Búfer 3 Km

Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.

Misael Bayo Ufano, Trabajo Fin de Máster.

[mapas de elaboración propia]



**FIGURA 16: Mosaico de mapas que reflejan la distribución de los principales elementos de contaminación lumínica incluidos en el estudio bajo la cota de los 400 msnm**

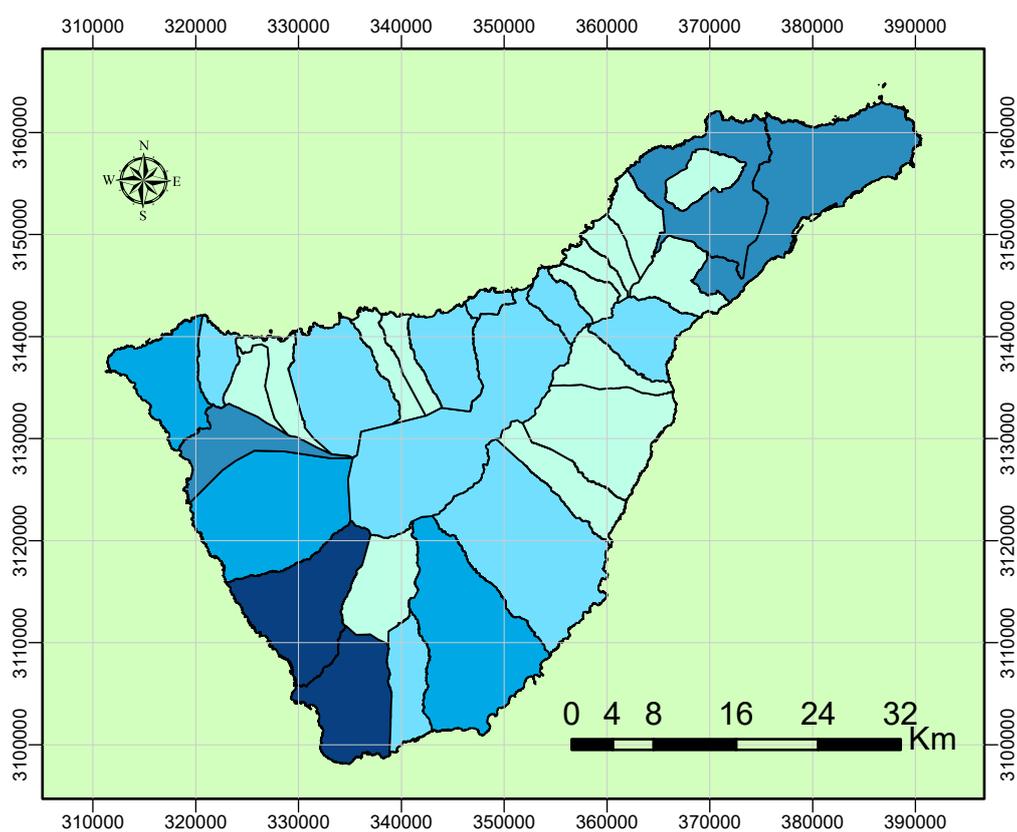
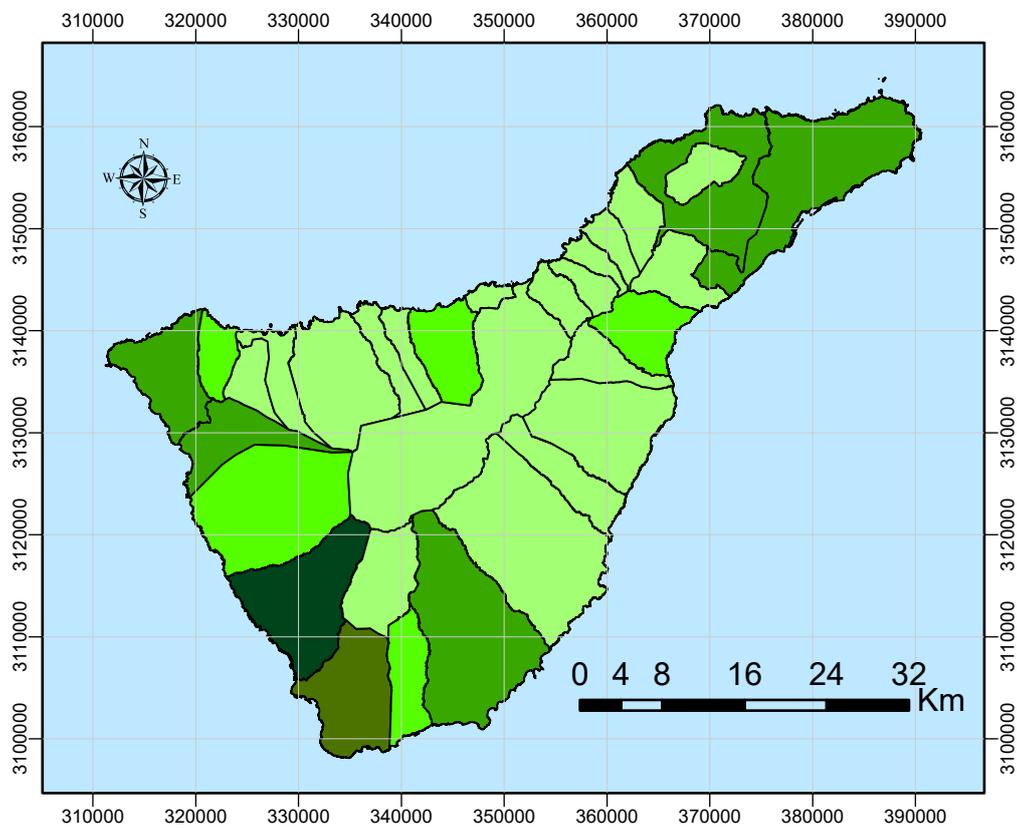


- |                           |                            |  |                                 |
|---------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|
| ■ Área bajo cota 400      | • Canchas baloncesto       | • Luminarias Autovías/pistas           | ■ (Aero)Puertos y Polígonos Ind |
| • Números de Gobierno     | ■ Campos de fútbol         | • Luminarias Carreteras Convencionales |                                 |
| • Alojamientos Turísticos | • Instalaciones deportivas | • Luminarias Carreteras Urbanas        | ▲ Faros                         |

Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.

Misael Bayo Ufano, Trabajo Fin de Máster.

[mapas de elaboración propia]



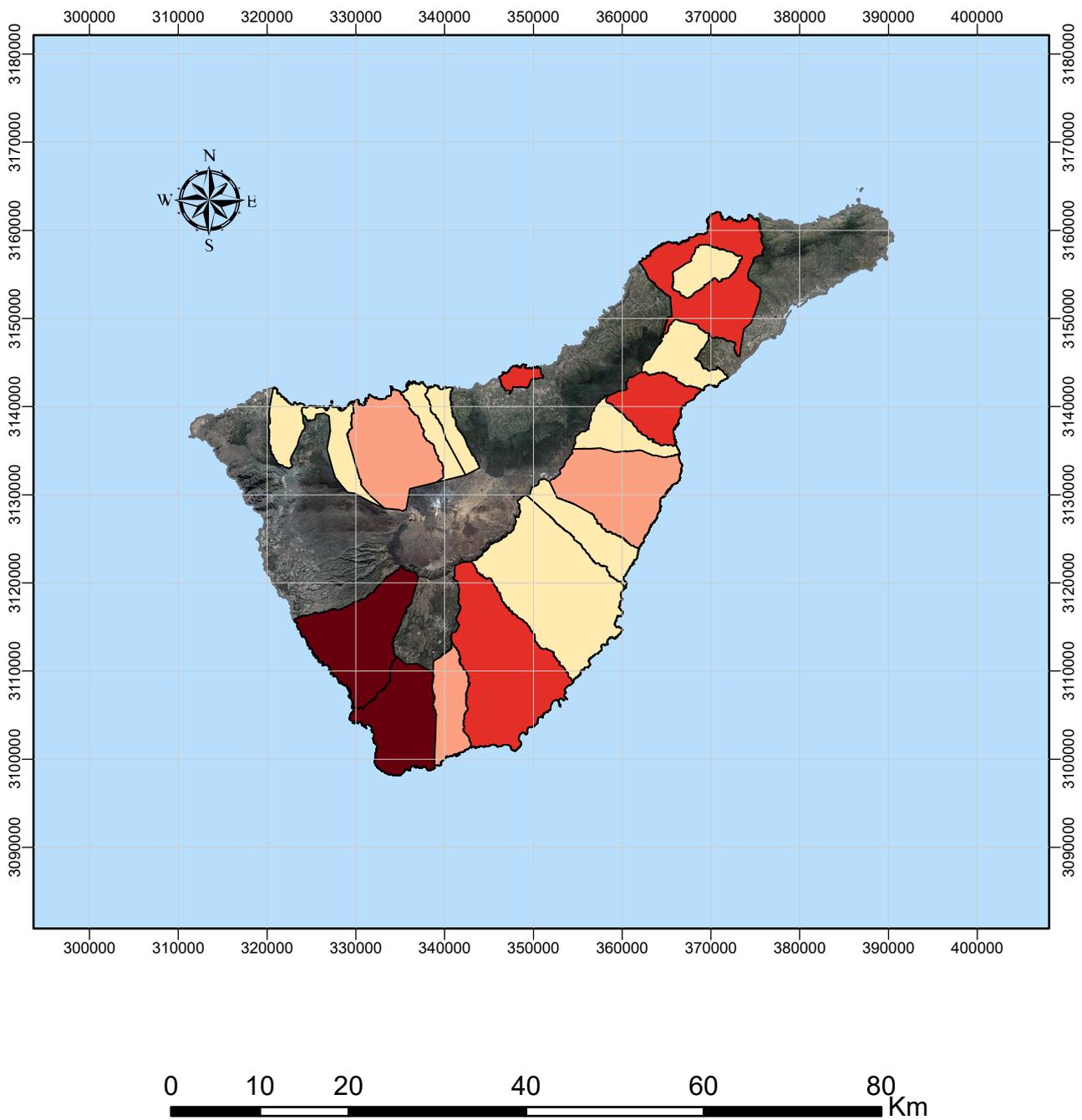
**FIGURA 17: Mapa de distribución del valor de los Índices de Riesgo calculados para cada municipio en base a los niveles de contaminación lumínica mostrados bajo la cota de 400 msnsm, a la densidad de áreas de cría y a la distancia entre éstas y los núcleos iluminados**



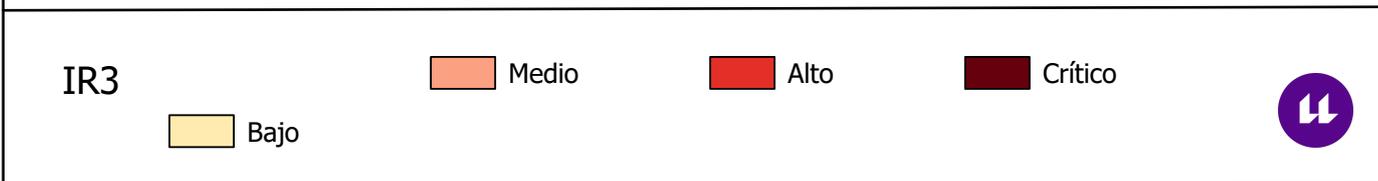
Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.

Misael Bayo Ufano, Trabajo Fin de Máster.

[mapas de elaboración propia]



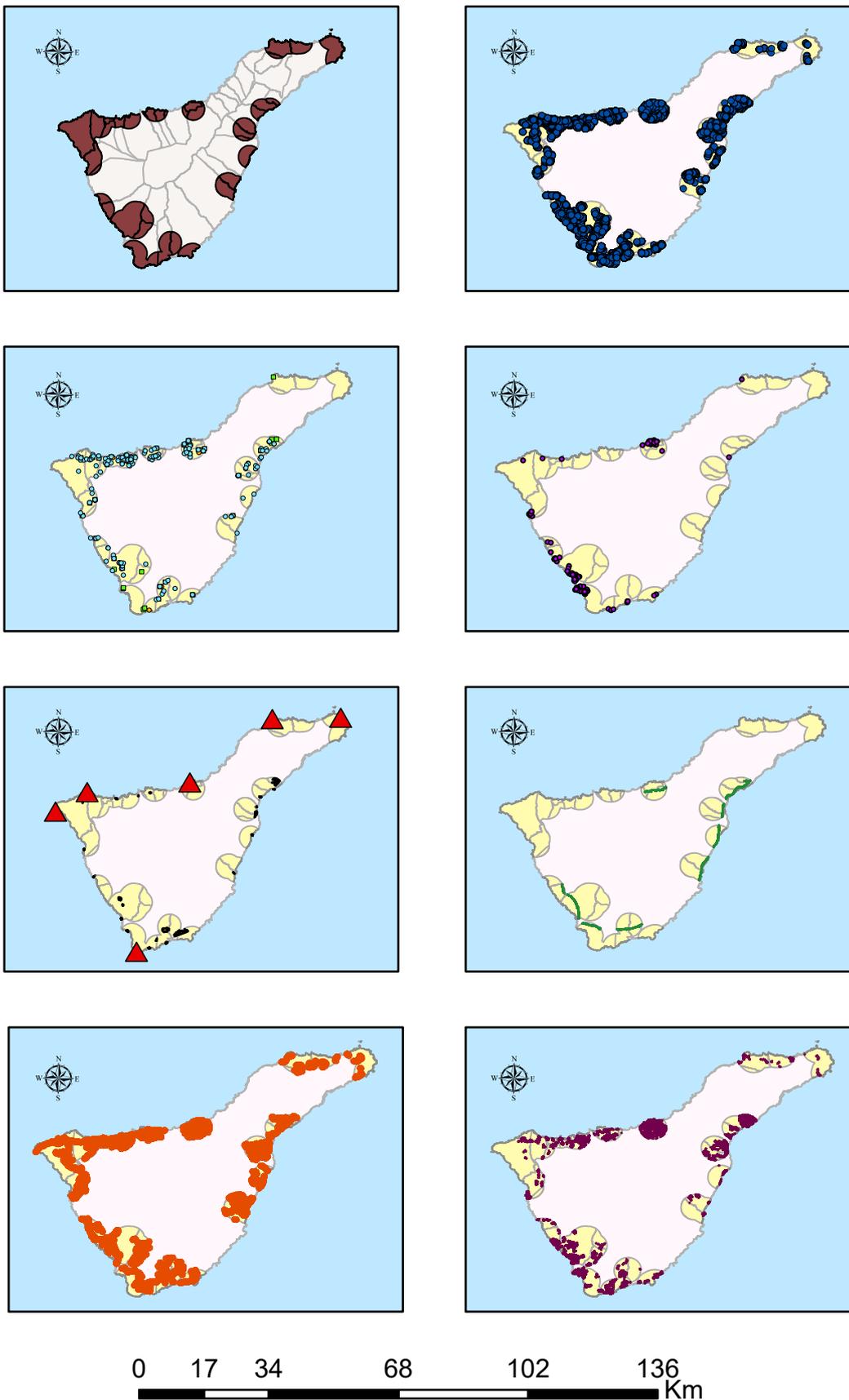
**FIGURA 18: Mapa de distribución de los valores que toma el Índice de Riesgo 3, calculado utilizando los valores estandarizados de niveles de contaminación lumínica, densidad de áreas de cría y la distancia entre éstas y los núcleos iluminados. Los municipios sin colonias reproductoras localizadas o identificados como "outliers" fueron excluidos.**



Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.

Misael Bayo Ufano, Trabajo Fin de Máster.

[mapas de elaboración propia]

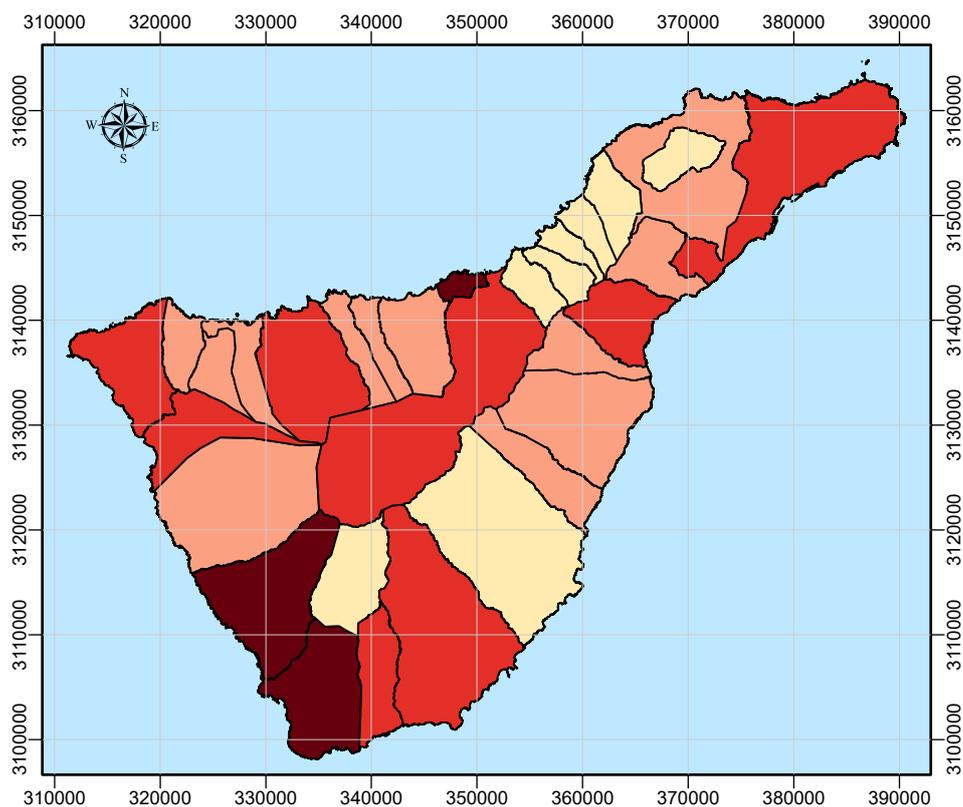
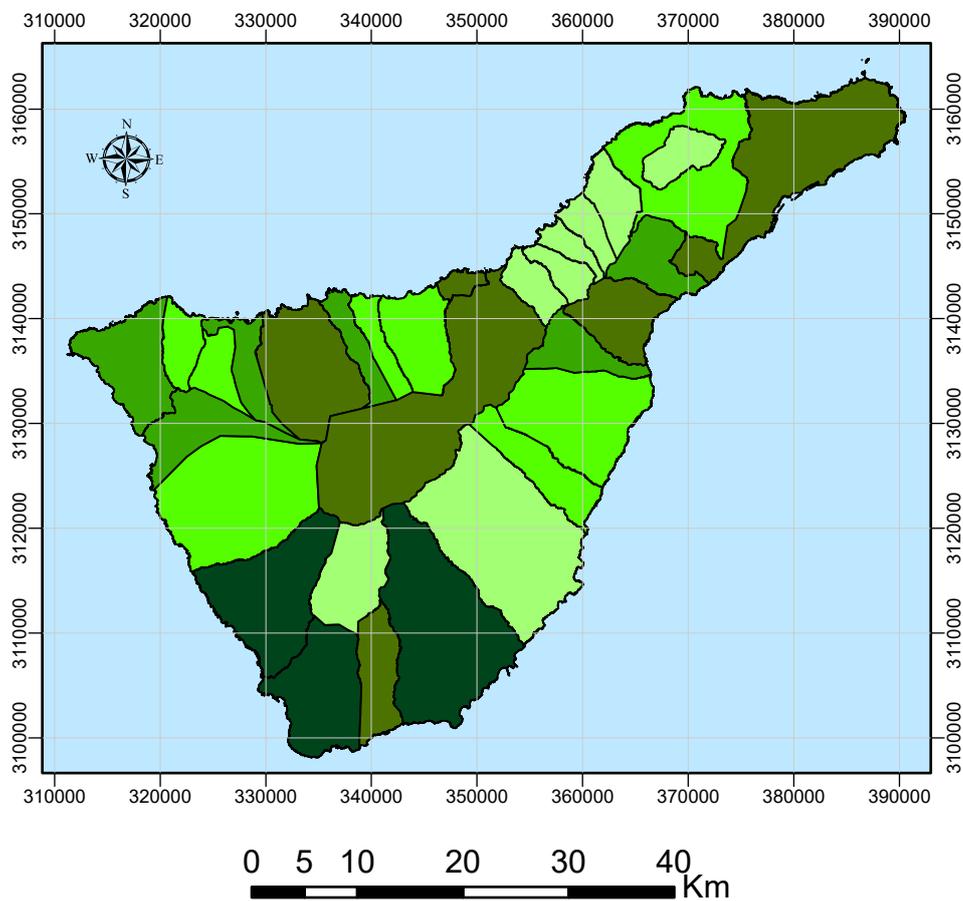


**FIGURA 19: Mosaico de mapas que reflejan la distribución de los principales elementos de contaminación lumínica incluidos para el análisis en las inmediaciones de las colonias de cría (radio de 3 Km)**

- |                               |                          |                                     |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Perímetro de seguridad (3 Km) | Instalaciones deportivas | (Aero)Puertos y Polígonos Ind       |
| · Números de Gobierno         | Canchas baloncesto       | Luminarias Carreteras Covencionales |
| · Alojamientos turísticos     | Campos fútbol            | · Luminarias Carreteras Urbanas     |
|                               |                          | Faros                               |

Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.





