



FACULTADE DE XEOGRAFÍA E HISTORIA

Traballo de fin de grao

Dinámica das dunas e xestión do espazo costeiro na praia de Laxe

ANXO VIGUERET SANTABAYA

Traballo dirixido por: Ramón Blanco Chao

Xuño 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Factores na dinámica dunar.....	5
1.2. Modificacións antrópicas nos sistemas dunares.....	8
1.3. A problemática do caso de Laxe.....	9
1.4. Dicotomía restauración ou renaturalización.....	12
1.5. Obxectivos.....	14
2. ÁREA DE ESTUDO.....	14
3. METODOLOXÍA.....	19
4. RESULTADOS.....	21
5. DISCUSIÓN E PROPOSTAS.....	29
6. CONCLUSIÓN.....	36
7. BIBLIOGRAFÍA.....	36
8. ANEXO I.....	39

RESUMO E PALABRAS CHAVE

Resumo:

O traballo consiste nun estudo da dinámica das dunas, a vexetación e o crecemento urbano na praia de Laxe. O obxectivo principal é analizar se a evolución recente das dunas responde a un proceso exclusivamente natural ou resultado de intervencións antrópicas. Ademais, preténdese avaliar a dicotomía entre a restauración e a renaturalización como opcións de xestión para a área. A partir do uso de cartografía evolutiva mediante imaxes aéreas e documentación técnica histórica das obras acometidas no porto de Laxe, analízanse as principais modificacións na área de estudo, o seu papel na problemática existente, e consideraranse medidas de xestión.

Palabras chave: Dunas, Galicia, vexetación, renaturalización, cartografía evolutiva.

Resumen:

El trabajo consiste en un estudio de la dinámica de las dunas, la vegetación y el crecimiento urbano en la playa de Laxe. El objetivo principal es analizar si la evolución reciente de las dunas responde a un proceso exclusivamente natural o es resultado de intervenciones antrópicas. Además, se pretende evaluar la dicotomía entre la restauración y la renaturalización como opciones de gestión para el área. Mediante el uso de cartografía evolutiva a través de imágenes aéreas y documentación técnica histórica de las obras realizadas en el puerto de Laxe, se analizan las principales modificaciones en el área de estudio, su papel en la problemática existente, y se plantean medidas de gestión.

Palabras clave: Dunas, Galicia, vegetación, renaturalización, cartografía evolutiva.

Abstract: The study focuses on analysing the dynamics of the dunes, vegetation, and urban growth in Laxe Beach. The main objective is to determine whether the recent evolution of the dunes is a natural process or a result of anthropogenic interventions. Additionally, the dichotomy between restoration and renaturalization as management options for the area is evaluated. By using evolutionary cartography through aerial images and historical technical documentation of the works carried out in the port of Laxe, the main modifications in the study area, their role in the existing issues are analysed, and management measures are proposed.

Kew words: Dunes, Galicia, vegetation, renaturalization, evolutionary cartography.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Factores na dinámica dunar

As dunas son un tipo de formación sedimentaria característica das zonas costeiras e desérticas, cuxa dinámica está influenciada por unha serie de factores, principalmente o vento, a dispoñibilidade e granulometría do sedimento e, de xeito moi destacado, a vexetación (Hesp, 2002). A comprensión destes factores é moi importante para poder analizar a evolución das dunas e determinar se a súa dinámica é un proceso natural ou require medidas de xestión.

Un dos principais factores que inflúen nesta dinámica dunar é o vento. O vento actúa como forza dominante transportando e depositando os sedimentos que forman as dunas. A orientación da costa respecto á dirección e velocidade do vento son determinantes na forma e na disposición das dunas, pero tamén na súa migración ao longo do tempo. A cantidade de area dispoñible na área e a súa granulometría tamén inflúen na resposta das dunas ao vento.

A tipoloxía ou perfil morfodinámico da praia permite unha aproximación á dispoñibilidade de area que vai poder transportar o vento. Depende isto do tamaño do gran, da pendente da praia ou das ondas. Nas praias con perfís disipativos, é dicir, cando temos un gran fino e unha baixa pendente, danse as características perfectas para a aparición de dunas ao dispoñer dunha ampla superficie de area exposta en marea baixa. Pola contra, as praias reflectivas, cunha pendente máis grande e uns grans de tamaño medio-groso, non soen presentar estas formacións dunares complexas (Sanjaume et al., 2011).

A vexetación tamén desempeña un papel importantísimo na dinámica dunar. As especies que se adaptan ás condicións deste tipo de sistemas, estabilizan os sedimentos grazas ás súas raíces, axudando ante a erosión e favorecendo a acumulación da area ao actuar como elementos que interfieren co vento reducindo a súa capacidade de transporte. Esta vexetación actúa coma un elemento esencial na dinámica de transporte eólico, favorecendo a sedimentación e a estabilidade dos sistemas dunares. Porén, a

presión da actividade humana e o crecemento urbano cara o mar, afectan negativamente á vexetación, facendo desta forma que non sexa tan efectiva estabilizando sedimentos, alterando deste xeito a dinámica natural.

Outra consecuencia da vexetación sobre as dunas é o crecemento vertical. As plantas pioneiras como as psammófilas e as halófitas están adaptadas a contornas areosas e a ter unha cantidade de nutrientes limitada. Unha mínima modificación na cantidade desta vexetación pode provocar a aparición ou desaparición de diferentes tipos de dunas (Short et al., 1982). Innda que as condicionantes climáticas como a precipitación, a temperatura ou a humidade teñen un impacto na densidade da vexetación, o efecto do vento fai que a esta tamén sexa vulnerable ante a erosión. Sobre todo no caso de que as raíces das plantas queden ao descuberto. Pola contra cando temos un incremento significativo na cobertura vexetal, parálizase o transporte eólico e prodúcese unha estabilización das dunas.

Estas pioneiras como *Ammophila arenaria*, *Elymus factus* ou *Honkenia plepoides*, fixan a area e desencadean o desenvolvemento dunha sucesión vexetal. As especies que se dan adaptado ás condicións dunares vanse dispoñendo en franxas segundo se afastan do mar. Deste xeito, dependendo do nivel de evolución da duna, das condicións as que está sometida e da distancia ao mar, podemos ter dunas primarias (preto da beira do mar e sen abundancia de vida) ou secundarias (máis lonxe e moito máis estabilizadas, con vexetación asentada).

Cabe destacar tamén o papel deste tipo de vexetación como refuxio e fonte de alimento para diversas especies animais coma insectos, aves e réptiles. As follas e talos ofrecen sombra e cobertura, o que xera microhábitats favorables para a reprodución, nidificación e alimentación de diversas especies, contribuíndo así á biodiversidade e ao equilibrio do ecosistema dunar.

As variacións nos parámetros climáticos coma a precipitación e a temperatura poden polo tanto afectar á vexetación dunar, por exemplo xerando situacións de *stress* hídrico por unha redución da dispoñibilidade de auga para as plantas, o que pode afectar ao seu

crecemento e supervivencia. Igualmente, cambios no réxime térmico poden ser importantes especialmente para a evapotranspiración (ETP), aínda que en ambientes por definición áridos coma os dunares, a ETP está máis condicionada pola intensidade do vento (Provoost et al., 2011). Aínda que os parámetros climáticos coma precipitación e temperatura son considerados habitualmente coma importantes no grao de actividade eólica e para a fitoestabilización, o vento segue sendo o factor primordial. Por esta mesma razón, calquera diminución da cobertura vexetal dunha duna, ben por causas naturais coma antrópicas, pode desembocar nunha reactivación eólica e a desestabilización dun sistema dunar.

Unha das posibles causas naturais de desestabilización dos sistemas dunares costeiros son os eventos de tormenta, nos que a acción da ondaxe pode chegar a afectar máis alá dos cordóns primarios, por procesos de tipo *overwash* ou rebasamento, ou provocar o retroceso de toda ou boa parte da fronte dunar (Flor et al., 2014). A súa vez, a dinámica da ondaxe na praia modifica o seu perfil e consecuentemente a dispoñibilidade de sedimento. Ao mesmo tempo, os sistemas dunares constitúen unha boa reserva de sedimento para manter a integridade das praias en situacións de erosión e retroceso.

Neste senso, o actual ascenso do nivel do mar polo cambio climático, é un dos factores que pode afectar directamente ás dunas. Un incremento do nivel do mar pode resultar na posta en marcha de procesos erosivos nas fronteas dunares, ademais de outros efectos coma unha maior intrusión de auga salgada no sistema dunar. Pero como se acaba de mencionar, os sistemas dunares costeiros representan unha defensa natural fronte aos cambios no réxime de ondaxe, e supoñen un *stock* de area para manter a integridade do sistema, sempre que exista espazo de acomodación suficiente.

Os cambios na intensidade e dirección do vento tamén son como xa se mencionou, chave xa que poden ter un impacto significativo na formación e evolución das dunas costeiras. En primeiro lugar, a dirección predominante do vento xa que esta determinará a morfoloxía e orientación das dunas, e en segundo lugar a intensidade xa que determina a capacidade de transporte. Porén, un sistema fitoestabilizado non

experimenta facilmente procesos de reactivación e desestabilización, xa que como indica Tsoar (Tsoar, 2005) *“A desestabilización dunha duna require moita máis enerxía, en termos de stress eólico para a destrución da vexetación, que para a súa estabilización”*.

Temos entón, un resultado dunha iteración moi complexa entre varios factores. O vento, a vexetación, os factores climáticos e a influencia humana son elementos chave que determinan a forma, o movemento e a estabilidade das dunas.

1.2 Modificacións antrópicas nos sectores dunares

As accións do ser humano poden ter un impacto enorme neste tipo de sistemas. A medida que as zonas de costa van desenvolvéndose e urbanizándose, chéganse a facer intervencións que alteran a dinámica natural das dunas. Algunhas das máis comúns son as seguintes:

A construción de infraestruturas e a urbanización. O crecemento urbano trae consigo edificios, estradas e infraestruturas que teñen efectos negativos cando se executan sen ningún control, o que pode levar á destrución da vexetación, a eliminación da capa superficial da area e a alteración dos patróns do vento. Isto debilita a capacidade das dunas para resistir a erosión costeira e aumenta a súa vulnerabilidade ás tormentas e a inundación.

A extracción de area das dunas para usos na construción ou outros fins, reduce de xeito significativo o volume dispoñible para a formación e o mantemento das dunas. Aínda que actualmente é un proceso case inexistente grazas á protección ambiental dos sistemas dunares.

O recheo e drenaxe de humidais, que nalgúns casos se atopan en zonas dunares. Isto soe realizarse para aumentar a superficie edificable ou tamén crear superficies para usos agrícolas. O equilibrio hidrolóxico das dunas é crucial polo papel na retención da auga, o filtrado de sedimentos e a conservación da biodiversidade, polo que a súa desaparición trae sen dúbida consecuencias negativas.

O turismo masivo e as actividades recreativas en zonas dunares poden xerar perturbacións nestes ecosistemas. As infraestruturas turísticas como hotéis, restaurantes ou aparcamentos, alteran a paisaxe dunar e provocan a degradación da vexetación. Ademais, a influencia de visitantes pode levar á compactación da area e a destrución dos hábitats fráxiles.

Tamén hai que ter en conta, que todas estas modificacións mencionadas, non afectan so directamente as dunas, se non tamén aos ecosistemas costeiros asociados, coma os humidais, as praias ou os estuarios. Todos estes tamén desempeñan un papel crucial na protección da costa, a mitigación do cambio climático e a conservación da biodiversidade.

Hai que mencionar tamén, as últimas tendencias observadas nas dunas costeiras como posibles consecuencias do cambio climático. En diferentes rexións do mundo, estase a dar un proceso de aumento da vexetación nestas zonas como consecuencia dun aumento da temperatura e dos cambios nos patróns de precipitación. Este aumento da cobertura vexetal é coñecido como *greening* ou verdización das dunas (Jackson et al., 2019).

Este fenómeno pode ter impactos positivos como negativos nos ecosistemas costeiros. Por un lado, o aumento da vexetación pode axudar a estabilizar as dunas, protexelas contra a erosión e promover a biodiversidade ao proporcionar hábitats para diversas especies de plantas e animais. Porén, isto tamén produce un desafío, xa que afecta á morfoloxía e dinámica das dunas, podendo alterar os patróns de erosión e a disposición dos sedimentos.

1.3 A problemática do caso de Laxe

Nas últimas décadas comezouse a percibir unha certa preocupación entre a veciñanza, os partidos políticos e diferentes asociacións que piden medidas moi distintas e teñen puntos de vista contrarios en canto a que hai que facer coas dunas (Táboa 1). Sinálase que se está a producir unha acumulación excesiva preto do paseo de laxe, e que a orixe desta pode estar nas obras realizadas no porto. Ademais, tamén se di que as inundacións

da travesía local paralela ao paso, prodúcense porque a cota da area na zona próxima ao porto incrementouse, e que a desembocadura dos desaugadoiros están moi baixos con respecto a ela.

Ante esta situación, pediuse retirar o exceso de area da parte baixa do paseo. Cando se puxeron vallas e cintas que impedían o paso sobre as dunas (polo menos nas entradas que non dispoñen de pasarela de madeira) por mor de requirimentos para a bandeira azul, moitos veciños queixáronse de que a praia estaba pechada.

Tamén hai defensores do mantemento das dunas, describíndoas como unha defensa do litoral. Póñense exemplos coma os de A Coruña, onde a ausencia dunar produce un gasto de miles de euros anuais en protección da costa.

Vecinos de Laxe perciben la protección de las dunas como un cierre de la playa

J. V. LADO
CEE / LA VOZ



La Voz de Galicia (19-7-2018)

https://www.lavozdegalicia.es/noticia/carballo/laxe/2018/07/19/vecinos-laxe-perciben-proteccion-dunas-cierre-playa/0003_201807C19C3998.htm

RETIRAR DUNAS DA PRAIA DE LAXE XA !!



Creada 7 de noviembre de 2018
Dirigida a [Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico](#) y [1 otro/a](#)

Por qué es importante esta petición

1145

1500

Firmas

Próximo objetivo

Apoyar ahora

Firma esta petición

Nombre

Apellidos

Correo electrónico

Santiago de Compostela, 15706

FirmaAa

Change.Org (7-11-2018)

<https://www.change.org/p/ministerio-para-la-transici%C3%B3n-ecol%C3%B3gica-retirar-dunas-da-praia-de-laxe-xa-b26a0052-3201-4206-a52d-77a5da0c70bd>



As dunas dá praia urbana de Laxe, en estado crítico

17 ENERO, 2020 · Publicado en AS DUNAS: SE NÓS AS COIDAMOS, ELAS PROTÉXENNOS, DUNAS: POR QUE HAI QUE PROTEXELAS

As dunas son vitais para que siga habendo praias, aínda que acostúmase a maltratalas. Por iso, moitos areais desapareceron ou se teñen que manter achegando area de maneira artificial, co conseguinte custo económico.

Dunas: por que hai que protixelas

Son unha reserva de area para a propia rexeneración natural das praias. Os ventos dominantes nas zonas costeiras teñen un circuíto de movemento natural das areas, cara ao interior nuns casos e cara á praia noutros.

Son elementos da paisaxe de enorme valor ecolóxico. Establecen unha transición natural entre a liña de costa e as terras interiores do litoral. Os cordóns dunares establecen a transición entre o mar e espazos de húmidais costeiros.

Postien unha riqueza de fauna e de vexetación exclusiva destas áreas de tránsito entre augas salgadas e semidulces ou doces. Singularizan as costas do noso país, onde crecen especies endémicas protexidas polo Directiva Hábitat da Unión Europea (UE). Por iso, se os cordóns de dunas

Asoc. Petón do Lobo (17-1-2020)

<https://valfluvialdolouridocorcoesto.com/2020/01/17/as-dunas-da-praia-urbana-de-laxe-en-estado-critico/>

MANUEL LAVANDEIRA 26 NOV 2021 / 01:00

VER COMENTARIOS



TEMAS

INFRAESTRUTURAS

LAXE

Selecciona los que más te interesen y verás todas las noticias relacionadas con ellos en Mi Correo Gallego.

LO MÁS VISTO

Rehabilitación / A Casa do Mar de Canelle converterase nun centro para o lecer da veciñanza



31 ene 2023 / 01:00

Aseguran que es Portos quien debe retirar la arena en Laxe



Dunas formadas por la acumulación de arena al pie del paseo marítimo de Laxe

Laxe. El Ministerio para la Transición Ecológica, en respuesta a una nueva pregunta del

El Correo Gallego (26-11-2021)

<https://www.elcorreogallego.es/ocorreodebergantinos/aseguran-que-es-portos-quien-debe-retirar-la-arena-en-laxe-CH9687985>

LAXE

«As dunas formáronse hai 12.000 anos»



CRISTINA VIU
CARBALLO / LA VOZ



JOSE MANUEL CASAL

ANÁLISIS | LA PLAYA DE LAXE | El Concello justifica la renuncia a la bandera azul por las exigencias con la arena, que tiene muchos detractores

La Voz de Galicia (19-05-2019)

https://www.lavozdegalicia.es/noticia/carballo/laxe/2019/05/10/span-langgias-dunas-formaronse-hai-12000-anosspan/0003_201905C10C3994.htm

Táboa 1: Novas de xornais e páxinas web relacionadas coa problemática das dunas de Laxe

1.4 Dicotomía restauración ou renaturalización

Cando a sociedade se enfrenta a situacións nas que se deben tomar decisións neste tipo de sectores, existe a problemática dos enfoques e obxectivos que se poden seguir para

conservar e xestionar estes ecosistemas. Ambos enfoques teñen como obxectivo principal mellorar a saúde e a funcionalidade das dunas, pero difiren na estratexia.

A restauración céntrase na recuperación das condicións naturais ou históricas dun ecosistema. No caso dos sectores dunares, isto implica traballar para reverter ou mitigar os impactos das modificacións antrópicas e restaurar as características e procesos ecolóxicos que existían antes da intervención humana. Os esforzos de restauración poden influír accións como a reforestación con especies autóctonas, a eliminación de especies invasoras, a reintrodución da vexetación dunar nativa e a restauración dos patróns de fluxo de auga e a conectividade entre as dunas e outros ecosistemas costeiros.

