2017

FONDO EUROPEO DE DESENVOLVEMENTO REXIONAL
"Unha maneira de facer Europa"
UNIÓN EUROPEA

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE E ORDENACIÓN DO TERRITORIO

Dr. Juan Ramón Vidal Romaní, geólogo.

Tania Cotelo Vila, geóloga.

ESTUDIO DE LAS POSIBLES CONSECUENCIAS DEL ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR EN LOS PROCESOS EROSIVOS DE LOS ACANTILADOS EN EL MONUMENTO NATURAL DE LA PLAYA DE "AS CATEDRAIS"

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE XEOLOXÍA ISIDRO PARGA PONDAL

INDICE

1.-OBJETO 9

2.-GEOLOGÍA 9

2.1.- Antecedentes 9

2.1.1.-Historia geológica 9

2.1.2.- Estratigrafía 13

2.1.3.- Geomorfología. 14

2.2.-El cambio climático y la playa de "As Catedrais". 45

2.3.- Análisis de la situación actual. 47

2.3.1.-Tipos de discontinuidades en el acantilado de As Catedrais (Augasantas). . 47

2.4.- Identificación de los procesos naturales que inciden en "As Catedrais" 58

2.5.- Estudio de las posibles consecuencias del ascenso del nivel del mar en los procesos erosivos de los acantilados en el Monumento Natural de la playa de Augasantas (As Catedrais). 60

2.6.- Conclusiones. 65

3.-GESTIÓN 66

3.1.-Medidas de gestión para aminorar los procesos erosivos derivados del cambio climático. 66

3.1.1.-Cubierta vegetal. 68

3.1.2.-Pasarela de madera. 70

3.2.- Medidas de gestión para reducir el riesgo por los movimientos de los visitantes que se desplacen sobre la Rasa. 72

3.2.1.-Cartelería e información. 72

3.2.2.-Pasarela de madera. 73

3.3.- Medidas de gestión para la planificación del uso público. 74

3.3.1.- Accesos peatonales. 74

3.4.-Conclusiones. 75

4.-BIBLIOGRAFÍA 76

5.-ANEXO. 80

5.1.- Análisis de las actuaciones propuestas en el Plan de Conservación de As Catedrais referentes a los objetivos específicos (Decreto 80/2015). 80

5.2.- Mapa de riesgos. 88

Ilustración 1.-Representación gráfica del choque de los supercontinentes y formación del Orógeno Varisco, en color naranja fuerte, donde podríamos situar a Galicia y en concreto la zona de estudio asociada al Manto de Mondoñedo. 10

Ilustración 2.- Sistema de pliegues menores asociados a la deformación tectónica en las cuarcitas de la Formación Cándana. 11

Ilustración 3.- Boudinage asociado a la deformación en los flancos de un pliegue mayor. Augasantas. 12

Ilustración 4.- Imagen del acantilado de Augasantas, mostrando la estructura monótona de la roca en la zona del trabajo. Las flechas de color roja indican la dirección de los posibles movimientos que se pueden activar en la zona: siempre en dirección hacia el continente. 13

Ilustración 5.- Situación de las 3 placas implicadas en el proceso descrito en este informe: Placa Euroasiática al norte, Placa Ibérica en el centro y Placa Africana en el sur. 15

Ilustración 6.- Distribución de la cadena montañosa producida por la colisión de Eurasia e Iberia durante el Paleógeno. Como se puede observar la Cadena Cantábrica (geológica) tiene una distribución diferente a este sistema montañoso como se define en los libros de Geografía. 16

Ilustración 7.- Secuencia evolutiva del borde cantábrico de la Península Ibérica durante el Paleógeno. La Rasa Cantábrica definida durante el Oligoceno no es una forma de arrasamiento marino sino una superficie etche (grabada) de origen continental. 17

Ilustración 8.- Cartografía geomorfológica de la Rasa Cantábrica (zona cuadriculada en gris), en la zona gallega de Este a Oeste, Ribadeo (derecha) y Foz (izquierda)..... 18

Ilustración 9.- Mapa paleogeográfico del sur de Europa durante un máximo glacial cuaternario. Durante estas etapas de nivel del mar bajo la erosión marina no actuó en Augasantas (As Catedrais) que pudieron llegar a estar en algunos momentos hasta 200m por encima del nivel del mar de entonces. 21

Ilustración 10.- Curvas de temperatura de la superficie terrestre durante los últimos 450.000 años. La zona de As Catedrais (Augasantas) solo fue erosionada por el mar durante un máximo de 30.000 años durante el intervalo de 450.000 en los que estuvo ausente de la zona. 22

Ilustración 11.- Colonización por organismos en la parte baja (color pardo que le dan las colonias de balanus) del acantilado lo que demostrando la inexistencia de erosión marina. 26

Ilustración 12.- (Detalle). Colonización por organismos en la parte baja del acantilado demostrando la escasa o nula erosión marina como demuestra la colonización por moluscos incrustantes. 26

Ilustración 13.- Colonización por organismos en la parte baja del acantilado demostrando la escasa o nula erosión marina como demuestra la colonización por moluscos incrustantes. La entalladura basal es un plano de milonitización de la serie metapelítica. 27

Ilustración 14.- Playa de Campelo (Valdoviño). Acantilado con playas de cantos en la base. 28

Ilustración 15.- Meirás-San Vicente (Valdoviño). Acantilado con playa de cantos en la base. 28

Ilustración 16.- Pie del acantilado en la Playa de Os Castros, un tramo de costa inmediato al de As Catedrais en donde es visible la playa de arena. 30
Ilustración 17.- La misma playa después de una resaca. Como se puede comprobar debajo de las arenas hay gravas, el sedimento típico de una costa de acantilado. Estas gravas se formaron hace 135.000 años. 30
Ilustración 18.- Situación de la costa gallega entre 135.000 y 15.000 años antes de ahora. Toda la costa estaba ocupada por extensos arenales (color amarillo). Obsérvese en el borde inferior (color verde claro) la situación de los extensos bosques..... 32
Ilustración 19.- Hace 15.000 años el clima de la Tierra empieza a hacerse más cálido y el nivel del mar comienza a subir y con él las dunas que invaden la zona de plataforma y sepultan los bosques que rodeaban la costa de Galicia. 34
Ilustración 20.- Duna de Corrubedo avanzando sobre el relieve plano de la zona colmatada del lagoon de Carregal(I). Sección transversal del lagoon de Carregal realizado en la desembocadura del río Sirves en el mar (II). 36
Ilustración 21.- Playa y Duna rampante de Trece en Cabo Tosto (Arou, Coruña). El relieve adyacente ha obligado a la duna que se formó hace 15.000 años en la plataforma continental y fue migrando hacia tierra a medida que subía el nivel del mar a subir sobre el relieve rocoso dando lugar a la duna trepadora (rampante, climbing dune) de Trece. 37
Ilustración 22.- Playa de marea baja en Os Castros, al oeste de Augasantas (As Catedrais). La duna se detuvo al pié del acantilado y el mar la ha transformado en una playa temporal. El mismo fenómeno sucede en la playa de As Catedrais(Augasantas).
Ilustración 23.- Acantilado de marea alta en Os Castros, al oeste de Augasantas (As Catedrais). La duna se detuvo al pié del acantilado fósil por lo que durante la marea alta se ha transformado en un acantilado temporal. El mismo fenómeno sucede en la playa de As Catedrais (Augasantas)..... 38
Ilustración 24.- Bosque y suelo desarrollado sobre los depósitos de gravas de hace 135.000 años. En San Miguel de Reinante (Lugo). Este bosque se mantuvo hasta hace

7000 años cuando fue sepultado por dunas de arena que se aproximaban hacia la costa a medida que el nivel del mar subía. 39

Ilustración 25.- Restos del tocón de un árbol fósil situado en la playa de Arealonga.

Ilustración26.-Tocón de madera en Arealonga.....41

Ilustración 27.- Imagen del bosque fósil en la playa de Arealonga, al fondo de la imagen se puede ver, por encima el bosque fósil, la secuencia de playa de cantos y duna descrita en este trabajo.. 40

Ilustración 28.- Vértebra de Cervus elaphus de edad 4245-4090 años antes de ahora (Neolítico) en la playa de Arealonga. 42

Ilustración 29.- Cuerno de ciervo fósil *Cervus elaphus*, playa de Arealonga. 43

Ilustración 30.- Restos óseos fósiles en la playa de Arealonga. 43

Ilustración 31.- Conjunto de fósiles de mamíferos recogidos de la playa de Arealonga. 44

Ilustración 32.- Esquema de movimiento del frente dunar en la costa oeste de Galicia durante la última transgresión marina que empezó hace 15000 años. Los frentes dunares avanzan a medida que el nivel del mar sube e interfiere con la costa rocosa. Si los vientos son fuertes pueden formarse dunas trepadoras en las zonas de costa con relieves enérgicos (Monte Blanco, Praia de Trece, Doniños, etc.). 35

Ilustración 33. Curva climática mundial para los últimos 800.000 años. En amarillo aparecen marcadas las fases cálidas durante las cuales el nivel del mar subiría y erosionaría la costa de As Catedrais (Augasantas) como está comenzando a hacer ahora. Durante las etapas frías o glaciales (en azul turquesa) el nivel del mar descendería dejando de actuar sobre el acantilado. 46

Ilustración 34.- Ejemplo de este primer tipo de fracturas en la parte superior del arco. 48

Ilustración 35.- Grieta de tracción subvertical en uno tramo del acantilado. 49

Ilustración 36.- Otro ejemplo de grieta de tracción. 50

Ilustración 37.- Ejemplo de deslizamientos por la acción de dos familias de diaclasas con la movilización de grandes bloques..... 51

Ilustración 38.- Fotografía de un caso del cuarto tipo de caída de bloques, desprendimientos por pandeo desde el techo de una cueva marina. 52
Ilustración 39.- Caída de cuñas rocosas desde las paredes del acantilado. 53
Ilustración 40.- Desprendimientos recientes de cuñas rocosas desde la parte alta del acantilado debajo de un arco. 53
Ilustración 41.- Ejemplo de deslizamiento por toppling. 54
Ilustración 42.- Ejemplo del quinto tipo de caída, a favor de la foliación. 55
Ilustración 43.- Esquema de las distintas posibilidades de movimiento que se observan en el acantilado actual de Augasantas (As Catedrais): toppling o cabeceo y deslizamiento de cuñas rocosas. 56
Ilustración 44.- Diaclasado y foliación en las pizarras y cuarcitas. 57
Ilustración 45.- En la fotografía se pueden observar esas fracturas verticales que le dan a la roca un aspecto escalonado y junto con los planos de foliación de la pizarra hacen del macizo una zona susceptible de sufrir ocasionalmente desprendimientos de pequeños fragmentos. 62
Ilustración 46.- Imagen en definición de la fotografía anterior que muestra una de las zonas de mayor riesgo de desprendimientos, afectada por la meteorización continental en la estructura y por el hombre en la cabeza del stack, en concreto en esta imagen se pueden ver apilamientos de origen antrópico de fragmentos de pizarras. 63
Ilustración 47.- Indicios de un desprendimiento reciente de parte del talud (zona oxidada del talud) afectado por la meteorización continental, aunque los fragmentos caídos han sido rápidamente sepultados por la arena. 64
Ilustración 48.- Rasa en su estado natural sin edificaciones y cubierta por un manto contínuo de Ulex europeus que contribuye a la preservación del relieve rocoso infrayacente. 69
Ilustración 49.- Rasa totalmente alterada por edificaciones y con desarrollo de vías de comunicación paralelamente al borde del acantilado fósil. Uso inadecuado del medio sujeto a continuos derrumbamientos a medida que continúe subiendo el nivel del mar. Playa de Benquerenza. 70

Ilustración 50.-Imagen de turistas en As Catedrais..... 73
Ilustración 51.-Fotografía de un turista en una zona de acceso restringido. 74

Tabla 1.- Tabla de dataciones de los tocones de madera mostrados en las imágenes anteriores……....38
Tabla 2.- Cuadro de dataciones de los fósiles de edad holocena encontrados en Arealonga……43

MEMORIA

1.-OBJETO

A petición de la Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio se realiza un estudio pormenorizado de las posibles consecuencias del ascenso del nivel del mar sobre el Monumento Natural conocido como Playa de As Catedrais.

El estudio incluye toda la información necesaria para elaborar el mejor diagnóstico que permita la preservación del monumento natural. Los datos aportados en este trabajo incluyen, en primer lugar, el diagnóstico de los materiales (rocas) que forman el Monumento Natural, su edad y características litológicas, tectónicas así como la edad de las características geomorfológicas de la Playa de As Catedrais y, finalmente, la génesis de estas formas. Se analiza la evolución geomorfológica de la zona orientándola hacia la predicción de su futuro inmediato, así, las posibles consecuencias en su evolución del cambio climático, la erosión marina o continental, la subida del nivel del mar y la afluencia turística que son todos ellos los riesgos más influyentes en la zona. Finalmente se proponen posibles soluciones para una mejor preservación del Monumento Natural.