**FIGURA 20: Mapa de distribución de los valores que toman los Índices de Riesgo 1 y 3 para cada municipio, calculados a partir de la contaminación lumínica localizada en las inmediaciones de las colonias de cría (radio de 3 Km)**



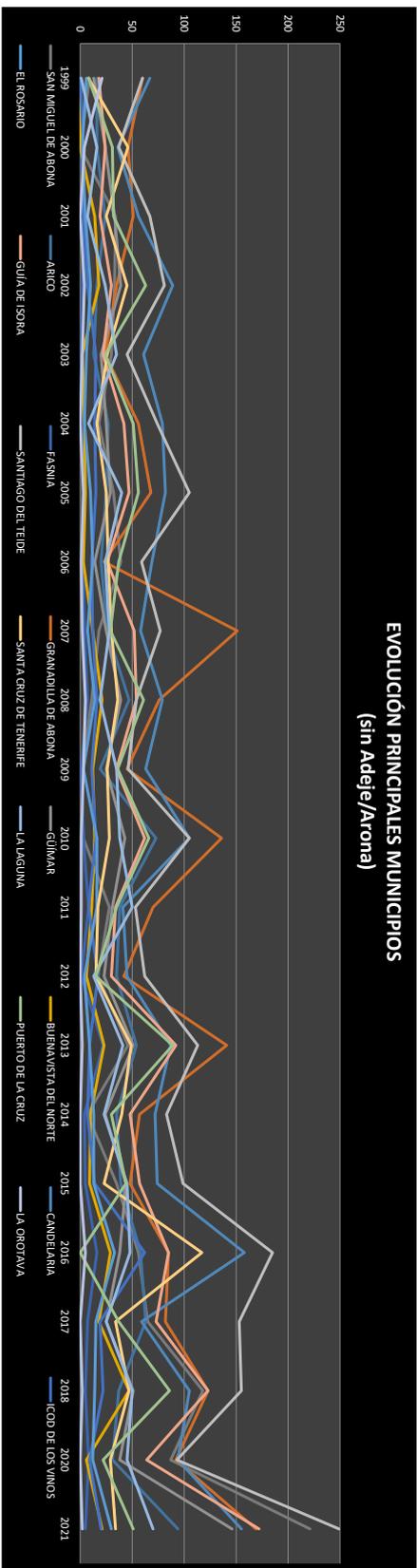
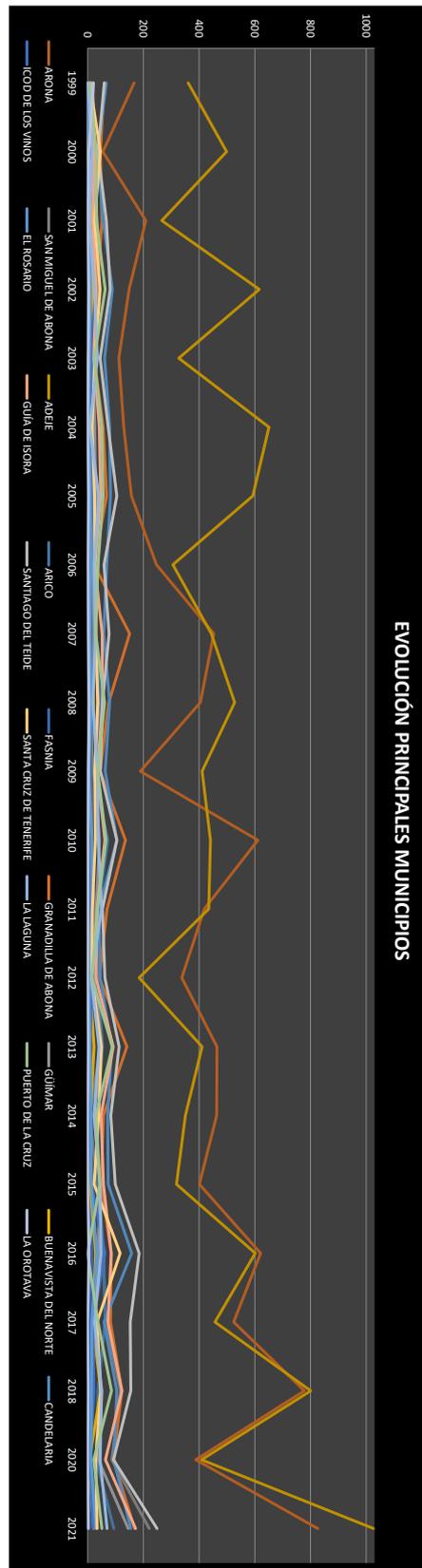
Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.

Misael Bayo Ufano, Trabajo Fin de Máster.

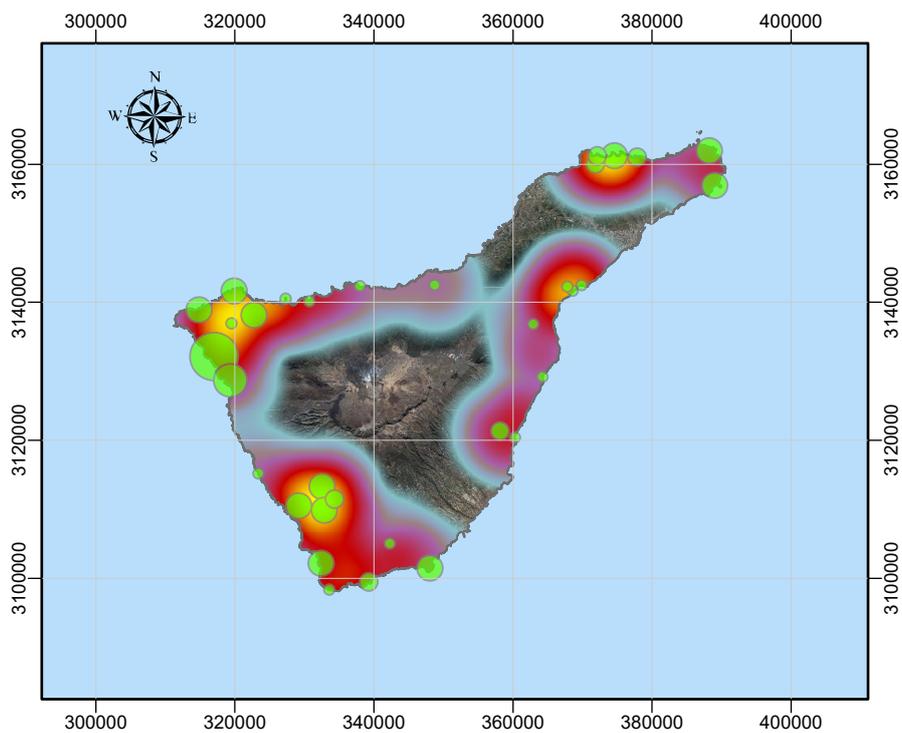
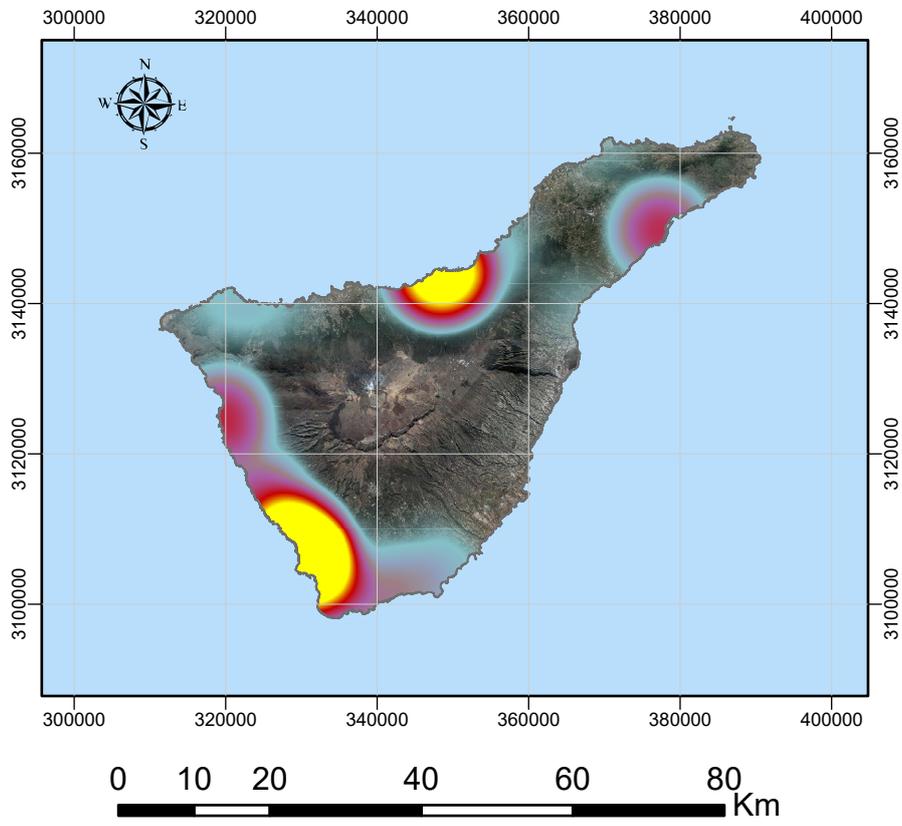
[mapas de elaboración propia]



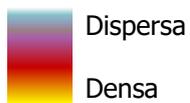
**Figura 21:** Diagrama de dispersión en el que se representa el recuento total de ejemplares juveniles rescatados para cada uno de los años de la serie temporal estudiada. Puede apreciarse una tendencia al alza con un aumento significativo en términos absolutos y de varianza a partir del año 2015. [elaboración propia]



**Figura 22:** Gráficos de líneas elaborados a partir de los datos anuales sobre el número de rescates efectuados en cada uno de los municipios en los que existen registros de incidencias reportadas por los ciudadanos a través de la serie temporal estudiada. A la derecha se presentan todas estas unidades territoriales mientras que a la izquierda se ocultan los valores de Adeje y Arona. [elaboración propia]



**Figura 23: Mapas de calor donde se reflejan con mayor intensidad las acumulaciones de Alojamientos Turísticos (arriba) y Áreas de Cría (abajo). Además, se incluye una capa de símbolos graduados que hace referencia a la importancia relativa de cada colonia (abajo)**



Área de las Colonias (Hectáreas)

- ≤10,496
- ≤27,733

- ≤109,676
- ≤265,1425
- ≤784,403



Incidencia de la contaminación lumínica para la conservación de la Pardela Cenicienta (*Calonectris borealis*) en Tenerife: Análisis Cartográfico y Evolución de la Campaña de Rescate.

Misael Bayo Ufano, Trabajo Fin de Máster.

[mapas de elaboración propia]

# **ANEXOS**

### Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
ARONA	22	55	826	368,45	216,253	,518	,491	-,426	,953
S. MIGUEL DE ABONA	22	0	221	41,27	49,393	2,622	,491	8,182	,953
ADEJE	22	185	1026	474,50	187,935	1,305	,491	2,463	,953
ARICO	22	13	94	36,64	20,866	1,244	,491	1,357	,953
VILAFLORES	22	0	0	,00	,000	.	.	.	.
FASNIA	22	0	22	5,09	5,172	2,146	,491	5,226	,953
GRANADILLA DE ABONA	22	23	169	76,36	42,210	,887	,491	-,230	,953
GÜÍMAR	22	13	146	36,36	26,707	3,530	,491	14,633	,953
BUENAVISTA DEL NORTE	22	0	47	12,95	10,965	1,481	,491	3,210	,953
CANDELARIA	22	36	158	78,82	31,231	1,319	,491	1,952	,953
EL TANQUE	22	0	1	,09	,294	3,059	,491	8,085	,953
ICOD DE LOS VINOS	22	0	62	14,05	12,128	3,067	,491	12,258	,953
ARAFO	22	0	26	5,32	5,785	2,380	,491	7,244	,953
LOS SILOS	22	0	19	6,86	5,454	,882	,491	,003	,953
LA GUANCHA	22	0	3	,23	,685	3,583	,491	13,726	,953
EL ROSARIO	22	2	33	11,55	7,818	1,461	,491	2,514	,953
TEGUESTE	22	0	4	,36	,902	3,446	,491	13,349	,953
GARACHICO	22	0	17	6,73	4,410	,347	,491	-,297	,953
GUÍA DE ISORA	22	18	172	54,95	37,148	1,804	,491	3,825	,953
SANTIAGO DEL TEIDE	22	37	249	93,41	51,859	1,623	,491	2,775	,953
SANTA CRUZ DE TENERIFE	22	8	117	33,77	21,574	2,857	,491	10,828	,953
LA LAGUNA	22	1	70	31,14	17,030	,189	,491	-,201	,953
PUERTO DE LA CRUZ	22	0	89	41,05	22,790	,444	,491	,040	,953
LA OROTAVA	22	0	21	2,64	4,424	3,678	,491	15,406	,953

LA VICTORIA (ACENTEJO)	22	0	2	,27	,703	2,278	,491	3,498	,953
LA MATANZA (ACENTEJO)	22	0	1	,05	,213	4,690	,491	22,000	,953
SANTA_ÚRSULA	22	0	2	,18	,588	3,059	,491	8,085	,953
LOS REALEJOS	22	0	14	2,50	3,648	2,204	,491	4,788	,953
S. JUAN DE LA RAMBLA	22	0	3	,23	,685	3,583	,491	13,726	,953

**FIGURA 1:** Tabla que recoge el sondeo estadístico descriptivo de la base de datos principal, tomando los municipios como casos y los años como variables. [elaboración propia]

Estadísticos descriptivos									
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
1999	31	0	361	26,48	70,618	4,047	,421	17,841	,821
2000	31	0	499	27,29	89,164	5,259	,421	28,581	,821
2001	31	0	266	27,48	59,548	3,256	,421	10,715	,821
2002	31	0	616	41,10	111,935	4,836	,421	25,060	,821
2003	31	0	327	25,00	60,873	4,424	,421	21,538	,821
2004	31	0	651	39,29	117,532	5,019	,421	26,580	,821
2005	31	0	593	42,87	108,383	4,676	,421	23,774	,821
2006	31	0	306	30,32	68,499	3,412	,421	11,464	,821
2007	31	0	453	47,13	111,522	3,310	,421	10,400	,821
2008	31	0	528	49,16	115,008	3,587	,421	12,663	,821
2009	31	0	411	31,74	79,025	4,185	,421	18,933	,821
2010	31	0	611	57,55	132,177	3,447	,421	12,107	,821
2011	31	0	435	42,26	104,521	3,522	,421	11,683	,821
2012	31	0	338	27,84	67,336	3,901	,421	16,236	,821
2013	31	0	464	56,42	108,863	3,054	,421	9,318	,821
2014	31	0	463	41,26	101,271	3,556	,421	12,507	,821
2015	31	0	401	41,71	89,304	3,343	,421	11,165	,821
2016	31	0	621	72,39	151,617	3,170	,421	9,766	,821
2017	31	0	524	54,58	121,581	3,312	,421	10,653	,821
2018	31	0	801	84,16	193,734	3,398	,421	11,030	,821
2020	31	0	409	46,48	99,098	3,155	,421	9,750	,821
2021	31	0	1026	108,16	231,419	3,241	,421	10,559	,821

### Correlaciones

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020	2021	
Correlación de Pearsón	1999	1,00	,932	,960	,966	,978	,963	,974	,953	,920	,962	,988	,955	,925	,981	,991	,966	,972	,913	,992	,925	,930	,947
	2000	,932	1,000	,827	,985	,964	,991	,980	,921	,949	,944	,943	,941	,972	,936	,910	,963	,973	,940	,904	,966	,965	,911
	2001	,960	,827	1,000	,996	,928	,977	,907	,990	,973	,985	,956	,947	,977	,905	,972	,954	,963	,975	,971	,984	,986	,989
	2002	,966	,985	,996	1,000	,991	,996	,995	,995	,916	,901	,975	,929	,941	,939	,990	,952	,967	,921	,989	,943	,943	,980
	2003	,978	,964	,928	,991	1,000	,983	,992	,933	,961	,931	,988	,986	,985	,907	,939	,907	,924	,972	,939	,986	,993	,920
	2004	,963	,991	,977	,996	,983	1,000	,995	,974	,903	,988	,969	,909	,924	,913	,971	,927	,941	,997	,969	,924	,924	,965
	2006	,953	,921	,990	,995	,933	,974	,902	1,000	,966	,988	,958	,945	,982	,908	,963	,960	,967	,979	,971	,987	,985	,984
	2007	,920	,949	,973	,916	,961	,903	,936	,966	1,000	,977	,915	,981	,989	,947	,987	,979	,974	,973	,981	,986	,983	,969

**FIGURA 2:** Tabla que recoge el sondeo estadístico descriptivo de la base de datos principal, tomando los años como casos y los municipios como variables. [elaboración propia]

2008	,962	,844	,985	,901	,931	,888	,909	,988	,977	1,000	,970	,948	,987	,899	,964	,956	,955	,966	,961	,983	,974	,976
2009	,988	,943	,956	,975	,988	,969	,979	,958	,915	1,070	,853	,933	,778	,892	,867	,875	,910	,887	,928	,925	,944	
2010	,855	,641	,947	,729	,786	,709	,750	,945	,981	,948	,853	1,000	,973	,986	,987	,994	,989	,968	,982	,971	,965	,940
2011	,925	,772	,977	,841	,885	,824	,855	,982	,989	,987	,933	,973	1,000	,942	,977	,980	,979	,975	,982	,993	,984	,977
2012	,781	,536	,905	,639	,707	,613	,660	,908	,947	,899	,778	,986	,942	1,000	,958	,985	,980	,951	,970	,945	,937	,906
2013	,891	,710	,972	,790	,839	,771	,812	,963	,987	,964	,892	,987	,977	,958	1,000	,982	,986	,971	,985	,983	,982	,966
2014	,866	,663	,954	,752	,807	,727	,767	,960	,979	,956	,867	,994	,980	,985	,982	1,000	,994	,982	,989	,980	,971	,950
2015	,872	,673	,963	,767	,824	,741	,858	,967	,974	,955	,875	,989	,979	,980	,986	,994	1,000	,982	,992	,984	,980	,964
2016	,913	,740	,975	,821	,872	,797	,834	,979	,973	,966	,910	,968	,975	,951	,971	,982	,982	1,000	,985	,982	,983	,971
2017	,892	,704	,971	,789	,839	,769	,809	,971	,981	,961	,887	,982	,982	,970	,985	,989	,992	,985	1,000	,990	,984	,975
2018	,925	,766	,984	,843	,886	,824	,856	,987	,986	,983	,928	,971	,993	,945	,983	,980	,984	,982	,990	1,000	,992	,987

	20	,9	,7	,9	,8	,8	,8	,8	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	1,	,9		
	20	30	65	86	43	93	24	60	85	83	74	25	65	84	37	82	71	80	83	84	92	00	92	
	20	,9	,8	,9	,8	,9	,8	,8	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	,9	1,	
	21	47	11	89	80	20	65	96	84	69	76	44	40	77	06	66	50	64	71	75	87	92	00	
Sig. (unilat eral)							,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
	19	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
	99		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
	20	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	
	20	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
	01	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	20	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
	02	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	20	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
	03	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
04	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
05	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
06	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
07	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
08	00	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	
09	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	

20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
12	00	01	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
13	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0
14	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0	,0
15	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0	,0
16	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0	,0
17	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0	,0
18	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0	,0
20	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	.	,0
21	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

**FIGURA 4:** Tabla que recoge el test de Pearson para el sondeo del grado de correlación entre variables a partir de la base principal de datos, tomando los años como casos y los municipios como variables. [elaboración propia]

#### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		@1999	@2000	@2001	@2002
N		31	31	31	31
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	26,48	27,29	27,48	41,10
	Desv. Desviación	70,618	89,164	59,548	111,935

Máximas diferencias extremas	Absoluto	,370	,380	,322	,357
	Positivo	,370	,352	,295	,325
	Negativo	-,354	-,380	-,322	-,357
Estadístico de prueba		,370	,380	,322	,357
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

		@2003	@2004	@2005	@2006
N		31	31	31	31
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	25,00	39,29	42,87	30,32
	Desv. Desviación	60,873	117,532	108,383	68,499
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,341	,369	,346	,329
	Positivo	,306	,316	,291	,326
	Negativo	-,341	-,369	-,346	-,329
Estadístico de prueba		,341	,369	,346	,329
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

		@2007	@2008	@2009	@2010
N		31	31	31	31
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	47,13	49,16	31,74	57,55
	Desv. Desviación	111,522	115,008	79,025	132,177
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,367	,335	,344	,332
	Positivo	,367	,333	,332	,292
	Negativo	-,336	-,335	-,344	-,332
Estadístico de prueba		,367	,335	,344	,332
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

		@2011	@2012	@2013	@2014
N		31	31	31	31
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	42,26	27,84	56,42	41,26
	Desv. Desviación	104,521	67,336	108,863	101,271
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,362	,340	,302	,342
	Positivo	,362	,306	,283	,312
	Negativo	-,343	-,340	-,302	-,342
Estadístico de prueba		,362	,340	,302	,342
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

		@2015	@2016	@2017	@2018
N		31	31	31	31
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	41,71	72,39	54,58	84,16
	Desv. Desviación	89,304	151,617	121,581	193,734
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,320	,317	,327	,332
	Positivo	,311	,306	,314	,324
	Negativo	-,320	-,317	-,327	-,332
Estadístico de prueba		,320	,317	,327	,332
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

		@2020	@2021
N		31	31
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	46,48	108,16
	Desv. Desviación	99,098	231,419
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,320	,320
	Positivo	,280	,275
	Negativo	-,320	-,320
Estadístico de prueba		,320	,320
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

**FIGURA 5:** Tablas que recogen el test de Kolmogorov-Smirnov para determinar la presencia de una distribución normal en la base de datos, tomando los municipios como casos y los años como variables. [elaboración propia]

### Matriz de Proximidades (disimilaridad): Distancia euclídea al cuadrado

Caso	1:ARONA	2:SAN MIGUEL DE ABONA	3:ADEJE	4:ARICO	5:VILAFLO
1:ARONA	,000	226,480	119,026	225,042	275,807
2:SAN MIGUEL DE ABONA	226,480	,000	378,699	1,654	4,091
3:ADEJE	119,026	378,699	,000	381,457	439,803
4:ARICO	225,042	1,654	381,457	,000	2,760
5:VILAFLO	275,807	4,091	439,803	2,760	,000
6:FASNIA	268,166	3,354	431,514	2,068	,088