Por outra banda, a renaturalización céntrase en permitir que a natureza siga o seu curso sen a intervención humana de xeito significativo. En lugar de restaurar as dunas ao seu estado anterior, búscase crear condicións que permitan a autoxestión e a evolución natural dos ecosistemas. Isto implica limitar ou eliminar as intervencións humanas que poidan alterar os procesos ecolóxicos e permitir que as dunas se adapten e evolucionen segundo os cambios ambientais e as dinámicas naturais. A renaturalización tamén pode implicar promover procesos de sucesión natural, onde as dunas pasan por diferentes etapas de desenvolvemento e albergan comunidades vexetais e animais propias de cada etapa.

A elección entre un método ou outro depende de varios factores. Os obxectivos de conservación, a escala temporal e espacial e as características específicas varían dependendo de cada lugar. Algunhas situacións requiren unha restauración máis intensiva, cando as dunas sufriron degradacións moi graves ou teñen un perigo inminente. Noutros casos, as dunas teñen un estado relativamente saudable e a intervención humana non foi excesivamente agresiva, a renaturalización pode ser unha opción viable para permitir que os procesos naturais sigan o seu curso.

A elección debe basearse nunha avaliación coidadosa das condicións e obxectivos específicos de cada área dunar. A colaboración entre todas as partes interesadas é

fundamental para tomar decisións informadas e deseñar estratexias de xestión efectivas que promovan a conservación a longo prazo destes valiosos ecosistemas costeiros.

1.5 Obxectivos

O primeiro obxectivo sería realizar unha análise exhaustiva da problemática que afecta á praia de Laxe, considerando diferentes aspectos. Investigarase o avance dunar, é dicir, a evolución das dunas e a súa interacción co entorno costeiro. Isto implica avaliar se as dunas están en proceso de agradación ou recesión, e como pode influír isto na estabilidade da praia e a protección costeira. Examinarase a situación de invasión do paseo marítimo, identificando factores que contribúen a esta situación e as implicacións para a infraestrutura costeira e a seguridade dos residentes e visitantes.

Outro aspecto a considerar son as protestas veciñais relacionadas co asunto. As demandas e as preocupacións da comunidade local, comprendendo as súas perspectivas e necesidades en relación coa xestión das dunas e o equilibrio entre a conservación do entorno natural e as actividades humanas na zona costeira.

O segundo obxectivo será estudar a renaturalización como unha opción para abordar a problemática. Explorarase a viabilidade e os beneficios potenciais de permitir que os procesos naturais sigan o seu curso e se restaure a dinámica dunar de forma autónoma. Isto implica investigar as medidas e estratexias de renaturalización aplicables á zona, como a promoción da sucesión natural de vexetación dunar, a limitación de intervencións e a conservación dos procesos ecolóxicos chave.

Teranse en conta para isto os aspectos ambientais, socioeconómicos e de xestión do territorio. Avaliarase se a renaturalización pode ser unha opción viable e sostible para preservar e restaurar o equilibrio natural da zona, considerando os beneficios para a biodiversidade, a protección costeira e a calidade do entorno para as futuras xeracións.

2. ÁREA DE ESTUDO

A praia de Laxe atópase no municipio de Laxe, provincia de A Coruña, comunidade autónoma de Galicia na costa norte de España. Localízase no Golfo Ártabro, unha ampla

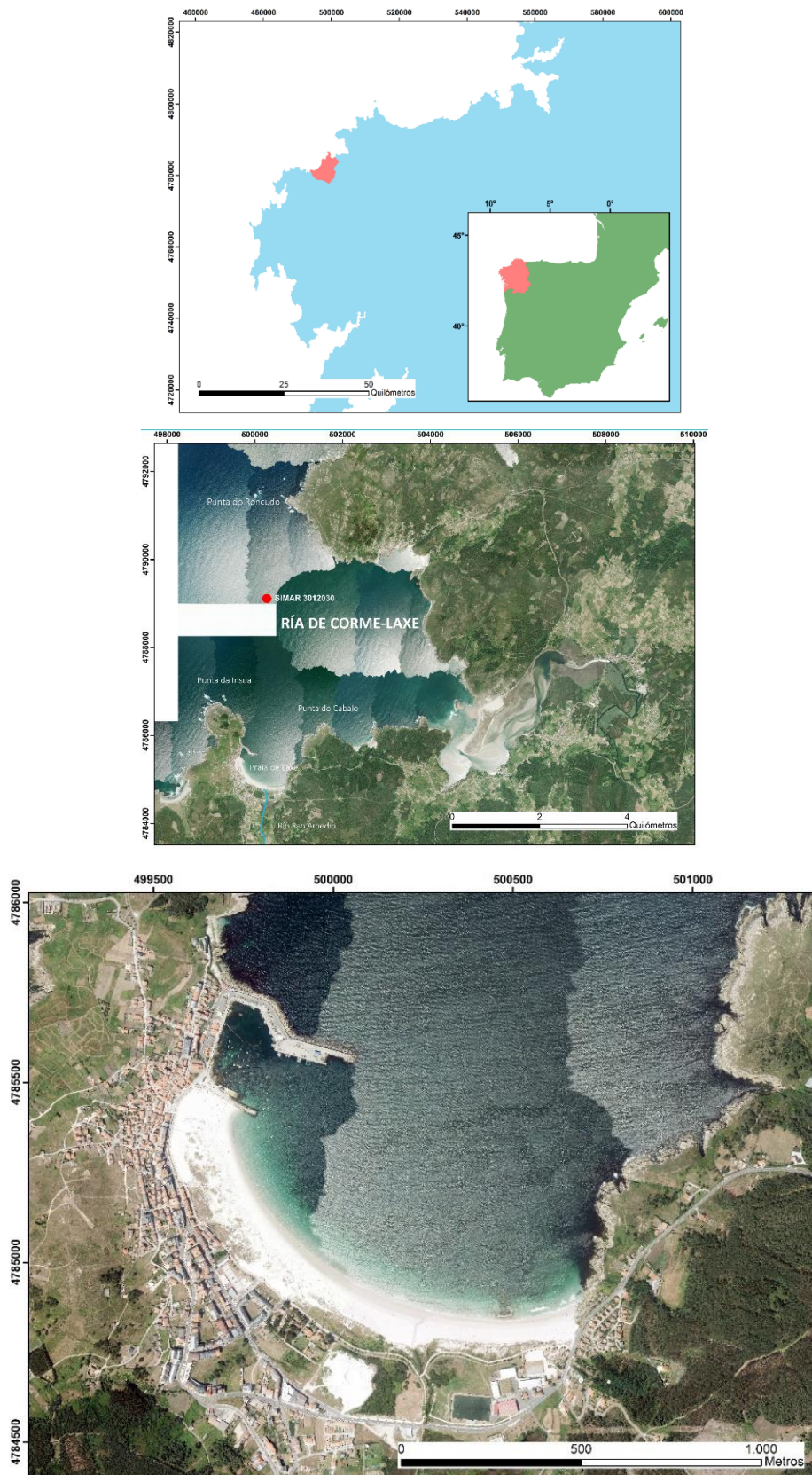


Figura 1: Localización da área de estudo

baía aberta ao Atlántico orientada cara o nor-nordeste cunha lonxitude duns 1.500 metros. A enseada vese encadrada ente a punta da Laxe ou da Insua e a Punta do Cabalo.

A vila de Laxe forma parte da comarca de Bergantiños, que se localiza na Costa da Morte, unha rexión costeira de paisaxes impresionantes e abruptos. Conta con bos accesos por estrada, o que fai que sexa facilmente accesible dende outras localidades preto dela. A estrada AC-430 é a principal vía de acceso a Laxe, conectándoa con Santiago de Compostela e A Coruña.

A nivel xeolóxico, enmárcase nunha franxa lonxitudinal con orientación nordeste-suroeste de rochas graníticas Hercínicas de idade Paleozoica (IGME, 2002). Neste caso, atópase nunha zona de baixa pendente e preto da desembocadura dun pequeno curso fluvial denominado Río San Amedio, que alimenta un sistema hidromorfo, Brañas Mouras, situado no sector oriental tras o complexo dunar.

É importante destacar para o estudo, a importancia do réxime de ondaxe, xa que precisamente se ve afectado pola construción destas infraestruturas. Inda que non hai datos directos do interior da ría, podemos facer unha caracterización derivada dos conxuntos de puntos SIMAR 3008032 e 3012030 (Puertos del Estado, 2023).

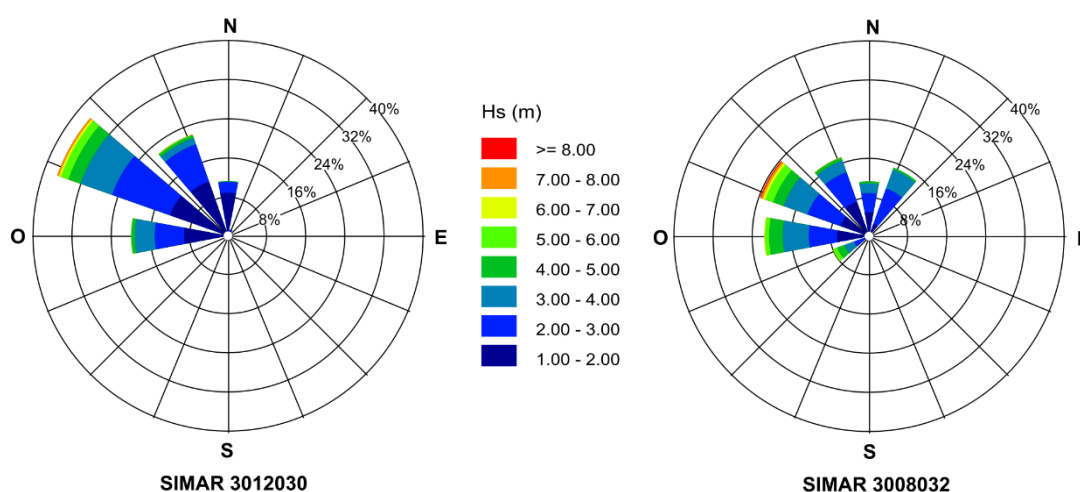


Figura 2: Rosas de ondaxe dos puntos SIMAR 3012030 e 3008032

O punto SIMAR 3008032 atópase en posición de augas abertas, reflexando o réxime de ondaxe característico da Costa da Morte.

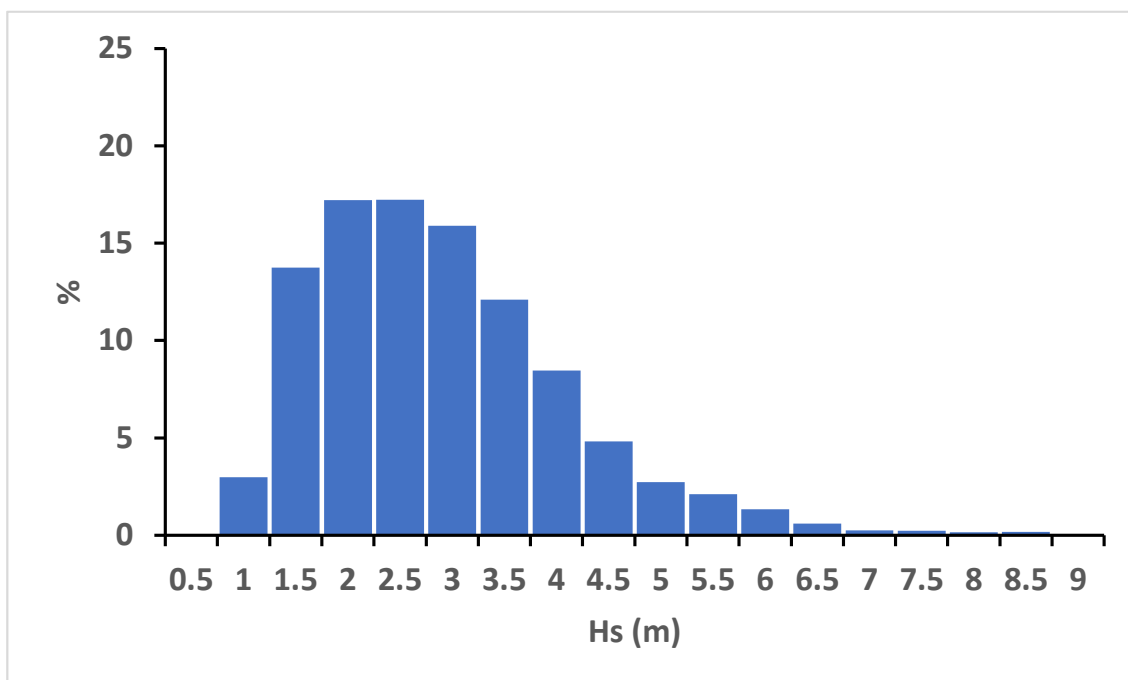


Figura 3: Histograma referido á altura significativa en metros do punto SIMAR 3008032

Pódese apreciar no histograma (Figura 3) como neste punto, a gran maioría das ondas van dende 1.5 ata 4 metros de altura significativa. En canto ás porcentaxes acumuladas, un 34% das ondas están por debaixo dos 2 metros, un 53.7% entre os 2 e os 4 metros e un 12.4% por enriba dos 4 metros de altura significativa.

A ondaxe inferior a 2 metros ten unha compoñente dominante (86.23) do N ao NNO, a mesma que para as ondas entre 2 e 4 metros (69.7%) aínda que aumentando a frecuencia de ondas procedentes do NNE (21.5%). As ondas máis enerxéticas (>4 metros) aproxímanse do NNO ao OSO.

No punto SIMAR 3012030, obtemos datos dunha posición máis interna da Ría de Come e Laxe, reflexando a modificación da ondaxe causada pola protección da Punta do Roncudo e a Punta da Insua.

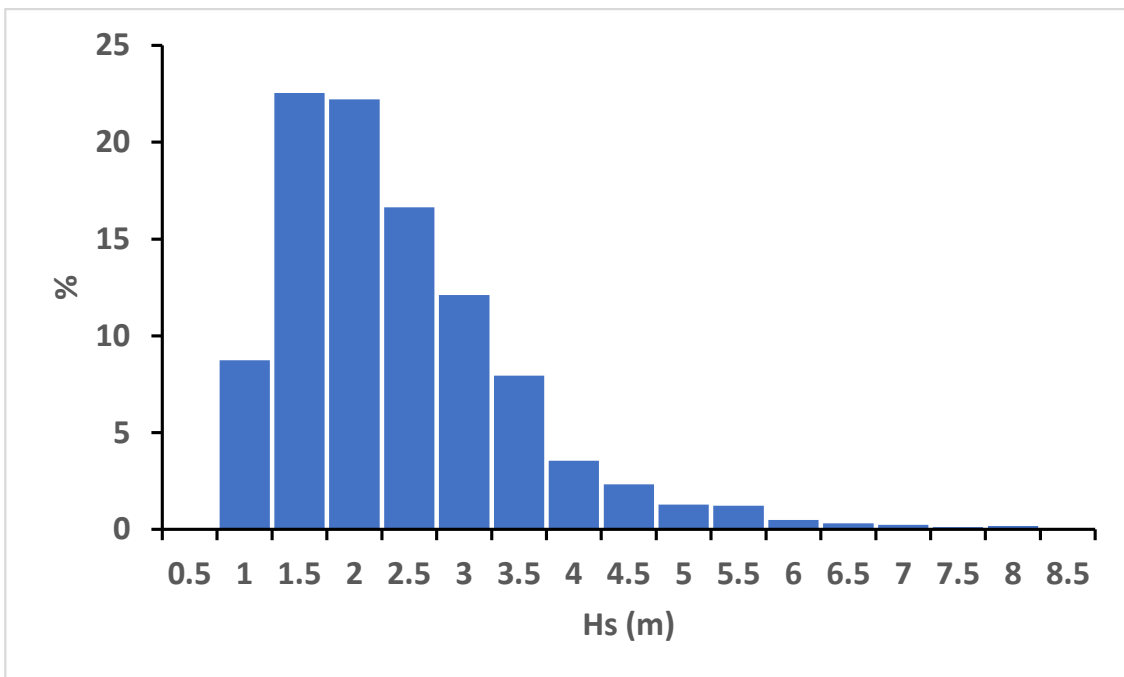


Figura 4: Histograma referido á altura significativa en metros do punto SIMAR 3012030

Obsérvase no histograma (Figura 4) que a gran maior parte das ondas encádranse entre 1 e 4 metros de altura significativa. Podemos resaltar que o 53.5% das ondas son de menos de 2 metros de altura, o 40.2% están entre os 2 e os 4 metros e o 6.2% por enriba dos 4 metros.

A compoñente de aproximación da ondaxe queda restrinxida practicamente ao O-NNO para as ondas de menos de 2 metros (95.8%) e case exclusivamente compoñente ONO e NNO para as ondas de entre 2 e 4 metros (93.5%) e de máis de 4 metros (98%).

Tras a praia, atópase o núcleo urbano de Laxe, que conta cunha poboación permanente que aumenta de forma notable durante o verán. Edifícios residenciais, comercios e equipamentos municipais e turísticos localízanse a escasos metros da praia. Ao ser un destino turístico atopamos unha ampla dotación de hoteis, restaurantes, bares, tendas e servizos dirixidos aos visitantes. A maior densidade urbana atópase preto da liña de costa, mentres que cara ó interior o grao de urbanización redúcese dando paso a áreas máis rurais e paisaxes naturais.

O porto de Laxe emprázase no sector NO da praia, a resguardo da ondaxe máis enerxética. Xunto á urbanización, a construción do dique do porto nos anos XX foi posiblemente unha das modificacións antrópicas máis importantes levadas a cabo na zona de estudo, pola afección directa que potencialmente tivo na morfodinámica do sistema da praia e dunas.

3. METODOLOXÍA

A metodoloxía empregada neste estudo basease na obtención e análise dunha cartografía evolutiva do sector da praia de Laxe. Para isto leváronse a cabo as seguintes actividades:

- Solicitud de cartografía e planos de obra a Portos de Galicia (Anexo I, Figuras 1-7) relacionados coas distintas intervencións levadas a cabo nas infraestruturas portuarias e elaboración de cartografía. Esta información proporcionada pola entidade responsable da xestión portuaria permite ter unha visión detallada das intervencións realizadas na zona e a súa relación coa evolución das dunas e a vexetación (Táboa 2).
- Análise diacrónica coa elaboración de cartografía evolutiva da zona de estudo mediante o uso de imaxes aéreas no período 1945-2020. Mediante o uso de fotogramas aéreos de diferentes datas analizouse e comparouse a evolución da zona ao longo do tempo. Estas imaxes permitiron identificar cambios na configuración das dunas, a cobertura vexetal e as estruturas asociadas ao desenvolvemento urbano.
- Cartografía do proceso de urbanización.
- Cartografía da cobertura vexetal. Realizouse unha cartografía detallada da cobertura vexetal presente na zona de estudo mediante o uso de técnicas de fotointerpretación e análise de imaxes de alta resolución. Esta información é crucial para comprender a dinámica da vexetación e a súa relación coas dunas.
- Cartografía da fronte dunar para poder avaliar o avance deste ao longo dos anos.