2.-GEOLOGÍA

2.1.- Antecedentes

2.1.1.-Historia geológica

El sustrato rocoso de la zona estudiada está formado por materiales líticos con edades comprendidas entre el Precámbrico y el Paleozoico superior.

Estas rocas forman parte del Orógeno Varisco, una gran cadena montañosa originada por la colisión de dos supercontinentes, Laurrusia y Gondwana, entre el Devónico y el

Carbonífero (370-290 Ma), que situaron a Galicia en un dominio de alta deformación fruto de la cual se produce la formación de una estructura de foliación muy constante (ver Ilus. 1), con un buzamiento hacia el sur de, aproximadamente, 4 ó 5 grados.

Es precisamente a esta característica estructural a la que se debe principalmente la estabilidad del terreno en esa zona.

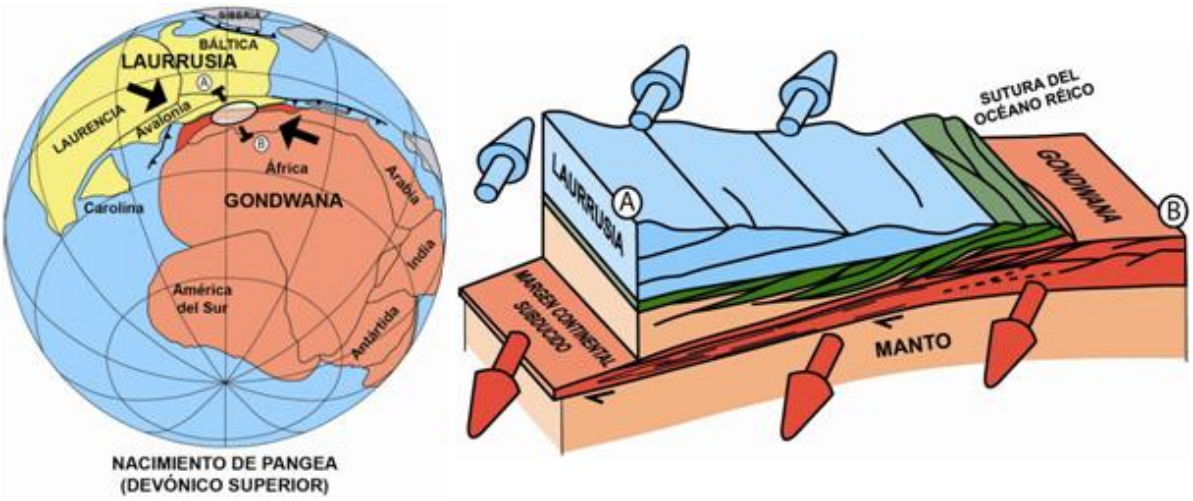


Ilustración 1.-Representación gráfica del choque de los supercontinentes y formación del Orógeno Varisco, en color naranja fuerte, donde podríamos situar a Galicia y en concreto la zona de estudio asociada al Manto de Mondoñedo.

Los materiales que forman la costa en la Playa de As Catedrais (Augasantas) pertenecen a la unidad geológico-estructural llamada Zona Asturoccidental-Leonesa, que, a su vez, se incluye dentro de la unidad estructural, de dimensiones y alcance regional, del Manto de Mondoñedo, una estructura de replegamiento, con plano axial buzando hacia el E, y compuesta por pliegues tumbados y cabalgamientos, algunos de ellos visibles en el acantilado de As Catedrais (Augasantas) (Ilus. 2 y 3).

Ilustración 2.- Sistema de pliegues menores asociados a la deformación tectónica en las cuarcitas de la Formación Cándana.

Ilustración 3.- Boudinage asociado a la deformación en los flancos de un pliegue mayor. Augasantas.

Ilustración 4.- Imagen del acantilado de Augasantas, mostrando la estructura monótona de la roca en la zona del trabajo. Las flechas de color roja indican la dirección de las capas: siempre hacia el continente.

2.1.2.- Estratigrafía

Las rocas del acantilado de Augasantas pertenecen a la Formación Cándana en su tramo superior. Son descritas en la literatura científica como una alternancia de cuarcitas, areniscas de grano grueso y pizarras. Las pizarras son un conjunto de filitas

y cuarzoesquistos que fueron sometidos a condiciones de metamorfismo medias, lo que produce un característico agregado mineral con textura y aspecto muy peculiares.

2.1.3.- Geomorfología.

2.1.3.1.- La tectónica Alpina en Galicia y su relieve actual.

La tectónica paleozoica es la que ha dado a la roca las características (esencialmente su foliación) que explican su estabilidad ante la erosión marina.

Sin embargo, es otro episodio geológico muy posterior (Cenozoico) el que ayuda a entender mejor la situación actual en el Monumento Natural de As Catedrais (Augasantas). Aunque durante el Mesozoico, la costa atlántica de la Península Ibérica estuvo sometida a un régimen distensivo (al tratarse de un borde de placa pasivo que se alejaba de los continentes situados al otro lado del Océano Atlántico), la situación cambia en Galicia durante Cenozoico, especialmente, durante el Paleógeno o Terciario inferior (entre 65 y 35 millones de años antes de ahora), (Ribeiro 2002).

Durante esa etapa y debido a la convergencia entre la Placa Euroasiática y la Placa Ibérica, la costa de Galicia se convierte en un borde compresivo (Gallastegui Suárez 2000) (ver Ilus. 5, 6 y 7).

En la tectónica de placas, compresión implica construcción del relieve, en general formación de cadenas montañosas.

En nuestro caso, durante este breve período de compresión se forma la Cadena Cantábrica que afectará de forma importante a toda Galicia, especialmente al borde cantábrico de la Península Ibérica, que es donde se localiza el Monumento Natural de As Catedrais (Augasantas).

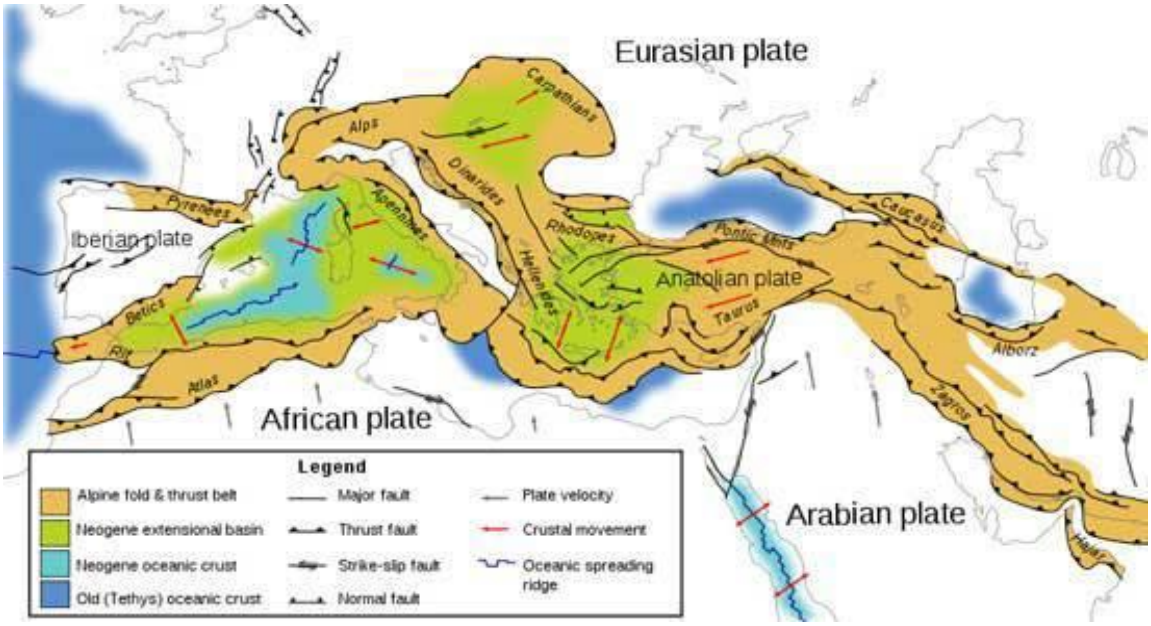


Ilustración 5.- Situación de las 3 placas implicadas en el proceso descrito en este informe: Placa Euroasiática al norte, Placa Ibérica en el centro y Placa Africana en el sur.

La consecuencia fundamental en el Cantábrico es un proceso de levantamiento del borde norte de Iberia que crea, por una parte, el relieve de la Cadena Cantábrica, pero también produce el levantamiento del piedemonte formado en la vertiente norte de aquella. Y esta surrección del relieve (ver Ilus. 7) causa la formación del rasgo geomorfológico dominante en la zona: la Rasa Cantábrica.

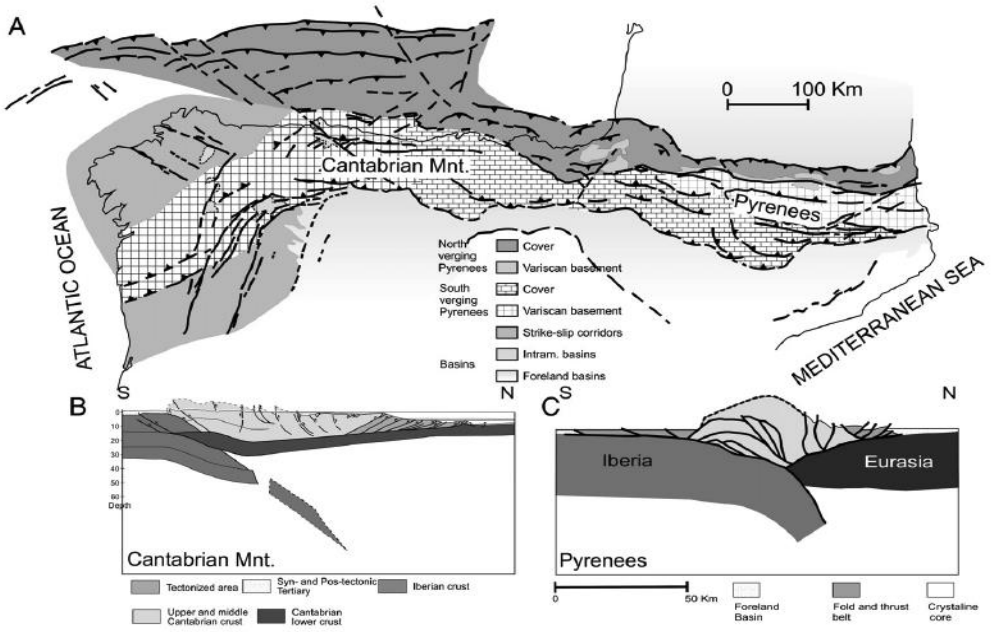


Fig. 5. A) Tectonic map of the Pyrenees showing the main vergences (North and South) B) Cross section, Pyrenees (Muñoz, 1992). C) Cross section, Cantabrian Mointains (Gallastegui, 2000).

Ilustración 6.- Distribución de la cadena montañosa producida por la colisión de Eurasia e Iberia durante el Paleógeno. Como se puede observar la Cadena Cantábrica (geológica) tiene una distribución diferente a este sistema montañoso tal como se define hasta ahora en los libros de Geografía.