7:GRANADILLA DE ABONA	181,089	5,649	321,846	4,182	12,049
8:GÜÍMAR	229,905	1,131	380,219	,387	2,615
9:BUENAVISTA DEL NORTE	258,336	2,662	419,558	1,399	,379
10:CANDELARIA	180,388	5,326	307,931	4,855	13,027
11:EL TANQUE	275,646	4,081	439,673	2,745	,000
12:ICOD DE LOS VINOS	256,634	2,597	416,424	1,302	,517
13:ARAFO	268,918	3,656	430,905	2,139	,097
14:LOS SILOS	266,228	3,083	428,688	1,945	,113
15:LA GUANCHA	275,477	4,068	439,508	2,730	,001
16:EL ROSARIO	259,883	2,633	420,840	1,441	,278
17:TEGUESTE	275,234	4,035	439,277	2,700	,002
18:GARACHICO	266,614	3,292	428,420	1,910	,109
19:GUÍA DE ISORA	207,525	1,468	356,579	,870	5,453
20:SANTIAGO DEL TEIDE	164,179	6,613	297,113	6,608	16,808
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	232,680	2,029	380,881	,836	2,691
22:LA LAGUNA	234,817	1,520	386,688	,772	2,276
23:PUERTO DE LA CRUZ	224,597	2,364	367,716	1,015	3,996
24:LA OROTAVA	272,692	3,939	433,550	2,531	,099
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	275,555	4,053	439,536	2,739	,000
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	275,754	4,086	439,750	2,755	,000
27:SANTA ÚRSULA	275,357	4,067	439,481	2,717	,001
28:LOS REALEJOS	273,186	3,787	435,766	2,500	,023
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	275,444	4,064	439,525	2,733	,001
30:EL SAUZAL	275,709	4,084	439,499	2,747	,000
31:TACORONTE	272,696	3,784	435,952	2,452	,015

Caso	6:FASNIA	7: GRANADILLA DE ABONA	8:GÜÍMAR	9: BUENAVISTA DEL NORTE	10: CANDELARIA
1:ARONA	268,166	181,089	229,905	258,336	180,388
2:SAN MIGUEL DE ABONA	3,354	5,649	1,131	2,662	5,326
3:ADEJE	431,514	321,846	380,219	419,558	307,931
4:ARICO	2,068	4,182	,387	1,399	4,855
5:VILAFLORES	,088	12,049	2,615	,379	13,027
6:FASNIA	,000	10,505	1,980	,176	11,547
7:GRANADILLA DE ABONA	10,505	,000	4,528	8,870	2,653
8:GÜÍMAR	1,980	4,528	,000	1,293	4,826
9:BUENAVISTA DEL NORTE	,176	8,870	1,293	,000	9,777
10:CANDELARIA	11,547	2,653	4,826	9,777	,000
11:EL TANQUE	,086	12,027	2,607	,375	13,005
12:ICOD DE LOS VINOS	,323	8,963	1,367	,235	9,127
13:ARAFO	,071	10,577	2,051	,211	11,634
14:LOS SILOS	,062	10,329	1,873	,165	11,160
15:LA GUANCHA	,080	11,993	2,592	,367	12,957
16:EL ROSARIO	,126	9,283	1,414	,136	9,794
17:TEGUESTE	,070	11,917	2,557	,358	12,924
18:GARACHICO	,040	10,222	1,858	,167	11,121
19:GUÍA DE ISORA	4,407	2,371	,962	3,329	2,952
20:SANTIAGO DEL TEIDE	15,015	2,814	6,987	12,873	1,394
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	2,018	5,380	,788	1,381	4,876
22:LA LAGUNA	1,700	5,670	,588	1,256	5,610
23:PUERTO DE LA CRUZ	3,190	4,119	,814	2,311	4,261
24:LA OROTAVA	,156	11,216	2,391	,399	12,052
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	,085	12,009	2,592	,368	12,977
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	,087	12,042	2,612	,377	13,013
27:SANTA ÚRSULA	,085	11,988	2,585	,371	12,973
28:LOS REALEJOS	,073	11,468	2,333	,298	12,393
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	,086	12,001	2,593	,368	12,976
30:EL SAUZAL	,087	12,021	2,597	,374	12,992
31:TACORONTE	,052	11,414	2,316	,297	12,353

Caso	11:EL TANQUE	12:ICOD DE LOS VINOS	13:ARAFO	14:LOS SILOS
1:ARONA	275,646	256,634	268,918	266,228
2:SAN MIGUEL DE ABONA	4,081	2,597	3,656	3,083
3:ADEJE	439,673	416,424	430,905	428,688
4:ARICO	2,745	1,302	2,139	1,945
5:VILAFLO	,000	,517	,097	,113
6:FASNIA	,086	,323	,071	,062
7:GRANADILLA DE ABONA	12,027	8,963	10,577	10,329
8:GÜÍMAR	2,607	1,367	2,051	1,873
9:BUENAVISTA DEL NORTE	,375	,235	,211	,165
10:CANDELARIA	13,005	9,127	11,634	11,160
11:EL TANQUE	,000	,513	,097	,110
12:ICOD DE LOS VINOS	,513	,000	,336	,232
13:ARAFO	,097	,336	,000	,081
14:LOS SILOS	,110	,232	,081	,000
15:LA GUANCHA	,001	,498	,094	,108
16:EL ROSARIO	,274	,142	,166	,082
17:TEGUESTE	,002	,501	,090	,105
18:GARACHICO	,107	,245	,054	,044
19:GUÍA DE ISORA	5,434	3,204	4,526	4,200
20:SANTIAGO DEL TEIDE	16,771	12,308	15,320	14,551
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	2,678	1,163	2,118	1,927
22:LA LAGUNA	2,268	1,000	1,824	1,531
23:PUERTO DE LA CRUZ	3,985	2,538	3,197	3,093
24:LA OROTAVA	,099	,516	,131	,172
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	,001	,502	,095	,108
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	,000	,511	,097	,112
27:SANTA ÚRSULA	,001	,500	,096	,110
28:LOS REALEJOS	,023	,417	,061	,085
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	,001	,505	,095	,109
30:EL SAUZAL	,000	,513	,092	,111
31:TACORONTE	,015	,408	,060	,076

Caso	15:LA GUANCHA	16:EL ROSARIO	17:TEGUESTE	18: GARACHICO
1:ARONA	275,477	259,883	275,234	266,614
2:SAN MIGUEL DE ABONA	4,068	2,633	4,035	3,292
3:ADEJE	439,508	420,840	439,277	428,420
4:ARICO	2,730	1,441	2,700	1,910
5:VILAFLORES	,001	,278	,002	,109
6:FASNIA	,080	,126	,070	,040
7:GRANADILLA DE ABONA	11,993	9,283	11,917	10,222
8:GÜÍMAR	2,592	1,414	2,557	1,858
9:BUENAVISTA DEL NORTE	,367	,136	,358	,167
10:CANDELARIA	12,957	9,794	12,924	11,121
11:EL TANQUE	,001	,274	,002	,107
12:ICOD DE LOS VINOS	,498	,142	,501	,245
13:ARAFO	,094	,166	,090	,054
14:LOS SILOS	,108	,082	,105	,044
15:LA GUANCHA	,000	,266	,001	,103
16:EL ROSARIO	,266	,000	,264	,110
17:TEGUESTE	,001	,264	,000	,095
18:GARACHICO	,103	,110	,095	,000
19:GUÍA DE ISORA	5,407	3,514	5,359	4,148
20:SANTIAGO DEL TEIDE	16,725	13,066	16,674	14,581
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	2,645	1,448	2,639	1,962
22:LA LAGUNA	2,252	1,151	2,223	1,551
23:PUERTO DE LA CRUZ	3,975	2,606	3,918	2,978
24:LA OROTAVA	,098	,260	,099	,141
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	,000	,269	,002	,106
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	,000	,276	,002	,108
27:SANTA ÚRSULA	,002	,270	,003	,105
28:LOS REALEJOS	,022	,211	,023	,066
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	,001	,272	,002	,105
30:EL SAUZAL	,001	,274	,002	,108
31:TACORONTE	,014	,198	,011	,059

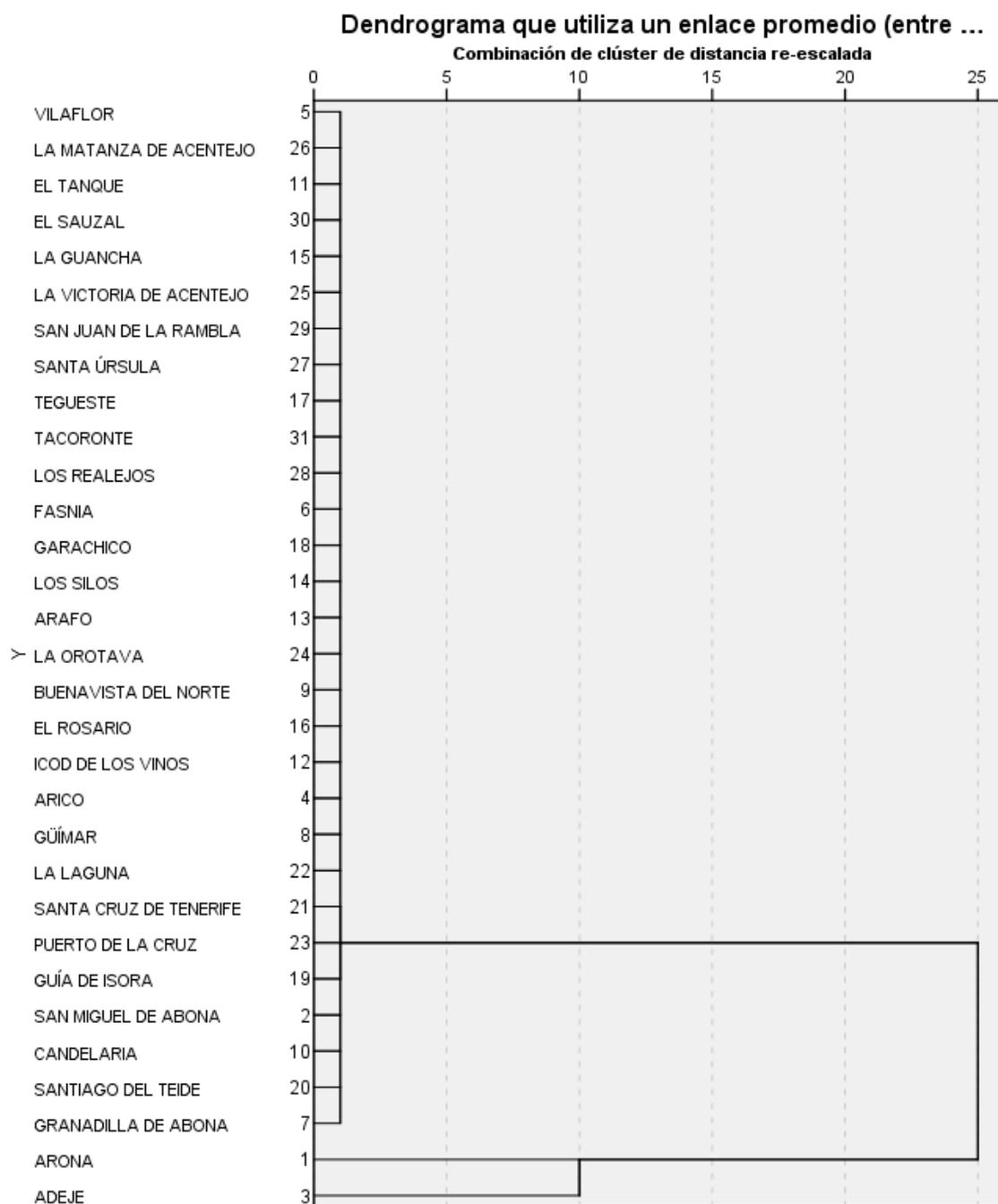
Caso	19:GUÍA DE ISORA	20:SANTIAGO DEL TEIDE	21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	22:LA LAGUNA
1:ARONA	207,525	164,179	232,680	234,817
2:SAN MIGUEL DE ABONA	1,468	6,613	2,029	1,520
3:ADEJE	356,579	297,113	380,881	386,688
4:ARICO	,870	6,608	,836	,772
5:VILAFLORES	5,453	16,808	2,691	2,276
6:FASNIA	4,407	15,015	2,018	1,700
7:GRANADILLA DE ABONA	2,371	2,814	5,380	5,670
8:GÜÍMAR	,962	6,987	,788	,588
9:BUENAVISTA DEL NORTE	3,329	12,873	1,381	1,256
10:CANDELARIA	2,952	1,394	4,876	5,610
11:EL TANQUE	5,434	16,771	2,678	2,268
12:ICOD DE LOS VINOS	3,204	12,308	1,163	1,000
13:ARAFO	4,526	15,320	2,118	1,824
14:LOS SILOS	4,200	14,551	1,927	1,531
15:LA GUANCHA	5,407	16,725	2,645	2,252
16:EL ROSARIO	3,514	13,066	1,448	1,151
17:TEGUESTE	5,359	16,674	2,639	2,223
18:GARACHICO	4,148	14,581	1,962	1,551
19:GUÍA DE ISORA	,000	3,871	1,511	1,390
20:SANTIAGO DEL TEIDE	3,871	,000	7,469	8,289
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	1,511	7,469	,000	,796
22:LA LAGUNA	1,390	8,289	,796	,000
23:PUERTO DE LA CRUZ	1,242	6,665	1,284	1,164
24:LA OROTAVA	5,100	15,900	2,452	2,151
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	5,413	16,741	2,663	2,257
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	5,446	16,792	2,681	2,272
27:SANTA ÚRSULA	5,416	16,735	2,672	2,247
28:LOS REALEJOS	5,024	16,065	2,456	2,022
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	5,412	16,740	2,669	2,258
30:EL SAUZAL	5,435	16,778	2,667	2,265
31:TACORONTE	4,999	16,025	2,420	2,009

Caso	23:PUERTO DE LA CRUZ	24:LA OROTAVA	25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	26:LA MATANZA DE ACENTEJO
1:ARONA	224,597	272,692	275,555	275,754
2:SAN MIGUEL DE ABONA	2,364	3,939	4,053	4,086
3:ADEJE	367,716	433,550	439,536	439,750
4:ARICO	1,015	2,531	2,739	2,755
5:VILAFLORES	3,996	,099	,000	,000
6:FASNIA	3,190	,156	,085	,087
7:GRANADILLA DE ABONA	4,119	11,216	12,009	12,042
8:GÜÍMAR	,814	2,391	2,592	2,612
9:BUENAVISTA DEL NORTE	2,311	,399	,368	,377
10:CANDELARIA	4,261	12,052	12,977	13,013
11:EL TANQUE	3,985	,099	,001	,000
12:ICOD DE LOS VINOS	2,538	,516	,502	,511
13:ARAFO	3,197	,131	,095	,097
14:LOS SILOS	3,093	,172	,108	,112
15:LA GUANCHA	3,975	,098	,000	,000
16:EL ROSARIO	2,606	,260	,269	,276
17:TEGUESTE	3,918	,099	,002	,002
18:GARACHICO	2,978	,141	,106	,108
19:GUÍA DE ISORA	1,242	5,100	5,413	5,446
20:SANTIAGO DEL TEIDE	6,665	15,900	16,741	16,792
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	1,284	2,452	2,663	2,681
22:LA LAGUNA	1,164	2,151	2,257	2,272
23:PUERTO DE LA CRUZ	,000	3,739	3,983	3,996
24:LA OROTAVA	3,739	,000	,098	,099
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	3,983	,098	,000	,000
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	3,996	,099	,000	,000
27:SANTA ÚRSULA	3,971	,100	,002	,001
28:LOS REALEJOS	3,659	,103	,021	,022
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	3,970	,099	,001	,001
30:EL SAUZAL	3,969	,097	,001	,000
31:TACORONTE	3,616	,091	,014	,015

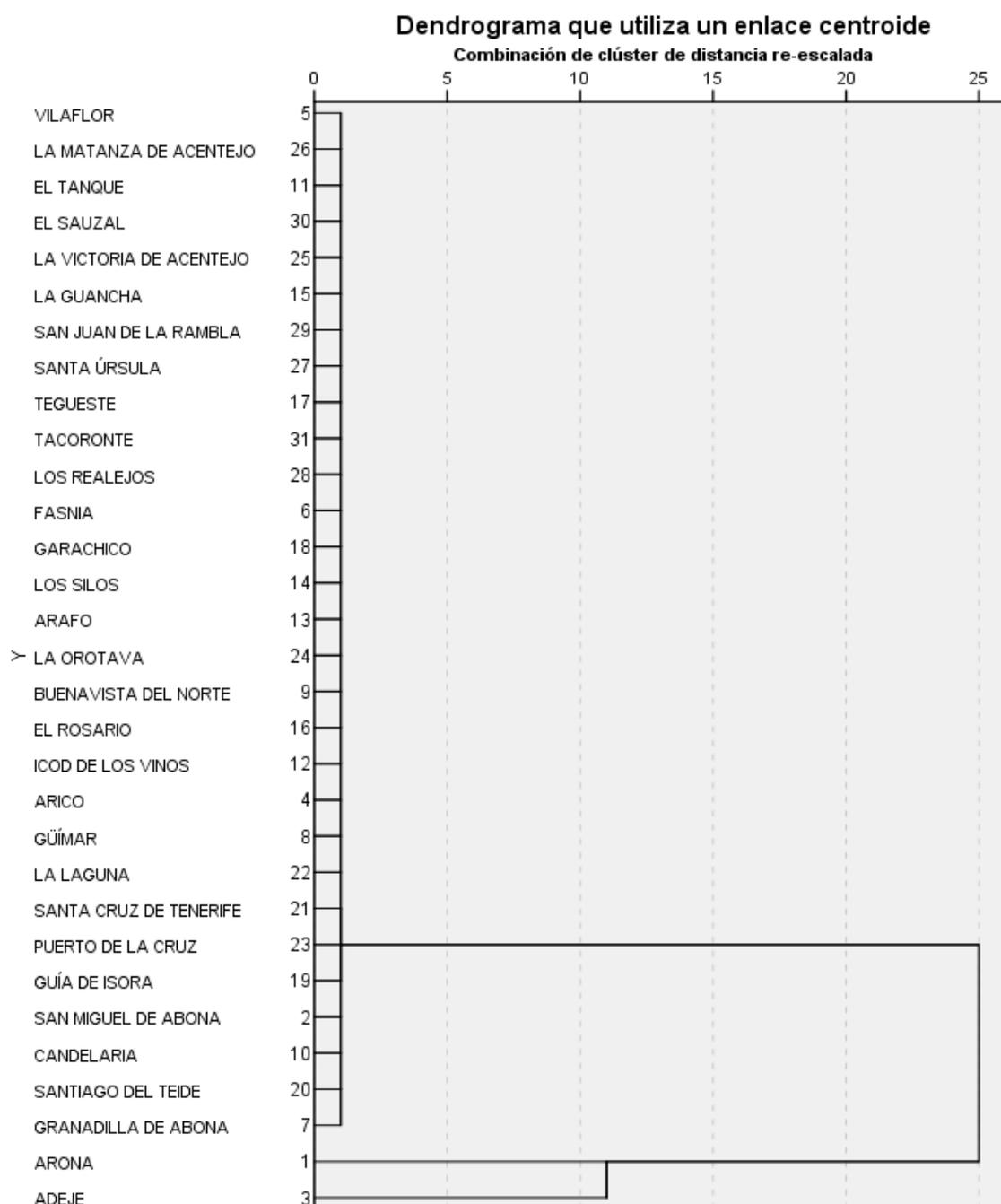
Caso	27:SANTA ÚRSULA	28:LOS REALEJOS	29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	30:EL SAUZAL
1:ARONA	275,357	273,186	275,444	275,709
2:SAN MIGUEL DE ABONA	4,067	3,787	4,064	4,084
3:ADEJE	439,481	435,766	439,525	439,499
4:ARICO	2,717	2,500	2,733	2,747
5:VILAFLORES	,001	,023	,001	,000
6:FASNIA	,085	,073	,086	,087
7:GRANADILLA DE ABONA	11,988	11,468	12,001	12,021
8:GÜÍMAR	2,585	2,333	2,593	2,597
9:BUENAVISTA DEL NORTE	,371	,298	,368	,374
10:CANDELARIA	12,973	12,393	12,976	12,992
11:EL TANQUE	,001	,023	,001	,000
12:ICOD DE LOS VINOS	,500	,417	,505	,513
13:ARAFO	,096	,061	,095	,092
14:LOS SILOS	,110	,085	,109	,111
15:LA GUANCHA	,002	,022	,001	,001
16:EL ROSARIO	,270	,211	,272	,274
17:TEGUESTE	,003	,023	,002	,002
18:GARACHICO	,105	,066	,105	,108
19:GUÍA DE ISORA	5,416	5,024	5,412	5,435
20:SANTIAGO DEL TEIDE	16,735	16,065	16,740	16,778
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	2,672	2,456	2,669	2,667
22:LA LAGUNA	2,247	2,022	2,258	2,265
23:PUERTO DE LA CRUZ	3,971	3,659	3,970	3,969
24:LA OROTAVA	,100	,103	,099	,097
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	,002	,021	,001	,001
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	,001	,022	,001	,000
27:SANTA ÚRSULA	,000	,024	,001	,002
28:LOS REALEJOS	,024	,000	,023	,022
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	,001	,023	,000	,001
30:EL SAUZAL	,002	,022	,001	,000
31:TACORONTE	,013	,015	,014	,014