DATA	DESCRIPCIÓN
1935	Obras no porto
1944	Porto na enseada
1964	Rampla varadoiro
1965	Reparación de avarias por temporal
1979	Reparación de avarias por temporal
1981	Escollera amortiguadora no espigón interior
1983	Dragado na rampla de descarga
1983	Reparación de danos por temporais
1986	Reforzo do dique
1988	Rampla e espigón
1988	Espigón de contención de areas
1990	Peirao
1997	Dragado no porto
2004	Reforzo do dique de abrigo
2017	Dragado no porto de Laxe

Táboa 2: Cartografía e planos de proxecto

DATA	TAMAÑO PIXEL (M)	FONTE
1945	1	Voo Americano Serie A do IGN (1)
1956	1	Voo Americano Serie B do IGN (1)
1985	1	Voo Interministerial do IGN (1)
1985	0.3	Voo Nacional do IGN (1)
1990	0.2	Voo de Costas do IGN (1)
1997	0.5	Instituto de Estudos do Territorio (2)
1999	0.5	Instituto de Estudos do Territorio (2)
2003	1	Voo Quinquenal do IGN (1)
2005	0.5	Voo PNOA do IGN (3)
2008	0.25	Voo PNOA do IGN (3)
2010	0.25	Voo PNOA do IGN (3)
2014	0.25	Voo PNOA do IGN (3)
2017	0.25	Voo PNOA do IGN (3)
2020	0.15	Voo PNOA do IGN (3)

Táboa 3: Imaxes aéreas empregadas para a cartografía. (1) © Instituto Geográfico Nacional, (2) Instituto de Estudos do Territorio, (3) PNOA © Instituto Geográfico Nacional

A combinación destes enfoques metodolóxicos permitirá obter unha visión completa da evolución das dunas, a vexetación e o crecemento urbano na praia. A cartografía evolutiva xerada a partir destas actividades serve como base para analizar e avaliar a dinámica actual das dunas, determinar a influencia das modificacións e considerar posibles medidas de xestión ou renaturalización na área de estudo.

4. RESULTADOS

Neste apartado mostraranse os resultados obtidos a partir da interpretación dos procesos anteriormente mencionados. Para isto mostrarase a evolución do sistema mediante catro marcadores significativos como son: a cobertura vexetal, a morfoloxía do espigón e cambios no porto, o nivel de urbanización e o avance da fronte dunar. Estes catro factores están relacionados en maior ou menor medida e moitos resultados dos que imos observar son explicados mediante os cambios nun ou noutro marcador.

Comezando co aumento progresivo que se dou nos arredores da praia de Laxe (Figura 5, Anexo I Figuras 27-35), pódese observar como o núcleo urbano foi medrando dende o peirao cara o SE. Isto é algo lóxico pois esta zona é a máis resgardada da ondaxe, polo tanto tamén a mellor para establecer tanto a zona residencial coma a construción do porto.

A construción dun paseo que segue a liña da praia fai de peche polo interior desta, e a partir dese punto, xa comeza a urbanización. Pasouse de ocupar unha pequena porción situada ao NO das terras circundantes á praia a ter, hoxe en día, tan so unha pequena fracción exenta de construcións (quitando o paseo) que se encadra arredor do río San Amedio.

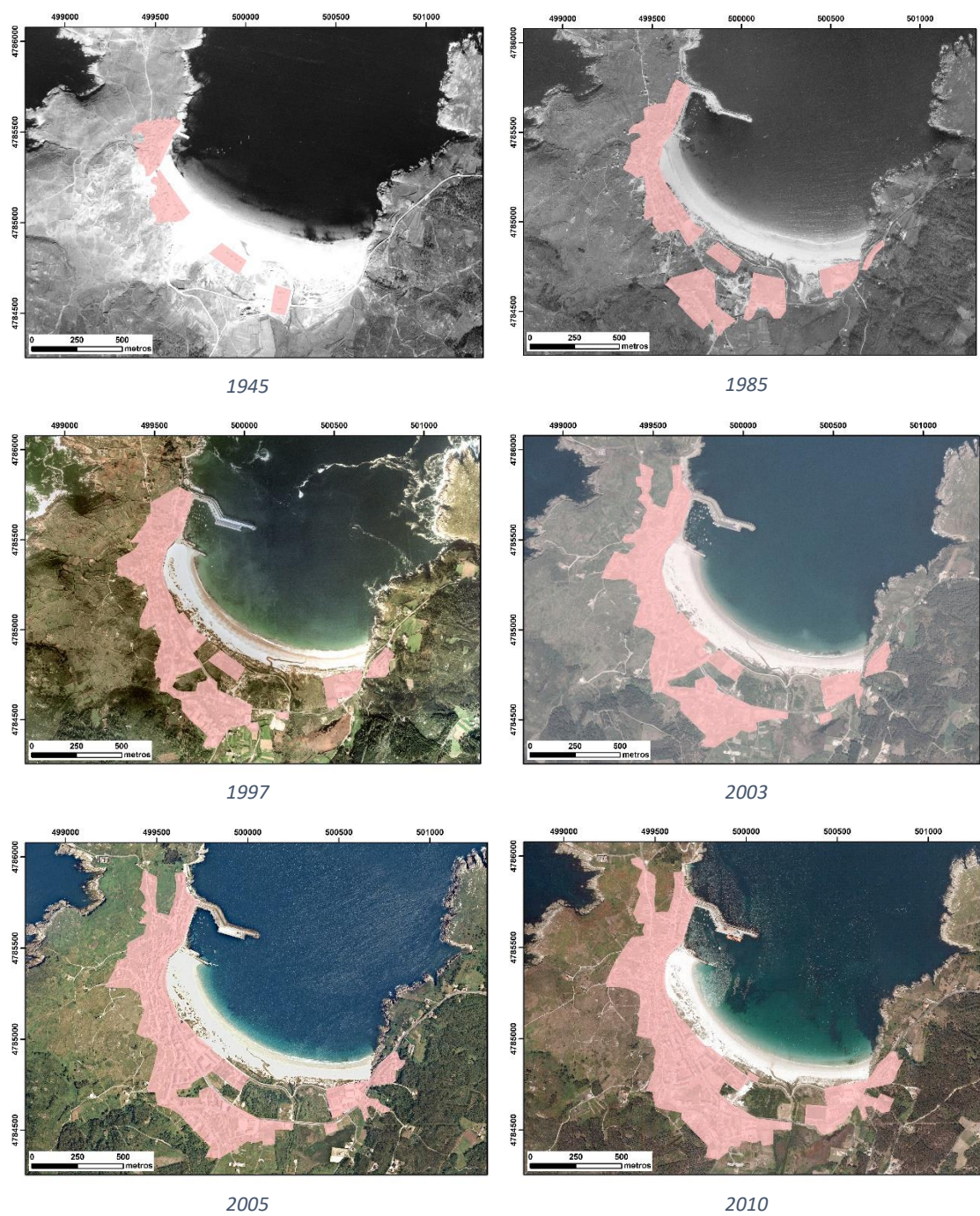


Figura 5: *Evolución da superficie urbana construída arredor da praia de Laxe*

A evolución en termos absolutos (Figura 6) pasa dunha superficie aproximada de 114.528 metros cadrados no ano 1945 a unha de máis de 571.724 metros cadrados no ano 2010 (tendo en conta tan so as áreas situadas ao redor da praia e non as edificacións máis dispersas na periferia). A partir deste ano e na última década, a superficie segue

estable pois na contorna da praia xa non hai case espazo para a construción de novos edificios. Así pois, entre o 1945 e o 2010 o aumento foi de aproximadamente 457.195 metros cadrados, quintuplicando case de maneira exacta a superficie urbana. Isto significa que o aumento foi de arredor dos 6900 metros cadrados por ano durante 65 anos.

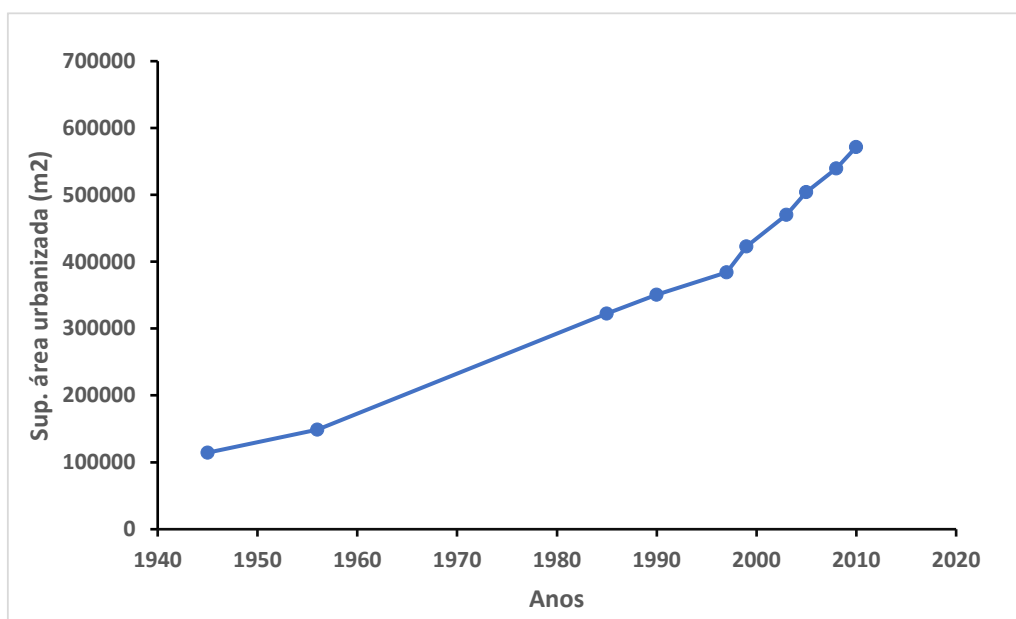


Figura 6: Evolución da superficie que ocupa a área urbanizada na contorna da praia de Laxe

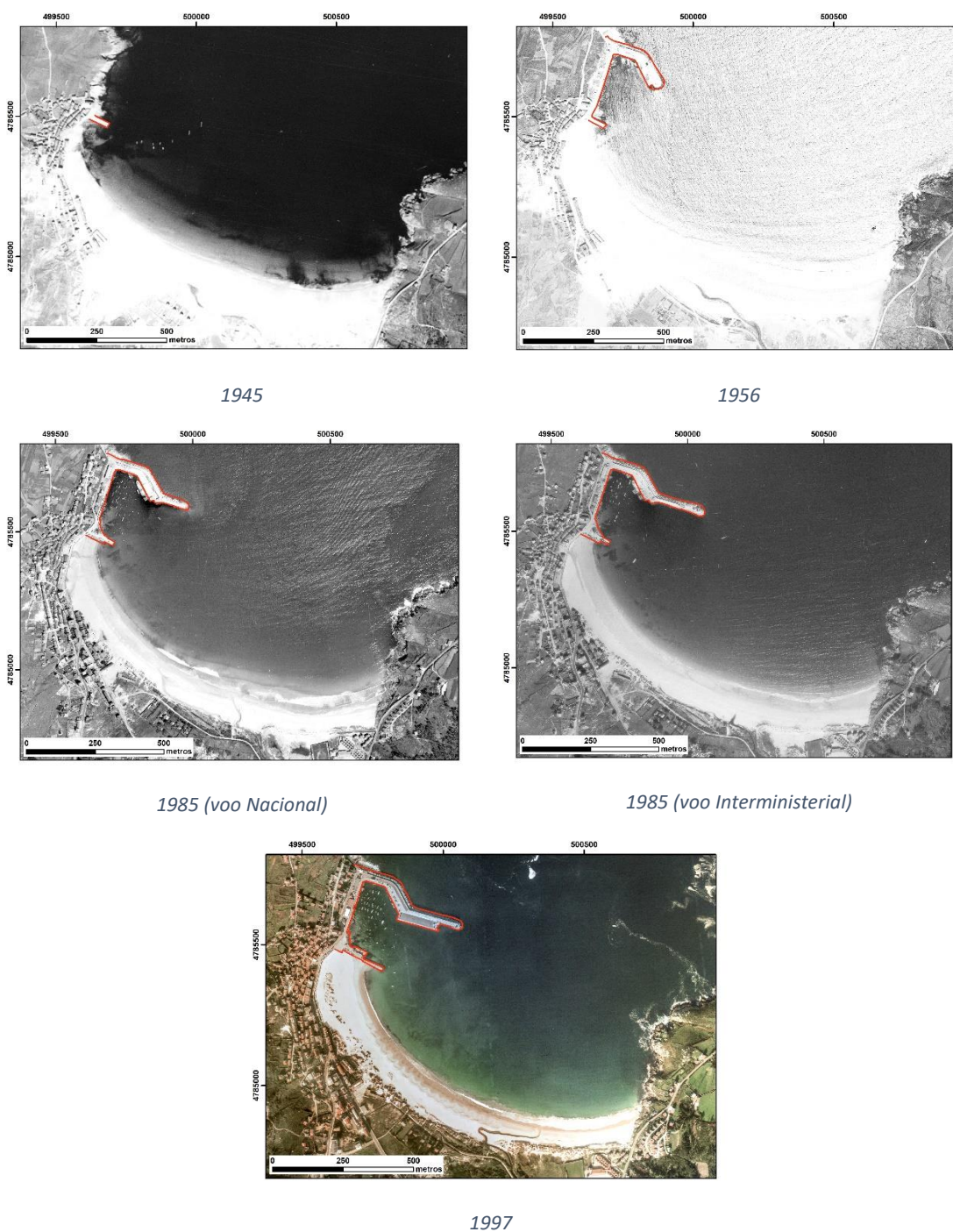


Figura 7: *Evolución da morfoloxía do porto*

En canto aos cambios que foi sufrindo o porto ao longo dos anos (Figura 7, Anexo I Figuras 1-7, 21-26), podemos ter en conta os rexistros de planificación das súas obras dende o 1935, estes puideron supoñer modificacións importantes na dinámica e morfoloxía da propia praia xunto co seu sistema dunar.

Dende os anos 40 ata a actualidade, no porto realizáronse diversas obras para mellorar a súa capacidade e produtividade (Figura 7). Os maiores cambios que se poden observar ocorren nos anos 40 e 80. Nunha primeira etapa para a construción dun dique de abrigo e nunha segunda para o seu alongamento. Na comparativa (Figura 8), pódese apreciar como con cada modificación que se foi sucedendo, aumenta a zona de abrigo.

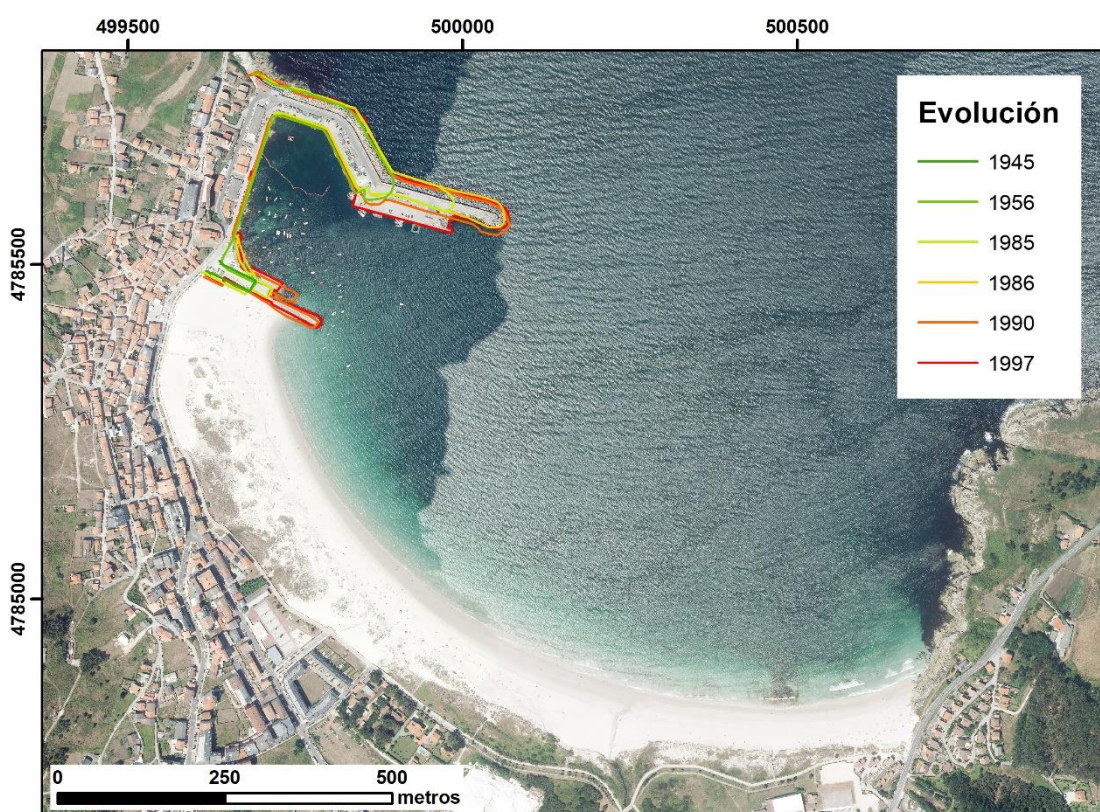


Figura 8: Comparativa entre as diferentes etapas do porto

Dende a década dos 40 onde a infraestrutura medía uns 65 metros de lonxitude, pasamos á actualidade onde o dique esténdese uns 440 metros, adentrándose máis de 400 metros no mar. Tamén se pasou de menos de 20 metros de ancho, a unha construción que chega case aos 80 metros nalgún punto a día de hoxe.