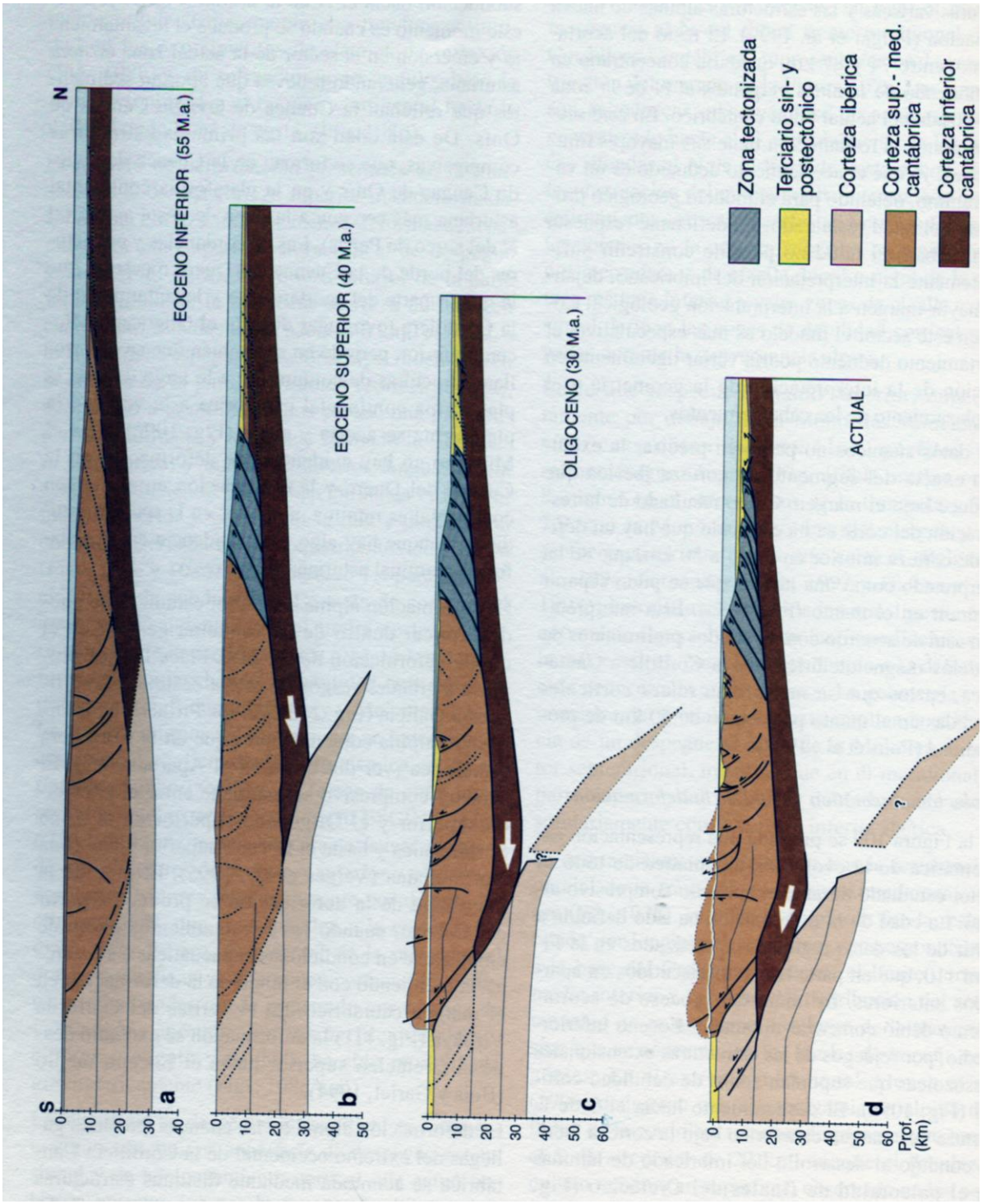


Ilustración 7.- Secuencia evolutiva del borde cantábrico de la Península Ibérica durante el Paleógeno. La Rasa Cantábrica definida durante el Oligoceno no es una forma de arrasamiento marino sino una superficie etche (grabada) de origen continental.

2.1.3.2.- La Rasa Cantábrica.

Uno de los errores más extendidos en la literatura científica se refiere al origen por erosión marina de la superficie plana que domina la zona de As Catedrais (Augasantas) siguiendo también más hacia el este y al oeste (Ilus. 8).

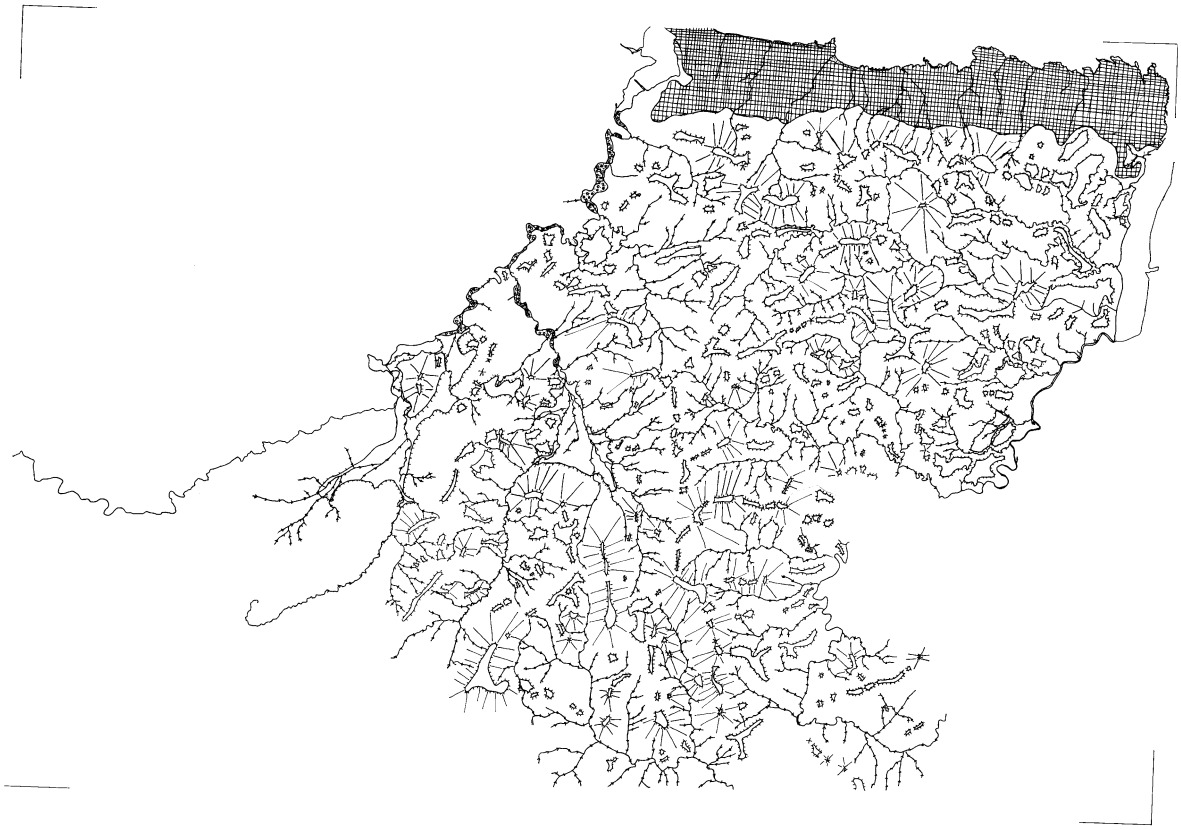


Ilustración 8.- Cartografía geomorfológica de la Rasa Cantábrica (zona cuadriculada en gris), en la zona gallega de Este a Oeste, Ribadeo (derecha) y Foz (izquierda).

La rasa cantábrica es una superficie etche o de corrosión química de origen continental que está ahora fosilizada por depósitos de vertiente, coladas o abanicos periglaciales y/o por las terrazas fluviales de los ríos cantábricos (Flor 1983; Mary 1983), Navia, Eo, Masma, que, en respuesta al levantamiento paleógeno, se encajaron en sus cauces formando los valles fluviales que, en su parte terminal, reciben genéricamente el nombre de rías, una para cada río cantábrico.

Esto explica que, a pesar de su limitada cuenca hidrográfica y su escasa capacidad erosiva, los pequeños ríos cantábricos hayan podido excavar los enérgicos relieves de la Cordillera Cantábrica aunque sin apenas ampliar lateralmente sus valles (Flor 1983; Mary 1983).

Durante mucho tiempo se consideró que, tanto la Rasa como la Cordillera Cantábrica, solo estaban presentes en la costa norte de Iberia, sin embargo, las últimas interpretaciones permiten extender tanto esta superficie (Rasa) como la Cordillera Cantábrica al resto de la costa de Galicia hasta llegar a Portugal (ver Ilus. 6).

Es innegable, sin embargo, que la Rasa en la costa oeste de Galicia no está tan bien conservada como en la costa norte.

En el margen atlántico de la costa de Galicia los ríos atlánticos, mucho más importantes y activos, han desmantelado la Rasa casi totalmente formando en su lugar las rías gallegas. Esto explica que en la costa oeste ahora solo se identifiquen pequeños retazos aislados y desconectados de la Rasa que nunca tienen la continuidad que presentan en el borde cantábrico.

Una vez formada la Rasa, el episodio compresivo se detiene debido a la obducción de la Placa Euroasiática y la Placa Ibérica en la zona de los Pirineos, por lo que el relieve de la Cadena Cantábrica no evolucionará sustancialmente, salvo por los cambios debidos a las oscilaciones eustáticas (glaciales e interglaciales) durante el Cuaternario: Pleistoceno y Holoceno (últimos 2.7 millones de años), que se limitan exclusivamente a la zona costera de Galicia. Y son estos cambios glacioeustáticos los que permiten que la costa en As Catedrais alcance sus características actuales.

Es bien conocido que la erosión marina fue el proceso causante de la actual morfología de Augasantas (As Catedrais).

Sin embargo, en el momento actual el mar no actúa, al menos decisivamente, al tratarse de un rasgo morfológico más antiguo.

Esto es lo que nos permite definir la geomorfología del Monumento Natural como fósil, o no activa actualmente, lo que reconocemos que no deja de parecer algo insólito.

2.1.3.3.- Efecto de la erosión marina en la costa cantábrica de Galicia.

Durante los últimos 2,7 millones de años, el clima terrestre ha estado sometido a una alternancia natural de etapas glaciales e interglaciales. Con una cadencia media del orden de los 100.000 años para las etapas glaciales y de 10 a 20.000 años para las interglaciales.

Durante las etapas glaciales la temperatura, en la Tierra y en el borde cantábrico, descendió varios grados formándose, a consecuencia de ello, un casquete de hielo glacial que hizo descender el nivel del mar hasta 200 m por debajo del actual (ver Ilus.9).

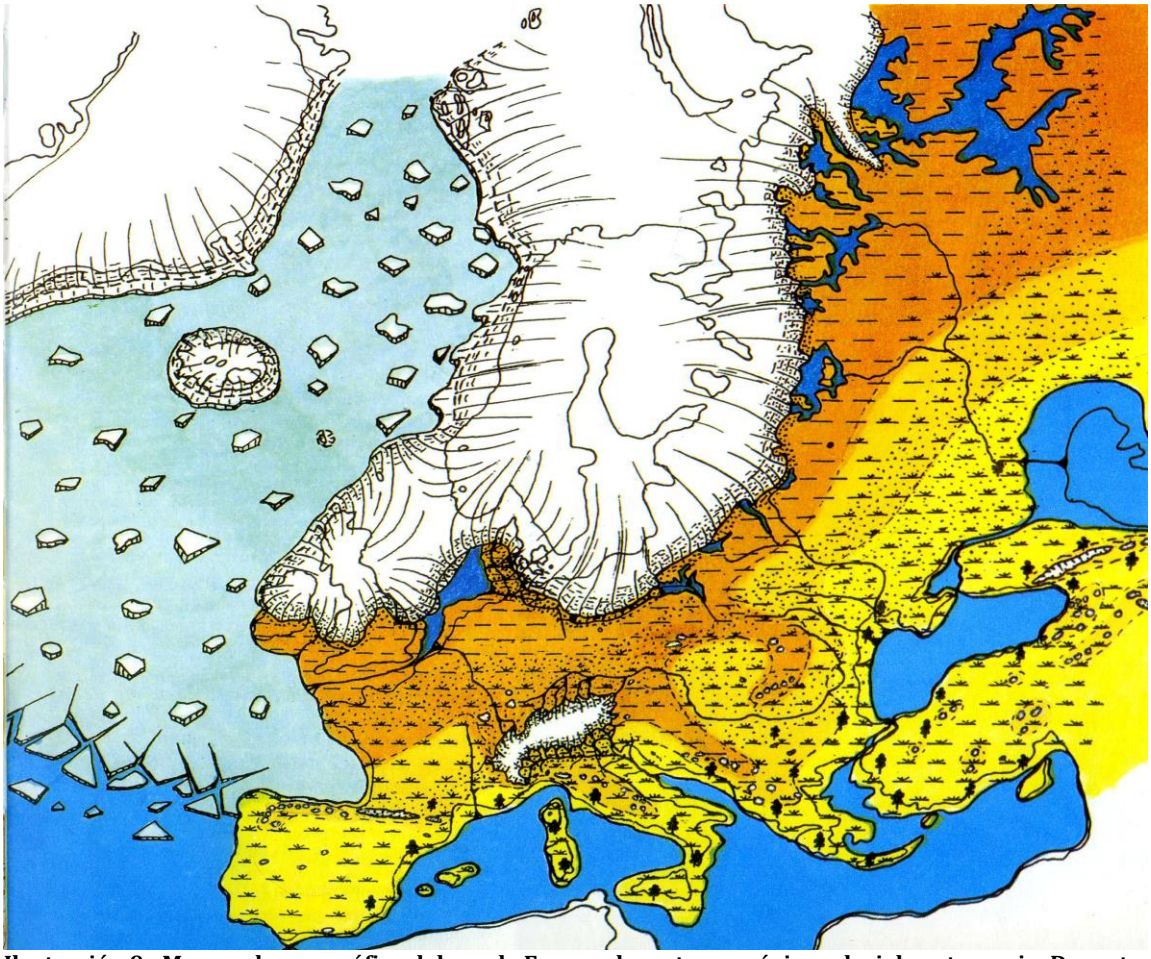


Ilustración 9.- Mapa paleogeográfico del sur de Europa durante un máximo glacial cuaternario. Durante estas etapas de nivel del mar bajo la erosión marina no actuó en Augasantas (As Catedrais) que pudieron llegar a estar en algunos momentos hasta 200m por encima del nivel del mar de entonces.