Caso	31: TACORONTE
1:ARONA	272,696
2:SAN MIGUEL DE ABONA	3,784
3:ADEJE	435,952
4:ARICO	2,452
5:VILAFLOL	,015
6:FASNIA	,052
7:GRANADILLA DE ABONA	11,414
8:GÜÍMAR	2,316
9:BUENAVISTA DEL NORTE	,297
10:CANDELARIA	12,353
11:EL TANQUE	,015
12:ICOD DE LOS VINOS	,408
13:ARAFO	,060
14:LOS SILOS	,076
15:LA GUANCHA	,014
16:EL ROSARIO	,198
17:TEGUESTE	,011
18:GARACHICO	,059
19:GUÍA DE ISORA	4,999
20:SANTIAGO DEL TEIDE	16,025
21:SANTA CRUZ DE TENERIFE	2,420
22:LA LAGUNA	2,009
23:PUERTO DE LA CRUZ	3,616
24:LA OROTAVA	,091
25:LA VICTORIA DE ACENTEJO	,014
26:LA MATANZA DE ACENTEJO	,015
27:SANTA ÚRSULA	,013
28:LOS REALEJOS	,015
29:SAN JUAN DE LA RAMBLA	,014
30:EL SAUZAL	,014

**FIGURA 6:** Tablas que recogen la matriz de distancias euclídeas<sup>2</sup> empleadas para el análisis de clasificación tipo Clúster. [elaboración propia]



**FIGURA 7:** Dendrograma de clasificación jerárquica aglomerativa que usa el método de Enlace Promedio para enlazar las unidades municipales en función de sus distancias euclídeas<sup>2</sup> calculadas a partir de los datos anuales de recogida de ejemplares. [elaboración propia]



**FIGURA 8:** Dendrograma de clasificación jerárquica aglomerativa que usa el método de Enlace Centroides para enlazar las unidades municipales en función de sus distancias euclídeas<sup>2</sup> calculadas a partir de los datos anuales de recogida de ejemplares. [elaboración propia]

### Centros de clústeres finales

	Clúster			
	1	2	3	4
Puntuación Z(@1999)	1,98981	,35071	4,73700	-,32519
Puntuación Z(@2000)	,31077	,09488	5,29038	-,23923
Puntuación Z(@2001)	3,04825	,34873	4,00547	-,33795
Puntuación Z(@2002)	,96398	,15771	5,13605	-,26923
Puntuación Z(@2003)	1,42920	,21356	4,96114	-,28978
Puntuación Z(@2004)	,77179	,19960	5,20464	-,27099
Puntuación Z(@2005)	1,05301	,30105	5,07578	-,29332
Puntuación Z(@2006)	3,16323	,20332	4,02456	-,32004
Puntuación Z(@2007)	3,63938	,33510	3,55867	-,34154
Puntuación Z(@2008)	3,09405	,14424	4,16354	-,31338
Puntuación Z(@2009)	1,98997	,19624	4,79920	-,30297
Puntuación Z(@2010)	4,18721	,33630	2,90106	-,33734
Puntuación Z(@2011)	3,60445	,06929	3,75753	-,30556
Puntuación Z(@2012)	4,60617	,25115	2,33399	-,31779
Puntuación Z(@2013)	3,74396	,47611	3,25711	-,35622
Puntuación Z(@2014)	4,16451	,23444	3,05856	-,32643
Puntuación Z(@2015)	4,02324	,31119	3,10503	-,33492
Puntuación Z(@2016)	3,61841	,36845	3,49309	-,34341
Puntuación Z(@2017)	3,86095	,30572	3,30988	-,33575
Puntuación Z(@2018)	3,58140	,21854	3,70012	-,32623
Puntuación Z(@2020)	3,44625	,39624	3,65816	-,34757
Puntuación Z(@2021)	3,10190	,33743	3,96614	-,33671

**FIGURA 9:** Tabla que recoge el valor de los centros de clústeres finales para el método de clasificación no jerárquico con algoritmo de partición tipo K-Medias. [elaboración propia]

### ANOVA

	Clúster		Error		F	Sig.
	Media cuadrática	gl	Media cuadrática	gl		
Puntuación Z(@1999)	9,845	3	,017	27	570,620	,000
Puntuación Z(@2000)	9,850	3	,017	27	592,995	,000
Puntuación Z(@2001)	9,559	3	,049	27	195,114	,000
Puntuación Z(@2002)	9,740	3	,029	27	337,127	,000

Puntuación Z(@2003)	9,646	3	,039	27	245,077	,000
Puntuación Z(@2004)	9,893	3	,012	27	832,744	,000
Puntuación Z(@2005)	9,795	3	,023	27	430,603	,000
Puntuación Z(@2006)	9,643	3	,040	27	243,125	,000
Puntuación Z(@2007)	9,758	3	,027	27	363,207	,000
Puntuación Z(@2008)	9,816	3	,020	27	478,912	,000
Puntuación Z(@2009)	9,814	3	,021	27	474,034	,000
Puntuación Z(@2010)	9,749	3	,028	27	349,197	,000
Puntuación Z(@2011)	9,821	3	,020	27	495,180	,000
Puntuación Z(@2012)	9,814	3	,021	27	474,325	,000
Puntuación Z(@2013)	9,568	3	,048	27	199,506	,000
Puntuación Z(@2014)	9,861	3	,015	27	636,466	,000
Puntuación Z(@2015)	9,673	3	,036	27	266,322	,000
Puntuación Z(@2016)	9,595	3	,045	27	213,381	,000
Puntuación Z(@2017)	9,685	3	,035	27	276,503	,000
Puntuación Z(@2018)	9,790	3	,023	27	418,879	,000
Puntuación Z(@2020)	9,636	3	,040	27	238,026	,000
Puntuación Z(@2021)	9,547	3	,050	27	189,805	,000

**FIGURA 10:** Tabla que recoge el test de Anova asociado al método de clasificación no jerárquico con algoritmo de partición tipo K-Medias. [elaboración propia]

### Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
@1999	Se basa en la media	163,795	2	28	,000
	Se basa en la mediana	54,269	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	54,269	2	11,046	,000
	Se basa en la media recortada	143,060	2	28	,000
@2000	Se basa en la media	2196,190	2	28	,000
	Se basa en la mediana	2119,255	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2119,255	2	9,995	,000

	Se basa en la media recortada	2180,341	2	28	,000
@2001	Se basa en la media	21,863	2	28	,000
	Se basa en la mediana	18,253	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	18,253	2	12,051	,000
	Se basa en la media recortada	21,397	2	28	,000
@2002	Se basa en la media	747,707	2	28	,000
	Se basa en la mediana	427,852	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	427,852	2	10,948	,000
	Se basa en la media recortada	694,246	2	28	,000
@2003	Se basa en la media	329,258	2	28	,000
	Se basa en la mediana	207,253	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	207,253	2	13,108	,000
	Se basa en la media recortada	307,326	2	28	,000
@2004	Se basa en la media	1263,382	2	28	,000
	Se basa en la mediana	980,046	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	980,046	2	12,284	,000
	Se basa en la media recortada	1240,566	2	28	,000
@2005	Se basa en la media	574,329	2	28	,000
	Se basa en la mediana	379,797	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	379,797	2	10,847	,000
	Se basa en la media recortada	529,917	2	28	,000
@2006	Se basa en la media	24,112	2	28	,000
	Se basa en la mediana	11,796	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	11,796	2	10,855	,002
	Se basa en la media recortada	22,625	2	28	,000
@2007	Se basa en la media	8,075	2	28	,002

	Se basa en la mediana	3,106	2	28	,060
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	3,106	2	9,330	,092
	Se basa en la media recortada	6,985	2	28	,003
@2008	Se basa en la media	43,303	2	28	,000
	Se basa en la mediana	34,866	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	34,866	2	18,323	,000
	Se basa en la media recortada	42,352	2	28	,000
@2009	Se basa en la media	255,417	2	28	,000
	Se basa en la mediana	215,791	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	215,791	2	12,027	,000
	Se basa en la media recortada	252,414	2	28	,000
@2010	Se basa en la media	38,008	2	28	,000
	Se basa en la mediana	36,851	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	36,851	2	10,520	,000
	Se basa en la media recortada	38,009	2	28	,000
@2011	Se basa en la media	5,696	2	28	,008
	Se basa en la mediana	4,542	2	28	,020
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	4,542	2	14,886	,029
	Se basa en la media recortada	5,565	2	28	,009
@2012	Se basa en la media	168,722	2	28	,000
	Se basa en la mediana	143,262	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	143,262	2	14,484	,000
	Se basa en la media recortada	163,381	2	28	,000
@2013	Se basa en la media	19,257	2	28	,000
	Se basa en la mediana	15,672	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	15,672	2	14,325	,000

	Se basa en la media recortada	19,015	2	28	,000
@2014	Se basa en la media	50,243	2	28	,000
	Se basa en la mediana	40,711	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	40,711	2	10,834	,000
	Se basa en la media recortada	49,191	2	28	,000
@2015	Se basa en la media	21,656	2	28	,000
	Se basa en la mediana	13,520	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	13,520	2	11,013	,001
	Se basa en la media recortada	19,711	2	28	,000
@2016	Se basa en la media	7,905	2	28	,002
	Se basa en la mediana	7,040	2	28	,003
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	7,040	2	15,222	,007
	Se basa en la media recortada	7,988	2	28	,002
@2017	Se basa en la media	6,787	2	28	,004
	Se basa en la mediana	6,867	2	28	,004
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	6,867	2	11,874	,010
	Se basa en la media recortada	6,850	2	28	,004
@2018	Se basa en la media	17,576	2	28	,000
	Se basa en la mediana	15,242	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	15,242	2	19,796	,000
	Se basa en la media recortada	17,285	2	28	,000
@2020	Se basa en la media	48,849	2	28	,000
	Se basa en la mediana	35,740	2	28	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	35,740	2	13,265	,000
	Se basa en la media recortada	48,462	2	28	,000
@2021	Se basa en la media	32,210	2	28	,000

Se basa en la mediana	22,170	2	28	,000
Se basa en la mediana y con gl ajustado	22,170	2	10,285	,000
Se basa en la media recortada	32,667	2	28	,000

**FIGURA 11:** Tablas que recogen la prueba de homogeneidad de varianzas asociada al test de comparación de medias entre los grupos de municipios establecidos. [elaboración propia]

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
@1999	Entre grupos	124466,058	2	62233,029	69,314	,000
	Dentro de grupos	25139,684	28	897,846		
	Total	149605,742	30			
@2000	Entre grupos	138001,461	2	69000,730	19,224	,000
	Dentro de grupos	100502,926	28	3589,390		
	Total	238504,387	30			
@2001	Entre grupos	101550,905	2	50775,453	294,543	,000
	Dentro de grupos	4826,837	28	172,387		
	Total	106377,742	30			
@2002	Entre grupos	261111,183	2	130555,592	31,851	,000
	Dentro de grupos	114771,526	28	4098,983		
	Total	375882,710	30			
@2003	Entre grupos	86053,711	2	43026,855	47,975	,000
	Dentro de grupos	25112,289	28	896,867		
	Total	111166,000	30			
@2004	Entre grupos	272894,961	2	136447,480	26,997	,000
	Dentro de grupos	141515,426	28	5054,122		
	Total	414410,387	30			
@2005	Entre grupos	250440,479	2	125220,239	34,385	,000
	Dentro de grupos	101967,005	28	3641,679		
	Total	352407,484	30			
@2006	Entre grupos	135952,043	2	67976,021	395,642	,000
	Dentro de grupos	4810,732	28	171,812		
	Total	140762,774	30			
@2007	Entre grupos	358110,479	2	179055,239	334,125	,000
	Dentro de grupos	15005,005	28	535,893		
	Total	373115,484	30			

@2008	Entre grupos	383676,346	2	191838,173	409,228	,000
	Dentro de grupos	13125,847	28	468,780		
	Total	396802,194	30			
@2009	Entre grupos	159869,878	2	79934,939	81,447	,000
	Dentro de grupos	27480,058	28	981,431		
	Total	187349,935	30			
@2010	Entre grupos	494394,251	2	247197,126	232,848	,000
	Dentro de grupos	29725,426	28	1061,622		
	Total	524119,677	30			
@2011	Entre grupos	325244,046	2	162622,023	1822,906	,000
	Dentro de grupos	2497,889	28	89,210		
	Total	327741,935	30			
@2012	Entre grupos	121657,909	2	60828,955	118,556	,000
	Dentro de grupos	14366,284	28	513,082		
	Total	136024,194	30			
@2013	Entre grupos	343000,422	2	171500,211	383,023	,000
	Dentro de grupos	12537,126	28	447,755		
	Total	355537,548	30			
@2014	Entre grupos	296196,404	2	148098,202	361,356	,000
	Dentro de grupos	11475,532	28	409,840		
	Total	307671,935	30			
@2015	Entre grupos	231298,156	2	115649,078	406,998	,000
	Dentro de grupos	7956,232	28	284,151		
	Total	239254,387	30			
@2016	Entre grupos	656237,907	2	328118,954	275,107	,000
	Dentro de grupos	33395,447	28	1192,695		
	Total	689633,355	30			
@2017	Entre grupos	427250,648	2	213625,324	369,026	,000
	Dentro de grupos	16208,900	28	578,889		
	Total	443459,548	30			
@2018	Entre grupos	1108105,404	2	554052,702	867,703	,000
	Dentro de grupos	17878,789	28	638,528		
	Total	1125984,194	30			
@2020	Entre grupos	286150,110	2	143075,055	473,443	,000
	Dentro de grupos	8461,632	28	302,201		
	Total	294611,742	30			
@2021	Entre grupos	1538550,872	2	769275,436	316,354	,000
	Dentro de grupos	68087,321	28	2431,690		

Total	1606638,194	30		
-------	-------------	----	--	--

**FIGURA 12:** Tablas que recogen la prueba Anova asociada al test de comparación de medias entre los grupos de municipios establecidos. [elaboración propia]

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,998 <sup>a</sup>	,997	,991	6,782	2,074

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @2006, @2013, @2011, @2017, @2007, @2001, @2005, @2008, @2014, @2004, @2012, @2009, @2018, @2015, @2003

b. Variable dependiente: @1999

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	1,802	,837

a. Predictores: (Constante), @2021, @2004, @2010, @2016, @2011, @2007, @2013, @2017, @2001, @2006, @1999, @2008, @2018, @2005, @2014, @2012, @2009, @2015, @2020, @2003

b. Variable dependiente: @2000

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	1,021	2,202

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2005, @2008, @2011, @2014, @2002, @2009, @2012, @2004, @2018, @2015, @2003

b. Variable dependiente: @2001

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	,964	2,231

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2009, @2012, @2004, @2018, @2015, @2003

b. Variable dependiente: @2002

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	,824	,965

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2009, @2012, @2004, @2018, @2015, @2020

b. Variable dependiente: @2003

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	,999	,998	5,285	2,012

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2009, @2012, @2018, @2015, @2003

b. Variable dependiente: @2004

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	,999	,998	4,528	2,541

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2008, @2011, @2009, @2014, @2004, @2012, @2018, @2020, @2003

b. Variable dependiente: @2005

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	,999	1,683	2,374

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2003, @2013, @2007, @2018, @2001, @2017, @2004, @2008, @2015, @2011, @2005, @2012, @2009, @2020

b. Variable dependiente: @2006

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,999 <sup>a</sup>	,999	,997	6,408	1,993

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2017, @2001, @2005, @2011, @2008, @2015, @2018, @2003, @2004, @2012, @2009, @2020

b. Variable dependiente: @2007

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	,999	3,268	2,324

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2011, @2018, @2015, @2003, @2004, @2012, @2020, @2009

b. Variable dependiente: @2008

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	,999	2,054	2,145

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2018, @2012, @2004, @2003, @2020

b. Variable dependiente: @2009

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	,999	4,378	2,341

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2014, @2013, @1999, @2016, @2007, @2003, @2001, @2017, @2008, @2018, @2005, @2011, @2012, @2006, @2004, @2020, @2009

b. Variable dependiente: @2010

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	,999	,997	5,302	2,001

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2015, @2018, @2003, @2004, @2012, @2009, @2020

b. Variable dependiente: @2011

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	1,289	2,324

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2009, @2004, @2018, @2015, @2003, @2002

b. Variable dependiente: @2012

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	2,364	1,139

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2011, @2017, @2007, @2001, @2005, @2008, @2018, @2012, @2015, @2003, @2004, @2020, @2009, @2014

b. Variable dependiente: @2013

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	1,215	1,037

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2015, @2018, @2003, @2012, @2004, @2009, @2020

b. Variable dependiente: @2014

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	,968	1,123

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2009, @2012, @2004, @2018, @2020, @2003

b. Variable dependiente: @2015

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,999 <sup>a</sup>	,999	,997	8,076	2,341

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2006, @1999, @2013, @2017, @2007, @2001, @2005, @2011, @2008, @2014, @2003, @2018, @2012, @2004, @2015, @2009

b. Variable dependiente: @2016

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
--------	---	------------	---------------------	---------------------------------	---------------

1	,999 <sup>a</sup>	,999	,997	6,665	1,964
---	-------------------	------	------	-------	-------

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2001, @2003, @2005, @2008, @2011, @2015, @2018, @2012, @2004, @2009, @2020

b. Variable dependiente: @2017

#### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	3,655	2,084

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2009, @2012, @2004, @2015, @2003, @2002

b. Variable dependiente: @2018

#### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	1,137	1,116

a. Predictores: (Constante), @2021, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2013, @2007, @2017, @2001, @2005, @2008, @2011, @2014, @2009, @2012, @2004, @2018, @2015, @2003

b. Variable dependiente: @2020

#### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	1,000 <sup>a</sup>	1,000	1,000	3,106	1,204

a. Predictores: (Constante), @2020, @2000, @2010, @2016, @1999, @2006, @2017, @2001, @2005, @2013, @2007, @2008, @2015, @2011, @2018, @2012, @2003, @2004, @2009, @2014

b. Variable dependiente: @2021

**FIGURA 13:** Conjunto de tablas que recogen el test de independencia de errores realizado para determinar o descartar la homogeneidad de varianzas entre las variables. [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
1999	Se asumen varianzas iguales	82,996	,000	6,182	10	,000	238,000	38,501	152,213	323,787
	No se asumen varianzas iguales			2,445	1,014	,244	238,000	97,337	-959,287	1435,287
2000	Se asumen varianzas iguales	1320,334	,000	3,212	10	,009	249,400	77,642	76,402	422,398
	No se asumen varianzas iguales			1,123	1,001	,463	249,400	222,048	-2566,268	3065,068
2001	Se asumen varianzas iguales	3,349	,097	12,175	10	,000	202,700	16,650	165,603	239,797
	No se asumen varianzas iguales			6,971	1,083	,078	202,700	29,078	-105,876	511,276
2002	Se asumen varianzas iguales	473,319	,000	4,068	10	,002	337,000	82,844	152,412	521,588

	No se asumen varianza s iguales			1,44 2	1,00 2	,386	337,000	233,627	- 2616,31 3	3290,31 3
2003	Se asumen varianza s iguales	221,737	,000	4,90 6	10	,001	189,500	38,625	103,439	275,561
	No se asumen varianza s iguales			1,76 1	1,00 3	,328	189,500	107,591	- 1166,75 9	1545,75 9
2004	Se asumen varianza s iguales	792,716	,000	3,81 2	10	,003	350,900	92,061	145,775	556,025
	No se asumen varianza s iguales			1,34 6	1,00 2	,406	350,900	260,618	- 2946,43 7	3648,23 7
2005	Se asumen varianza s iguales	336,824	,000	4,15 2	10	,002	324,100	78,066	150,157	498,043
	No se asumen varianza s iguales			1,48 6	1,00 3	,377	324,100	218,166	- 2428,10 5	3076,30 5
2006	Se asumen varianza s iguales	4,487	,060	14,6 82	10	,000	242,700	16,530	205,869	279,531
	No se asumen varianza s iguales			8,08 3	1,07 3	,068	242,700	30,025	-82,631	568,031
2007	Se asumen varianza s iguales	1,392	,265	13,4 91	10	,000	399,100	29,582	333,187	465,013

	No se asumen varianza s iguales			29,5 95	9,98 6	,000	399,100	13,485	369,047	429,153
2008	Se asumen varianza s iguales	22,372	,001	15,6 21	10	,000	418,900	26,816	359,150	478,650
	No se asumen varianza s iguales			6,76 8	1,02 6	,089	418,900	61,898	-321,820	1159,62 0
2009	Se asumen varianza s iguales	153,972	,000	6,60 6	10	,000	266,900	40,402	176,879	356,921
	No se asumen varianza s iguales			2,40 2	1,00 5	,250	266,900	111,128	- 1129,84 1	1663,64 1
2010	Se asumen varianza s iguales	9,568	,011	10,9 95	10	,000	460,100	41,845	366,864	553,336
	No se asumen varianza s iguales			5,35 3	1,04 6	,110	460,100	85,958	-525,368	1445,56 8
2011	Se asumen varianza s iguales	,200	,664	34,3 72	10	,000	387,300	11,268	362,194	412,406
	No se asumen varianza s iguales			41,7 42	1,78 6	,001	387,300	9,278	342,419	432,181
2012	Se asumen varianza s iguales	101,813	,000	7,97 6	10	,000	231,800	29,064	167,041	296,559

	No se asumen varianza s iguales			3,02 3	1,00 9	,202	231,800	76,672	-722,043	1185,64 3
2013	Se asumen varianza s iguales	,019	,892	13,7 47	10	,000	361,200	26,275	302,655	419,745
	No se asumen varianza s iguales			12,6 56	1,34 1	,023	361,200	28,539	157,965	564,435
2014	Se asumen varianza s iguales	15,297	,003	14,0 71	10	,000	365,100	25,947	307,286	422,914
	No se asumen varianza s iguales			6,46 3	1,03 5	,092	365,100	56,489	-297,273	1027,47 3
2015	Se asumen varianza s iguales	6,055	,034	14,5 20	10	,000	309,200	21,295	261,753	356,647
	No se asumen varianza s iguales			7,43 9	1,05 6	,077	309,200	41,565	-156,994	775,394
2016	Se asumen varianza s iguales	1,834	,205	12,6 99	10	,000	528,500	41,617	435,771	621,229
	No se asumen varianza s iguales			26,1 33	8,60 7	,000	528,500	20,223	482,432	574,568
2017	Se asumen varianza s iguales	,162	,696	14,1 97	10	,000	428,900	30,210	361,588	496,212