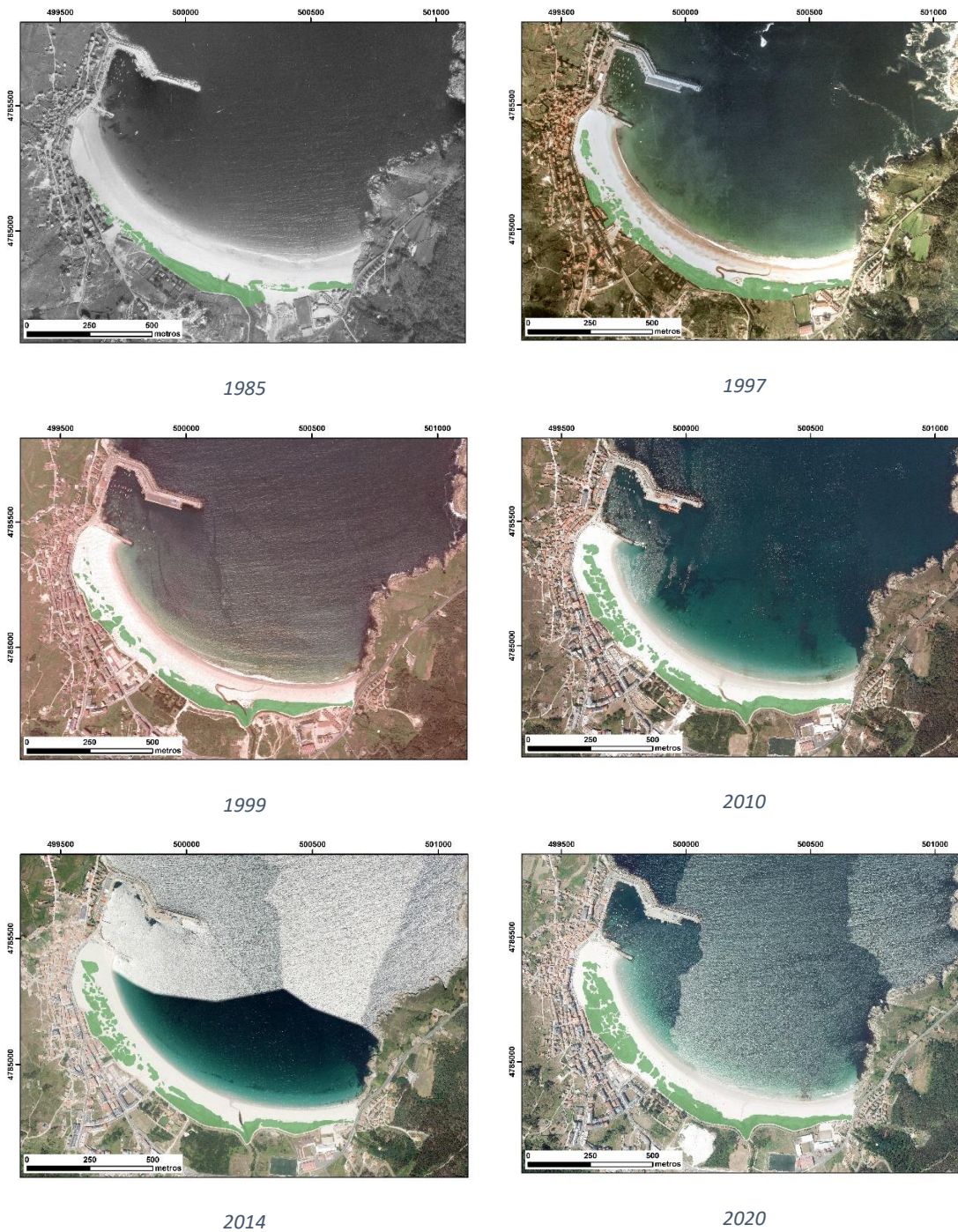


Figura 9: *Evolución da cobertura vexetal*

Un dos procesos máis importante para analizar en que estado se atopa un sistema dunar é a evolución da cobertura vexetal (Figura 9, Anexo I Figuras 36-45). Neste caso o proceso pódese analizar mediante fotointerpretación so a partir do ano 1985. Aínda que nos fotogramas do Voo Americano de 1945 e 1956 pódese observar unha cobertura

vexetal moi escasa, a saturación das zonas de praia e duna imposibilita unha cartografía coa suficiente resolución. Como se pode apreciar, dende a primeira das imaxes, xa existe unha cantidade importante de superficie vexetada na marxe meridional da praia, que se mantivo ao longo dos anos. Esta zona foise expandindo en ambas direccións, inda que non de xeito uniforme.

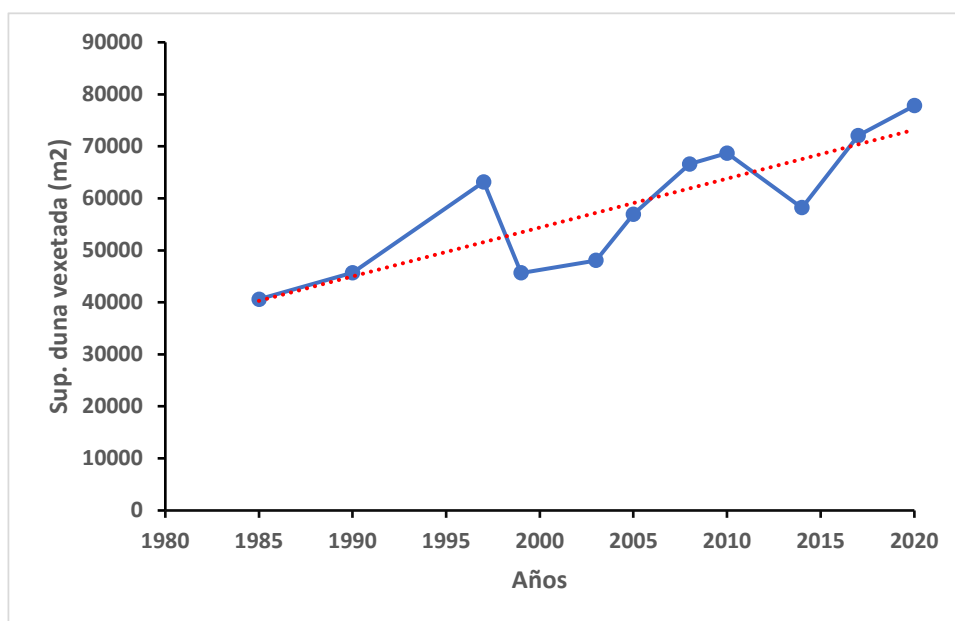


Figura 10: *Evolución e tendencia da cobertura vexetal*

Dentro da tendencia de aumento progresivo da cobertura vexetal, pódense identificar dous episodios (1997-1999 e 2010-2014) nos que o proceso de fitoestabilización non se detivo, se non que incluso sufriu unha recesión. Inda así e todo, o aumento foi significativo, pois a superficie vexetada pasa de 40.581 metros cadrados no ano 1985 a 77.839 metros cadrados no 2020, un incremento do 47%. Entre 1985 e 1997 a superficie vexetada incrementouse nun 28%, experimentando unha redución significativa (22%) entre 1997 e 1999. A fitoestabilización reactivase novamente ata o ano 2010 incrementando a superficie vexetada nun 29%, para rexistrarse un nova redución da superficie (13%) entre 2010 e 2014, ano dende o cal, a cobertura vexetal incrementouse novamente nun 25%. Se se calculan as taxas de cubrimento, parece existir unha certa aceleración do proceso de fitoestabilización, así entre 1985 e 1997 a taxa de expansión

foi duns 1921 m²/ano, de 2340 m²/ano entre 1999 e 2010 e de 3272 m²/ano dende 2014 ata 2020. A taxa media durante todo o período establécese nuns 940 m²/ano.

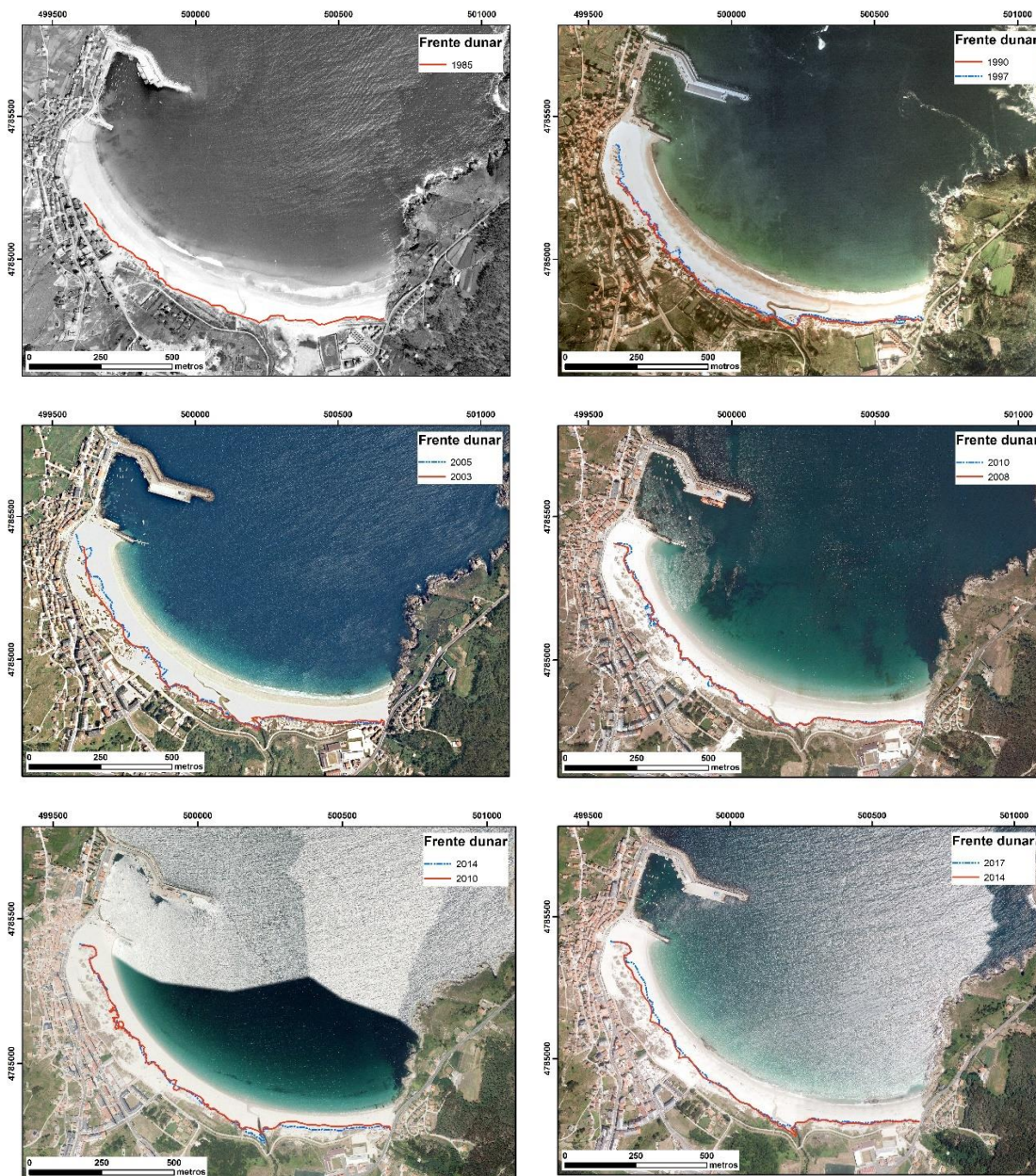


Figura 11: *Evolución da fronte dunar*

Loxicamente moi relacionado coa cobertura vexetal, pódemos distinguir tamén a evolución da fronte dunar, que amosa unha tendencia progradante dende o ano 1985 (Figura 11, Anexo I Figuras 8-20). Para facerse unha mellor idea da diferenza que existe

entre os anos que se analizaron, pódense ver as diferentes fronteas ao longo do tempo (Figura 12).

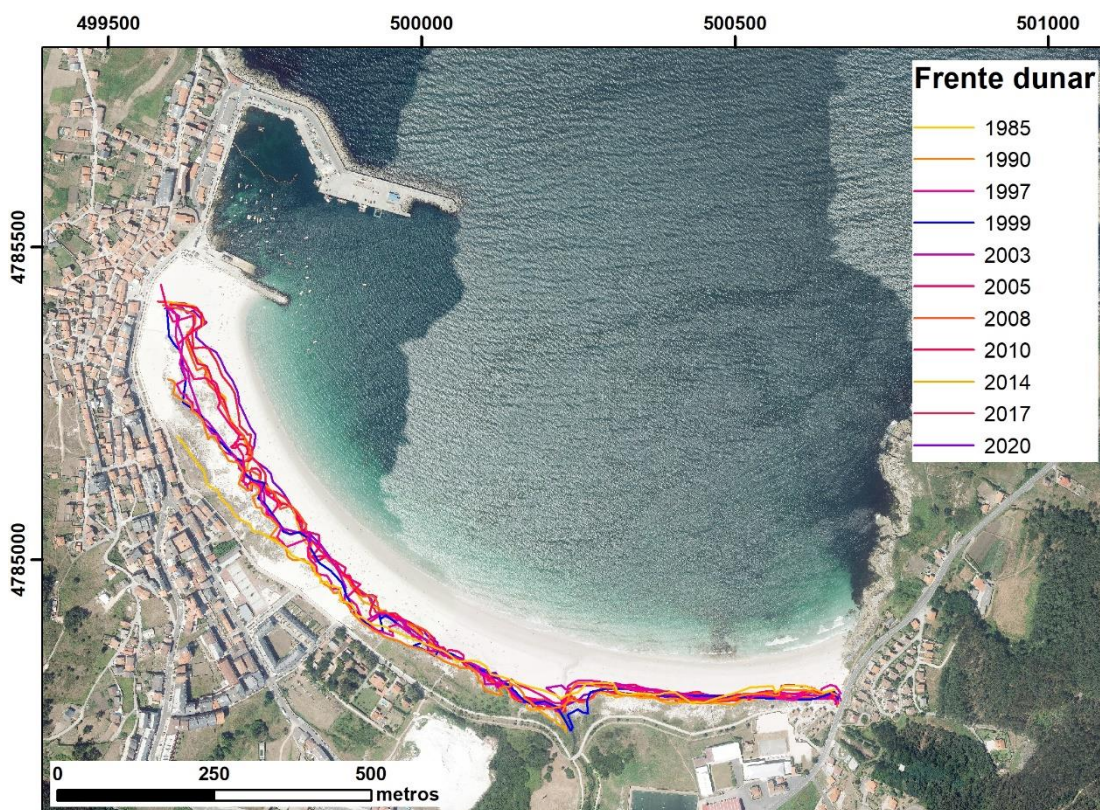


Figura 12: Comparativa das fronteas dende 1985 ata 2020

As maiores diferenzas da fronte dunar están na zona máis setentrional da praia. Aquí é onde se deu o maior desenvolvemento dunar, xa que se pode rexistrar un avance de 120 metros entre o ano 1985 e o ano 2020. Neste avance pódense distinguir dúas etapas de especial crecemento, unha primeira dende o ano 1985 ata o ano 1990 onde se dá unha progresión de ata 50 metros nalgúns puntos. E o período entre o 2003 e 2005 onde chega a haber ata 25 metros de avance. Xa nos últimos anos, entre os anos 2014 e 2017 a progradación da fronte dunar redúcese a distancias de pouco menos de 20 metros.

5. DISCUSIÓN E PROPOSTAS

Os procesos que se mostran nos resultados poden ser exclusivamente antrópicos coma o crecemento urbano, que pode ter máis ou menos afección sobre o medio, pero as

evidencias achegadas neste informe indican que moi probablemente, a acción humana tamén está detrás do avance da fronte dunar (ou polo menos da súa aceleración nas últimas décadas), especialmente a partir do ano 1985.

Nesta data, é cando se realiza unha importante prolongación do dique que fai que aumente de maneira significativa a zona de abrigo. Como se describiu arriba, a ondaxe de mar aberto na Ría de Corme e Laxe propágase cunha compoñente dominante ONO-NO, pero a incidencia na praia de Laxe é principalmente dende o NNO debido á difracción forzada pola Pta. da Insua (Figura 13). A ampliación do dique do porto de Laxe, reforzou a difracción da ondaxe incidente na praia, o que se traduce na formación dunha ampla zona de sombra. Como consecuencia, a incidencia da ondaxe é maior no sector oriental da praia, establecéndose un marcado gradiente enerxético en sentido este-oeste e a potenciación do transporte sedimentario lonxitudinal cara o oeste. Como resultado, temos unha acumulación ao N e ao NE do sistema, aumentando a dispoñibilidade de sedimento para o transporte eólico. Isto concorda perfectamente cos datos recollidos, onde se mostra que o maior avance dáse precisamente entre os anos 1985 e 1990.