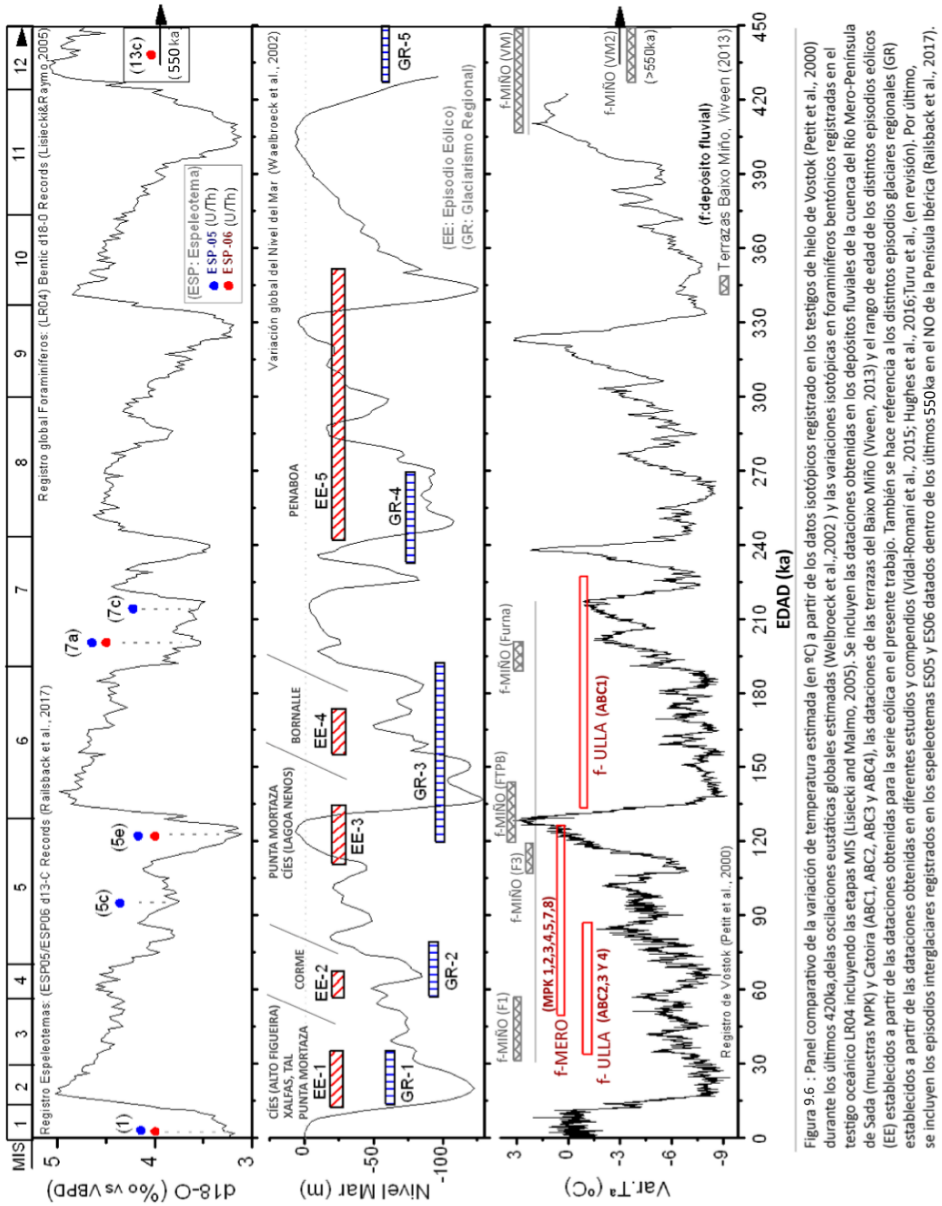


Figura 9.6 : Panel comparativo de la variación de temperatura estimada (en ºC) a partir de los datos isotópicos registrado en los testigos de hielo de Vostok (Petit et al., 2000) durante los últimos 420ka,delas oscilaciones eustáticas globales estimadas (Welbroeck et al.,2002) y las variaciones isotópicas en foraminíferos bentónicos registradas en el testigo oceánico LR04 incluyendo las etapas MIS (Lisiecki and Malmo, 2005). Se incluyen las dataciones obtenidas en los depósitos fluviales de la cuenca del Río Mero-Península de Sada (muestras MPK) y Catoira (ABC1, ABC2, ABC3 y ABC4), las dataciones de las terrazas del Baixo Miño (Viveen, 2013) y el rango de edad de los distintos episodios eólicos (EE) establecidos a partir de las dataciones obtenidas para la serie eólica en el presente trabajo. También se hace referencia a los distintos episodios glaciares regionales (GR) establecidos a partir de las dataciones obtenidas en diferentes estudios y compendios (Vidal-Romani et al., 2015; Hughes et al., 2016;Turu et al., (en revisión). Por último, se incluyen los episodios interglaciares registrados en los espeleotemas ES05 y ES06 datados dentro de los últimos 550ka en el NO de la Península Ibérica (Railsback et al., 2017).

Ilustración 10.- Curvas de temperatura de la superficie terrestre durante los últimos 450.000 años. La zona de As Catedrais (Augasantas) solo fue erosionada por el mar durante un máximo de 30.000 años durante el intervalo de 450.000 en el que estuvo ausente de la zona.

Es esta dinámica de glaciales e interglaciales la que explica que la erosión marina no haya actuado en la costa gallega actual de una forma continuada durante todo el Cuaternario.

En el caso de nuestro interés, la erosión marina actuó de forma más intensa en As Catedrais durante las fases interglaciales, cuando el mar estaba situado a un nivel similar al actual, o tal vez aun un poco más alto.

Durante algunas fases interglaciales el nivel del mar ha subido en algunas localidades de la costa gallega, hasta 50 m de altura sobre la posición actual, aunque la cota habitual se sitúa por debajo de los 12 metros sobre el nivel del mar actual.

En cualquier caso, en las etapas con el mar situado a cotas más elevadas que la actual, la duración del episodio transgresivo es muy breve, (ver Ilus. 10) sobre todo si se compara con la duración de las etapas glaciales durante las que el nivel del mar estaría hasta 200 metros por debajo del nivel actual.

Este hecho ayuda a entender que sea poco frecuente, o al menos difícil, encontrar depósitos marinos fósiles en las zonas de costa de Galicia situadas a cotas más elevadas que la actual (cotas correspondientes a los interglaciales).

Y durante las etapas con el nivel del mar más bajo, los procesos de erosión marina no actuaron en la costa actual sino a decenas de quilómetros alejados de ella y no es posible observar sus efectos al estar ahora esas zonas de la costa inundadas por la reciente subida del nivel del mar.

Todo lo expresado anteriormente permite descartar un origen marino para la Rasa cantábrica (al menos en Galicia) y apoyar en cambio su origen continental.

Ambos rasgos morfológicos, acantilado y rasa, conforman la morfología de la zona que está prácticamente definida por ellos y, aparentemente, confirman el origen o la génesis de la costa, en este tramo al menos.

2.1.3.4.- La costa cantábrica acantilada.

Otro elemento a tener en cuenta en el Monumento natural de As Catedrais es la costa acantilada.

En principio, una costa acantilada está relacionada con un proceso erosivo muy específico debido a la posición del nivel del mar. En el momento actual, se sitúa, al menos durante la marea baja, al pie del acantilado.

Es evidente que la formación de estos rasgos morfológicos se debe a la erosión típica de una costa de acantilado.

La acción marina se desarrolla no solo por el impacto de las olas contra la base del acantilado, efecto ariete, sino que también la turbulencia del agua mueve los fragmentos de roca arrancados del acantilado y los utiliza como proyectiles destruyendo así su base.

Así se produce la socavación, el derrumbe y el retroceso del acantilado. El proceso continúa mientras el mar se sitúa allí y cuando se retira, abandona las playas típicas de la costa de acantilado rocoso, las playas de cantos o, como se las llama en Galicia, coídos (Ilus. 14 y 15).

En general, las playas de cantos en Galicia se asocian a zonas de costa rocosa y, por tanto, a zonas de acantilado.

Sin embargo, en la zona de As Catedrais la playa está formada por arenas finas, que se corresponden con la fracción eólica de la arena (menos de 0,3 mm de diámetro), un tipo de sedimentación insólito para una zona de acantilado.

El dato es especialmente relevante porque nos indica que la dinámica actual en la base del acantilado de As Catedrais (Augasantas) no es la propia de un acantilado rocoso sino otra muy diferente.

En consecuencia, aun cuando la costa se ha formado por erosión marina, no ha sido en el momento actual puesto que la erosión parece estar bastante amortiguada en las zonas de acantilado rocoso de As Catedrais.

Un factor que lo es la no existencia de una rasa de abrasión en la base del acantilado (la misma que se había identificado por diversos autores aunque erróneamente, en la parte alta del acantilado).

Tampoco existen otros de los elementos asociados al funcionamiento de un acantilado activo: la playa de cantos, que normalmente recubre la rasa de abrasión y cuyos materiales, al ser movilizados por la acción del mar, se convierten en el elemento abrasivo que hace evolucionar al acantilado.

También se echa en falta la existencia de socavaciones o entalladuras basales, que además de probar la existencia de un acantilado vivo, dan dinamismo a la pared del acantilado provocando derrumbes y retroceso de la pared vertical.

Tanto unos como otros nos indican que, aun tratándose de un acantilado de origen marino, no es activo, al menos, en el momento actual.

Se trataría entonces de algo similar a lo que ocurre con las rías gallegas, que son antiguos valles fluviales (por tanto formas continentales) formados durante las épocas regresivas previas (fases glaciales) y que han sido inundados por el ascenso postglacial del mar que se produce en toda la costa gallega desde hace 15.000 años.

En ambos casos ha sido el ascenso del nivel del mar el que produjo la situación actual.

El proceso de erosión que dio lugar a la formación del acantilado y de las furnas no solo no fue breve sino que tampoco se produjo en una sola vez. Estos episodios transgresivos (de subida del nivel del mar) se repitieron varias veces durante el Cuaternario separados por intervalos de miles de años durante los que el mar no pudo actuar al estar lejos de la costa actual, a veces a varios quilómetros de distancia (Ilus. 33).

Si la erosión marina estuviera actuando ahora en la Playa de As Catedrais (Augasantas) la base del acantilado rocoso debería estar limpia y pulida por la acción del agua de mar cargada de partículas en suspensión como ocurre en todos los acantilados marinos activos de todo el Mundo. Y sin embargo esto no es así.

Ilustración 11.- Colonización por organismos en la parte baja (color pardo que le dan las colonias de balanus) del acantilado lo que demostrando la inexistencia de erosión marina.

Ilustración 12.- (Detalle). Colonización por organismos en la parte baja del acantilado demostrando la escasa o nula erosión marina como demuestra la colonización por moluscos incrustantes.

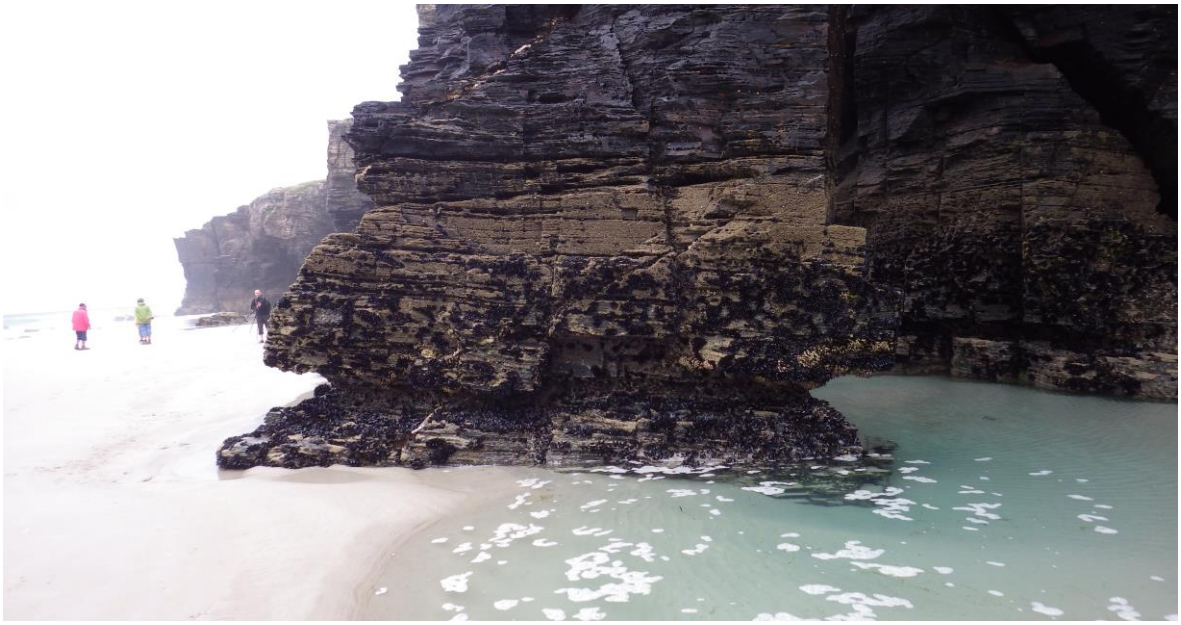


Ilustración 13.- Colonización por organismos en la parte baja del acantilado demostrando la escasa o nula erosión marina como demuestra la colonización por moluscos incrustantes. La entalladura basal es un plano de milonitización de la serie metapelítica.