	No se asumen varianzas iguales			12,053	1,271	,029	428,900	35,585	151,433	706,367
2018	Se asumen varianzas iguales	3,441	,093	22,977	10	,000	700,000	30,465	632,119	767,881
	No se asumen varianzas iguales			40,335	4,391	,000	700,000	17,355	653,460	746,540
2020	Se asumen varianzas iguales	4,520	,059	15,295	10	,000	339,000	22,163	289,617	388,383
	No se asumen varianzas iguales			24,045	3,033	,000	339,000	14,098	294,408	383,592
2021	Se asumen varianzas iguales	2,388	,153	12,497	10	,000	789,900	63,209	649,062	930,738
	No se asumen varianzas iguales			7,702	1,106	,068	789,900	102,556	-252,377	1832,177

**FIGURA 14:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de municipios establecidos: Adeje/Arona - Norte. ( $p=0,05$ ) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

Prueba de  
Levene de  
igualdad de  
varianzas

prueba t para la igualdad de medias

		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral )	Diferenci a de medias	Diferenci a de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
1999	Se asumen varianzas iguales	1015,22 0	,00 0	11,083	19	,000	262,263	23,663	212,735	311,791
	No se asumen varianzas iguales			2,704	1,00 0	,225	262,263	97,007	- 969,537	1494,06 3
2000	Se asumen varianzas iguales	185889, 051	,00 0	5,157	19	,000	276,158	53,552	164,072	388,244
	No se asumen varianzas iguales			1,244	1,00 0	,431	276,158	222,000	- 2544,59 8	3096,91 4
2001	Se asumen varianzas iguales	200,027	,00 0	32,333	19	,000	235,974	7,298	220,698	251,249
	No se asumen varianzas iguales			8,277	1,00 1	,076	235,974	28,511	- 125,018	596,965
2002	Se asumen varianzas iguales	9857,31 8	,00 0	6,729	19	,000	379,658	56,417	261,575	497,740
	No se asumen varianzas iguales			1,626	1,00 0	,351	379,658	233,502	- 2586,98 1	3346,29 7
2003	Se asumen varianzas iguales	2714,34 4	,00 0	8,348	19	,000	217,605	26,066	163,048	272,163

	No se asumen varianzas iguales			2,024	1,00 0	,292	217,605	107,503	- 1147,95 0	1583,16 0
2004	Se asumen varianzas iguales	17805,5 34	,00 0	6,175	19	,000	388,342	62,890	256,712	519,972
	No se asumen varianzas iguales			1,491	1,00 0	,376	388,342	260,501	- 2921,46 7	3698,15 1
2005	Se asumen varianzas iguales	13925,9 50	,00 0	7,047	19	,000	371,316	52,688	261,039	481,593
	No se asumen varianzas iguales			1,703	1,00 0	,338	371,316	218,003	- 2398,35 3	3140,98 5
2006	Se asumen varianzas iguales	222,710	,00 0	35,940	19	,000	273,921	7,622	257,969	289,873
	No se asumen varianzas iguales			9,281	1,00 2	,068	273,921	29,513	-99,551	647,393
2007	Se asumen varianzas iguales	,070	,79 5	121,52 8	19	,000	444,816	3,660	437,155	452,477
	No se asumen varianzas iguales			95,980	1,12 5	,004	444,816	4,634	399,329	490,303
2008	Se asumen varianzas iguales	267,242	,00 0	28,936	19	,000	460,447	15,912	427,142	493,752

	No se asumen varianzas iguales			7,484	1,00 2	,084	460,447	61,527	- 318,082	1238,97 6
2009	Se asumen varianzas iguales	3932,45 6	,00 0	11,040	19	,000	297,211	26,921	240,864	353,557
	No se asumen varianzas iguales			2,677	1,00 0	,228	297,211	111,004	- 1112,78 9	1707,21 0
2010	Se asumen varianzas iguales	1181,01 3	,00 0	25,005	19	,000	522,158	20,882	478,451	565,865
	No se asumen varianzas iguales			6,142	1,00 0	,103	522,158	85,009	- 556,868	1601,18 4
2011	Se asumen varianzas iguales	4,960	,03 8	110,08 3	19	,000	423,895	3,851	415,835	431,954
	No se asumen varianzas iguales			52,531	1,03 5	,011	423,895	8,069	329,239	518,550
2012	Se asumen varianzas iguales	1094,34 0	,00 0	13,881	19	,000	259,237	18,676	220,147	298,327
	No se asumen varianzas iguales			3,388	1,00 0	,183	259,237	76,505	- 712,198	1230,67 1
2013	Se asumen varianzas iguales	39,984	,00 0	51,292	19	,000	431,658	8,416	414,044	449,272

	No se asumen varianzas iguales			16,254	1,00 9	,038	431,658	26,557	100,945	762,371
2014	Se asumen varianzas iguales	909,155	,00 0	29,364	19	,000	404,579	13,778	375,741	433,417
	No se asumen varianzas iguales			7,224	1,00 0	,087	404,579	56,007	- 306,255	1115,41 3
2015	Se asumen varianzas iguales	431,764	,00 0	34,094	19	,000	356,579	10,459	334,689	378,469
	No se asumen varianzas iguales			8,694	1,00 1	,073	356,579	41,014	- 162,853	876,011
2016	Se asumen varianzas iguales	,030	,86 4	51,389	19	,000	601,447	11,704	576,951	625,944
	No se asumen varianzas iguales			59,121	1,31 3	,003	601,447	10,173	526,447	676,448
2017	Se asumen varianzas iguales	105,816	,00 0	49,993	19	,000	485,500	9,711	465,174	505,826
	No se asumen varianzas iguales			14,474	1,00 5	,043	485,500	33,544	64,471	906,529
2018	Se asumen varianzas iguales	,371	,55 0	88,712	19	,000	782,395	8,820	763,935	800,854

	No se asumen varianzas iguales			66,291	1,109	,006	782,395	11,802	663,195	901,594
2020	Se asumen varianzas iguales	27,117	,000	104,330	19	,000	395,921	3,795	387,978	403,864
	No se asumen varianzas iguales			37,570	1,015	,016	395,921	10,538	266,495	525,348
2021	Se asumen varianzas iguales	692,661	,000	36,736	19	,000	918,632	25,006	866,293	970,970
	No se asumen varianzas iguales			9,184	1,001	,069	918,632	100,022	-349,640	2186,903

**FIGURA 15:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de municipios establecidos: Adeje/Arona - Sur. ( $p=0,05$ ) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
1999	Se asumen varianzas iguales	45,200	,000	4,059	27	,000	24,263	5,978	11,997	36,529

	No se asumen varianzas iguales			2,971	9,351	,015	24,263	8,166	5,894	42,632
2000	Se asumen varianzas iguales	34,584	,000	8,091	27	,000	26,758	3,307	19,972	33,544
	No se asumen varianzas iguales			5,805	9,076	,000	26,758	4,610	16,343	37,172
2001	Se asumen varianzas iguales	20,836	,000	7,820	27	,000	33,274	4,255	24,544	42,004
	No se asumen varianzas iguales			5,716	9,328	,000	33,274	5,821	20,175	46,372
2002	Se asumen varianzas iguales	25,285	,000	7,497	27	,000	42,658	5,690	30,983	54,333
	No se asumen varianzas iguales			5,486	9,344	,000	42,658	7,776	25,165	60,151
2003	Se asumen varianzas iguales	12,696	,001	8,359	27	,000	28,105	3,362	21,206	35,004
	No se asumen varianzas iguales			6,255	9,676	,000	28,105	4,493	18,048	38,163
2004	Se asumen varianzas iguales	43,667	,000	6,542	27	,000	37,442	5,724	25,698	49,186
	No se asumen varianzas iguales			4,745	9,224	,001	37,442	7,890	19,659	55,225

2005	Se asumen varianzas iguales	27,178	,000	7,550	27	,000	47,216	6,254	34,384	60,048
	No se asumen varianzas iguales			5,502	9,287	,000	47,216	8,582	27,893	66,539
2006	Se asumen varianzas iguales	20,712	,000	7,494	27	,000	31,221	4,166	22,673	39,769
	No se asumen varianzas iguales			5,518	9,435	,000	31,221	5,658	18,511	43,931
2007	Se asumen varianzas iguales	15,118	,001	4,970	27	,000	45,716	9,198	26,844	64,588
	No se asumen varianzas iguales			3,583	9,137	,006	45,716	12,761	16,915	74,516
2008	Se asumen varianzas iguales	11,382	,002	7,410	27	,000	41,547	5,607	30,043	53,052
	No se asumen varianzas iguales			5,737	10,241	,000	41,547	7,242	25,462	57,633
2009	Se asumen varianzas iguales	13,114	,001	7,567	27	,000	30,311	4,005	22,092	38,529
	No se asumen varianzas iguales			5,601	9,512	,000	30,311	5,411	18,169	42,452
2010	Se asumen varianzas iguales	24,181	,000	6,678	27	,000	62,058	9,293	42,991	81,125

	No se asumen varianzas iguales			4,827	9,175	,001	62,058	12,856	33,059	91,057
2011	Se asumen varianzas iguales	10,799	,003	9,998	27	,000	36,595	3,660	29,085	44,105
	No se asumen varianzas iguales			7,597	9,920	,000	36,595	4,817	25,849	47,340
2012	Se asumen varianzas iguales	24,098	,000	7,073	27	,000	27,437	3,879	19,478	35,396
	No se asumen varianzas iguales			5,259	9,578	,000	27,437	5,217	15,742	39,131
2013	Se asumen varianzas iguales	33,853	,000	8,882	27	,000	70,458	7,933	54,181	86,735
	No se asumen varianzas iguales			6,563	9,486	,000	70,458	10,736	46,360	94,556
2014	Se asumen varianzas iguales	26,550	,000	7,279	27	,000	39,479	5,424	28,351	50,607
	No se asumen varianzas iguales			5,288	9,245	,000	39,479	7,465	22,659	56,299
2015	Se asumen varianzas iguales	12,594	,001	9,297	27	,000	47,379	5,096	36,922	57,835
	No se asumen varianzas iguales			6,854	9,453	,000	47,379	6,913	31,855	62,903

2016	Se asumen varianzas iguales	14,614	,001	5,324	27	,000	72,947	13,703	44,832	101,063
	No se asumen varianzas iguales			4,004	9,755	,003	72,947	18,220	32,212	113,683
2017	Se asumen varianzas iguales	9,888	,004	6,370	27	,000	56,600	8,885	38,370	74,830
	No se asumen varianzas iguales			4,668	9,366	,001	56,600	12,124	29,336	83,864
2018	Se asumen varianzas iguales	33,468	,000	8,257	27	,000	82,395	9,979	61,920	102,869
	No se asumen varianzas iguales			6,211	9,758	,000	82,395	13,266	52,737	112,053
2020	Se asumen varianzas iguales	94,176	,000	8,339	27	,000	56,921	6,825	42,916	70,926
	No se asumen varianzas iguales			6,023	9,164	,000	56,921	9,451	35,600	78,242
2021	Se asumen varianzas iguales	38,839	,000	7,808	27	,000	128,732	16,488	94,902	162,561
	No se asumen varianzas iguales			5,634	9,153	,000	128,732	22,848	77,177	180,286

**FIGURA 16:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de municipios establecidos: Norte - Sur. ( $p=0,05$ ) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ARONA	Se asumen varianzas iguales	10,814	,008	-2,754	10	,020	-206,667	75,038	-373,861	-39,472
	No se asumen varianzas iguales			-2,754	5,871	,034	-206,667	75,038	-391,262	-22,072
SAN_MIGUEL_DE_ABONIA	Se asumen varianzas iguales	,029	,868	,391	10	,704	3,333	8,534	-15,681	22,347
	No se asumen varianzas iguales			,391	9,908	,704	3,333	8,534	-15,705	22,371
ADEJE	Se asumen varianzas iguales	3,458	,093	-1,007	10	,995	-,500	76,598	-171,170	170,170
	No se asumen varianzas iguales			-1,007	8,345	,995	-,500	76,598	-175,871	174,871
ARICO	Se asumen varianzas iguales	7,212	,023	-1,826	10	,098	-16,333	8,947	-36,268	3,601
	No se asumen varianzas iguales			-1,826	5,670	,121	-16,333	8,947	-38,538	5,872
FASNIA	Se asumen varianzas iguales	,274	,612	-2,210	10	,052	-2,167	,980	-4,351	,018

	No se asumen varianzas iguales			- 2,2 10	8,9 58	,055	-2,167	,980	-4,386	,053
GRANADILLA _DE_ABONA	Se asumen varianzas iguales	8,00 4	,01 8	- 1,7 72	10	,107	-37,833	21,350	- 85,40 3	9,737
	No se asumen varianzas iguales			- 1,7 72	5,7 20	,129	-37,833	21,350	- 90,69 9	15,03 3
GÜÍMAR	Se asumen varianzas iguales	,093	,76 6	- ,61 2	10	,554	-3,500	5,716	- 16,23 6	9,236
	No se asumen varianzas iguales			- ,61 2	9,8 39	,554	-3,500	5,716	- 16,26 4	9,264
BUENAVISTA _DEL_NORTE	Se asumen varianzas iguales	,672	,43 1	- 1,1 72	10	,268	-4,833	4,124	- 14,02 2	4,355
E	No se asumen varianzas iguales			- 1,1 72	9,7 08	,269	-4,833	4,124	- 14,05 9	4,393
CANDELARIA	Se asumen varianzas iguales	,028	,87 0	- 1,1 08	10	,294	-11,333	10,233	- 34,13 4	11,46 7
	No se asumen varianzas iguales			- 1,1 08	9,9 18	,294	-11,333	10,233	- 34,15 9	11,49 2
ICOD_DE_LO S_VINOS	Se asumen varianzas iguales	5,95 6	,03 5	- 2,3 42	10	,041	-6,333	2,704	- 12,35 8	-,309
	No se asumen varianzas iguales			- 2,3 42	6,2 84	,056	-6,333	2,704	- 12,87 8	,211
ARAFO	Se asumen varianzas iguales	5,18 6	,04 6	- 2,1 72	10	,055	-7,667	3,529	- 15,53 0	,197
	No se asumen varianzas iguales			- 2,1 72	5,2 98	,079	-7,667	3,529	- 16,58 7	1,254

LOS_SILOS	Se asumen varianzas iguales	1,12 5	,31 4	- 1,9 63	10	,078	-3,667	1,868	-7,829	,495
	No se asumen varianzas iguales			- 1,9 63	8,6 13	,083	-3,667	1,868	-7,921	,588
EL_ROSARIO	Se asumen varianzas iguales	2,10 1	,17 8	- 2,1 70	10	,055	-4,833	2,227	-9,796	,130
	No se asumen varianzas iguales			- 2,1 70	7,8 52	,062	-4,833	2,227	-9,986	,320
GARACHICO	Se asumen varianzas iguales	,194	,66 9	- 2,4 63	10	,034	-4,500	1,827	-8,571	-,429
	No se asumen varianzas iguales			- 2,4 63	8,5 35	,037	-4,500	1,827	-8,668	-,332
GUÍA_DE_IS ORA	Se asumen varianzas iguales	1,03 5	,33 3	- 3,0 84	10	,012	-20,167	6,539	- 34,73 7	-5,596
	No se asumen varianzas iguales			- 3,0 84	8,8 02	,013	-20,167	6,539	- 35,01 0	-5,323
SANTIAGO_ DEL_TEIDE	Se asumen varianzas iguales	1,96 1	,19 2	- 1,0 83	10	,304	-13,667	12,618	- 41,78 2	14,44 9
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 83	8,6 31	,308	-13,667	12,618	- 42,39 8	15,06 5
SANTA_CRU Z_DE_TENE RIFE	Se asumen varianzas iguales	6,93 3	,02 5	- ,15 5	10	,880	-1,000	6,452	- 15,37 5	13,37 5
	No se asumen varianzas iguales			- ,15 5	5,6 75	,882	-1,000	6,452	- 17,00 8	15,00 8
LA_LAGUNA	Se asumen varianzas iguales	,912	,36 2	- 2,5 16	10	,031	-15,500	6,159	- 29,22 4	-1,776

	No se asumen varianzas iguales			- 2,5 16	8,6 82	,034	-15,500	6,159	- 29,51 2	-1,488
PUERTO_DE _LA_CRUZ	Se asumen varianzas iguales	,071	,79 6	- 1,2 47	10	,241	-12,667	10,159	- 35,30 3	9,970
	No se asumen varianzas iguales			- 1,2 47	9,4 69	,242	-12,667	10,159	- 35,47 6	10,14 3
LA_OROTAV A	Se asumen varianzas iguales	3,31 3	,09 9	,80 6	10	,439	2,667	3,308	-4,705	10,03 8
	No se asumen varianzas iguales			,80 6	5,3 62	,454	2,667	3,308	-5,667	11,00 1
LOS_REALEJ OS	Se asumen varianzas iguales	5,97 0	,03 5	- 2,6 44	10	,025	-4,000	1,513	-7,371	-,629
	No se asumen varianzas iguales			- 2,6 44	5,1 98	,044	-4,000	1,513	-7,845	-,155
EL_SAUZAL	Se asumen varianzas iguales	1,60 7	,23 4	,62 0	10	,549	,167	,269	-,432	,765
	No se asumen varianzas iguales			,62 0	9,4 94	,550	,167	,269	-,436	,770
TACORONTE	Se asumen varianzas iguales	,714	,41 8	- 2,5 00	10	,031	-1,667	,667	-3,152	-,181
	No se asumen varianzas iguales			- 2,5 00	8,6 21	,035	-1,667	,667	-3,185	-,148

**FIGURA 17A:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de años establecidos: Sexenio1 – Sexenio2. ( $p=0,05$ ) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ARONA	Se asumen varianzas iguales	,871	,373	-7,073	10	,000	-314,000	44,397	-412,922	-215,078
	No se asumen varianzas iguales			-7,073	7,48	,000	-314,000	44,397	-416,962	-211,038
SAN_MIGUEL_DE_ABONA	Se asumen varianzas iguales	,306	,592	-1,156	10	,274	-10,833	9,368	-31,707	10,040
	No se asumen varianzas iguales			-1,156	9,12	,276	-10,833	9,368	-31,885	10,218
ADEJE	Se asumen varianzas iguales	,734	,412	,806	10	,439	69,500	86,210	-122,588	261,588
	No se asumen varianzas iguales			,806	9,05	,439	69,500	86,210	-123,107	262,107
ARICO	Se asumen varianzas iguales	4,685	,056	-5,199	10	,000	-24,500	4,712	-35,000	-14,000
	No se asumen varianzas iguales			-5,199	7,06	,001	-24,500	4,712	-35,439	-13,561

FASNIA	Se asumen varianzas iguales	11,4 52	,00 7	- 2,3 52	10	,041	-7,833	3,331	- 15,25 5	-412
	No se asumen varianzas iguales			- 2,3 52	5,2 94	,063	-7,833	3,331	- 16,25 5	,588
GRANADILLA_DE _ABONA	Se asumen varianzas iguales	2,61 2	,13 7	- 1,7 98	10	,102	-28,500	15,852	- 63,81 9	6,819
	No se asumen varianzas iguales			- 1,7 98	6,3 69	,119	-28,500	15,852	- 66,74 9	9,749
GÜÍMAR	Se asumen varianzas iguales	,587	,46 1	- 1,6 03	10	,140	-9,500	5,928	- 22,70 8	3,708
	No se asumen varianzas iguales			- 1,6 03	9,6 54	,141	-9,500	5,928	- 22,77 2	3,772
BUENAVISTA_DE L_NORTE	Se asumen varianzas iguales	,296	,59 8	- 1,7 05	10	,119	-8,333	4,888	- 19,22 4	2,557
	No se asumen varianzas iguales			- 1,7 05	9,7 36	,120	-8,333	4,888	- 19,26 4	2,597
CANDELARIA	Se asumen varianzas iguales	1,45 5	,25 6	- ,78 6	10	,450	-14,833	18,878	- 56,89 5	27,22 8
	No se asumen varianzas iguales			- ,78 6	6,8 41	,458	-14,833	18,878	- 59,68 2	30,01 6
EL_TANQUE	Se asumen varianzas iguales	6,25 0	,03 1	- 1,0 00	10	,341	-,167	,167	-,538	,205

	No se asumen varianzas iguales			- 1,000	5,000	,363	-,167	,167	-,595	,262
ICOD_DE_LOS_VINOS	Se asumen varianzas iguales	2,331	,158	- 1,387	10	,195	-12,500	9,010	- 32,576	7,576
	No se asumen varianzas iguales			- 1,387	5,859	,216	-12,500	9,010	- 34,676	9,676
ARAFO	Se asumen varianzas iguales	8,048	,018	- 1,330	10	,213	-2,333	1,754	-6,242	1,576
	No se asumen varianzas iguales			- 1,330	6,306	,230	-2,333	1,754	-6,576	1,909
LOS_SILOS	Se asumen varianzas iguales	,473	,507	- 1,927	10	,083	-3,667	1,903	-7,907	,574
	No se asumen varianzas iguales			- 1,927	8,480	,088	-3,667	1,903	-8,013	,679
LA_GUANCHA	Se asumen varianzas iguales	7,813	,019	- 1,746	10	,111	-,833	,477	-1,897	,230
	No se asumen varianzas iguales			- 1,746	5,000	,141	-,833	,477	-2,060	,394
EL_ROSARIO	Se asumen varianzas iguales	2,710	,131	- 2,192	10	,053	-9,167	4,183	- 18,486	,153
	No se asumen varianzas iguales			- 2,192	5,722	,073	-9,167	4,183	- 19,523	1,190