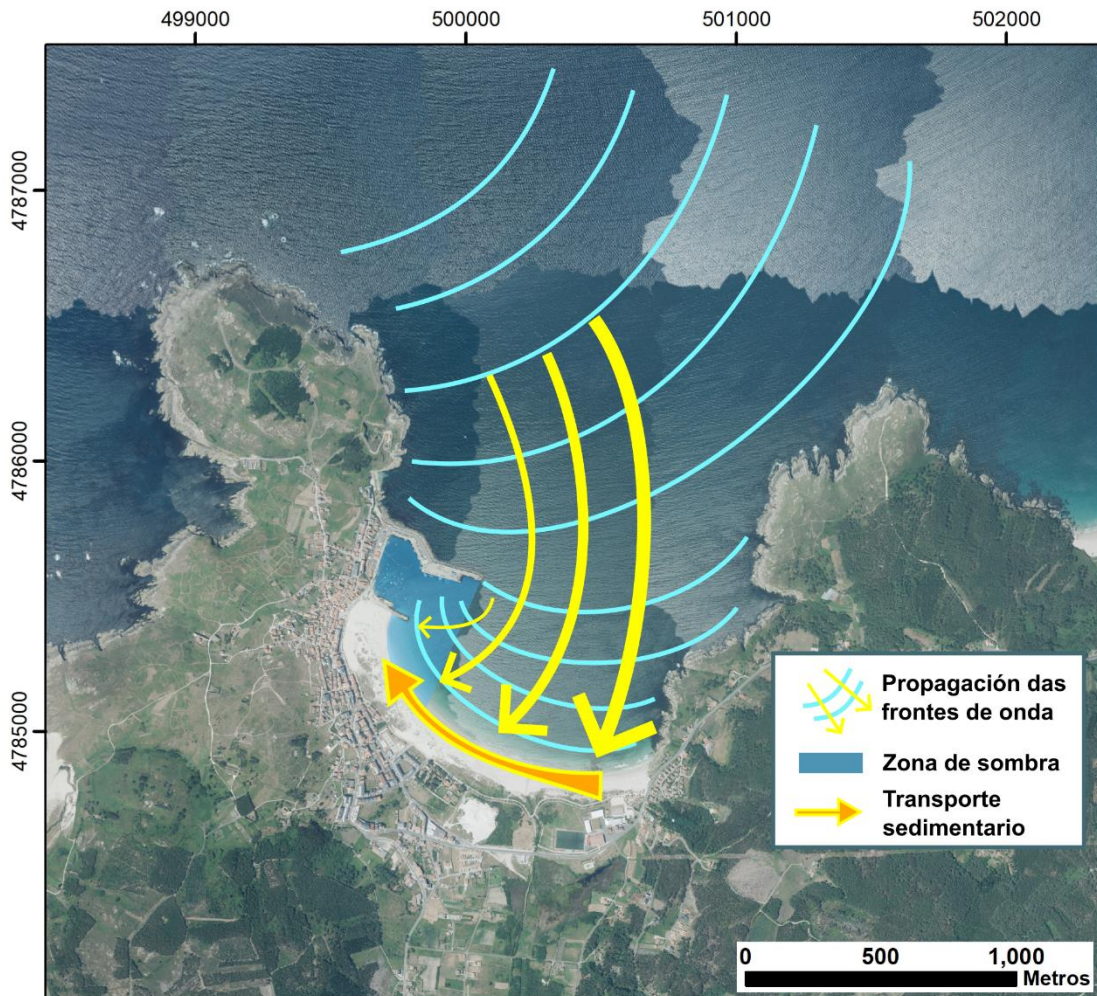


Figura 13: *Modelo de propagación das ondas*

Isto non é un proceso único xa que noutros lugares a construción de portos produce modificacións moi notables, como é o caso do porto de O Vicedo e a súa afección sobre a praia de Arealonga e na Ría do Barqueiro en xeral (Alonso et al., 2000). Os diques soen afectar drasticamente na morfoloxía de praias e estuarios, en moitos casos de forma rápida e pronunciada. Outro exemplo similar que tamén o demostra é o que aconteceu no estuario de San Vicente de la Barquera (Flor-Blanco et al., 2015), onde dous diques transformaron enormemente o sistema provocando unha progradación rapidísima do campo de dunas.

No caso de Laxe, o avance da fronte dende a construción da ampliación do porto púidose ver de forma clara nos primeiros 5 anos despois desta. O feito de que a difracción das ondas causada polas estruturas de recente construción reforcen a deriva litoral cara o propio dique e a súa posterior vexetación tampouco é algo exclusivo nesta praia, se non que é bastante común en todos os lugares nos que se realizaron operacións de características similares (Flor-Blanco et al., 2015).

En Laxe, como xa se comentou nos resultados, en todo este período de progradación e fitoestabilización dunar, houbo dous momentos nos que o sistema dunar sufriu unha recesión. No caso do acontecido no 2014, é facilmente xustificable pola acción das tormentas deste ano, xa que moitos sistemas tamén se viron afectados por estes períodos tormentosos (Flor-Blanco et al., 2015), feito verificable en que foi no sector este da praia, o sometido á maior enerxía das ondas, o que experimentou un retroceso da fronte dunar. En tanto ao acontecido entre os anos 1997 e 1999 a explicación non parece estar tan clara, xa que se detecta unha redución da superficie previamente vexetada no sector NO, a zona claramente de acumulación preferente e de desenvolvemento dunar. A falta de máis información, todo apunta que, coma noutros casos semellantes nos que estas recesións non son xustificables mediante este tipo de perturbacións meteorolóxicas, o máis probable é que se deba a acción humana (Gómez-Pina et al., 2002).

En canto á superficie vexetada, xa se comentou a tendencia xeral que hai a nivel global da estabilización dunar (Jackson et al., 2019). Isto fai que aumente a cobertura vexetal, nalgúns casos como é o de Laxe, en cuestión de décadas. É incluso máis sorprendente cando esta situación se dá en zonas nas que antes había unha superficie núa (como ocorre na marxe setentrional da praia de Laxe), sen dunas nin vexetación. Este proceso acontece tamén en partes do mundo tan distantes como en Australia, máis concretamente nos campos de dunas no istmo de Woolamai, onde esta estabilización pode deberse a unha resposta biomorfolóxica ante diferentes perturbacións do clima como o cambio climático (Gao et al., 2021).

Un exemplo máis deste fenómeno de crecemento da vexetación é o que ocorre na costa Irlandesa (Jackson et al., 2011). Alí está ocorrendo o mesmo proceso de “*greening*” pero dunha forma moito máis dramática xa que os cambios están sendo extremadamente rápidos. Nalgúns casos chegou a aumentar un 80% da superficie en menos dunha década. Estes cambios parecen estar impulsados en boa parte polas variacións na temperatura. Segundo as previsións futuras, vaise seguir dando un aumento nas temperaturas, o que provocará que este fenómeno se incremente aínda máis. O resultado será que moitos dos sistemas dunares se inmoibilicen.

Outra explicación que tamén pode influír no aumento da superficie vexetada é a diminución da intensidade do vento que se leva estudando na costa NO de España xa dende os últimos anos da década de 1950, como ocorre na praia de Doniños (González-Villanueva et al., 2023). Este feito que aumenta notablemente a cobertura vexetal, tamén pode xogar na súa contra pois con menores intensidades redúcese a capacidade de recuperación nas dunas primarias ao diminuír a transmisión de area procedente da praia cara a duna.

Ante esta situación, preténdese ditaminar con que procedemento se debe actuar en Laxe. A resposta é clara se se teñen en conta outras intervencións en casos similares: a mellor opción para esta problemática é a renaturalización. Como xa se mencionou anteriormente, isto require o menor número de intervencións humanas sobre o estado actual do sistema para que este se autoregule. Exemplos coma os de Corrubedo, onde a introdución de infraestruturas e maquinaria provocou degradacións importantes e un empeoramento da saúde do sistema (Pérez-Alberti et al., 2020) contrástanos, mentres que outros estudos en sistemas como os de Pantín, Sieira e Xuño, tamén evidencian que o potencial de estabilización e as posibilidades de rexeneración non necesitan da acción humana, que nestes casos non sería recomendable (Gómez-Rey et al., 2019). Pero claro está, isto ten unha serie de implicacións que se deben respectar se se quere ser consecuente coa situación.

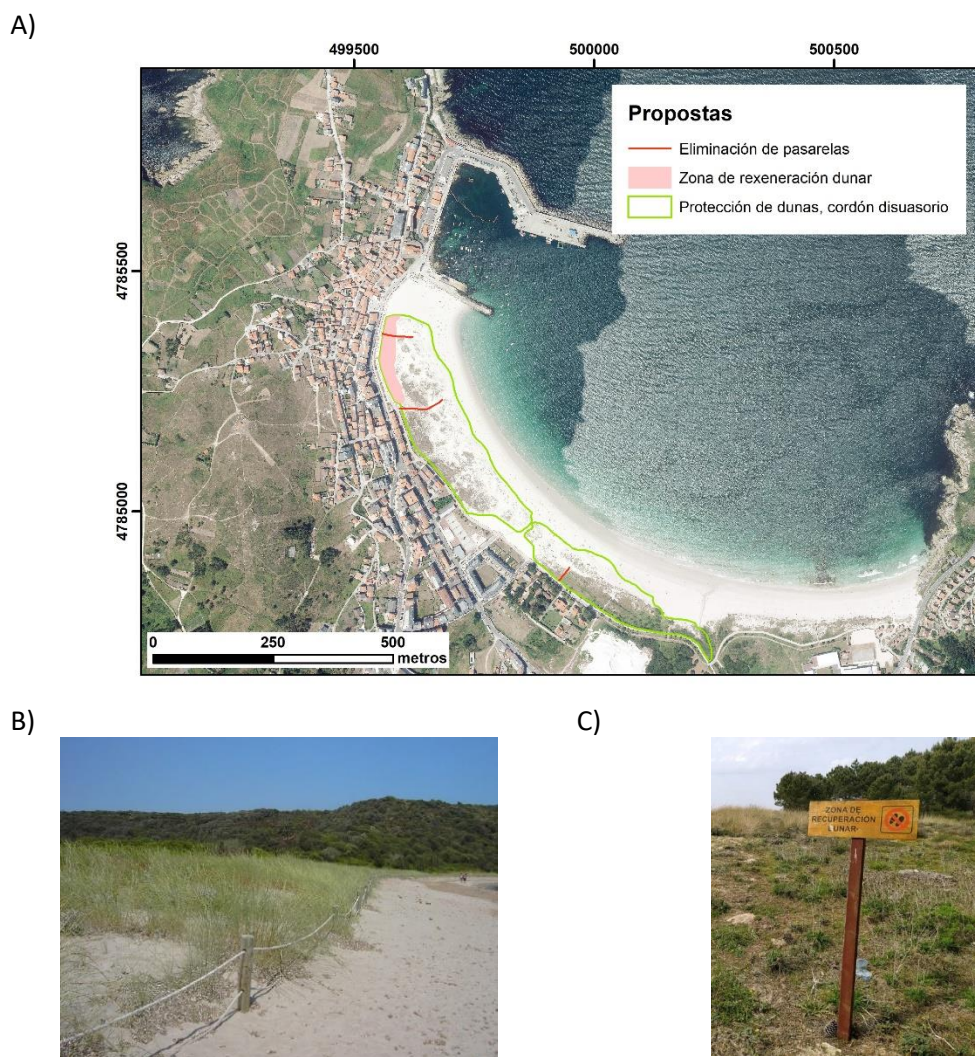


Figura 14: Posibles medidas para a xestión. A) Zonas a acordoar e sinalizar, e pasarelas a retirar. B) Exemplo de cordón disuasorio. C) Sinalización disuasoria.

Entre as posibles medidas de xestión para a praia propóñense 3 medidas (Figura 14) que se pasan a describir. En primeiro lugar é necesario incrementar o espazo de acomodación das dunas na parte N da praia. Unha explanada ocupada actualmente por un campo de fútbol-praia e unhas redes de volley, impiden un desenvolvemento completo do sistema. A retirada destes elementos sería chave para conseguir a estabilización completa nesta parte da praia.

Para isto sería necesario tamén quitar accesos mediante pasarelas. Primeiro porque a praia conta con demasiados, algúns innecesarios, pero concretamente os tres que se

sinalan (Figura 14), son especialmente prexudiciais. Os dous máis cara o norte atópanse nun dos principais accesos, polo que se recomenda ou ben desprazar un máis cara o N e eliminar o outro ou, o que sería mellor solución, recomendar entrar pola rampla de acceso que hai pegada ao porto e polas escaleiras de nova construción situadas a poucos metros da mesma. As pasarelas existentes deben prolongarse ata a fronte dunar, reducindo o pisoteo.

Hai que destacar tamén a mala localización actual do sistema de drenaxe pluvial, que se atopa na zona de expansión da duna, o que puido provocar as dificultades de evacuación da auga. A parte de provocar inundacións periódicas, tamén pode impedir o correcto desenvolvemento da renaturalización. A solución require necesariamente unha intervención de maior magnitude, ben prolongando os emisarios ata cotas máis profundas, o que implicaría a necesidade de enterramento na praia coa afección ao sistema dunar creado, ou modificar toda a rede de pluviais para reconducilas cara ao porto. Estas son sen dúbida accións moi custosas pero que non teñen máis remedio ante a situación actual.

A limitación dos accesos, especialmente no sector occidental evitaría unha maior invasión das dunas por parte dos visitantes, daríase unha recuperación do espazo ocupado polas pasarelas e na zona actualmente ocupada polas actividades deportivas. Dende a evidencia do proceso de fitoestabilización do sistema, nun prazo de tempo curto reduciríanse e incluso desaparecerían os problemas de invasión de area no paseo marítimo e rúas de Laxe. O establecemento de cordóns disuasorios e sinalización no perímetro das dunas, especialmente no sector norte no que se espera o incremento da superficie estabilizada, resulta unha solución eficaz para a redución do pisoteo e usos sobre as dunas. Estas zonas son as máis delicadas ante as modificacións e, ao mesmo tempo, lugares que a xente emprega para estender as toallas e cruzar para a praia. Non andar uns metros de máis ou querer desfrutar da praia cando as condicións non son as óptimas para o seu desfrute como son as fortes rachas de vento, non deben ser

impedimentos para unha correcta xestión destas áreas tan susceptibles ante estas accións.

6. CONCLUSIONES

As principais conclusións que podemos sacar en limpo deste estudo son:

- O rápido crecemento das dunas debido a acumulación de area a partir da década dos 80 é debido á ampliación do dique, e o consecuente reforzamento da deriva sedimentaria E-O.
- O crecemento do sistema dunar, especialmente na metade occidental da praia produciuse ao mesmo tempo que o inicio da fitoestabilización. O proceso de aumento da cobertura vexetal forma parte dunha tendencia a nivel global no que os efectos do cambio climático son partícipes mediante o aumento da temperatura.
- As medidas que se deben tomar para unha correcta xestión da praia terían que ser o menos intervencionistas posibles, decantándose pola renaturalización do sistema. Isto incluíría a retirada de pasarelas, darlle espazo ás dunas eliminando posibles obstáculos e acordoando sectores específicos impedíndolle o paso aos usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, A., Lorenzo, F., & Pagés, J. L. (2000). Dinámica litoral y erosión en la ría de El Barquero: factores antrópicos y procesos naturales. *Geogaceta*, 28: 7-10.

Flor, G., Flor-Blanco, G., & Flores-Soriano, C. (2014). Cambios ambientales por los temporales de invierno de 2014 en la costa asturiana (NO de España). *Trabajos de Geología.K* 34: 97-123.

Flor-Blanco, G., Flor, G., Pando, L., & Abanades, J. (2015). Morphodynamics, sedimentary and anthropogenic influences in the San Vicente de la Barquera estuary (North coast of Spain). *Geologica Acta*, 13: 279-295.

- Flor-Blanco, G., Pando, L., Morales, J. A., & Flor, G. (2015). Evolution of beach-dune fields systems following the construction of jetties in estuarine mouths (Cantabrian coast, NW Spain). *Environmental Earth Sciences*, 73: 1317-1330.
- Gao, J., Kennedy, D., Konlechner, T. M., McSweeney, S., Chiaradia, A., & McGuirk, M. (2021). Changes in the vegetation cover of transgressive dune fields: A case of study in Cape Woolamai, Victoria. *Earth Surface Processes and Landforms*, 47: 778-792.
- Gómez-Pina, G., Muñoz-Perez, J. J., Ramírez, J. L., & Carlos, L. (2002). Sand dune management problems and techniques. *Journal of Coastal Research*, 36: 325-332.
- Gómez-Rey, G., & Blanco Chao, R. (2019). Progradación de sistemas dunares de la costa Atlántica de la Península Ibérica. En R. Durán, L. Guillén y G. Simarro (Eds) *X Jornadas de Geomorfología Litoral*. Libro de ponencias. Castelldefels, 4- 6 septiembre 2019. 292 p
- González-Villanueva, R., Pastoriza, M., Hernández, A., Carballeira, R., Sáez, A., & Bao, R. (2023). Primary drivers of dune cover and shoreline dynamics: A conceptual model based on the Iberian Atlantic coast. *Geomorphology*, 423: 1-13.
- Hesp, P. A. (2002). Foredune and blowout: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- IGME. (2002). *Mapa Xeolóxico e Memoria da Folla nº43 (Laxe)*. Mapa Xeolóxico de España 1:50.000 (2ª Serie). Madrid: IGME.
- Jackson, D. W., & Cooper, J. A. (2011). Coastal dune fields in Ireland: rapid regional response to climate change. *Journal of Coastal Research*, 64: 293-297.
- Jackson, D., Costas, S., González-Villanueva, R., & Cooper, A. (2019). A global 'greening' of coastal dunes: An integrated consequence of climate. *Global and Planetary Change*, 182: 103026

- Pérez-Alberti, A., Gómez-Pazo, A., & Otero, X. L. (2020). Natural and Anthropogenic Variations in the Large Shifting Dune in the Corrubedo Natural Park, NW Iberian Peninsula (1956-2017). *Applied Sciences*, 11: 1-17.
- Provoost, S., Jones, M. M., & Edmondsdson, S. E. (2011). Changes in landscape and vegetation of coastal dunes in northwest Europe: a review. *Journal of Coastal Conservation*, 15: 207-226.
- Puertos del Estado. (Junio de 2023). *Clima Medio de Oleaje. Nodos SIMAR 3008032 y 3012030*. Obtenido de www.puertos.es
- Sanjaume, E., Gracia, F. J., & Flor, G. (2011). Introducción a la geomorfología de sistemas dunares. En E. Sanjaume Saumell, & F. J. Gracia Prieto, *Las dunas en España*. Cádiz: Sociedad Española de Geomorfología. Pp 13-67
- Short, A. D., & Hesp, P. A. (1982). Wave, beach, and dune interaction in southeast Australia. *Marine Geology*, 48:259-284.
- Tsoar, H. (2005). Sand dunes mobility and stability in relation to climate. *Physica: A Statistical Mechanics and its applications*, 37: págs. 50-56.