Una costa de acantilado activa es un medio de gran energía y los depósitos que se acumulan en su base son de gravas o cantos rocosos compatibles con esa situación (Ilus. 14 y 15).

Ilustración 14.- Playa de Campelo (Valdoviño). Acantilado con playas de cantos en la base.

Ilustración 15.- Meirás-San Vicente (Valdoviño). Acantilado con playa de cantos en la base.

En un tramo de costa (Valdoviño) situado más al este y al sur de As Catedrais, en las playas de Campelo y Meirás-San Vicente, se puede ver el aspecto de una playa de acantilado activa en la actualidad.

La sedimentación al pié del acantilado está formada por una acumulación de gravas y bloques que, cuando son movidos por las olas, son capaces de generar no solo una socavación en la base del acantilado sino también un retroceso de esta.

Por el contrario, una costa de playa, indica todo lo contrario: una costa tranquila donde predomina el depósito de materiales finos, arenas. Por ello, arenas y costa de acantilado son dos rasgos aparentemente incompatibles incluso contradictorios por lo que encontrarlos juntos necesita una explicación.

Sabemos que, hace 135.000 años, el mar se estacionaba a una cota un poco más alta, entre 0.5 y 1 metro, por encima de la actual (Ilus. 10). En aquella situación la acción marina era presumiblemente más enérgica que la actual como lo prueba que tanto al este como al oeste de As Catedrais (Augasantas), a consecuencia de la dinámica de las olas durante la época de resaca, se producen temporalmente pérdidas de arena lo que deja al descubierto depósitos de gravas situados hasta entonces por debajo (Ilus. 16 y 17).

Ilustración 16.- Pie del acantilado en la Playa de Os Castros, un tramo de costa inmediato al de As Catedrais en donde es visible la playa de arena.

Ilustración 17.- La misma playa después de una resaca. Como se puede comprobar debajo de las arenas hay gravas, el sedimento típico de una costa de acantilado. Estas gravas se formaron hace 135.000 años.

Estas acumulaciones de gravas se formaron durante el anterior interglacial (ver Apartado 2.1.3.5). Este mismo efecto podría llegar a ocurrir con el tiempo en la zona de Augasantas (As Catedrais) si desapareciera la arena, lo que incrementaría drásticamente la erosión marina del acantilado costero, ocasionando tal vez la destrucción de los arcos y la ampliación y destrucción de las furnas ya existentes.

Si esto no se ha producido aun es precisamente por el papel protector que tienen los recubrimientos de arena situados en la base del acantilado de Augasantas (As Catedrais) que alcanzan allí un gran espesor debido a la mayor altura del acantilado en la zona lo que ha incrementado el efecto de retención de arena contra la pared rocosa. La dinámica de la arena en Augasantas (As Catedrais) puede ser comprendida mejor si analizamos la historia de la acumulación de la arena en la zona.

2.1.3.5.- Origen de la arena de la "playa" de Augasantas (As Catedrais).

Al terminar el último máximo interglacial (coincidente con un máximo en el nivel del mar) (Ilus. 10), el clima de la Tierra comenzó a enfriarse gradualmente produciéndose no solo un descenso en la temperatura de la Tierra sino también del nivel del mar que llegó a situarse hasta 120 m por debajo de su nivel actual, estacionándose a algunos kilómetros de distancia de la línea de costa actual, (ver zona amarilla en la Ilus. 18).

Toda esa franja de nuevas tierras emergidas a lo largo de toda la costa gallega coincide, aproximadamente, con lo que se llama la plataforma continental de Galicia que, entre 135.000 años antes de ahora y 15.000 años antes de ahora, debió de estar cubierta, principalmente, por depósitos marinos, gravas y especialmente arenas.

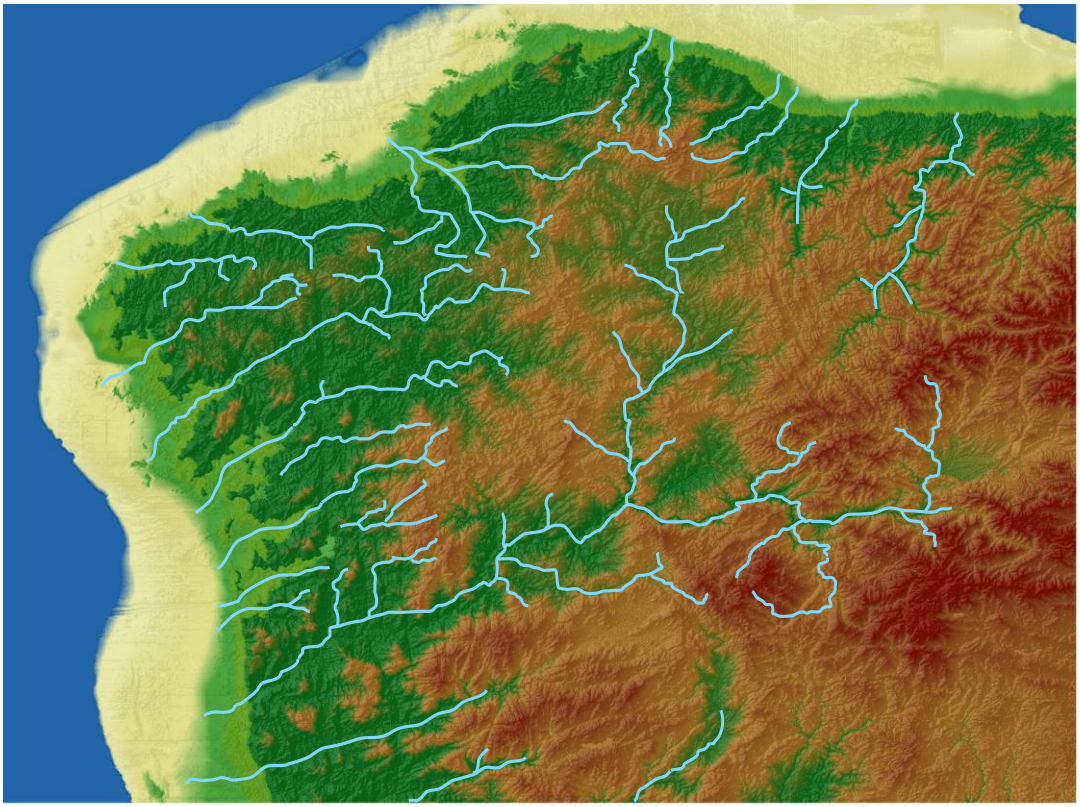


Ilustración 18.- Situación de la costa gallega entre 135.000 y 15.000 años antes de ahora. Toda la costa estaba ocupada por extensos arenales (color amarillo). Obsérvese en el borde inferior (color verde claro) la situación de los extensos bosques.

La costa estaría, durante esta etapa de regresión marina, sometida a la acción del viento, con una gran actividad eólica manifestada en la formación de grandes campos de dunas, algo propio de las zonas de plataforma continental durante los episodios fríos.

Sin embargo, los datos existentes para la zona indican que, en las zonas situadas inmediatamente al lado de la línea de costa actual y debido a confluencia en ellos de los aportes de agua traídos por los ríos, se desarrollaron importantes masas forestales de gran continuidad a lo largo de toda la costa de Galicia (Ilus. 18, corresponde a la orla verde claro a lo largo de la costa actual de color verde obscuro).

Ahora mismo, después de períodos de mareas vivas y muertas, con la ayuda de la resaca asociada a los temporales, quedan al descubierto los niveles de gravas formados

con el nivel del mar más alto. Estas playas de cantos han sido la base física para el desarrollo de los bosques costeros del Holoceno.

Se conservan aun de ellos recubrimientos de mucho espesor de materia orgánica, que corresponderían al suelo del bosque, donde se incluyen no solo restos vegetales (ramas, troncos), sino también, a veces, restos de vertebrados, (ver Ilus. 25 a 32).

Se ha obtenido, con radiocarbono, la cronología de los restos vegetales y los restos óseos que es, esencialmente, coincidente (Tablas 1 y 2), lo que confirma la existencia, en lo que es ahora la zona de playa costera, de un bosque contemporáneo con una sucesión de estacionamientos marinos entre 20 y 9 metros por debajo del actual: es decir durante una etapa transgresiva holocena.

Normalmente, sin embargo, los restos de este bosque fósil están ocultos por un recubrimiento, de un par de metros máximo, de arenas de grano fino, una sedimentación muy frecuente en las playas de la costa cantábrico-atlántica de Galicia. El cambio de clima asociado al postglacial hizo que las temperaturas en la superficie terrestre comenzaran a subir de nuevo, produciéndose la fusión de gran parte de los casquetes glaciares y con ello una lenta subida del nivel del mar hasta alcanzar su posición actual. Esto hizo que la zona arenosa (Ilus. 18) se fuera haciendo cada vez más estrecha, acelerando la migración de las dunas situadas en la parte alta de la playa que avanzaron hacia el continente (Ilus. 19, 20, 21 y 22), acabando por recubrir toda la zona de bosque fósil situada ahora por debajo del nivel del mar en la línea de costa actual.

Ilustración 19.- Hace 15.000 años el clima de la Tierra empieza a hacerse más cálido y el nivel del mar comienza a subir y con él las dunas que invaden la zona de plataforma y sepultan los bosques que rodeaban la costa de Galicia.

Este avance del frente dunar, coordinado con la subida del nivel del mar, tiene formas diferentes según cual sea la topografía de la costa.

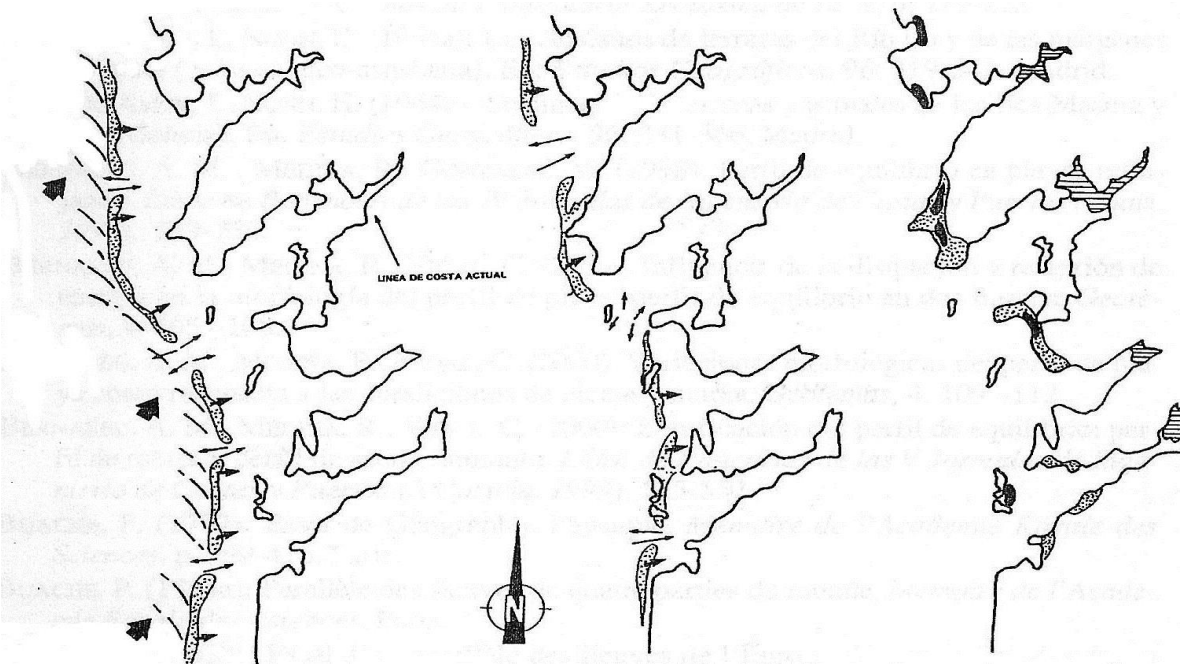


Ilustración 20.- Esquema de movimiento del frente dunar en la costa oeste de Galicia durante la última transgresión marina que empezó hace 15000 años. Los frentes dunares avanzan a medida que el nivel del mar sube e interfiere con la costa rocosa. Si los vientos son fuertes pueden formarse dunas trepadoras en las zonas de costa con relieves enérgicos (Monte Blanco, Praia de Trece, Doniños, etc.).