TEGUESTE	Se asumen varianzas iguales	4,88 2	,05 2	- 1,9 41	10	,081	-1,167	,601	-2,506	,172
	No se asumen varianzas iguales			- 1,9 41	5,0 00	,110	-1,167	,601	-2,711	,378
GARACHICO	Se asumen varianzas iguales	,896	,36 6	- 1,9 58	10	,079	-5,167	2,638	- 11,04 5	,712
	No se asumen varianzas iguales			- 1,9 58	9,0 63	,082	-5,167	2,638	- 11,12 9	,796
GUÍA_DE_ISORA	Se asumen varianzas iguales	6,06 2	,03 4	- 2,8 47	10	,017	-31,833	11,181	- 56,74 5	-6,921
	No se asumen varianzas iguales			- 2,8 47	6,1 93	,028	-31,833	11,181	- 58,98 6	-4,680
SANTIAGO_DEL_ TEIDE	Se asumen varianzas iguales	2,33 5	,15 7	- 1,8 66	10	,092	-38,500	20,632	- 84,47 1	7,471
	No se asumen varianzas iguales			- 1,8 66	6,2 48	,109	-38,500	20,632	- 88,50 2	11,50 2
SANTA_CRUZ_DE _TENERIFE	Se asumen varianzas iguales	1,76 8	,21 3	- ,93 8	10	,370	-15,833	16,881	- 53,44 6	21,77 9
	No se asumen varianzas iguales			- ,93 8	6,5 46	,382	-15,833	16,881	- 56,31 9	24,65 2
LA_LAGUNA	Se asumen varianzas iguales	,484	,50 3	- 2,6 79	10	,023	-21,500	8,025	- 39,38 1	-3,619

	No se asumen varianzas iguales			- 2,679	9,681	,024	-21,500	8,025	- 39,462	-3,538
PUERTO_DE_LA_CRUZ	Se asumen varianzas iguales	,3876	,548	- ,045	10	,965	-,667	14,788	- 33,616	32,283
	No se asumen varianzas iguales			- ,045	8,523	,965	-,667	14,788	- 34,406	33,073
LA_OROTAVA	Se asumen varianzas iguales	2,816	,124	1,145	10	,279	3,833	3,347	-3,625	11,292
	No se asumen varianzas iguales			1,145	5,608	,299	3,833	3,347	-4,498	12,165
LA_VICTORIA_DE_ACENTEJO	Se asumen varianzas iguales	6,250	,031	- 1,000	10	,341	-,333	,333	-1,076	,409
	No se asumen varianzas iguales			- 1,000	5,000	,363	-,333	,333	-1,190	,524
LA_MATANZA_DE_ACENTEJO	Se asumen varianzas iguales	6,250	,031	- 1,000	10	,341	-,167	,167	-,538	,205
	No se asumen varianzas iguales			- 1,000	5,000	,363	-,167	,167	-,595	,262
SANTA_ÚRSULA	Se asumen varianzas iguales	40,000	,000	- 1,581	10	,145	-,667	,422	-1,606	,273
	No se asumen varianzas iguales			- 1,581	5,000	,175	-,667	,422	-1,751	,417

LOS_REALEJOS	Se asumen varianzas iguales	1,506	,248	-1,00	10	,341	-.667	,667	-2,152	,819
	No se asumen varianzas iguales			-1,00	6,098	,355	-.667	,667	-2,292	,958
SAN_JUAN_DE_LA_RAMBLA	Se asumen varianzas iguales	40,000	,000	-1,581	10	,145	-.333	,211	-.803	,136
	No se asumen varianzas iguales			-1,581	5,000	,175	-.333	,211	-.875	,209
EL_SAUZAL	Se asumen varianzas iguales	40,000	,000	1,581	10	,145	,333	,211	-.136	,803
	No se asumen varianzas iguales			1,581	5,000	,175	,333	,211	-.209	,875
TACORONTE	Se asumen varianzas iguales	2,457	,148	-1,938	10	,081	-1,833	,946	-3,941	,274
	No se asumen varianzas iguales			-1,938	6,700	,096	-1,833	,946	-4,090	,423

**FIGURA 17B:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de años establecidos: Sexenio1 – Sexenio3. (p=0,05) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ARONA	Se asumen varianzas iguales	22,778	,001	-5,686	8	,000	-492,000	86,525	-691,527	-292,473
	No se asumen varianzas iguales			-4,629	3,253	,016	-492,000	106,288	-815,841	-168,159
SAN_MIGUEL_DE_ABONA	Se asumen varianzas iguales	5,605	,045	-3,619	8	,007	-102,083	28,207	-167,129	-37,038
	No se asumen varianzas iguales			-2,918	3,167	,058	-102,083	34,981	-210,165	-5,998
ADEJE	Se asumen varianzas iguales	4,828	,059	-1,554	8	,159	-219,917	141,521	-546,265	-106,432
	No se asumen varianzas iguales			-1,372	4,205	,239	-219,917	160,266	-656,466	-216,632
ARICO	Se asumen varianzas iguales	11,443	,010	-3,211	8	,012	-37,583	11,704	-64,573	-10,594
	No se asumen varianzas iguales			-2,584	3,147	,078	-37,583	14,547	-82,676	-7,510

FASNIA	Se asumen varianzas iguales	,300	,59 9	- 5,1 63	8	,001	-4,750	,920	-6,871	-2,629
	No se asumen varianzas iguales			- 5,0 66	6,1 58	,002	-4,750	,938	-7,030	-2,470
GRANADILLA_DE_A BONA	Se asumen varianzas iguales	5,05 6	,05 5	- 4,2 00	8	,003	-71,167	16,944	- 110,2 40	- 32,09 4
	No se asumen varianzas iguales			- 3,5 01	3,4 89	,031	-71,167	20,327	- 131,0 20	- 11,31 3
GÜÍMAR	Se asumen varianzas iguales	8,13 1	,02 1	- 1,7 67	8	,115	-39,333	22,260	- 90,66 4	11,99 7
	No se asumen varianzas iguales			- 1,4 16	3,1 13	,249	-39,333	27,774	- 125,9 32	47,26 5
BUENAVISTA_DEL_ NORTE	Se asumen varianzas iguales	1,61 0	,24 0	- 2,1 14	8	,067	-16,667	7,884	- 34,84 7	1,513
	No se asumen varianzas iguales			- 1,8 13	3,8 16	,147	-16,667	9,191	- 42,67 7	9,344
CANDELARIA	Se asumen varianzas iguales	1,33 9	,28 1	- 2,1 07	8	,068	-38,583	18,312	- 80,81 0	3,643
	No se asumen varianzas iguales			- 1,8 17	3,8 84	,145	-38,583	21,233	- 98,23 4	21,06 7
EL_TANQUE	Se asumen varianzas iguales	14,4 00	,00 5	- 1,2 65	8	,242	-,250	,198	-,706	,206

	No se asumen varianzas iguales			-1,000	3,000	,391	-,250	,250	-1,046	,546
ICOD_DE_LOS_VINOS	Se asumen varianzas iguales	,148	,710	-2,679	8	,028	-10,500	3,920	-19,539	-1,461
	No se asumen varianzas iguales			-2,722	6,927	,030	-10,500	3,858	-19,642	-1,358
ARAFO	Se asumen varianzas iguales	8,253	,021	-1,223	8	,256	-2,333	1,907	-6,731	2,065
	No se asumen varianzas iguales			-1,016	3,446	,376	-2,333	2,297	-9,138	4,471
LOS_SILOS	Se asumen varianzas iguales	2,108	,185	-4,914	8	,001	-12,083	2,459	-17,753	-6,413
	No se asumen varianzas iguales			-4,244	3,902	,014	-12,083	2,847	-20,068	-4,099
EL_ROSARIO	Se asumen varianzas iguales	5,050	,055	-3,463	8	,009	-12,250	3,537	-20,407	-4,093
	No se asumen varianzas iguales			-2,868	3,421	,055	-12,250	4,272	-24,945	,445
TEGUESTE	Se asumen varianzas iguales	14,400	,005	-1,265	8	,242	-,250	,198	-,706	,206
	No se asumen varianzas iguales			-1,000	3,000	,391	-,250	,250	-1,046	,546

GARACHICO	Se asumen varianzas iguales	,007	,93 4	- 3,0 07	8	,017	-6,917	2,300	- 12,22 1	-1,612
	No se asumen varianzas iguales			- 3,1 17	7,3 38	,016	-6,917	2,219	- 12,11 5	-1,718
GUÍA_DE_ISORA	Se asumen varianzas iguales	15,0 04	,00 5	- 4,0 54	8	,004	-82,167	20,268	- 128,9 04	- 35,43 0
	No se asumen varianzas iguales			- 3,2 56	3,1 30	,044	-82,167	25,239	- 160,6 28	-3,706
SANTIAGO_DEL_TE IDE	Se asumen varianzas iguales	3,21 4	,11 1	- 3,7 85	8	,005	- 101,83 3	26,903	- 163,8 72	- 39,79 5
	No se asumen varianzas iguales			- 3,0 90	3,2 79	,048	- 101,83 3	32,957	- 201,8 44	-1,823
SANTA_CRUZ_DE_ TENERIFE	Se asumen varianzas iguales	2,07 2	,18 8	- ,99 5	8	,349	-8,333	8,377	- 27,65 1	10,98 4
	No se asumen varianzas iguales			- 1,1 36	7,6 77	,290	-8,333	7,336	- 25,37 4	8,707
LA_LAGUNA	Se asumen varianzas iguales	,224	,64 9	- 3,3 25	8	,010	-32,333	9,725	- 54,75 9	-9,908
	No se asumen varianzas iguales			- 3,0 58	4,8 60	,029	-32,333	10,573	- 59,74 8	-4,918
PUERTO_DE_LA_C RUZ	Se asumen varianzas iguales	,322	,58 6	- ,96 2	8	,364	-14,167	14,721	- 48,11 4	19,78 0

	No se asumen varianzas iguales			- ,894	5,043	,412	-14,167	15,843	- 54,787	26,454
LA_OROTAVA	Se asumen varianzas iguales	2,347	,164	1,019	8	,338	4,167	4,088	-5,260	13,593
	No se asumen varianzas iguales			1,262	5,312	,259	4,167	3,301	-4,170	12,504
LA_VICTORIA_DE_AGENTEJO	Se asumen varianzas iguales	.	.	- 2,191	8	,060	-1,000	,456	-2,053	,053
	No se asumen varianzas iguales			- 1,732	3,000	,182	-1,000	,577	-2,837	,837
LOS_REALEJOS	Se asumen varianzas iguales	9,778	,014	- 2,072	8	,072	-4,917	2,373	- 10,388	,555
	No se asumen varianzas iguales			- 1,644	3,030	,198	-4,917	2,990	- 14,379	4,546
SAN_JUAN_DE_LA_RAMBLA	Se asumen varianzas iguales	14,400	,005	- 1,265	8	,242	-7,750	,593	-2,117	,617
	No se asumen varianzas iguales			- 1,000	3,000	,391	-7,750	,750	-3,137	1,637
EL_SAUZAL	Se asumen varianzas iguales	25,600	,001	1,265	8	,242	,333	,264	-,274	,941
	No se asumen varianzas iguales			1,581	5,000	,175	,333	,211	-,209	,875

TACORONTE	Se asumen varianzas iguales	4,89 5	,05 8	- 1,3 40	8	,217	-1,750	1,306	-4,762	1,262
	No se asumen varianzas iguales			- 1,1 00	3,3 37	,344	-1,750	1,590	-6,534	3,034

**FIGURA 17C:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de años establecidos: Sexenio1 – Sexenio4. (p=0,05) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ARONA	Se asumen varianzas iguales	4,13 9	,06 9	- 1,3 12	10	,219	- 107,33 3	81,813	- 289,6 23	74,95 7
	No se asumen varianzas iguales			- 1,3 12	7,6 99	,227	- 107,33 3	81,813	- 297,2 87	82,62 0
SAN_MIGUEL_D E_ABONA	Se asumen varianzas iguales	,139	,71 7	- 1,4 55	10	,176	-14,167	9,735	- 35,85 7	7,523
	No se asumen varianzas iguales			- 1,4 55	9,7 57	,177	-14,167	9,735	- 35,93 0	7,597
ADEJE	Se asumen varianzas iguales	,414	,53 4	1,0 08	10	,337	70,000	69,423	- 84,68 5	224,6 85

	No se asumen varianzas iguales			1,0 08	9,0 46	,340	70,000	69,423	- 86,92 4	226,9 24
ARICO	Se asumen varianzas iguales	2,99 5	,11 4	- ,85 1	10	,415	-8,167	9,600	- 29,55 7	13,22 4
	No se asumen varianzas iguales			- ,85 1	7,1 74	,422	-8,167	9,600	- 30,75 6	14,42 3
FASNIA	Se asumen varianzas iguales	9,46 3	,01 2	- 1,6 77	10	,125	-5,667	3,380	- 13,19 7	1,864
	No se asumen varianzas iguales			- 1,6 77	5,5 96	,148	-5,667	3,380	- 14,08 3	2,750
GRANADILLA_D E_ABONA	Se asumen varianzas iguales	1,07 3	,32 5	,36 7	10	,721	9,333	25,407	- 47,27 7	65,94 4
	No se asumen varianzas iguales			,36 7	9,0 88	,722	9,333	25,407	- 48,05 7	66,72 4
GÜÍMAR	Se asumen varianzas iguales	,162	,69 6	- ,95 7	10	,361	-6,000	6,271	- 19,97 2	7,972
	No se asumen varianzas iguales			- ,95 7	9,9 61	,361	-6,000	6,271	- 19,98 0	7,980
BUENAVISTA_D EL_NORTE	Se asumen varianzas iguales	1,55 7	,24 1	- ,76 5	10	,462	-3,500	4,576	- 13,69 6	6,696
	No se asumen varianzas iguales			- ,76 5	9,0 25	,464	-3,500	4,576	- 13,84 7	6,847
CANDELARIA	Se asumen varianzas iguales	1,70 2	,22 1	- ,18 8	10	,855	-3,500	18,624	- 44,99 7	37,99 7
	No se asumen varianzas iguales			- ,18 8	6,5 51	,857	-3,500	18,624	- 48,15 7	41,15 7

EL_TANQUE	Se asumen varianzas iguales	6,25 0	,03 1	- 1,0 00	10	,341	-1,167	,167	-5,538	,205
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 00	5,0 00	,363	-1,167	,167	-5,595	,262
ICOD_DE_LOS_VINOS	Se asumen varianzas iguales	4,27 6	,06 6	- ,70 9	10	,494	-6,167	8,693	- 25,53 5	13,20 2
	No se asumen varianzas iguales			- ,70 9	5,1 13	,509	-6,167	8,693	- 28,36 4	16,03 1
ARAFO	Se asumen varianzas iguales	1,50 7	,24 8	1,3 86	10	,196	5,333	3,849	-3,242	13,90 8
	No se asumen varianzas iguales			1,3 86	7,1 38	,208	5,333	3,849	-3,731	14,39 8
LOS_SILOS	Se asumen varianzas iguales	,029	,86 7	,00 0	10	1,000	,000	2,241	-4,993	4,993
	No se asumen varianzas iguales			,00 0	9,9 93	1,000	,000	2,241	-4,994	4,994
LA_GUANCHA	Se asumen varianzas iguales	7,81 3	,01 9	- 1,7 46	10	,111	-8,833	,477	-1,897	,230
	No se asumen varianzas iguales			- 1,7 46	5,0 00	,141	-8,833	,477	-2,060	,394
EL_ROSARIO	Se asumen varianzas iguales	,948	,35 3	- ,96 7	10	,356	-4,333	4,482	- 14,32 0	5,653
	No se asumen varianzas iguales			- ,96 7	7,1 98	,365	-4,333	4,482	- 14,87 3	6,206
TEGUESTE	Se asumen varianzas iguales	4,88 2	,05 2	- 1,9 41	10	,081	-1,167	,601	-2,506	,172

	No se asumen varianzas iguales			- 1,9 41	5,0 00	,110	-1,167	,601	-2,711	,378
GARACHICO	Se asumen varianzas iguales	2,53 5	,14 2	- ,28 2	10	,783	-.667	2,362	-5,929	4,596
	No se asumen varianzas iguales			- ,28 2	7,0 34	,786	-.667	2,362	-6,246	4,913
GUÍA_DE_ISOR A	Se asumen varianzas iguales	2,99 3	,11 4	- ,98 3	10	,349	-11,667	11,865	- 38,10 3	14,77 0
	No se asumen varianzas iguales			- ,98 3	7,4 55	,356	-11,667	11,865	- 39,37 9	16,04 6
SANTIAGO_DEL TEIDE	Se asumen varianzas iguales	,797	,39 3	- 1,1 23	10	,288	-24,833	22,115	- 74,10 9	24,44 2
	No se asumen varianzas iguales			- 1,1 23	7,7 11	,295	-24,833	22,115	- 76,16 5	26,49 8
SANTA_CRUZ_D E_TENERIFE	Se asumen varianzas iguales	5,07 7	,04 8	- ,94 1	10	,369	-14,833	15,768	- 49,96 6	20,30 0
	No se asumen varianzas iguales			- ,94 1	5,1 07	,389	-14,833	15,768	- 55,11 1	25,44 4
LA_LAGUNA	Se asumen varianzas iguales	3,35 0	,09 7	- ,85 2	10	,414	-6,000	7,044	- 21,69 6	9,696
	No se asumen varianzas iguales			- ,85 2	7,7 85	,420	-6,000	7,044	- 22,32 3	10,32 3
PUERTO_DE_LA CRUZ	Se asumen varianzas iguales	,710	,41 9	,86 1	10	,409	12,000	13,937	- 19,05 3	43,05 3
	No se asumen varianzas iguales			,86 1	7,3 89	,416	12,000	13,937	- 20,60 7	44,60 7

LA_OROTAVA	Se asumen varianzas iguales	,228	,64 3	1,1 51	10	,277	1,167	1,014	-1,092	3,426
	No se asumen varianzas iguales			1,1 51	9,3 94	,278	1,167	1,014	-1,112	3,445
LA_VICTORIA_D E_ACENTEJO	Se asumen varianzas iguales	6,25 0	,03 1	- 1,0 00	10	,341	-,333	,333	-1,076	,409
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 00	5,0 00	,363	-,333	,333	-1,190	,524
LA_MATANZA_D E_ACENTEJO	Se asumen varianzas iguales	6,25 0	,03 1	- 1,0 00	10	,341	-,167	,167	-,538	,205
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 00	5,0 00	,363	-,167	,167	-,595	,262
SANTA_ÚRSULA	Se asumen varianzas iguales	40,0 00	,00 0	- 1,5 81	10	,145	-,667	,422	-1,606	,273
	No se asumen varianzas iguales			- 1,5 81	5,0 00	,175	-,667	,422	-1,751	,417
LOS_REALEJOS	Se asumen varianzas iguales	2,71 7	,13 0	2,0 50	10	,068	3,333	1,626	-,290	6,957
	No se asumen varianzas iguales			2,0 50	6,7 27	,081	3,333	1,626	-,544	7,210
SAN_JUAN_DE_ LA_RAMBLA	Se asumen varianzas iguales	40,0 00	,00 0	- 1,5 81	10	,145	-,333	,211	-,803	,136
	No se asumen varianzas iguales			- 1,5 81	5,0 00	,175	-,333	,211	-,875	,209
EL_SAUZAL	Se asumen varianzas iguales	6,25 0	,03 1	1,0 00	10	,341	,167	,167	-,205	,538

	No se asumen varianzas iguales			1,00	5,00	,363	,167	,167	-,262	,595
TACORONTE	Se asumen varianzas iguales	,795	,394	-,161	10	,875	-,167	1,035	-2,474	2,141
	No se asumen varianzas iguales			-,161	8,502	,876	-,167	1,035	-2,530	2,197

**FIGURA 18A:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de años establecidos: Sexenio2 – Sexenio3. (p=0,05) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ARONA	Se asumen varianzas iguales	,370	,560	-2,340	8	,047	-285,333	121,922	-566,487	-4,180
	No se asumen varianzas iguales			-2,254	5,760	,067	-285,333	126,568	-598,183	27,517
SAN_MIGUEL_DE_ABONA	Se asumen varianzas iguales	5,282	,051	-3,712	8	,006	-105,417	28,400	-170,907	39,926
	No se asumen varianzas iguales			-3,005	3,202	,053	-105,417	35,080	-213,172	2,339
ADEJE	Se asumen varianzas iguales	12,222	,008	-1,738	8	,120	-219,417	126,278	-510,613	71,780

	No se asumen varianzas iguales			-	3,4	,233	-	151,89	-	229,5
				1,4	61		219,41	7	668,3	50
				45			7		84	
ARICO	Se asumen varianzas iguales	,553	,47	-	8	,213	-21,250	15,694	-	14,94
			8	1,3					57,44	0
				54					0	
	No se asumen varianzas iguales			-	5,1	,259	-21,250	16,780	-	21,47
				1,2	65				63,97	2
				66					2	
FASNIA	Se asumen varianzas iguales	,015	,90	-	8	,058	-2,583	1,166	-5,271	,104
			7	2,2						
				16						
	No se asumen varianzas iguales			-	7,7	,048	-2,583	1,099	-5,132	-,034
				2,3	27					
				51						
GRANADILLA_ DE_ABONA	Se asumen varianzas iguales	,532	,48	-	8	,300	-33,333	30,052	-	35,96
			7	1,1					102,6	6
				09					33	
	No se asumen varianzas iguales			-	7,6	,276	-33,333	28,416	-	32,66
				1,1	81				99,33	9
				73					6	
GÜÍMAR	Se asumen varianzas iguales	7,55	,02	-	8	,148	-35,833	22,406	-	15,83
		0	5	1,5					87,50	5
				99					1	
	No se asumen varianzas iguales			-	3,1	,285	-35,833	27,849	-	50,50
				1,2	47				122,1	4
				87					71	
BUENAVISTA_ DEL_NORTE	Se asumen varianzas iguales	2,55	,14	-	8	,157	-11,833	7,586	-	5,659
		6	9	1,5					29,32	
				60					6	
	No se asumen varianzas iguales			-	3,5	,268	-11,833	9,029	-	14,46
				1,3	74				38,12	1
				11					8	
CANDELARIA	Se asumen varianzas iguales	1,63	,23	-	8	,166	-27,250	17,901	-	14,03
		6	7	1,5					68,53	0
				22					0	
	No se asumen varianzas iguales			-	3,7	,269	-27,250	21,008	-	32,73
				1,2	36				87,23	6
				97					6	