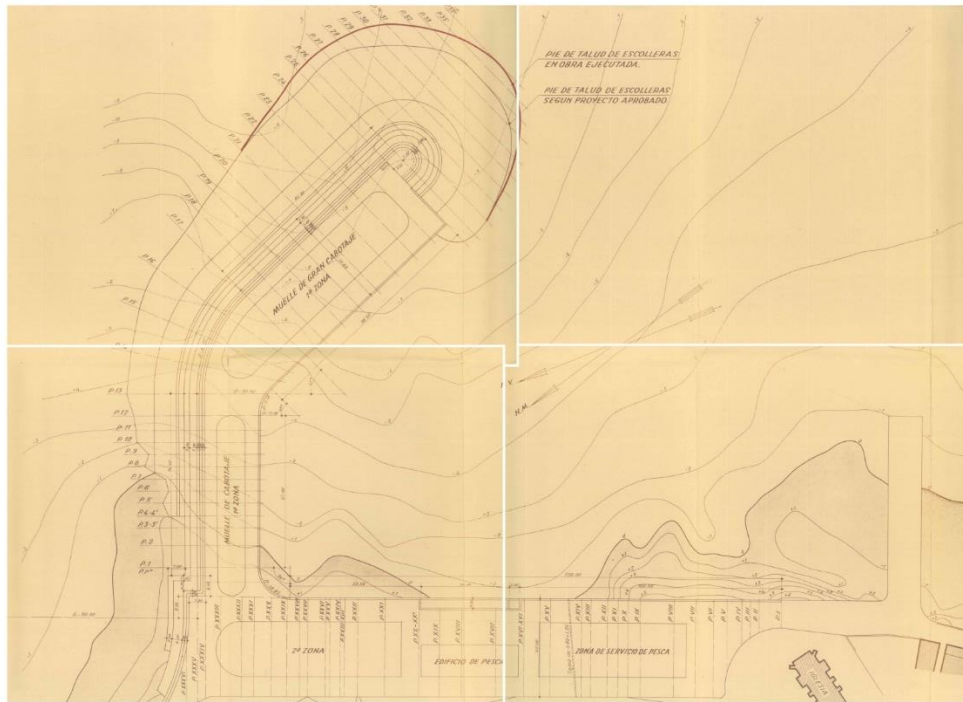


Figura 3: Porto 1960

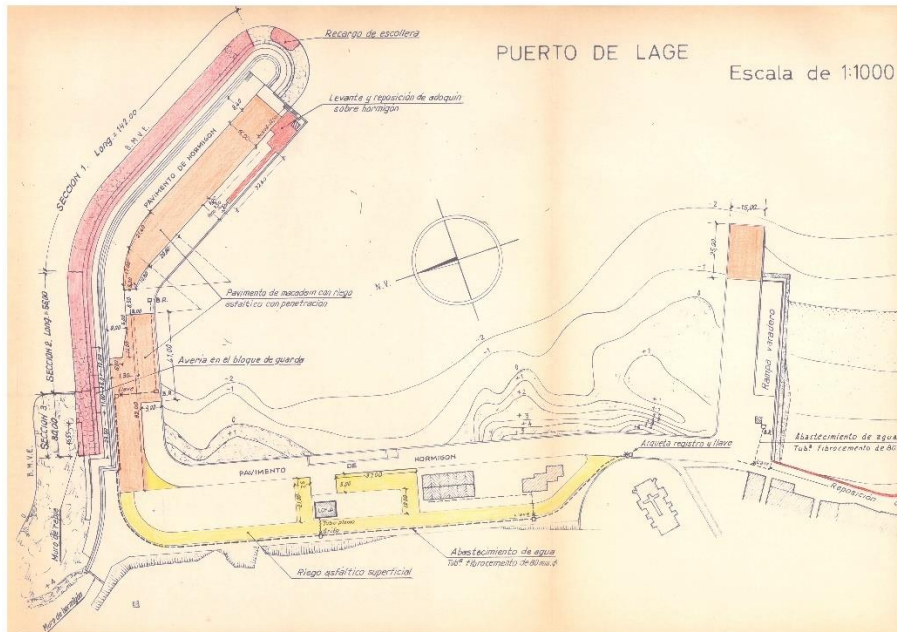


Figura 4: Reforzo escollera 1979

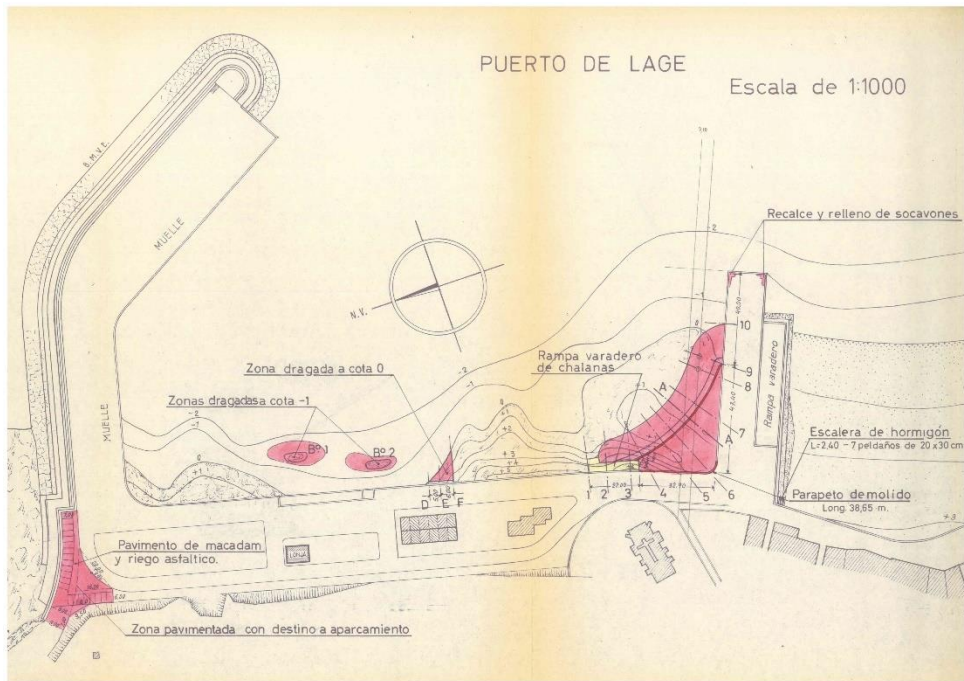


Figura 5: Escollera amortiguadora 1981

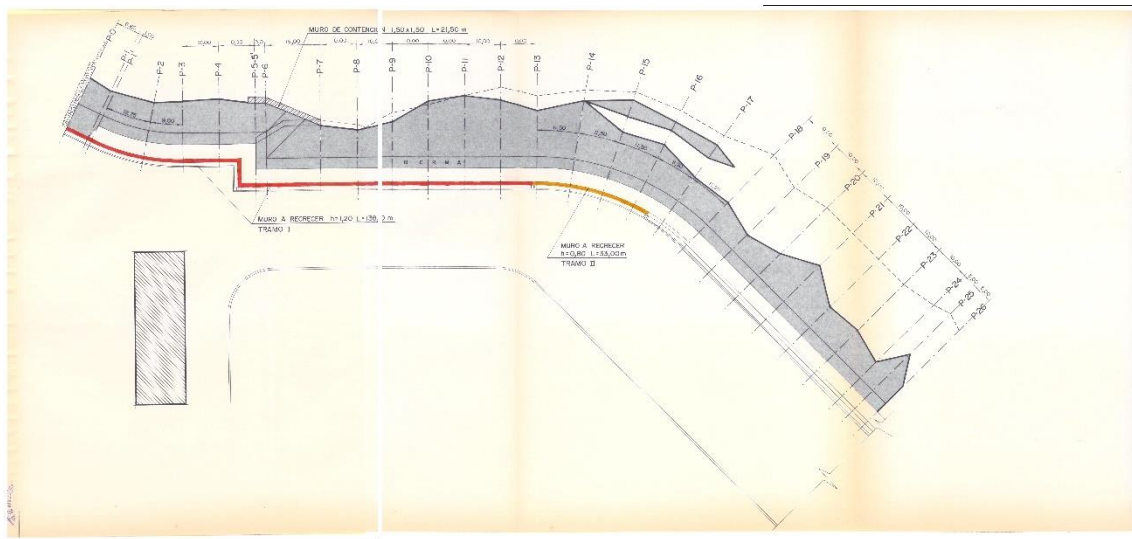


Figura 6: Refuerzo escollera 1986

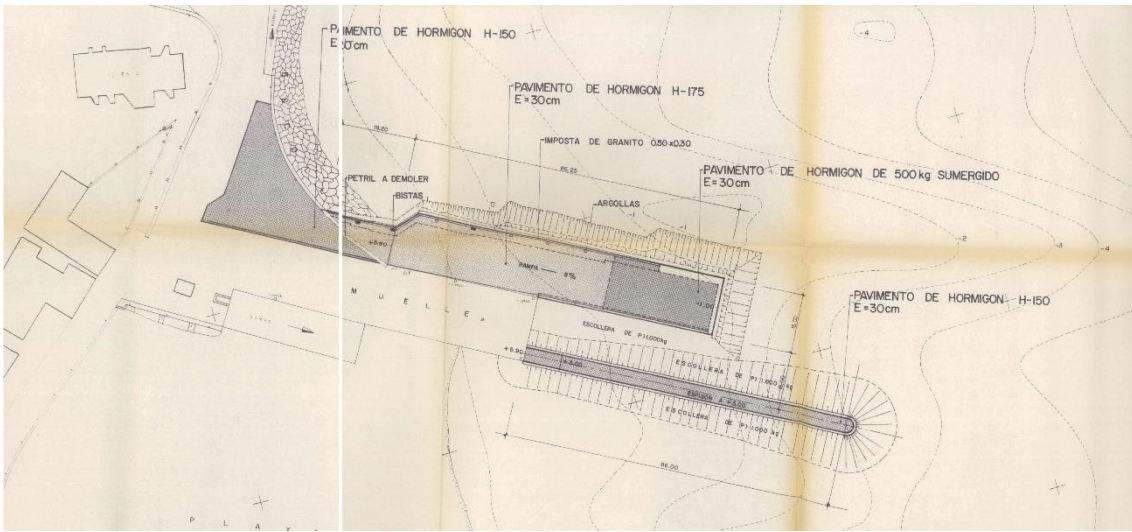


Figura 7: Rampa e espigón 1990

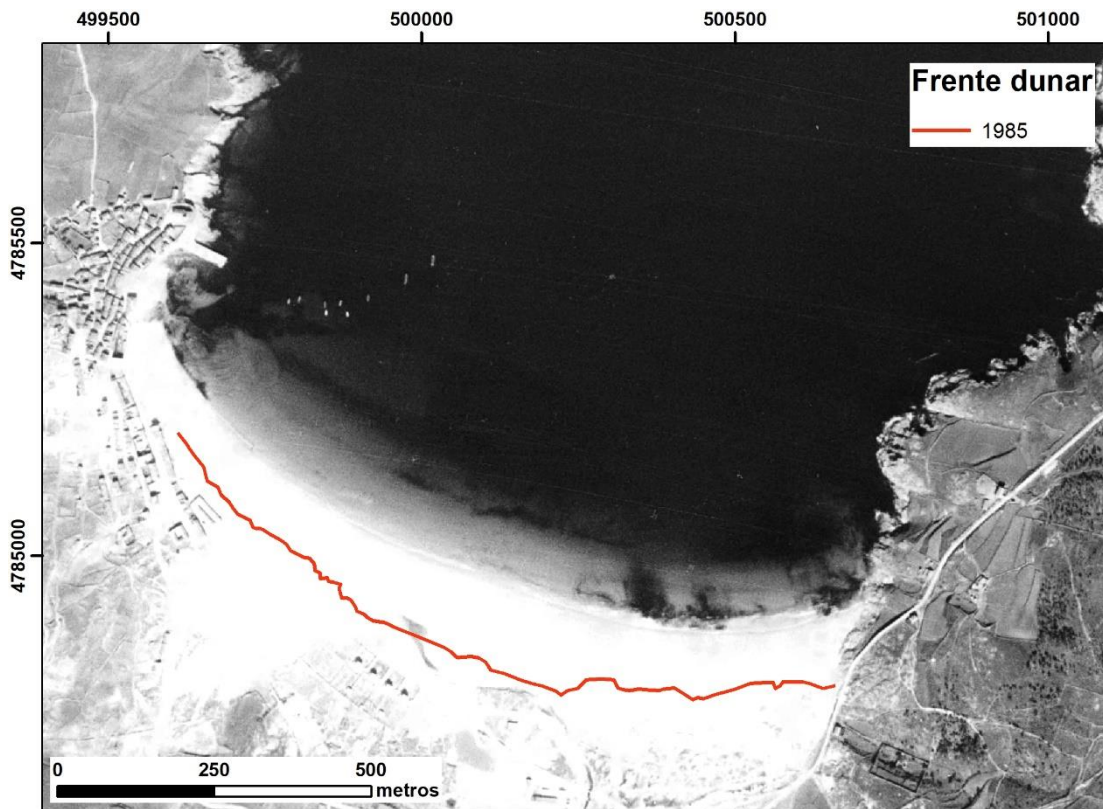


Figura 8: Frente 1945

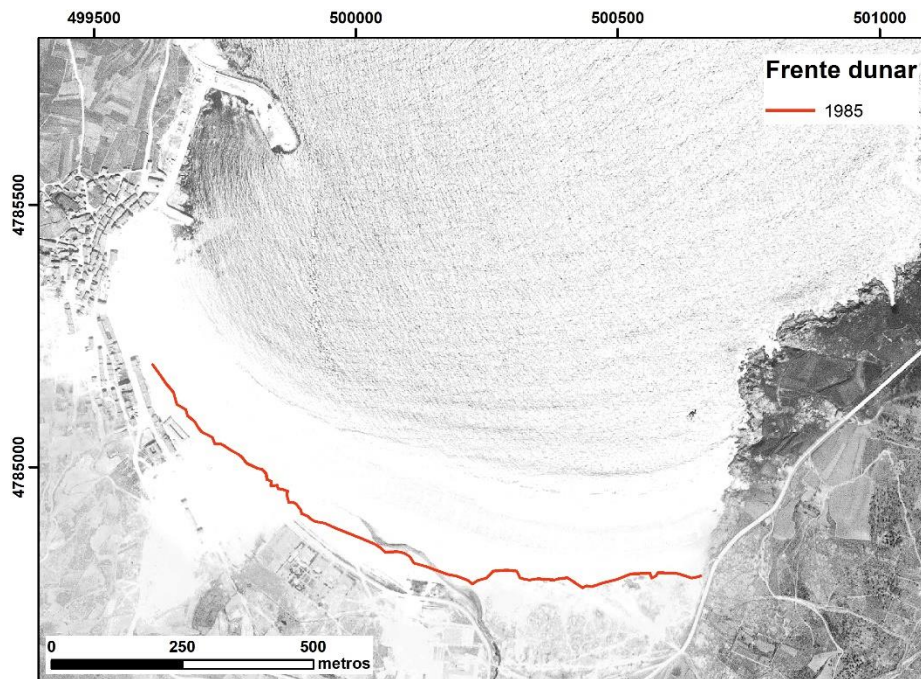


Figura 9: Fronte dunar 1956

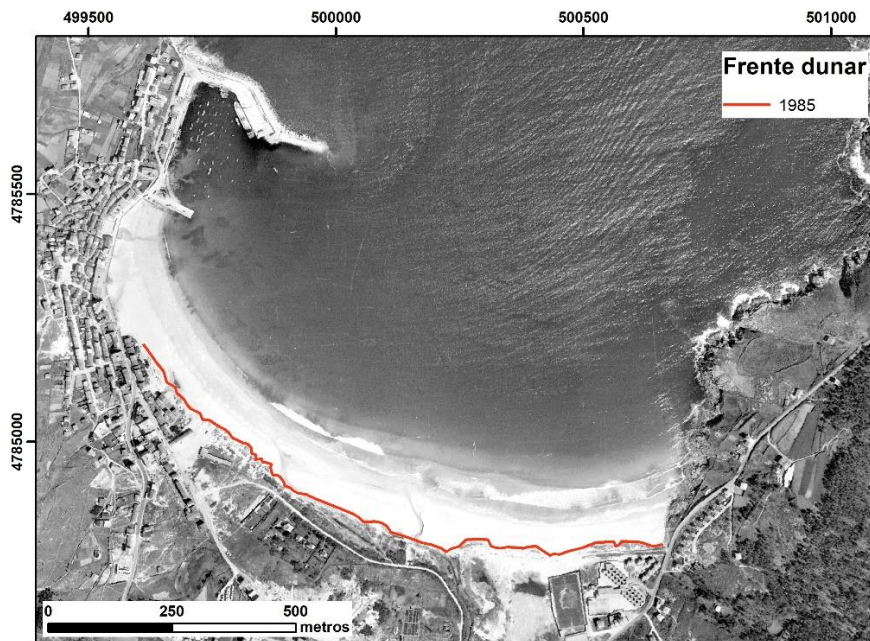


Figura 10: Fronte dunar 1985 Nacional

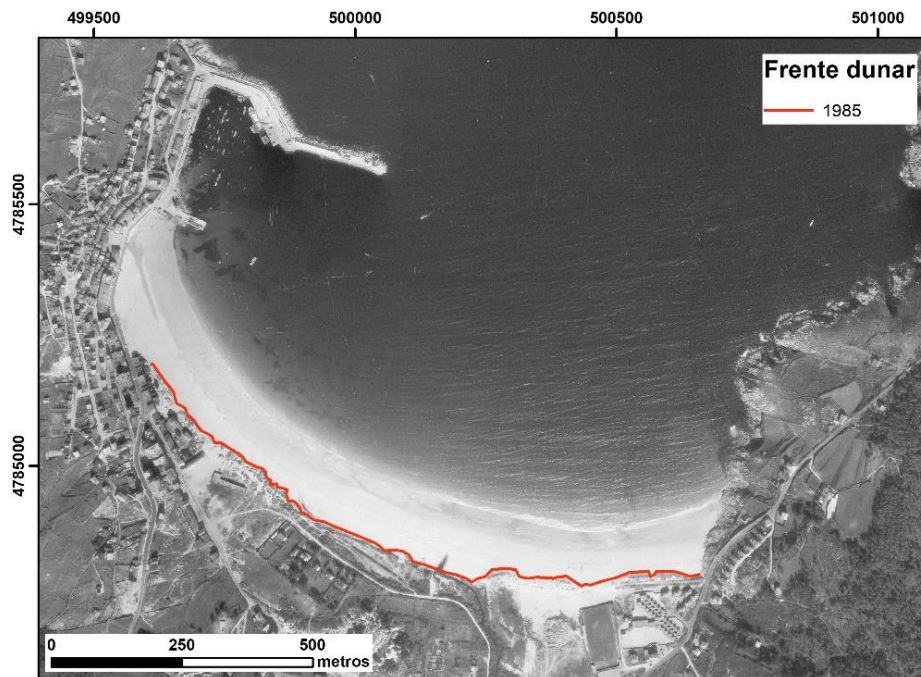


Figura 11: Frente dunar 1985 Interministerial



Figura 12: Frente dunar 1997



Figura 13: Fronte dunar 1999