En caso de costas bajas, las dunas pueden seguir avanzando, impulsadas por el viento, y penetrar más o menos profundamente en el continente. Es el caso de la Duna de Corrubedo (Ver Ilus.21 (I)).

(I)

(II)

Ilustración 20.- Duna de Corrubedo avanzando sobre el relieve plano de la zona colmatada del lagoon de Carregal(I). Sección transversal del lagoon de Carregal realizado en la desembocadura del río Sirves en el mar (II).

En otros casos que coinciden con tramos de costa donde los vientos alcanzan grandes velocidades las dunas pueden trepar incluso a relieves escarpados (Monte Blanco en Ponteceso, Cabo Tosto en Playa de Trece, Penaboa en Coruña).

Ilustración 21.- Playa y Duna rampante de Trece en Cabo Tosto (Arou, Coruña). El relieve adyacente ha obligado a la duna que se formó hace 15.000 años en la plataforma continental y fue migrando hacia tierra a medida que subía el nivel del mar a subir sobre el relieve rocoso dando lugar a la duna trepadora (rampante, climbing dune) de Trece.

En otros casos, y este es el que corresponde a la Playa de Augasantas (As Catedrais), las dunas se quedan detenidas al pie del acantilado y no pueden progresar hacia el interior del continente por ser, el escalón formado por la costa rocosa, un obstáculo infranqueable.

Una vez que, por cualquiera de las razones antes referidas, el avance de la duna no prosigue, la subida del nivel del mar puede erosionar la duna transformándola en una

playa que, en la mayor parte de los casos, solo existe durante la marea baja, desapareciendo prácticamente durante la marea alta.

Ilustración 22.- Playa de marea baja en Os Castros, al oeste de Augasantas (As Catedrais). La duna se detuvo al pié del acantilado y el mar la ha transformado en una playa temporal. El mismo fenómeno sucede en la playa de As Catedrais(Augasantas).

Ilustración 23.- Acantilado de marea alta en Os Castros, al oeste de Augasantas (As Catedrais). La duna se detuvo al pié del acantilado fósil por lo que durante la marea alta se ha transformado en un acantilado temporal. El mismo fenómeno sucede en la playa de As Catedrais (Augasantas).

Así es como se puede explicar la aparente incongruencia de que una zona de acantilado marino tenga, al pie del mismo, una playa de arena que, en realidad, es la duna transportada hasta allí por el viento, detenida al chocar con el acantilado y ahora reorganizada como playa.

Las edades obtenidas por radiocarbono para los restos del bosque fósil de Arealonga ponen de relieve que se trata de los últimos bosques fósiles correspondientes al final del Holoceno.

Laboratorio	código	años BP	años cal BP
Beta-473750	ARE-TOC-INT Zona intermareal	3820 +/- 30	(84,9%) 4299 – 4142 (5,3%) 4126 –
Beta-473751	ARE-TOC-SUB Zona sumergida	4500 +/- 30	(95.4%) 5296 – 5046

Tabla 1.- Tabla de dataciones de los tocones de madera mostrados en las imágenes anteriores.

Ilustración 24.- Bosque y suelo desarrollado sobre los depósitos de gravas de hace 135.000 años. En San Miguel de Reinante (Lugo). Este bosque se mantuvo hasta hace 7000 años cuando fue sepultado por dunas de arena que se aproximaban hacia la costa a medida que el nivel del mar subía.

Ilustración 25.- Restos del tocón de un árbol fósil situado en la playa de Arealonga.

Ilustración 267.- Tocón de madera en Arealonga.

Ilustración28.- Imagen del bosque fósil en la playa de Arealonga, al fondo de la imagen se puede ver, por encima el bosque fósil, la secuencia de playa de cantos y duna descrita en este trabajo.

Es frecuente encontrar restos de fauna de vertebrados en el nivel orgánico que formaba parte del antiguo suelo del bosque. Las edades de esta fauna permiten cuantificar el efecto del Cambio Climático en la Costa Cantábrica ya que lo que ahora es el nivel del mar, hace menos de 15.000 años aún era una zona de bosque.

Ilustración 27.- Vértebra de Cervus elaphus de edad 4245-4090 años antes de ahora (Neolítico) en la playa de Arealonga.

Ilustración 30.- Cuerno de ciervo fósil *Cervus elaphus*, playa de Arealonga.

Ilustración 28.- Restos óseos fósiles en la playa de Arealonga.

Ilustración 29.- Conjunto de fósiles de mamíferos recogidos de la playa de Arealonga.

Dataciones de fauna de Arealonga (San Miguel de Reinante)

Especie		Sigla	código	edad 14C	Edad cal BP	Época
Vaca	*Bos taurus*	ARE-1-BT	Beta-440536	1530 ± 30	1525 a 1350	altomedieval
Ciervo	*Cervus elaphus*	ARE-4-CE	Beta-440539	3080 ± 30	3370 a 3210	Bronce
Orca	Odontocetidae	ARE-3-LM	Beta-440538	3600 ± 30	3980 a 3835	Calcolítico
Ciervo	*Cervus elaphus*	ARE-6-CE	Beta-440540	3790 ± 30	4245 a 4090	Neolítico
Caballo	*Equus caballus*	ARE-2-EQ	Beta-440537	4190 ± 30	4840 a 4785 4765 a 4625	Neolítico

Tabla 2.- Cuadro de dataciones de los fósiles de edad holocena encontrados en Arealonga.

La coincidencia de yacimientos de fauna, bosques fósiles como los hallados y estudiados en esta zona de As Catedrais (Augasantas) y las edades obtenidas para ellos por radiocarbono permiten conocer que, al menos en esta zona, los últimos bosques holocenos fueron enterrados por las dunas hace 5.300 años.

2.2.-El cambio climático y la playa de "As Catedrais".

El Cambio Climático y la subida del nivel del mar tienen una gran importancia en el Monumento Natural de As Catedrais en especial por su incidencia en la evolución de las formas marinas erosivas: furnas o cuevas marinas, el acantilado, los corredores o pasillos, los stacks o pilares rocosos.

Como ya se ha explicado con anterioridad, esta morfología no se ha formado ahora sino que fue al menos hace 135.000 años (ver Ilus. 35).

As Catedrais (Augasantas) seguirá siendo inactiva durante algunos años, desde el punto de vista de la erosión marina, al menos, hasta que el mar alcance las cotas que tenía durante el último interglacial. Y ello se debe a una ralentización de la actividad erosiva marina en la que desempeñan un papel muy importante los recubrimientos de arenas dunares holocenas, que ahora han sido transformadas en una pseudoplaya. Mientras estas arenas recubran los niveles de gravas que hay debajo de la arena, la erosión no tendrá efectos preocupantes para la conservación del Monumento Natural.

Sin embargo, si los niveles de gravas son liberados y quedan expuestos en superficie, algo que ya comienza a suceder esporádicamente en otros puntos de la costa , el progreso de la erosión se podría acelerar.

Como antes se dijo, hace tan solo unos 6.000 años en la base del acantilado de As Catedrais había un frondoso bosque que ahora ha desaparecido debido a los efectos del Cambio Climático. Entonces el nivel del mar estaría situado a unos 18 metros por debajo del actual, aproximadamente.

Sin embargo, y como ya se ha explicado, durante los últimos 135.000 años la mayor parte del tiempo la costa gallega y en especial As Catedrais (Augasantas) ha permanecido alejada del mar.

Su evolución actual, por tanto, no se debe tanto a la acción de los procesos marinos sino a los procesos continentales: erosión por las aguas de escorrentía, infiltración de

la lluvia en el sustrato rocoso, derrumbamientos en el borde del acantilado, etc. como se describen pormenorizadamente en el siguiente capítulo. Son por lo tanto estos proceso de meteorización continental los que están degradando el acantilado fósil de As Catedrais, más que los procesos marinos.

Quizás la mejor prueba sea observar el estado de la roca en el tercio superior del acantilado que está degradada, y con una generalizada apertura de los planos de discontinuidades lo que provoca el desprendimiento ocasional de lajas y bloques rocosos.Por el contrario, la conservación del macizo rocoso en la parte inferior del acantilado, donde está más en contacto con el mar, es mucho mejor y no se observan en él signos de meteorización ni física ni química.

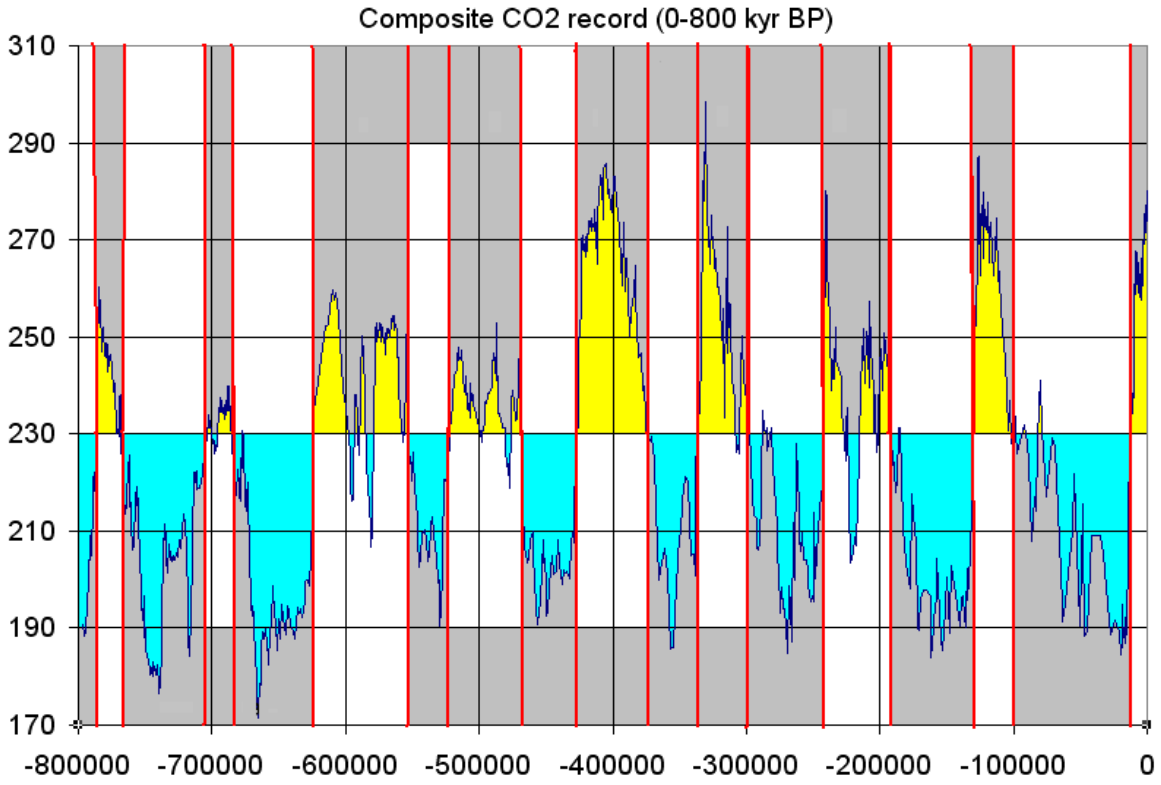


Ilustración 30. Curva climática mundial para los últimos 800.000 años. En amarillo aparecen marcadas las fases cálidas durante las cuales el nivel del mar subiría y erosionaría la costa de As Catedrais (Augasantas) como está comenzando a hacer ahora. Durante las etapas frías o glaciales (en azul turquesa) el nivel del mar descendería dejando de actuar sobre el acantilado. Esto implica que durante el Cuaternario (últimos 2,65

millones de años), la degradación de As Catedrais (Augasantas) la mayor parte del tiempo se ha realizado en condiciones continentales.

2.3.- Análisis de la situación actual.

En el momento actual la situación del Monumento Natural de Augasantas (As Catedrais) es bastante satisfactoria al no existir un ritmo acelerado de destrucción del acantilado por la acción de las olas.

A ello contribuye la estructura tectónica (foliación) de las pizarras, muy uniforme y buzando hacia el continente aproximadamente unos 5 grados, lo que explica la estabilidad actual del acantilado a pesar del impacto de las olas durante la marea alta y sobre todo durante las tormentas.

La existencia de acantilados verticales en el tramo de costa que corresponde al Monumento Natural de Augasantas (As Catedrais), es la mejor prueba de la estabilidad de la costa.