EL_TANQUE	Se asumen varianzas iguales	14,4 00	,00 5	- 1,2 65	8	,242	-,250	,198	-,706	,206
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 00	3,0 00	,391	-,250	,250	-1,046	,546
ICOD_DE_LOS _VINOS	Se asumen varianzas iguales	3,23 1	,11 0	- 1,6 24	8	,143	-4,167	2,565	- 10,08 2	1,749
	No se asumen varianzas iguales			- 1,3 69	3,6 10	,250	-4,167	3,043	- 12,98 8	4,655
ARAFO	Se asumen varianzas iguales	,880	,37 6	1,1 38	8	,288	5,333	4,687	-5,476	16,14 2
	No se asumen varianzas iguales			1,2 93	7,7 55	,233	5,333	4,124	-4,230	14,89 7
LOS_SILOS	Se asumen varianzas iguales	,334	,57 9	- 2,9 33	8	,019	-8,417	2,869	- 15,03 4	-1,800
	No se asumen varianzas iguales			- 2,7 30	5,0 72	,041	-8,417	3,083	- 16,30 9	-,524
EL_ROSARIO	Se asumen varianzas iguales	1,32 8	,28 2	- 1,8 22	8	,106	-7,417	4,070	- 16,80 3	1,969
	No se asumen varianzas iguales			- 1,6 25	4,3 48	,174	-7,417	4,565	- 19,70 2	4,868
TEGUESTE	Se asumen varianzas iguales	14,4 00	,00 5	- 1,2 65	8	,242	-,250	,198	-,706	,206
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 00	3,0 00	,391	-,250	,250	-1,046	,546
GARACHICO	Se asumen varianzas iguales	,200	,66 7	- 1,3 66	8	,209	-2,417	1,769	-6,496	1,663

	No se asumen varianzas iguales			- 1,2 84	5,2 66	,253	-2,417	1,882	-7,181	2,347
GUÍA_DE_ISO RA	Se asumen varianzas iguales	11,0 48	,01 0	- 2,9 71	8	,018	-62,000	20,867	- 110,1 19	- 13,88 1
	No se asumen varianzas iguales			- 2,4 27	3,2 84	,086	-62,000	25,549	- 139,4 74	15,47 4
SANTIAGO_DE L_TEIDE	Se asumen varianzas iguales	1,65 1	,23 5	- 3,0 74	8	,015	-88,167	28,685	- 154,3 14	- 22,01 9
	No se asumen varianzas iguales			- 2,6 00	3,6 53	,066	-88,167	33,905	- 185,9 41	9,608
SANTA_CRUZ _DE_TENERIF E	Se asumen varianzas iguales	1,51 8	,25 3	- 2,0 03	8	,080	-7,333	3,661	- 15,77 6	1,109
	No se asumen varianzas iguales			- 1,7 54	4,0 87	,153	-7,333	4,181	- 18,84 4	4,177
LA_LAGUNA	Se asumen varianzas iguales	1,28 1	,29 0	- 1,9 91	8	,082	-16,833	8,454	- 36,32 9	2,662
	No se asumen varianzas iguales			- 1,7 09	3,8 26	,166	-16,833	9,849	- 44,67 4	11,00 8
PUERTO_DE_ LA_CRUZ	Se asumen varianzas iguales	,850	,38 3	- ,11 2	8	,913	-1,500	13,361	- 32,31 0	29,31 0
	No se asumen varianzas iguales			- ,10 0	4,2 82	,925	-1,500	15,052	- 42,22 8	39,22 8
LA_OROTAVA	Se asumen varianzas iguales	,160	,70 0	1,6 69	8	,134	1,500	,898	-,572	3,572
	No se asumen varianzas iguales			1,7 72	7,7 32	,116	1,500	,847	-,464	3,464

LA_VICTORIA_ DE_ACENTEJ E	Se asumen varianzas iguales	.	.	-	8	,060	-1,000	,456	-2,053	,053
	No se asumen varianzas iguales			2,191	3,000	,182	-1,000	,577	-2,837	,837
LOS_REALEJOS	Se asumen varianzas iguales	1,021	,342	-	8	,769	-,917	3,011	-7,860	6,027
	No se asumen varianzas iguales			-,304	4,532	,796	-,917	3,338	-9,770	7,937
SAN_JUAN_DE_LA_RAMBLA	Se asumen varianzas iguales	14,400	,005	-	8	,242	-,750	,593	-2,117	,617
	No se asumen varianzas iguales			1,265	3,000	,391	-,750	,750	-3,137	1,637
EL_SAUZAL	Se asumen varianzas iguales	4,000	,081	,800	8	,447	,167	,208	-,314	,647
	No se asumen varianzas iguales			1,000	5,000	,363	,167	,167	-,262	,595
TACORONTE	Se asumen varianzas iguales	2,535	,150	-	8	,954	-,083	1,408	-3,331	3,164
	No se asumen varianzas iguales			-,059	3,791	,962	-,083	1,645	-4,752	4,586

**FIGURA 18B:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de años establecidos: Sexenio2 – Sexenio4. ( $p=0,05$ ) [elaboración propia]

### Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ARONA	Se asumen varianzas iguales	7,329	,027	-1,861	8	,100	-178,000	95,640	-398,546	42,546
	No se asumen varianzas iguales			-1,601	3,853	,187	-178,000	111,175	-491,377	135,377
SAN_MIGUEL_DE_ABONA	Se asumen varianzas iguales	4,622	,064	-3,168	8	,013	-91,250	28,808	-157,682	24,818
	No se asumen varianzas iguales			-2,586	3,279	,074	-91,250	35,293	-198,357	15,857
ADEJE	Se asumen varianzas iguales	6,035	,040	-2,134	8	,065	-289,417	135,615	-602,145	23,311
	No se asumen varianzas iguales			-1,844	3,908	,141	-289,417	156,964	-729,310	150,477
ARICO	Se asumen varianzas iguales	6,271	,037	-1,048	8	,325	-13,083	12,487	-41,878	15,711
	No se asumen varianzas iguales			-,875	3,505	,438	-13,083	14,957	-57,032	30,865
FASNIA	Se asumen varianzas iguales	6,940	,030	-,744	8	,478	3,083	4,146	-6,478	12,645
	No se asumen varianzas iguales			-,916	5,511	,398	3,083	3,368	-5,337	11,504

GRANADILLA_ DE_ABONA	Se asumen varianzas iguales	,061	,81 2	- 1,7 66	8	,115	-42,667	24,156	- 98,37 1	13,03 8
	No se asumen varianzas iguales			- 1,7 38	6,2 17	,131	-42,667	24,554	- 102,2 45	16,91 1
GÜÍMAR	Se asumen varianzas iguales	7,12 0	,02 8	- 1,3 26	8	,221	-29,833	22,492	- 81,69 9	22,03 3
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 70	3,1 66	,359	-29,833	27,894	- 116,0 22	56,35 5
BUENAVISTA_ DEL_NORTE	Se asumen varianzas iguales	,965	,35 5	- 1,0 08	8	,343	-8,333	8,264	- 27,39 1	10,72 4
	No se asumen varianzas iguales			- ,88 6	4,1 38	,424	-8,333	9,403	- 34,09 9	17,43 2
CANDELARIA	Se asumen varianzas iguales	,012	,91 6	- ,88 9	8	,400	-23,750	26,714	- 85,35 4	37,85 4
	No se asumen varianzas iguales			- ,90 2	6,9 01	,397	-23,750	26,324	- 86,17 9	38,67 9
EL_TANQUE	Se asumen varianzas iguales	,325	,58 4	- ,29 0	8	,779	-,083	,287	-,746	,579
	No se asumen varianzas iguales			- ,27 7	5,5 96	,791	-,083	,300	-,832	,665
ICOD_DE_LOS _VINOS	Se asumen varianzas iguales	1,77 1	,22 0	,18 1	8	,861	2,000	11,046	- 23,47 1	27,47 1
	No se asumen varianzas iguales			,21 9	6,0 62	,834	2,000	9,118	- 20,25 5	24,25 5
ARAFO	Se asumen varianzas iguales	,021	,88 7	,00 0	8	1,000	,000	2,705	-6,238	6,238

	No se asumen varianzas iguales			,00 0	6,1 12	1,000	,000	2,763	-6,731	6,731
LOS_SILOS	Se asumen varianzas iguales	,415 0	,53 8	- 2,8 97	8	,020	-8,417	2,905	- 15,11 7	-1,717
	No se asumen varianzas iguales			- 2,7 11	5,1 76	,041	-8,417	3,105	- 16,31 7	-,516
LA_GUANCHA	Se asumen varianzas iguales	5,00 0	,05 6	1,3 97	8	,200	,833	,597	-,542	2,209
	No se asumen varianzas iguales			1,7 46	5,0 00	,141	,833	,477	-,394	2,060
EL_ROSARIO	Se asumen varianzas iguales	,012 0	,91 4	- ,51 3	8	,622	-3,083	6,013	- 16,94 8	10,78 2
	No se asumen varianzas iguales			- ,53 4	7,4 13	,609	-3,083	5,777	- 16,59 1	10,42 4
TEGUESTE	Se asumen varianzas iguales	1,09 8	,32 5	1,1 80	8	,272	,917	,777	-,874	2,708
	No se asumen varianzas iguales			1,4 08	6,5 53	,205	,917	,651	-,644	2,477
GARACHICO	Se asumen varianzas iguales	1,01 0	,34 4	- ,59 0	8	,571	-1,750	2,965	-8,586	5,086
	No se asumen varianzas iguales			- ,65 4	7,9 90	,532	-1,750	2,676	-7,923	4,423
GUÍA_DE_ISO RA	Se asumen varianzas iguales	3,35 9	,10 4	- 2,1 20	8	,067	-50,333	23,747	- 105,0 94	4,428
	No se asumen varianzas iguales			- 1,8 57	4,0 91	,135	-50,333	27,111	- 124,9 53	24,28 7
SANTIAGO_DE L_TEIDE	Se asumen varianzas iguales	,199 0	,66 7	- 1,7 99	8	,110	-63,333	35,202	- 144,5 09	17,84 2

	No se asumen varianzas iguales			- 1,6 83	5,1 70	,151	-63,333	37,630	- 159,1 17	32,45 1
SANTA_CRUZ _DE_TENERIF E	Se asumen varianzas iguales	2,54 4	,14 9	,37 8	8	,715	7,500	19,840	- 38,25 1	53,25 1
	No se asumen varianzas iguales			,46 4	5,5 87	,660	7,500	16,150	- 32,73 6	47,73 6
LA_LAGUNA	Se asumen varianzas iguales	,000	,99 2	- 1,0 20	8	,338	-10,833	10,622	- 35,32 8	13,66 1
	No se asumen varianzas iguales			- ,97 5	5,6 01	,370	-10,833	11,111	- 38,49 8	16,83 2
PUERTO_DE_ LA_CRUZ	Se asumen varianzas iguales	,009	,92 6	- ,71 3	8	,496	-13,500	18,946	- 57,18 8	30,18 8
	No se asumen varianzas iguales			- ,73 0	7,1 01	,489	-13,500	18,494	- 57,10 5	30,10 5
LA_OROTAVA	Se asumen varianzas iguales	,557	,47 7	,30 2	8	,770	,333	1,102	-2,209	2,875
	No se asumen varianzas iguales			,33 7	7,9 61	,745	,333	,989	-1,949	2,616
LA_VICTORIA_ DE_ACENTEJ O	Se asumen varianzas iguales	2,56 0	,14 8	- 1,0 79	8	,312	-,667	,618	-2,092	,758
	No se asumen varianzas iguales			- 1,0 00	5,0 00	,363	-,667	,667	-2,380	1,047
LA_MATANZA_ DE_ACENTEJ O	Se asumen varianzas iguales	4,00 0	,08 1	,80 0	8	,447	,167	,208	-,314	,647
	No se asumen varianzas iguales			1,0 00	5,0 00	,363	,167	,167	-,262	,595
SANTA_ÚRSU LA	Se asumen varianzas iguales	25,6 00	,00 1	1,2 65	8	,242	,667	,527	-,549	1,882
	No se asumen varianzas iguales			1,5 81	5,0 00	,175	,667	,422	-,417	1,751

LOS_REALEJO S	Se asumen varianzas iguales	6,04 4	,03 9	- 1,7 09	8	,126	-4,250	2,487	-9,985	1,485
	No se asumen varianzas iguales			- 1,3 94	3,2 72	,251	-4,250	3,049	- 13,51 2	5,012
SAN_JUAN_DE _LA_RAMBLA	Se asumen varianzas iguales	4,84 4	,05 9	- ,64 2	8	,539	-,417	,649	-1,913	1,080
	No se asumen varianzas iguales			- ,53 5	3,4 80	,625	-,417	,779	-2,713	1,880
TACORONTE	Se asumen varianzas iguales	,551 9	,47 1	,05 1	8	,961	,083	1,639	-3,696	3,863
	No se asumen varianzas iguales			,04 7	4,9 11	,964	,083	1,777	-4,509	4,676

**FIGURA 19:** Tabla que recoge la prueba de comparación de medias entre 2 de los grupos de años establecidos: Sexenio3 – Sexenio4. ( $p=0,05$ ) [elaboración propia]

### Estadísticos descriptivos

	Media	Desv. Desviación	N
Rescates	1497,81	2677,169	21
Numeros Gobierno	5675,24	7907,982	21
Luminarias Carreteras	5133,29	5640,728	21
Hoteles	7,33	14,270	21
Instalaciones deportivas	12,90	10,516	21
(Aero)puertos y Zonas Industriales	72,0503172350 16660	131,781473419 673150	21
Faros	,33	,577	21
Area Zonas Cria	117,997572102 947610	204,551528374 006200	21

**FIGURA 20:** Tabla que recoge el sondeo estadístico descriptivo del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. [elaboración propia]

Dist. Media a urbanizacion	2525,59095238 0952300	2707,96808824 1102600	21
----------------------------	--------------------------	--------------------------	----

		Rescates	Numeros Gobierno	Luminarias Carreteras
Correlación de Pearson	Rescates	1,000	,129	,386
	Numeros Gobierno	,129	1,000	,915
	Luminarias Carreteras	,386	,915	1,000
	Hoteles	,892	,206	,417
	Instalaciones deportivas	,162	,628	,606
	(Aero)puertos y Zonas Industriales	,019	,529	,657
	Faros	,080	,369	,307
	Area Zonas Cria	,225	,024	,043
	Dist. Media a urbaizacion	,021	,659	,693
	Rescates	.	,288	,042
	Numeros Gobierno	,288	.	,000
Luminarias Carreteras	,042	,000	.	
Hoteles	,000	,185	,030	
Instalaciones deportivas	,241	,001	,002	
(Aero)puertos y Zonas Industriales	,468	,007	,001	
Faros	,365	,050	,088	
Area Zonas Cria	,163	,459	,426	
Dist. Media a urbaizacion	,464	,001	,000	
Sig. (unilateral)	Rescates	21	21	21
	Numeros Gobierno	21	21	21
	Luminarias Carreteras	21	21	21
	Hoteles	21	21	21
	Instalaciones deportivas	21	21	21
	(Aero)puertos y Zonas Industriales	21	21	21
	Faros	21	21	21
	Area Zonas Cria	21	21	21
	Dist. Media a urbaizacion	21	21	21

		Hoteles	Instalaciones deportivas	(Aero)puertos y Zonas Industriales
Correlación de Pearson	Rescates Numeros	,892	,162	,019
	Gobierno	,206	,628	,529
	Luminarias Carreteras	,417	,606	,657
	Hoteles	1,000	,170	-,004
	Instalaciones deportivas	,170	1,000	,374
	(Aero)puertos y Zonas Industriales	-,004	,374	1,000
	Faros	,071	,014	,006
	Area Zonas Cria	,185	-,024	-,058
	Dist. Media a urbaizacion	,051	,342	,571
	Sig. (unilateral)	Rescates	,000	,241
Numeros Gobierno		,185	,001	,007
Luminarias Carreteras		,030	,002	,001
Hoteles		.	,230	,494
Instalaciones deportivas		,230	.	,048
(Aero)puertos y Zonas Industriales		,494	,048	.
Faros		,380	,476	,490
Area Zonas Cria		,212	,459	,401
Dist. Media a urbaizacion		,412	,064	,003
		Rescates	21	21
	Numeros Gobierno	21	21	21
	Luminarias Carreteras	21	21	21
	Hoteles	21	21	21
	Instalaciones deportivas	21	21	21
	(Aero)puertos y Zonas Industriales	21	21	21
	Faros	21	21	21
	Area Zonas Cria	21	21	21
	Dist. Media a urbaizacion	21	21	21

		Faros	Area Zonas Cria	Dist. Media a urbaizacion
Correlación de Pearson	Rescates	,080	,225	,021
	Numeros Gobierno	,369	,024	,659
	Luminarias Carreteras	,307	,043	,693
	Hoteles	,071	,185	,051
	Instalaciones deportivas	,014	-,024	,342
	(Aero)puertos y Zonas Industriales	,006	-,058	,571
	Faros	1,000	,730	,496
	Area Zonas Cria	,730	1,000	,468
	Dist. Media a urbaizacion	,496	,468	1,000
Sig. (unilateral)	Rescates	,365	,163	,464
	Numeros Gobierno	,050	,459	,001
	Luminarias Carreteras	,088	,426	,000
	Hoteles	,380	,212	,412
	Instalaciones deportivas	,476	,459	,064
	(Aero)puertos y Zonas Industriales	,490	,401	,003
	Faros	.	,000	,011
	Area Zonas Cria	,000	.	,016
	Dist. Media a urbaizacion	,011	,016	.
N	Rescates	21	21	21
	Numeros Gobierno	21	21	21
	Luminarias Carreteras	21	21	21
	Hoteles	21	21	21
	Instalaciones deportivas	21	21	21
	(Aero)puertos y Zonas Industriales	21	21	21
	Faros	21	21	21
	Area Zonas Cria	21	21	21
	Dist. Media a urbaizacion	21	21	21

**FIGURA 21:** Tabla que recoge el test de Pearson para el sondeo del grado de correlación entre variables a partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. [elaboración propia]

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados Beta	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		Correlaciones		Estadísticas de colinealidad		VIF
	B	Desv. Error				Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	
1 (Constante)	207,742	449,003		,463	,652	-770,550	1186,035					
Numeros Gobierno	-,279	,104	-,824	-2,672	,020	-,507	-,051	,129	-,611	-,237	,083	12,056
Luminarias Carreteras	,833	,246	1,756	3,381	,005	,296	1,370	,386	,699	,300	,029	34,143
Hoteles	53,834	38,479	,287	1,399	,187	-30,006	137,673	,892	,374	,124	,188	5,328
Instalaciones deportivas	-26,392	35,804	-,104	-,737	,475	-104,402	51,619	,162	-,208	-,065	,399	2,505
(Aero)puertos y Zonas Industriales	-5,632	3,482	-,277	-1,617	,132	-13,218	1,955	,019	-,423	-,144	,269	3,721
Faros	-1484,924	1003,522	-,320	-1,480	,165	-3671,411	701,563	,080	-,393	-,131	,169	5,932
Area Zonas Cria	8,027	3,345	,613	2,400	,034	,740	15,315	,225	,569	,213	,121	8,271
Dist. Media urbanización	-,596	,232	-,602	-2,563	,025	-1,102	-,089	,021	-,595	-,228	,143	6,995

a. Variable dependiente: Rescates

**FIGURA 22:** Tabla que recoge el valor de los coeficientes y estadísticos de colinealidad del modelo de regresión creado partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. **[elaboración propia]**

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,951 <sup>a</sup>	,905	,842	1063,860	,905	14,332	8	12	,000	2,466

a. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbanización, Hoteles, Instalaciones deportivas, Faros, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Área Zonas Cría, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

b. Variable dependiente: Rescates

**FIGURA 23:** Tabla resumen del modelo de regresión creado partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. **[elaboración propia]**

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	129763137,192	8	16220392,149	14,332	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	13581574,046	12	1131797,837		
	Total	143344711,238	20			

a. Variable dependiente: Rescates

b. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbanización, Hoteles, Instalaciones deportivas, Faros, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Área Zonas Cría, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

**FIGURA 24:** Tabla que recoge el test de Anova asociado modelo de regresión creado partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. **[elaboración propia]**

### Diagnósticos de colinealidad<sup>a</sup>

Modelo	Dimensión	Autovvalor	Índice de condición	(Constante)	Proporciones de varianza							
					Gobierno	Luminarias	Hoteleras	Instalaciones deportivas	(Aero)puertos y Zonas Industriales	Faros	Área de Cría	Dist. Media urbana
1	1	5,599	1,000	,01	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	2	1,271	2,099	,00	,00	,00	,00	,00	,03	,03	,03	,00
	3	,834	2,590	,01	,00	,00	,13	,00	,03	,01	,00	,01
	4	,510	3,315	,26	,01	,00	,03	,06	,01	,01	,00	,00
	5	,397	3,755	,00	,03	,00	,02	,02	,20	,03	,03	,01
	6	,192	5,395	,43	,00	,00	,00	,27	,02	,09	,08	,01
	7	,146	6,189	,03	,00	,00	,00	,13	,25	,13	,00	,26
	8	,040	11,897	,26	,55	,01	,02	,34	,01	,39	,41	,26
	9	,011	22,808	,01	,41	,99	,80	,16	,45	,31	,46	,45

a. Variable dependiente: Rescates

**FIGURA 25:** Tabla que recoge el diagnóstico de la colinealidad asociado al modelo de regresión creado partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. [elaboración propia]

### Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		Correlaciones			Estadísticas de colinealidad	
	B	Desv. Error				Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Parcial	Tolerancia	VIF
1 (Constante)	207,742	449,003		,463	,652	-770,550	1186,035					
Numeros Gobierno	-,279	,104	-,824	-2,672	,020	-,507	-,051	,129	-,611	-,237	,083	12,056

Luminarias Carreteras	,833	,246	1,756	3,381	,005	,296	1,370	,386	,699	,300	,029	34,143
Hoteles	53,834	38,479	,287	1,399	,187	-30,006	137,673	,892	,374	,124	,188	5,328
Instalaciones deportivas	-26,392	35,804	-,104	-,737	,475	-104,402	51,619	,162	-208	-065	,399	2,505
(Aero)puertos y Zonas Industriales	-5,632	3,482	-,277	-,1617	,32	-13,218	1,955	,019	-423	-144	,269	3,721
Faros	-1484,924	1003,522	-,320	-,1480	,165	-3671,411	701,563	,080	-393	-131	,169	5,932
Area Zonas Cria	8,027	3,345	,613	2,400	,034	,740	15,315	,225	,569	,213	,121	8,271
Dist. Media urbanizacion	-,596	,232	-,602	-,2563	,025	-1,102	-,089	,021	-595	-,228	,143	6,995
2 (Constante)	2,977	346,501		,009	,993	-745,594	751,548					
Numeros Gobierno	-,292	,101	-,864	-,2894	,013	-,511	-,074	,129	-626	-,253	,086	11,691
Luminarias Carreteras	,766	,225	1,613	3,407	,005	,280	1,251	,386	,687	,297	,034	29,431
Hoteles	64,708	34,909	,345	1,854	,087	-10,709	140,125	,892	,457	,162	,220	4,545

(Aero)puertos y Zonas Industriales	-5,048	3,331	-249	-1,516	,154	-12,244	2,147	,019	-388	-132	,283	3,528
Faros	-1076,870	822,187	-232	-1,310	,213	-2853,097	699,358	,080	-341	-114	,242	4,127
Area Zonas Cria	6,754	2,813	,516	2,401	,032	,676	12,831	,225	,554	,210	,165	6,065
Dist. Media a urbanizacion	-525	,208	-531	-2,526	,025	-974	-076	,021	-574	-220	,173	5,797
3 (Constante)	29,007	354,660		,082	,936	-731,664	789,678					
Numeros Gobierno	-292	,104	-863	-2,819	,014	-514	-070	,129	-602	-252	,086	11,691
Luminarias Carreteras	,656	,214	1,382	3,068	,008	,197	1,114	,386	,634	,275	,039	25,337
Hoteles	86,439	31,490	,461	2,745	,016	18,901	153,978	,892	,592	,246	,284	3,518
(Aero)puertos y Zonas Industriales	-3,329	3,138	-164	-1,061	,307	-10,060	3,402	,019	-273	-095	,336	2,980
Area Zonas Cria	3,881	1,806	,297	2,149	,050	,007	7,756	,225	,498	,192	,420	2,379
Dist. Media a urbanizacion	-433	,201	-438	-2,159	,049	-863	-003	,021	-500	-193	,195	5,138
4 (Constante)	71,075	353,904		,201	,844	-683,253	825,404					

Numeros Gobierno	-,235	,089	-,693	-	,0	-,423	-,046	,129	-	-	,118	8,49
				2,6	18				,564	,23		3
				45						8		
Luminarias Carreteras	,517	,170	1,090	3,0	,0	,155	,879	,386	,618	,27	,063	15,8
				46	08					4		54
Hoteles	102,7	27,60	,548	3,7	,0	43,88	161,5	,892	,693	,33	,373	2,68
	26	8		21	02	1	70			4		2
Area Zonas Cria	3,972	1,812	,304	2,1	,0	,110	7,834	,225	,493	,19	,421	2,37
				92	45					7		4
Dist. Media a urbaizaci on	-,443	,201	-,448	-	,0	-,872	-,015	,021	-	-	,195	5,12
				2,2	44				,495	,19		5
				04						8		

a. Variable dependiente: Rescates

**FIGURA 26:** Tabla que incluye los nuevos coeficientes del modelo de regresión diseñado con el mejor subconjunto de variables (algoritmo de selección paso a paso “backwards”) y creado partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. [elaboración propia]

#### Resumen del modelo<sup>e</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	,951 <sup>a</sup>	,905	,842	1063,860	,905	14,332	8	12	,000	
2	,949 <sup>b</sup>	,901	,848	1045,007	-,004	,543	1	12	,475	
3	,942 <sup>c</sup>	,888	,840	1071,377	-,013	1,715	1	13	,213	
4	,937 <sup>d</sup>	,879	,839	1075,840	-,009	1,125	1	14	,307	2,648

a. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbaizacion, Hoteles, Instalaciones deportivas, Faros, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Area Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

b. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbaizacion, Hoteles, Faros, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Area Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

c. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbaizacion, Hoteles, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Area Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

d. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbanización, Hoteles, Área Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

e. Variable dependiente: Rescates

**FIGURA 27:** Tabla resumen del modelo de regresión diseñado con el mejor subconjunto de variables (algoritmo de selección paso a paso “backwards”) y creado partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. [elaboración propia]

		<b>ANOVA<sup>a</sup></b>				
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	129763137,192	8	16220392,149	14,332	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	13581574,046	12	1131797,837		
	Total	143344711,238	20			
2	Regresión	129148188,172	7	18449741,167	16,895	,000 <sup>c</sup>
	Residuo	14196523,066	13	1092040,236		
	Total	143344711,238	20			
3	Regresión	127274818,773	6	21212469,795	18,480	,000 <sup>d</sup>
	Residuo	16069892,465	14	1147849,462		
	Total	143344711,238	20			
4	Regresión	125983229,868	5	25196645,974	21,769	,000 <sup>e</sup>
	Residuo	17361481,370	15	1157432,091		
	Total	143344711,238	20			

a. Variable dependiente: Rescates

b. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbanización, Hoteles, Instalaciones deportivas, Faros, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Área Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

c. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbanización, Hoteles, Faros, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Área Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

d. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbanización, Hoteles, (Aero)puertos y Zonas Industriales, Área Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

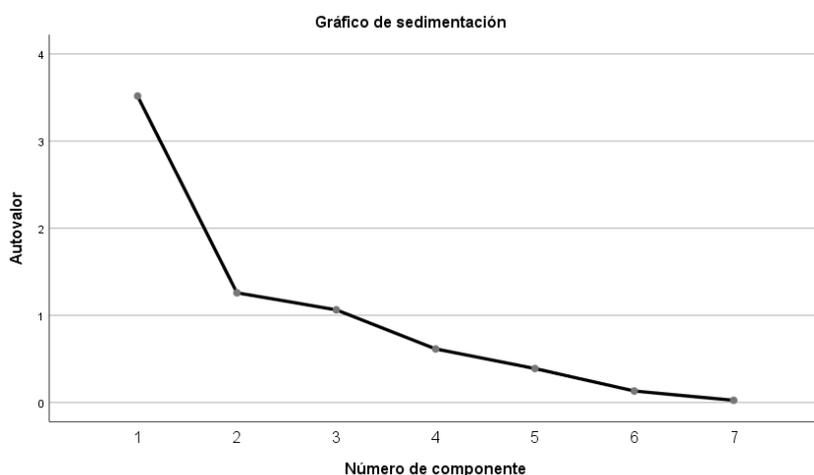
e. Predictores: (Constante), Dist. Media a urbanización, Hoteles, Área Zonas Cria, Numeros Gobierno, Luminarias Carreteras

**FIGURA 28:** Tabla que incluye el test Anova asociado al modelo de regresión diseñado con el mejor subconjunto de variables (algoritmo de selección paso a paso “backwards”) y creado partir del fichero de datos extraído del SIG, tomando como casos los municipios y como variables los elementos contaminantes, superficie de áreas de cría y distancia entre éstas y núcleos de población humana. [elaboración propia]

### Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,505
Prueba de esfericidad de	Aprox. Chi-cuadrado	94,202
Bartlett	gl	21
	Sig.	,000

**FIGURA 29:** Tabla que recoge el test de esfericidad de Barlett y la prueba KMO ejecutados para conocer el grado de correlación conjunta entre las variables del fichero de datos extraído del SIG. [elaboración propia]



**FIGURA 30:** Gráfico que recoge el test Ladera ejecutado para conocer el número de Componentes principales a incluir en el análisis de ordenación PCA. [elaboración propia]

### Varianza total explicada

Componente	Total	Autovalores iniciales		Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
		% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,517	50,245	50,245	3,517	50,245	50,245
2	1,259	17,981	68,226	1,259	17,981	68,226
3	1,063	15,190	83,416	1,063	15,190	83,416
4	,615	8,779	92,195			
5	,390	5,565	97,760			
6	,132	1,883	99,643			
7	,025	,357	100,000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

**FIGURA 31:** Tabla que informa sobre el % de varianza explicado por cada componente principal del análisis de ordenación PCA. El criterio de Kaiser dicta que deben incluirse tantas componentes como autovalores mayores que 1 existan (segunda columna). [elaboración propia]

### Matriz de componente<sup>a</sup>

	Componente		
	1	2	3
Numeros Gobierno	,910	-,132	,043
Luminarias Carreteras	,961	-,065	,158
Hoteles	,309	,361	,834
Instalaciones deportivas	,693	-,249	,198
(Aero)puertos y Zonas Industriales	,722	-,261	-,319
Area Zonas Cria	,173	,929	-,197
Dist. Media a urbaizacion	,799	,339	-,402

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. 3 componentes extraídos.

**FIGURA 32:** Tabla que incluye la matriz que permite dar nombre a los componentes principales de análisis de ordenación PCA, asociando a cada uno las variables con un mayor valor absoluto. [elaboración propia]

### Matriz de coeficiente de puntuación de componente

	Componente		
	1	2	3
Numeros Gobierno	,259	-,105	,040
Luminarias Carreteras	,273	-,052	,149
Hoteles	,088	,286	,784
Instalaciones deportivas	,197	-,198	,186
(Aero)puertos y Zonas Industriales	,205	-,207	-,300
Area Zonas Cria	,049	,738	-,185
Dist. Media a urbaizacion	,227	,269	-,378

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Puntuaciones de componente.

$PC1 = 0,259*NG + 0,273*LC + 0,088*H + 0,197*ID + 0,205*APZ + 0,049*AZC + 0,227*DMU$

$PC2 = -0,105*NG - 0,052*LC + 0,286*H - 0,198*ID - 0,207*APZ + 0,739*AZC + 0,269*DMU$

$PC3 = 0,04*NG + 0,149*LC + 0,784*H + 0,186*ID - 0,3*APZ - 0,185*AZC - 0,378*DMU$

**FIGURA 33:** Tabla que incluye los coeficientes asociados a cada variable necesarios para elaborar las fórmulas (presentadas bajo la tabla) que permiten localizar a los municipios en el análisis de ordenación PCA. [elaboración propia]

**FIGURA 34:** Tabla que resume las estimaciones del tamaño poblacional de la especie realizadas a partir del número absoluto de rescates y las fórmulas importadas en términos de Parejas Reproductoras, Parejas Totales y Reclutamiento de nuevos individuos. Se incluye también la clasificación de los años según el calendario lunar usando un intuitivo código de colores (Desfavorables, Intermedios y Favorables) y los porcentajes aproximados de juveniles accidentados para cada conjunto temporal. [elaboración propia]

AÑO	Rescates	Parejas reproductoras estimadas	Reclutamiento estimado	Parejas totales estimadas
1999	821	6109	4581	7985
2000	846	12589	9442	16457
2001	852	12679	9509	16573
2002	1274	9479	7109	12391
2003	775	11533	8650	15075
2004	1218	12083	9063	15795
2005	1329	7911	5933	10341
2006	940	11190	8393	14628
2007	1461	8696	6522	11368
2008	1563	12405	9304	16215
2009	984	11714	8786	15313
2010	1784	10619	7964	13881
2011	1310	12476	9357	16309
2012	863	8219	6164	10744
2013	1751	8338	6254	10899
2014	1310	12476	9357	16309
2015	1293	8210	6157	10731
2016	2337	14838	11129	19396
2017	1692	13429	10071	17554
2018	2610	10357	7768	13539
2020	1441	11437	8577	14950
2021	3353	13306	9979	17393

1999-2004	%Grounding = 17,92
	%Grounding = 13,44
	%Grounding = 8,96
2005-2010	%Grounding = 22,4
	%Grounding = 16,8
	%Grounding = 11,2
2011-2016	%Grounding = 28
	%Grounding = 21
	%Grounding = 14
2017-2021	%Grounding = 33,6
	%Grounding = 25,2
	%Grounding = 16,8

AÑO	Parejas reproductoras estimadas	Reclutamiento estimado	Parejas totales estimadas
2022	14249	10687	18626
2023	14756	11067	19289
2024	16733	12549	21873
2025	17146	12860	22413
2026	19203	14402	25102
2027	20998	15749	27449
2028	21298	15973	27840
2029	22333	16750	29193
2030	23182	17386	30303
2031	24524	18393	32058
2032	25384	19038	33181
2033	26058	19544	34063
2034	27857	20893	36414
2035	28759	21569	37593
2036	30596	22947	39995
2037	32731	24548	42786
2038	33167	24875	43356
2039	35505	26628	46411
2040	37936	28452	49589
2041	38358	28768	50141
2042	40878	30658	53435
2043	41850	31388	54706
2044	41550	31162	54313
2045	44381	33286	58014
2046	44364	33273	57992
2047	45952	34464	60068
2048	49464	37098	64659
2049	49642	37231	64891

AÑO	Parejas reproductoras estimadas	Reclutamiento estimado	Parejas totales estimadas
2022	14732	11049	19257
2023	15600	11700	20392
2024	18224	13668	23823
2025	18931	14198	24747
2026	21610	16207	28248
2027	23953	17965	31311
2028	24466	18349	31981
2029	25855	19391	33797
2030	27006	20254	35302
2031	28892	21669	37768
2032	30247	22685	39539
2033	31464	23598	41130
2034	34213	25659	44722
2035	35821	26866	46825
2036	38756	29067	50661
2037	42113	31585	55050
2038	43107	32330	56349
2039	46780	35085	61151
2040	50644	37983	66202
2041	51669	38751	67541
2042	55804	41553	72947
2043	57756	43317	75499
2044	57845	43384	75615
2045	62788	47091	82076
2046	63404	47553	82881
2047	66554	49916	86999
2048	72847	54635	95225
2049	73854	55390	96541

2028-2033	%Grounding = 48,384 %Grounding = 36,288 %Grounding = 24,192
2034-2040	%Grounding = 58,02 %Grounding = 43,546 %Grounding = 29,03

**FIGURA 35:** Tablas que resumen las estimaciones predichas del tamaño poblacional de la especie en el futuro realizadas a partir de las aproximaciones anteriores y del conjunto de parámetros vitales de la especie descritos en la bibliografía y referidos en la (Figura 6, Imágenes). Se incluye también la clasificación de los años según el calendario lunar usando un intuitivo código de colores (Desfavorables, Intermedios y Favorables) y los supuestos porcentajes de juveniles accidentados para las próximas unidades temporales en ausencia de la campaña de rescate. En la tabla ubicada a la derecha se incluyó también el parámetro que alude a la mortalidad juvenil causada por la depredación de mamíferos exóticos. [elaboración propia]

TIPO VIAL	RÉPLICA						Media (500m)	Estimación Farolas/Km
	1	2	3	4	5	6		
Autovía/Pista	13	12	11	12	11	13	12	20
Carretera convencional	18	24	18	22	17	16	19,16666667	36
Urbana	27	19	24	23	19	23	22,5	46

**FIGURA 36:** Tabla que recoge los resultados del conteo digital de luminarias ejecutado para interpolar el número de ellas en cada tipo de vía. [elaboración propia]

Tipo de vía	Luminarias/Km	Distancia entre elementos (m)
Autovía	20	50
Autopista	20	50
Carreteras	36	28
Urbanas	46	22

**FIGURA 37:** Tabla que resume el número de luminarias estimadas para cada tipo de vía y la distancia de separación que debe existir entre ellas asumiendo una distribución regular. Este parámetro es relevante porque es requerido por la herramienta SIG que transforma la capa lineal en una nueva puntual. [elaboración propia]

**FIGURA 38:** Tabla que recoge el fichero de datos extraído a partir del SIG, en el cual se recuentan, para cada municipio, el número de elementos de contaminación lumínica, la superficie ocupada por las áreas de reproducción geolocalizadas, y la distancia entre éstas y los núcleos de población humana más cercanos. Además, se incluyó el número absoluto de ejemplares rescatados en la serie temporal estudiada como variable “Rescates” para efectuar los análisis estadísticos.  
[elaboración propia]

municipio	Numeros Gobierno	Luminarias Carreteras	Hoteles	Instalaciones deportivas	(Aero)puertos y Zonas Industriales	Faros	Area Zonas Cria	Dist. Media a urbanización	Rescates
ARONA	10756	12730	41	9	32,71190529	1	204,4656001	2790,07	8106
SAN MIGUEL DE ABONA	1450	4077	3	15	145,345722	0	30,48484605	1632,1725	908
ADEJE	6059	9814	49	21	64,47536983	0	284,9835602	2187,9175	10439
ARCO	3517	5231	0	5	8,648496773	1	22,33202705	2425,36	806
FASANIA	400	1649	0	3	0	0	22,33202705	1615,14	112
GRANADILLA DE ABONA	5865	8308	3	14	468,0067021	0	83,98580896	3145,35	1680
GÜIMAR	6209	5076	0	14	61,59372898	0	1,990400753	1490,58	800
BUENA VISTA DEL NORTE	1763	1264	1	10	1,696078883	2	898,0944633	5896,02	285
CANDELARIA	6174	5220	1	37	54,522228	0	9,008768325	1271,72	1734
EL TANQUE	5	77	0	1	0	0	0	0	2
ICOD DE LOS VINOS	5202	3823	0	30	5,183863786	0	4,578665117	592,04	309
ARAFO	368	1318	0	2	111,6567727	0	1,69397289	2138,48	117
LOS SILOS	2110	978	1	10	2,522063422	0	88,68809227	2384,71	151
LA GUANCHA	975	1001	0	3	9,120385789	0	8,400026514	347,22	5
EL ROSARIO	1387	2730	0	3	60,58531497	0	1,353119839	814,49	254
TEGUESTE	2295	1420	0	4	0	0	0	0	8
GARACHICO	1604	1170	1	9	10,48952636	0	3,199040528	1096,6	148
GUÍA DE ISORA	2226	2801	4	8	3,353388697	0	275,6381139	5860,13	1209
SANTIAGO DEL TEIDE	975	987	9	4	4,273510218	1	265,1425373	1808,12	2055
SANTA CRUZ DE TENERIFE	32958	24654	10	35	432,0549889	1	162,5652609	12392,1	743
LA LAGUNA	21729	9799	1	19	32,07223445	1	99,04013484	1984,8	685
PUERTO DE LA CRUZ	6619	4567	30	17	4,744380701	0	1,578097327	551,34	903
LA OROTAVA	5840	4768	2	12	14,02907362	0	0	0	58
LA VICTORIA DE AGENTEJO	1420	1122	0	7	0	0	0	0	6
LA MANTANZA DE AGENTEJO	486	734	1	1	0	0	0	0	1
SANTA URSULA	2979	2529	1	11	10,4317656	0	0	0	4
LOS REALEJOS	5972	3834	2	20	25,17941904	0	8,400026514	613,05	55
SAN JUAN DE LA RAMBLA	834	602	0	3	0	0	0	0	5
EL SAUZAL	1654	1109	0	5	0	0	0	0	3
TACORONTE	1707	1523	0	4	0	0	0	0	50

## **\*1.- ABSTRACT**

The attraction and disorientation of seabird's fledglings in their Maiden flight towards the sea due to light pollution is an old phenomenon, studied since last century and currently highly trendy on account of impetuous growth of illuminated night landscapes wherever the human establishes. This issue is typical of island environments, where many of these species have found their breeding shelters up to the point to become endemic in several cases. Today, these fragile seabird (most of them belonging to the Procelariidae order) represent one of the most endangered taxonomic groups as a result of the association of multiple threatening factors restricting their demography. Aiming to prevent extinction/extirpation phenomena, it is essential to evaluate and quantify the magnitude of such impacts, as well as modelling and foresee the evolution of variables that shape it in different future scenarios.

In this project, the situation of *Calonectris borealis* species regarding this matter has been assessed for the island of Tenerife (Canary Islands), where an annual rescue campaign has been held during the critical period as the main mitigation measure. The records on the number of specimens rescued (and released back to the sea with a frequency near 100%) show an unfavourable and growing trend, specially for the recent years. However, the population tendency seems to remain stable. Supporting and enhancing the rescue campaign, alongside with the reduction of light intensity during the critical phase, are the keys to avoid the worsening on this concern up to the point to revert that demographic tendency.

Indeed, there are notorious differences between local units comprising the study area with regard to distribution of the fallout incidences and light pollution elements. Thus, breeding colonies located in south-slope municipalities seem to be more sensible than north-slope ones, on account of the terrain traits. Furthermore, there seem to be an important correlation among development degree (in terms of human population and urbanized area), importance of tourism activity and the extent of the incidence. The important role played by the spatial distribution of the breeding zones establishes a priority gradient for the management of this matter, being preferential the investment of resources for mitigating or minimization in central-south (Adeje and Arona), west-south (Santiago del Teide and Guía de Isora), east-south (Güímar and Candelaria) and central-north (Puerto de la Cruz) municipalities (respectively).