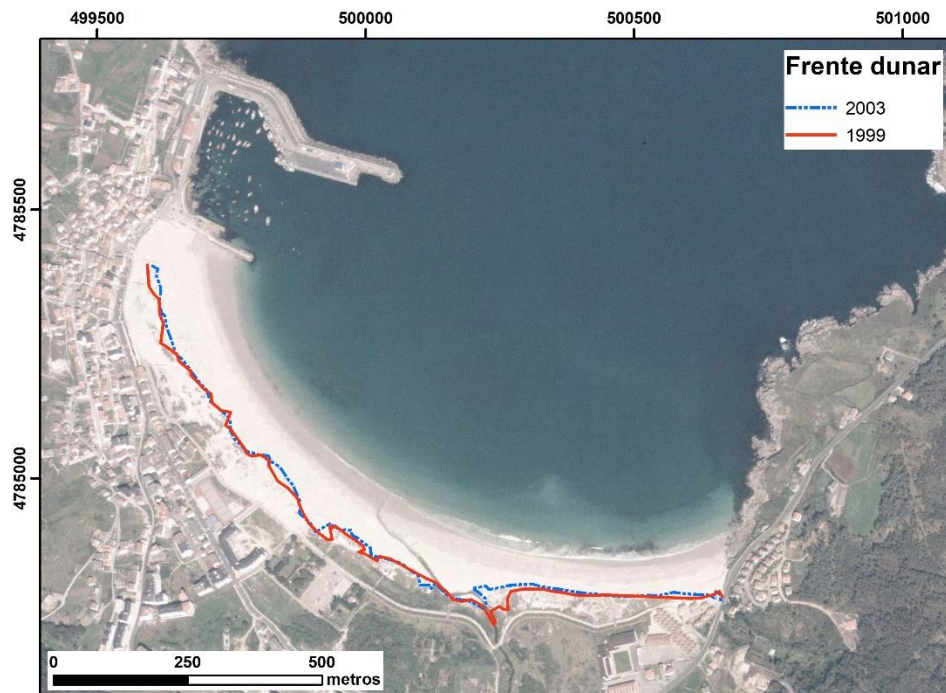


Figura 14: Fronte dunar 2003

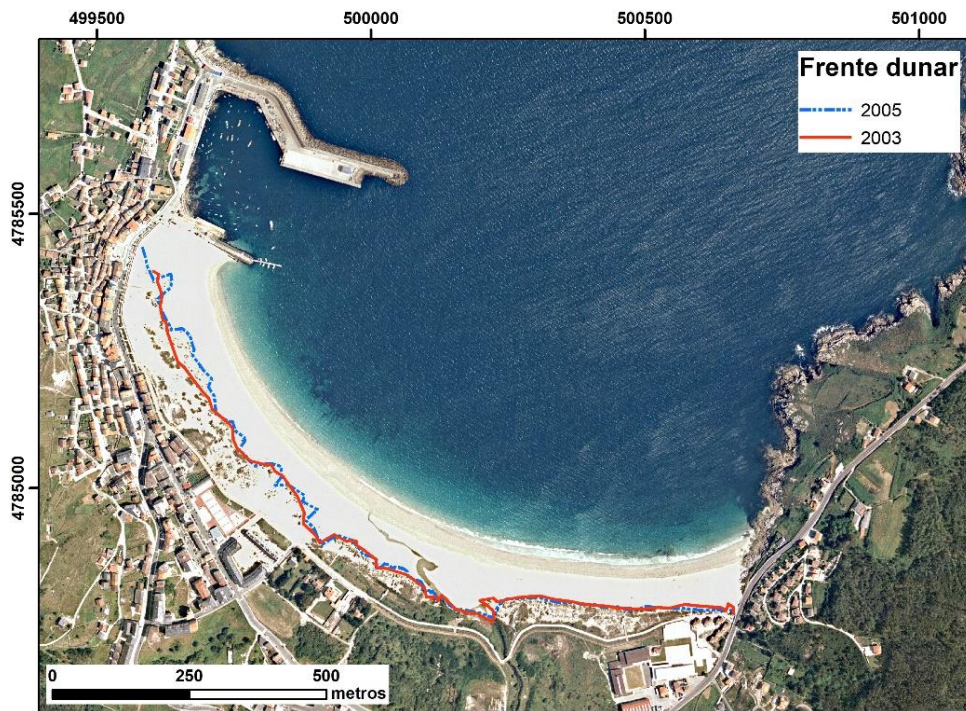


Figura 15: Fronte dunar 2005

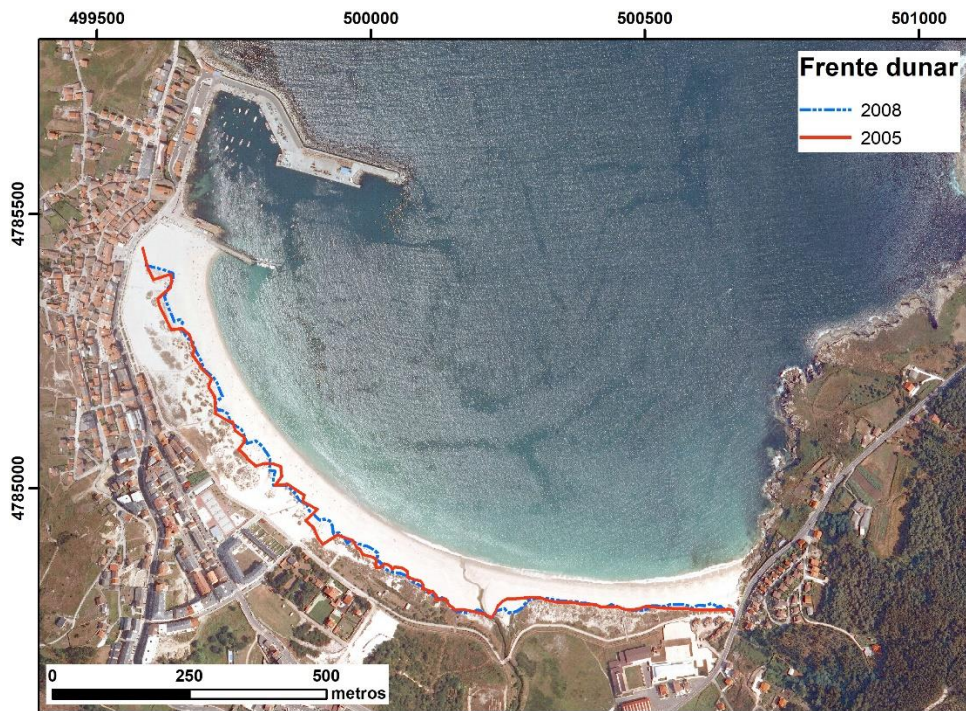


Figura 16: Fronte dunar 2008



Figura 17: Fronte dunar 2010



Anexo 18: Fronte dunar 2014



Figura 19: Fronte dunar 2017

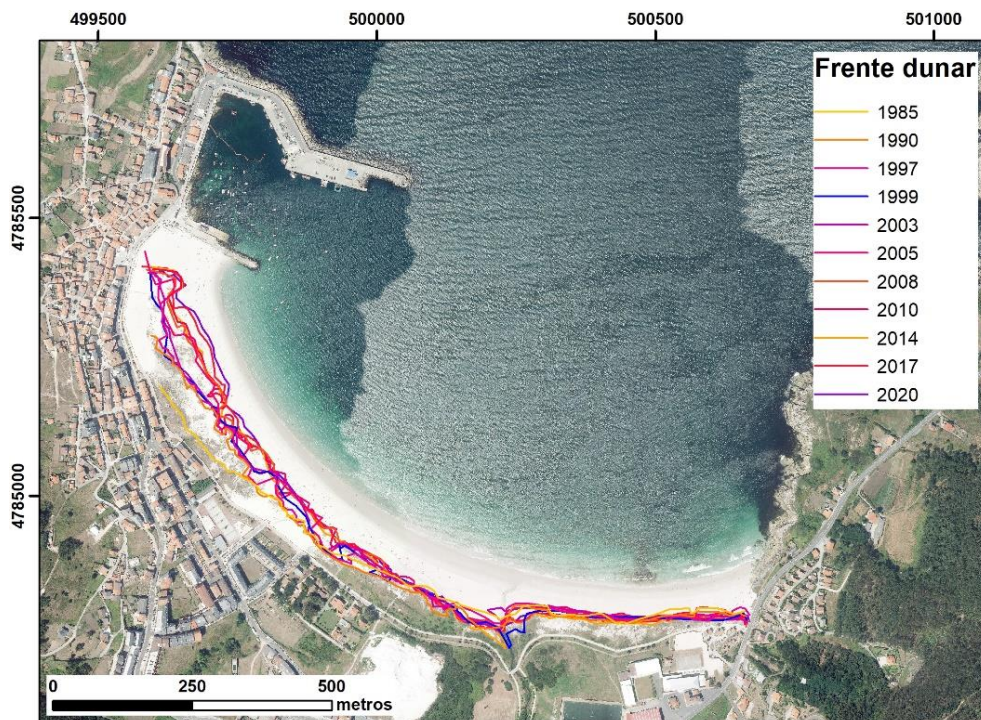


Figura 20: Frontes dunares (Comparación)

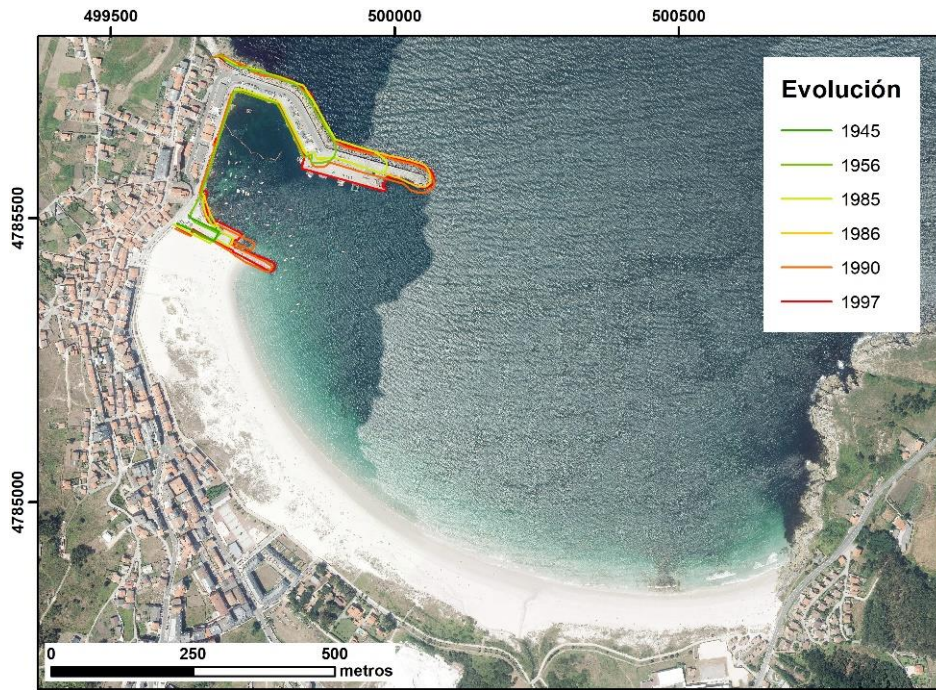


Figura 21: Morfoloxía do porto (Comparación)

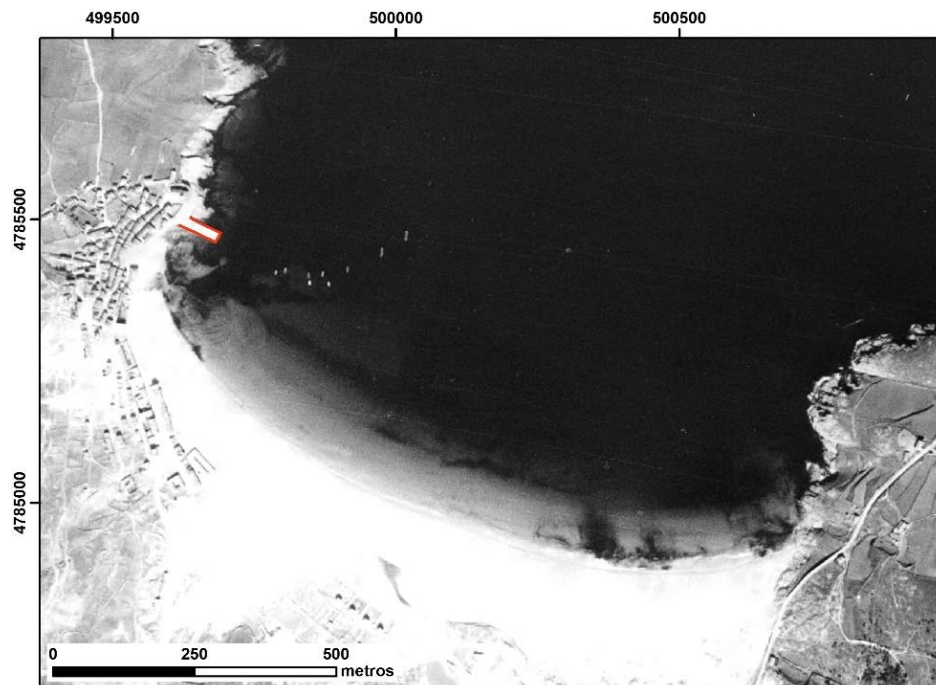


Figura 22: Morfoloxía do porto 1945

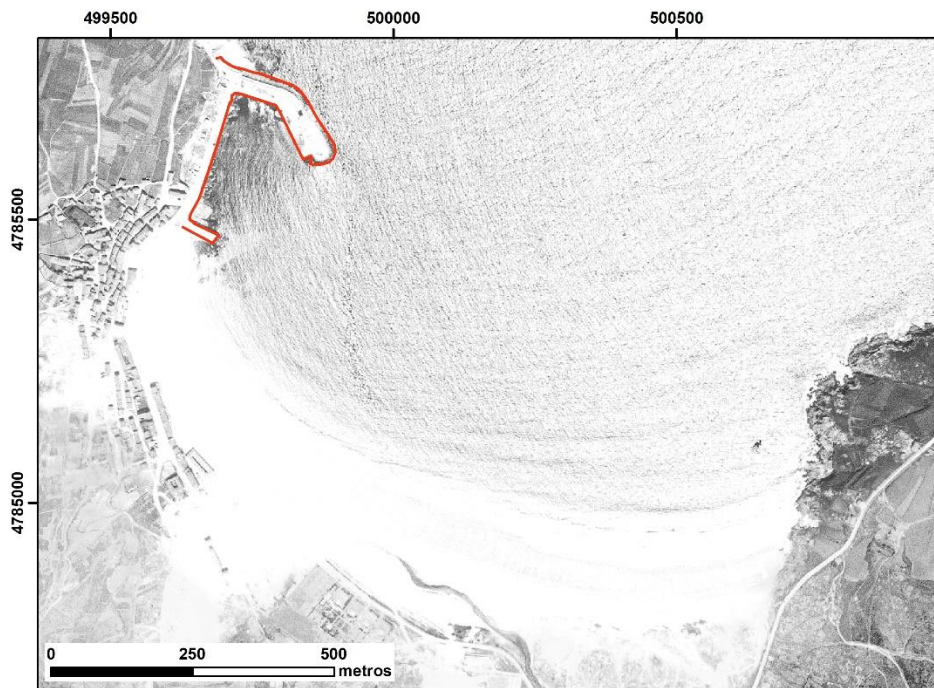


Figura 23: Morfoloxía do porto 1956



Figura 24: Morfoloxía do Porto 1985 (Nacional)



Figura 25: Morfoloxía do porto (Interministerial)