2.3.1.-Tipos de discontinuidades en el acantilado de As Catedrais (Augasantas).

Asociados a la estructura de foliación tectónica del macizo rocoso hay otros sistemas de discontinuidades, mucho menos frecuentes, que tienen una gran influencia en la evolución de la costa. Se trata, esencialmente, de sistemas conjugados de diaclasas que intersectan con la estructura dominante.

Durante la mayor parte de la vida de este Monumento Natural ha estado expuesto únicamente a los procesos continentales y que son los siguientes: (1) infiltración del agua de lluvia desde la plataforma de la Rasa continental cantábrica; (2) fluencia rocosa con deformación del macizo rocoso en la zona del acantilado ya que, en esta zona, al no existir coacción lateral, se está produciendo continuamente la relajación de la pared rocosa.

El **primer tipo** de discontinuidades está formado por grandes planos subverticales con una dirección aproximada E-W y un buzamiento próximo a los 90º, a veces también en extraplomo, que afectan a todo el sistema y que provocan, esporádicamente, la caída de grandes bloques. Sin embargo, la movilización de estos bloques, que aprovecha el sistema de fracturación subvertical no tiene ninguna relación con la acción marina al tratarse de discontinuidades desarrolladas durante el Paleozoico (hace 350 millones de años).

Ilustración 31.- Ejemplo de este primer tipo de fracturas en la parte superior del arco.

De esta forma se crea un **segundo tipo** de discontinuidades que corresponden bien a grietas de tracción de neoformación o bien a la apertura de las diaclasas subverticales previas por el proceso de fluencia antes mencionado.

Esto es lo que da lugar a uno de los procesos más activos en todo el acantilado rocoso de la zona, concretado en la separación de columnas de roca subverticales definidas por la gran continuidad vertical de las diaclasas implicadas, lo que, al final, deviene en el derrumbamiento de grandes lienzos rocosos que caen hasta la base del acantilado.

Ilustración 32.- Grieta de tracción subvertical en uno tramo del acantilado.

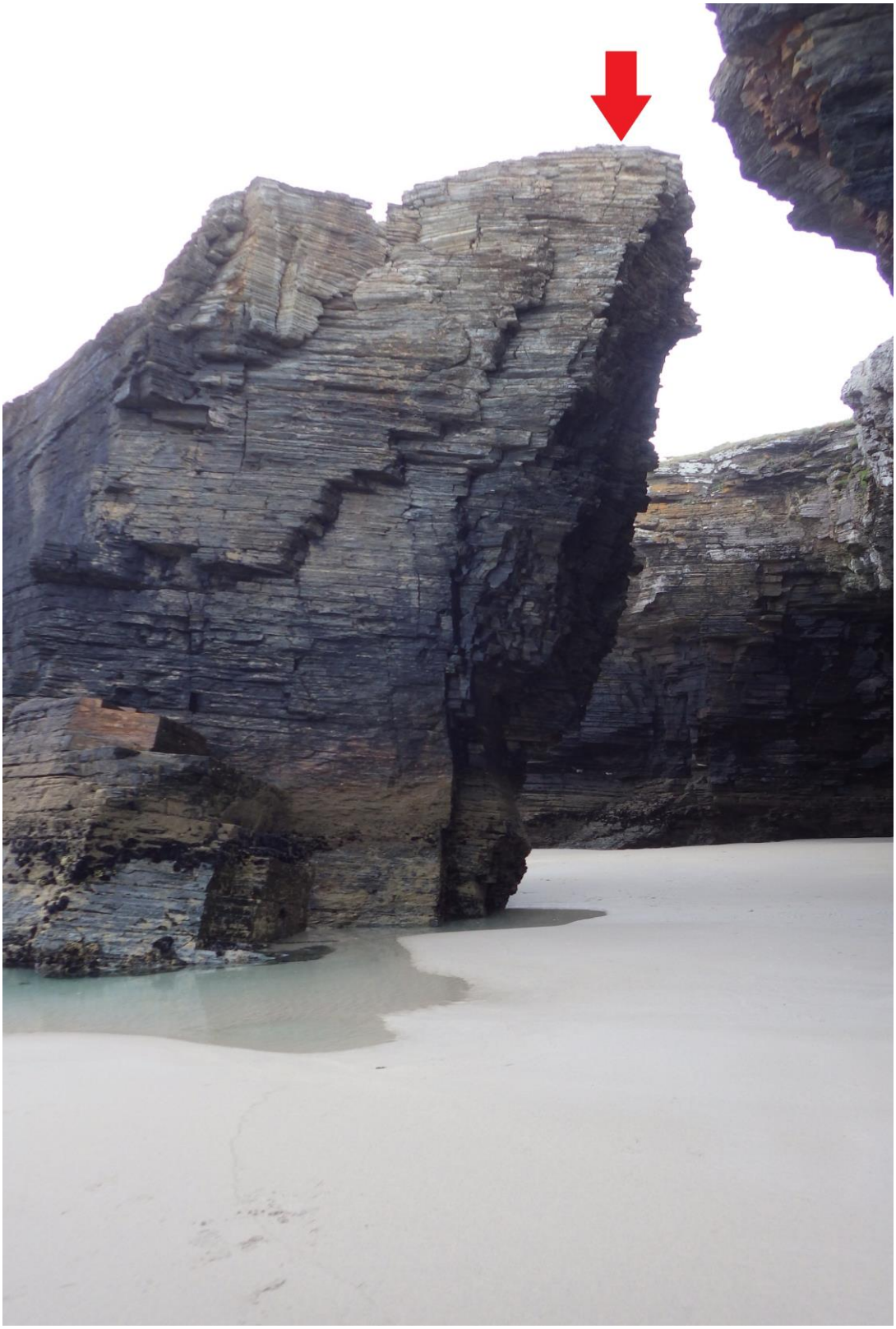


Ilustración 33.- Otro ejemplo de grieta de tracción.

Conviene no pasar por alto la posibilidad de que alguno de estos planos verticales parcialmente abierto pueda llenarse de agua por la lluvia y se ponga en carga produciéndose el derrumbamiento de grandes volúmenes de roca.

Los derrumbamientos de partes de la pared del acantilado se deben a la combinación de dos planos de diaclasas con un ángulo hacia el norte, definiéndose así una cuña inestable con caída hacia la base del acantilado. Es el **tercer tipo** de discontinuidades que afecta al acantilado en la zona. Son poco frecuentes pero permiten la movilización de grandes masas de roca con posibilidad de desprendimientos hasta la base del acantilado. Nuevamente la liberación de este tipo de cuñas rocosas no se relaciona con la acción erosiva marina sino con los fenómenos de fluencia rocosa asociados al acantilado fósil debido a la acción marina durante el anterior interglacial.

Ilustración 34.- Ejemplo de deslizamientos por la acción de dos familias de diaclasas con la movilización de grandes bloques.

El **cuarto tipo** de caídas de bloques o lajas de roca es exclusivo del interior de las furnas o cuevas marinas. Esencialmente, se trata de desplomes de placas del techo de las cavernas. No se debe a la acción de la erosión marina, como erróneamente se

podría pensar, sino a la infiltración de agua desde la parte superior de la Rasa Cantábrica hasta el hueco de la furna, que produce el colapso por el pandeo de placas o placas subhorizontales desde el techo de la furna combinado con la meteorización de la roca.

Ilustración 35.- Fotografía de un caso del cuarto tipo de caída de bloques, desprendimientos por pandeo desde el techo de una cueva marina.

Ilustración 36.- Caída de cuñas rocosas desde las paredes del acantilado.

Ilustración 37.- Desprendimientos recientes de cuñas rocosas desde la parte alta del acantilado debajo de un arco. El movimiento de la arena realizado por el mar sepultará los bloques en un breve espacio de tiempo

Finalmente, la foliación extendida a toda la formación rocosa, especialmente en el último tercio (superior) del acantilado, que está más afectado por los procesos de meteorización relacionados con la humectación-desecación de la roca producida por la lluvia y su penetración en ella, produce el **quinto tipo** de caídas debido a la separación de placas.

Esta exfoliación natural de la pizarra está, lógicamente, mejor desarrollada en la parte alta del perfil del acantilado lo que se induce un desprendimiento de lajas que caerán sobre la base del acantilado.

Este quinto tipo de caídas es, sin duda, la que se produce con mayor frecuencia en la base del acantilado, aunque por la pequeña talla de los fragmentos de roca pueda pasar desapercibido.

Ilustración 38.- Ejemplo de deslizamiento por toppling.

Ilustración 39.- Ejemplo del quinto tipo de caída, a favor de la foliación.

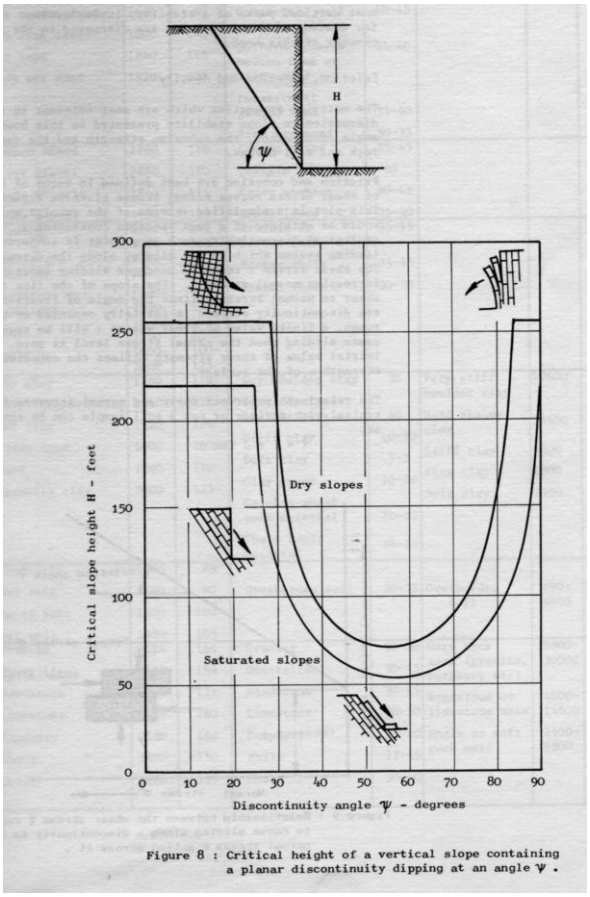


Ilustración 40.- Esquema de las distintas posibilidades de movimiento que se observan en el acantilado actual de Augasantas (As Catedrais): toppling o cabeceo y deslizamiento de cuñas rocosas.

Teniendo en cuenta todo lo expresado anteriormente, existen en todo el frente acantilado (en su tramo superior) distintos tipos de discontinuidades potencialmente responsables de caídas de roca.

Estas discontinuidades tienen una gran presencia aunque no sean tan abundantes como las asociadas a la estructura de foliación de la pizarra. A pesar de ello, los sistemas secundarios y tardíos, por su papel en la formación de planos subverticales, juegan un papel decisivo en la definición, tanto del frente de acantilado como del desarrollo de las furnas, pasillos, arcos de la zona.