Figura 26: Morfoloxía do porto 1997

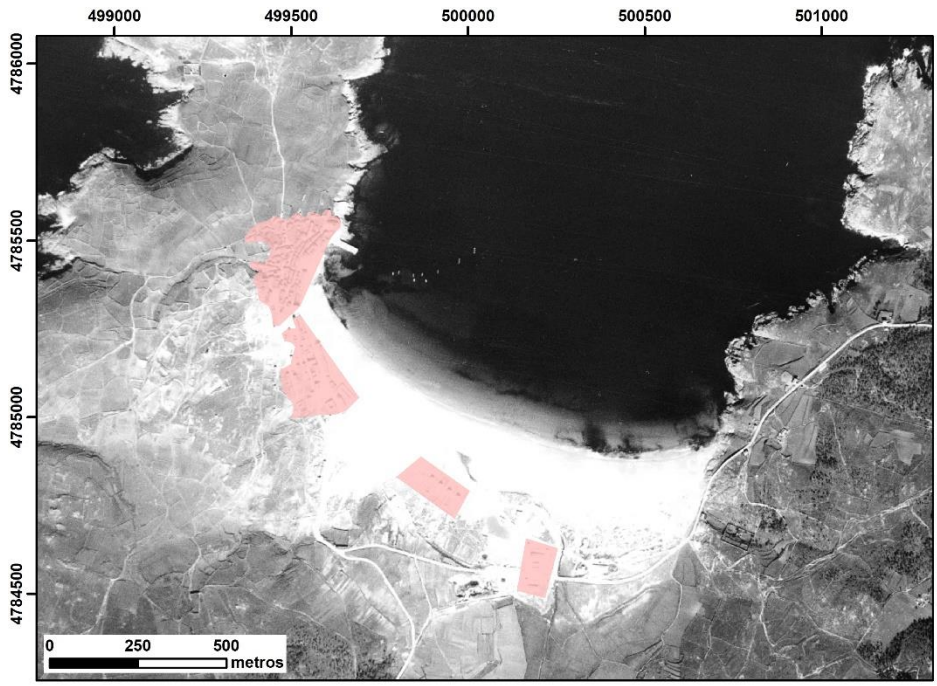


Figura 27: Superficie urbanizada 1945

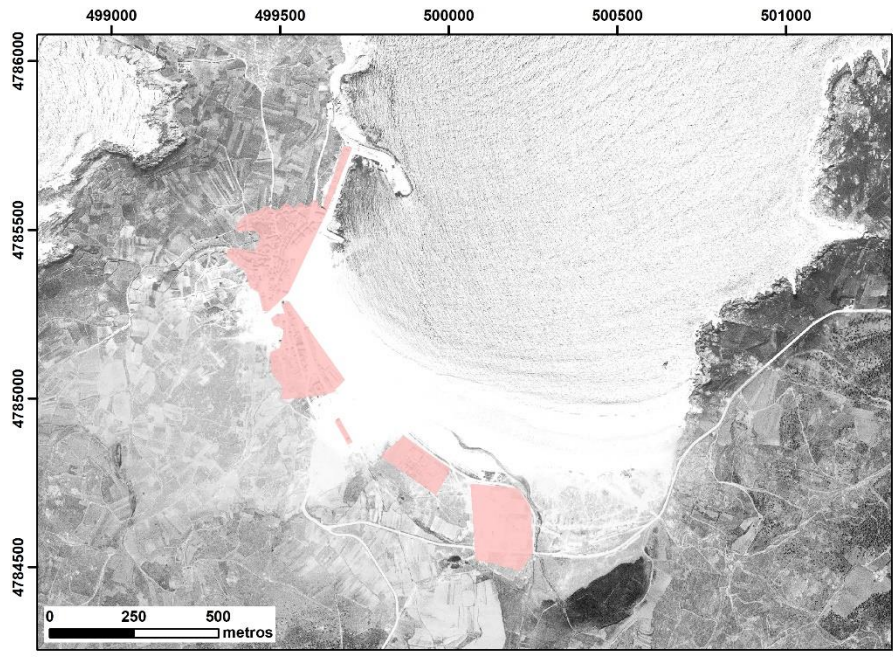
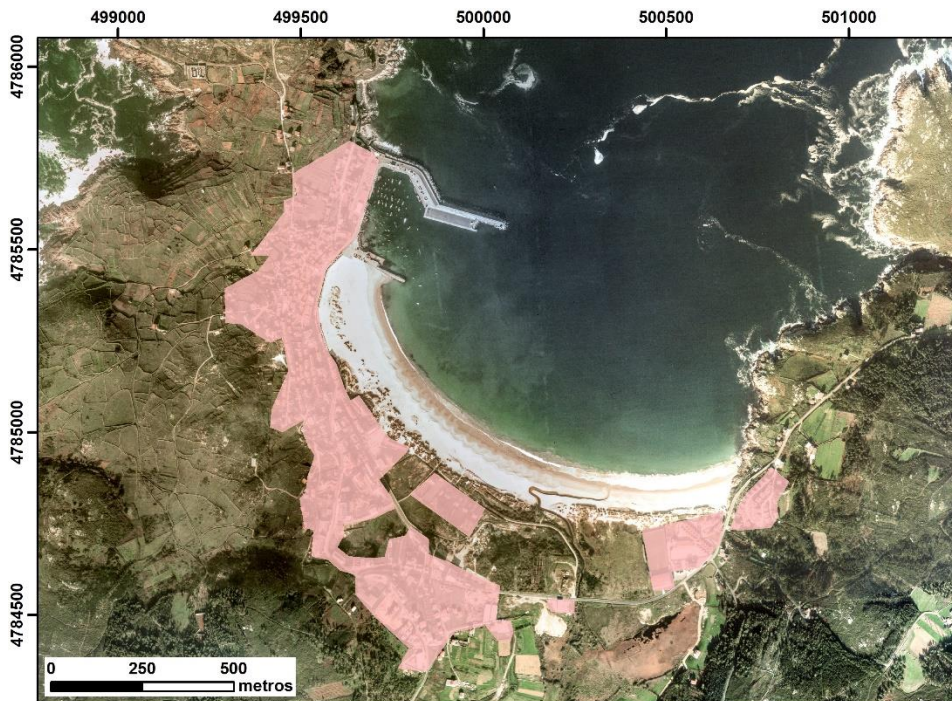


Figura 28: Superficie urbanizada 1956



Figura 29: Superficie urbanizada 1985



Anexo 30: Superficie urbanizada 1997



Figura 31: Superficie urbanizada 1999

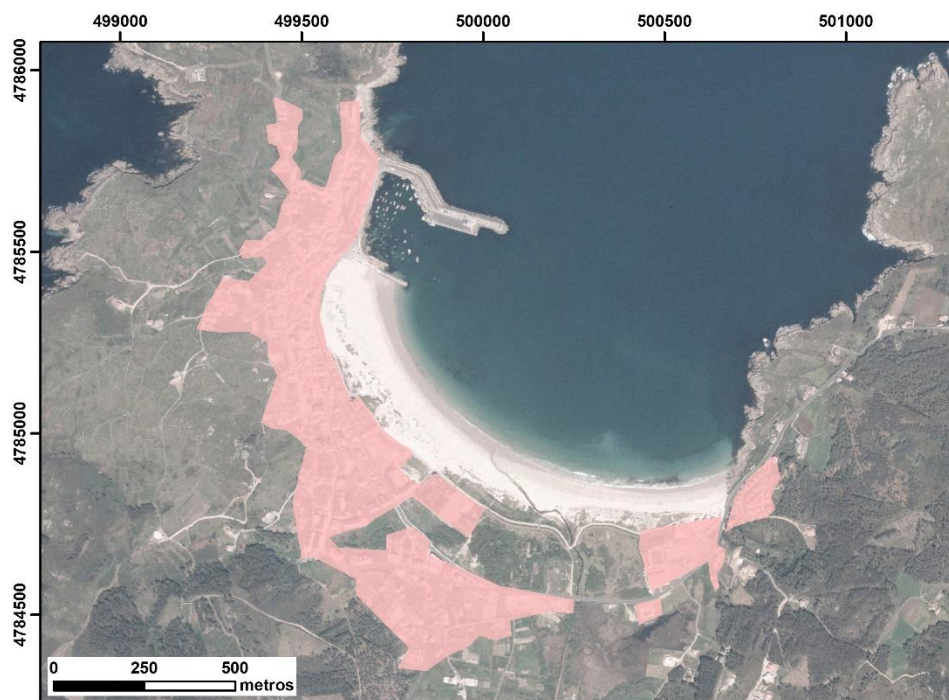


Figura 32: Superficie urbanizada 2003

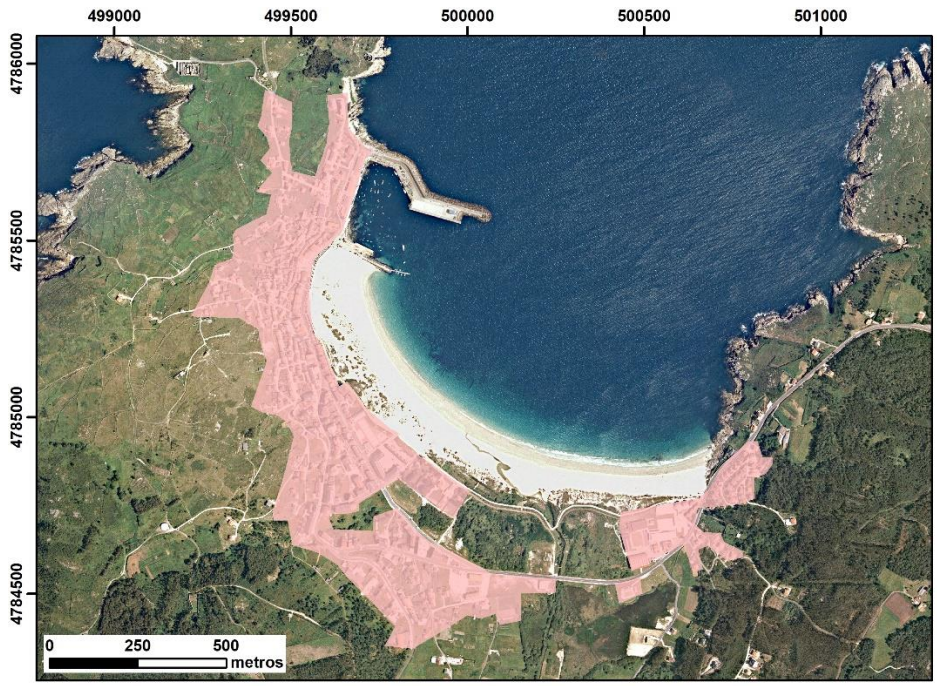


Figura 33: Superficie urbanizada 2005

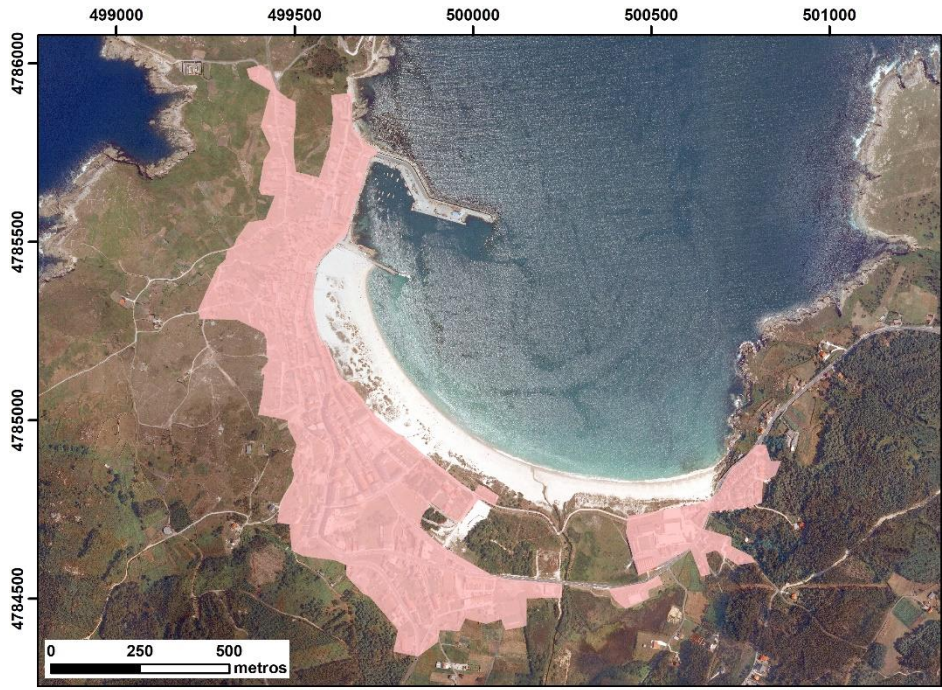


Figura 34: Superficie urbanizada 2008

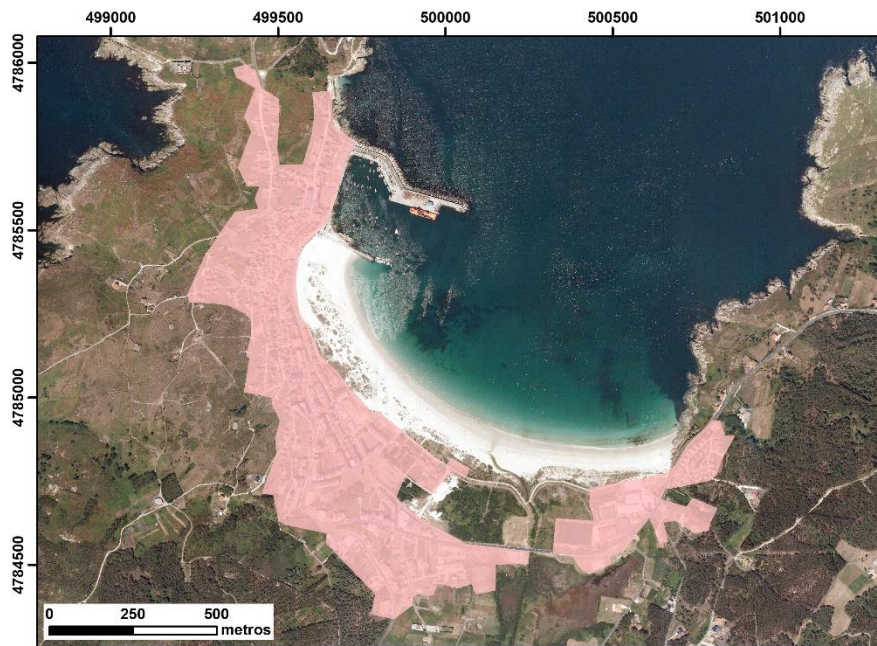


Figura 35: Superficie urbanizada 2010



Figura 36: Cobertura vexetal 1985



Figura 37: Cobertura vexetal



Figura 38: Cobertura vexetal 1999

1997



Figura 39: Cobertura vexetada 2003

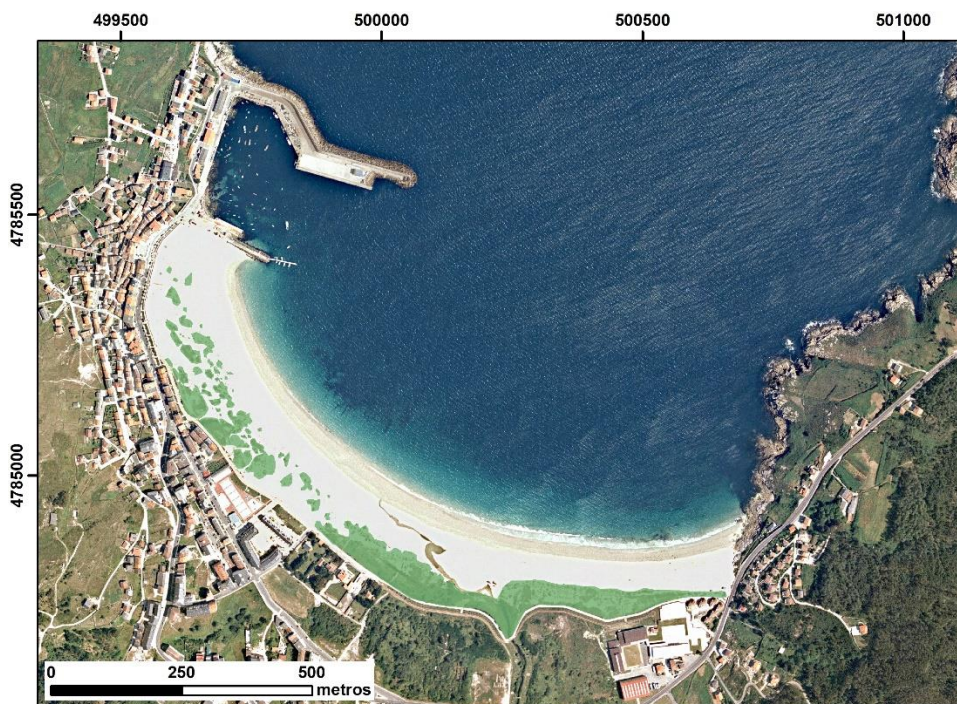


Figura 40: Cobertura vexetada 2005

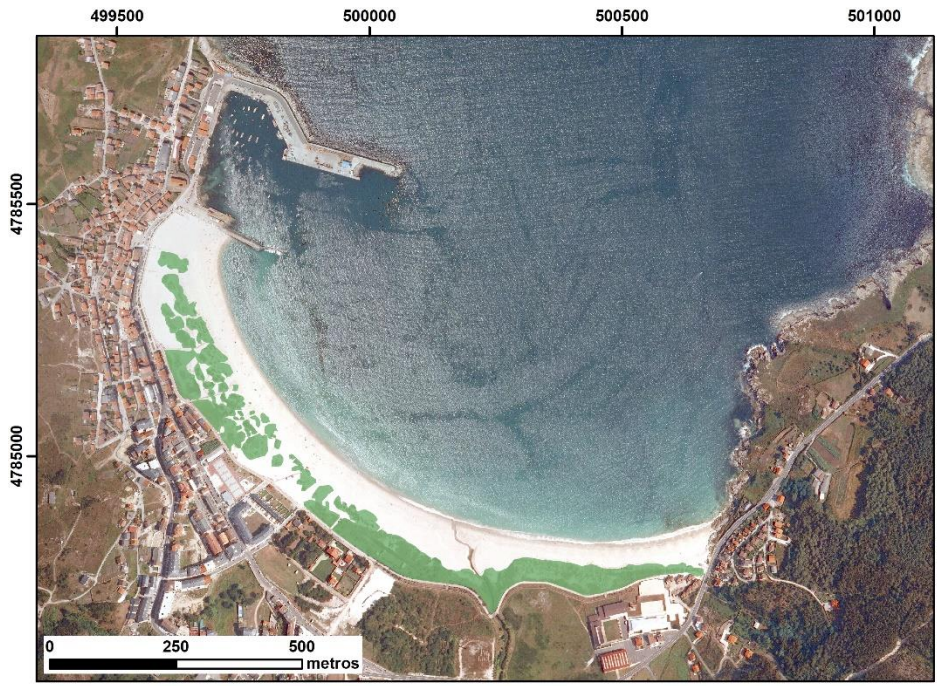


Figura 41: Cobertura vexetada 2008



Figura 42: Cobertura vexetada 2010

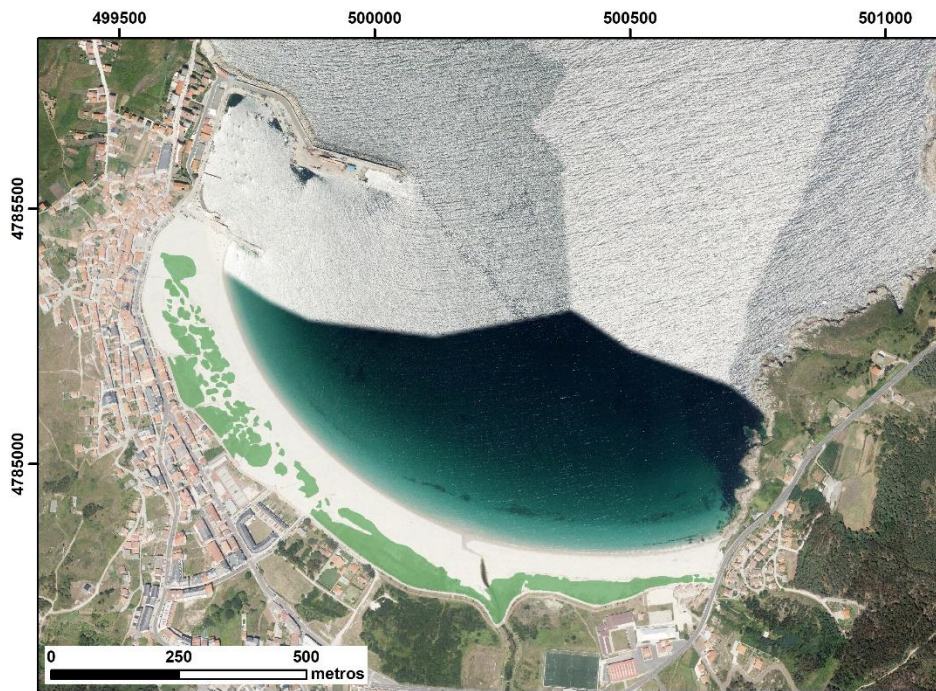


Figura 43: Cobertura vexetada 2014



Figura 44: Cobertura vexetada 2017



Figura 45: Cobertura vexetada 2020