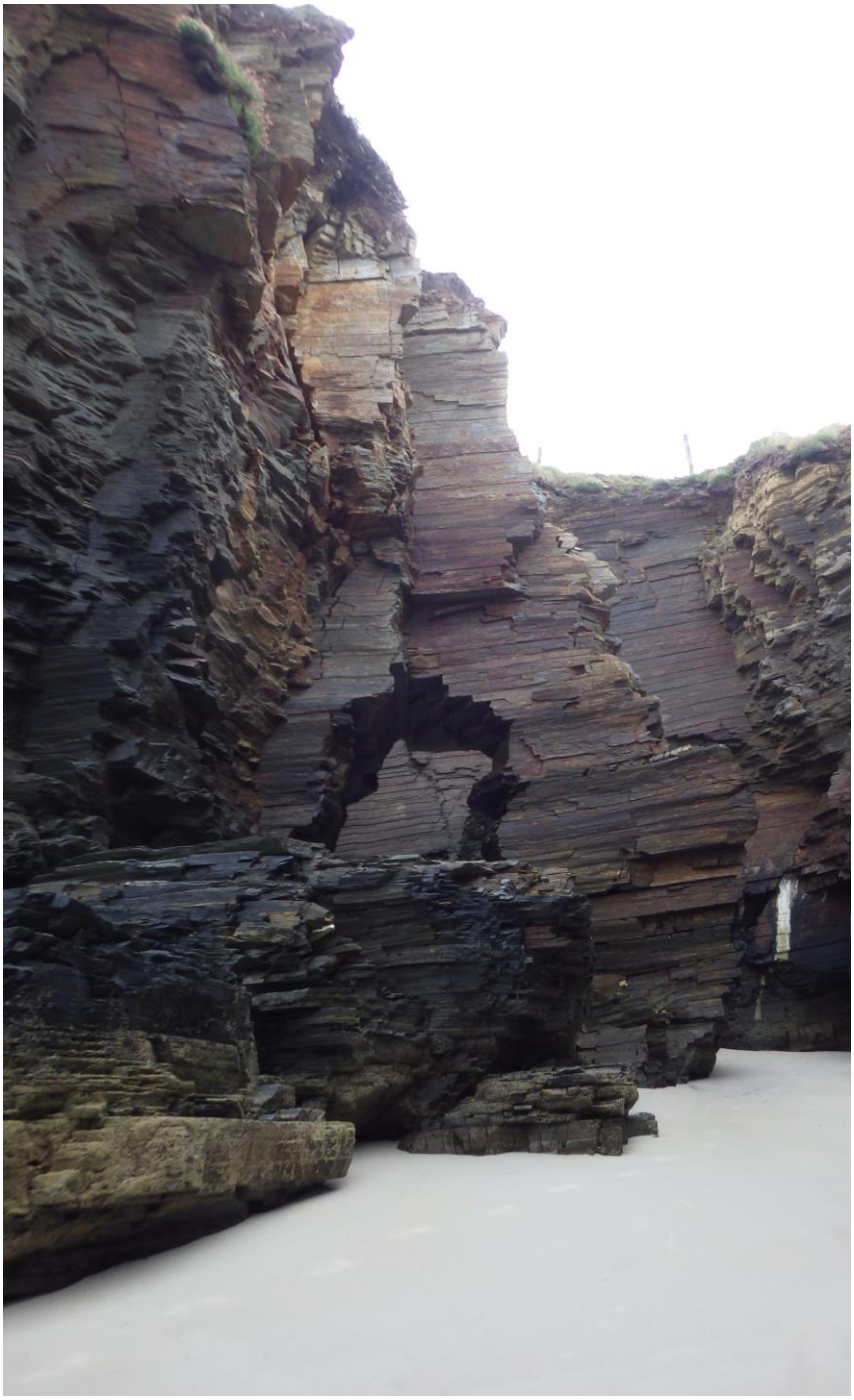


Ilustración 41.- Diaclasado y foliación en las pizarras y cuarcitas.

Son principalmente los procesos de meteorización continental los que aprovechan estos los planos de debilidad de la pizarra en Augasantas (As Catedrais).

Por esta razón las recomendaciones van en el sentido de proteger al acantilado fósil de la incidencia de los procesos continentales ya que son los que contribuyen de manera decisiva a la conservación del acantilado.

2.4.- Identificación de los procesos naturales que inciden en "As Catedrais"

Queda por identificar los procesos naturales que han dado lugar a las características morfológicas de la formación geológica que justifican la declaración de Monumento Natural.

El primer proceso natural es el tectónico. La colisión entre las placas para constituir Pangea hace unos 350 millones de años fue causa del apilamiento geológico de las pizarras, de su alta deformación y foliación y, finalmente de la definición del sistema de discontinuidades verticales antes mencionadas, que son las últimas en formarse.

De no ser por la foliación subhorizontal del macizo de pizarras, la estabilidad del acantilado en la zona sería mucho menor que la que vemos en la actualidad y el desmantelamiento de la formación rocosa por el mar sería mucho más fácil y acelerado.

Sin embargo, al final del proceso de colisión que forma Pangea, se desarrollan los sistemas de discontinuidades subverticales que dan la morfología vertical del acantilado.

Estos planos, muy continuos, definen una debilidad preferente del macizo rocoso. El aprovechamiento de estos planos verticales y subverticales por la erosión marina ha resultado decisivo a la hora de la definición de la morfología actual de la costa en Augasantas (As Catedrais).

Igualmente, los planos subverticales aprovechados selectivamente por la erosión marina definen también el trazado de las furnas (cuevas) arcos, stacks (torres). De esta forma, se puede decir que la estructura es el principal factor que define la morfología de este tramo de costa.

El segundo proceso natural que define la morfología de la zona es la erosión marina, debida al cambio climático y a su relación con las fluctuaciones del nivel del mar. Sin embargo, la erosión marina se ha producido únicamente durante las etapas interglaciales.

Es claramente apreciable la inoperancia de la erosión marina actualmente cuando moviliza estas arenas por cuanto se puede observar la colonización biológica (por organismos marinos) que encostran la parte baja del acantilado, esencialmente la zona puesta al descubierto entre la marea alta y la marea baja (zona intermareal).

Sin embargo, en épocas de temporal la acción de las olas durante la marea alta al chocar contra el acantilado (efecto ariete), puede producir algunos de los derrumbamientos de bloques observados en la zona, aunque esta posibilidad no es frecuente debido a la resistencia de la roca y a su particular estructura como ya se mencionó previamente.

En los últimos 5.000 años, los **procesos eólicos** comenzaron a desempeñar un papel importante en la zona.

Primero se produjo la sedimentación eólica (construcción de dunas) que invade la costa, enterrando los bosques y, posteriormente, llega el mar en los últimos 3.000 años, transformando las acumulaciones de arena existentes en la base del acantilado en la "pseudo playa actual".

El cuarto proceso natural es la erosión continental que afecta a la parte alta del acantilado. A este proceso hay que añadirle la erosión de carácter antrópico que se produce en la misma zona y que acelera la velocidad de erosión del monumento.

2.5.- Estudio de las posibles consecuencias del ascenso del nivel del mar en los procesos erosivos de los acantilados en el Monumento Natural de la playa de Augasantas (As Catedrais).

En síntesis, el Cambio Climático en As Catedrais (Augasantas) tiene **dos efectos naturales** bien contrastados:

El primero de ellos es el ascenso del nivel del mar que se está realizando a una velocidad entre 1 y 3.5 milímetros anuales (valor medio). A esta velocidad en 100 años la subida del nivel medio del mar podría estar entre 0,1 y 0,35 metros sobre su nivel actual.

Las formas erosivas que han dado lugar a Augasantas (As Catedrais) si bien son de origen marino son muy antiguas. Coinciden con etapas interglaciales que para los últimos 450.000 años han actuado hace 410.000 años, 320.000 años, 235.000 años 135.000 años, y ahora, después de 15000 años de subida del nivel del mar, están comenzando a alcanzar la cota que tenía hace 135.000 años.

Sabemos lo que ocurre cuando el nivel del mar se encuentra en la cota actual: se produce una erosión mecánica por abrasión que realizan las gravas y arenas gruesas en la base del acantilado.

Sin embargo, actualmente, esto no es lo que ocurre en los acantilados de Augasantas (As Catedrais), ya la sedimentación acumulada en la base de estos, formada por arenas muy finas (eólicas) tiene un efecto de erosión nulo o, al menos, escaso en el acantilado.

Como ya se había mencionado anteriormente, la tendencia del sistema costero de As Catedrais (Augasantas) es que a medida que el nivel del mar aumente poco a poco irán desapareciendo las arenas, y las gravas se quedarán en superficie. Una vez que ocurra esto, la erosión en la base del acantilado y, en general, en toda la línea de costa, se hará más activa y paralelamente se incrementará la destrucción del acantilado, llevando a la destrucción de todas las formaciones (furnas, corredores, stacks).

Como criterio de estabilidad del acantilado se puede tomar el hecho de que mientras exista arena en la base del acantilado podemos suponer que la línea de costa será estable. Pero si la arena desaparece esto implicará un incremento en la destrucción del acantilado y un nuevo retroceso con la destrucción de las formas actuales.

Obviamente, aun conociendo estos datos no es fácil realizar ninguna operación que mantener el equilibrio de la zona dado que es imposible paralizar la dinámica costera natural para evitar la desaparición de la arena. Y tampoco parece aconsejable frenar la erosión marina cuando es precisamente la erosión marina la causa de la formación de As Catedrais (Augasantas). Sin embargo una solución posible podría ser realizar aportes del mismo tipo de arena (arena eólica) que se podría aportar a la base del acantilado en As Catedrais en el caso de observarse la degradación de la cubierta sedimentaria manifestada en la aparición de niveles de gravas como el caso observado en la Playa de Os Castros (ver fotos 16 y 17). Este punto para control de la evolución en la base del acantilado requiere al menos la inspección de la zona después de los temporales.

El segundo efecto del Cambio Climático en la zona es un aumento de la pluviosidad. Lo que provoca un aumento de la erosión continental producida por el agua infiltrada de la lluvia hacia el interior del macizo y con ella los efectos de lavado y erosión del suelo, incremento de la escorrentía y finalmente el derrumbe de la parte superior del acantilado que es sin lugar a dudas la que está más deteriorada. La preservación de la

cubierta vegetal densa y continua permitiría una mejor conservación de la roca en el tercio superior del acantilado.

Ilustración 42.- En la fotografía se pueden observar esas fracturas verticales que le dan a la roca un aspecto escalonado y junto con los planos de foliación de la pizarra hacen del macizo una zona susceptible de sufrir ocasionalmente desprendimientos de fragmentos.

Ilustración 43.- Imagen en definición de la fotografía anterior que muestra una zona, afectada por la meteorización continental en la estructura y por el hombre en la cabeza del stack, en concreto en esta imagen se pueden ver apilamientos de origen antrópico de fragmentos de pizarras.

Ilustración 44.- Indicios de un desprendimiento reciente de parte del talud (zona oxidada del talud) afectado por la meteorización continental, aunque los fragmentos caídos han sido rápidamente sepultados por la arena.

2.6.- Conclusiones.

El Monumento Natural de As Catedrais (Augasantas) ha sido el resultado de la excavación por el mar hace al menos 135.000 años de una superficie de corrosión química (superficie etche) desarrollada al pié de la Cadena Cantábrica durante el Paleógeno) entre 65 y 24 millones de años antes de ahora.

La erosión marina de esta superficie se hizo probablemente durante varios de los interglaciales cuaternarios aunque el último fue hace 135.000 años. Fue en esa época cuando se desarrolló un sistema de playas de cantos (coirales o coídos) todo a lo largo de la base del acantilado.

Entre este momento y el comienzo del Holoceno hace 15.000 años antes de ahora, la plataforma continental, mucho más ancha, estuvo probablemente cubierta por sedimentos arenosos. Con el comienzo del Holoceno el clima se hizo más suave, lo que permitió que en la línea de costa se desarrollaran extensos bosques con una fauna similar a la encontrada en el resto de Galicia.

El mar comienza a subir de nivel sepultando los bosques, de una manera paulatina, por extensos sistemas dunares y que, al ser afectados por las olas, se transforman en los arenales actuales tal como los vemos al pié de los acantilados de As Catedrais (Augasantas). Es ahora cuando el mar gana las posiciones que tenía hace 135.000 años y por tanto a medida que limpia de arena la base de los acantilados comienza a recuperar sus antiguas posiciones.

Y es ahora cuando comienzan a ponerse en evidencia los procesos de erosión marina que actúan sobre un acantilado fósil que lleva miles de años alejado del mar que ahora lo acecha.

Los procesos que afectan a As Catedrais son por una parte de origen continental esencialmente meteorización de la roca en superficie y por otros marinos, esencialmente comienzo de erosión marina en la base, por el momento muy poco agresiva.

La conservación de esta reliquia marina de al menos 135.000 años de edad exige, por una parte, impedir el aumento del deterioro en la superficie de la Rasa lo que se debe hacer regenerando la cubierta vegetal actual de escaso porte que impide que se pierda la perspectiva llana de la Rasa. Por otra, se debe evitar la circulación por la parte superior de la Rasa lo que conlleva pisoteo y destrucción de la vegetación.

En la situación actual, la estabilidad del Monumento Natural parece estar garantizada para los próximos 100 a 200 años.

En el futuro, cuando el nivel del mar ascienda, cabe esperar una erosión marina en la base del acantilado, donde trabajará la abrasión de las gravas y arenas gruesas que la forman lo que puede conducir a una destrucción más o menos rápida de As Catedrais.

Sin embargo, hasta que llegue ese momento, los principales agentes destructores del Monumento Natural son la presión antrópica y la meteorización continental con la infiltración de agua de lluvia o escorrentía como factor principal de la misma.

3.-GESTIÓN

3.1.-Medidas de gestión para aminorar los procesos erosivos derivados del cambio climático.

Teniendo en cuenta que la subida del nivel del mar es un proceso imparable, uno de los efectos que disminuyen la acción de las olas en la base del acantilado sería evitar que la cubierta de arena eólica desapareciera ya que, mientras persista, las posibilidades de erosión están muy disminuidas.

Esto garantiza la persistencia del Monumento Natural en las condiciones actuales por un plazo mínimo de un siglo, o aún más.

Puede estimarse un incremento en las acumulaciones de cantos en la base del acantilado como el inicio de la destrucción acelerada del mismo. De esta manera, podemos tomar como un criterio de estabilidad del acantilado de As Catedrais la conservación del recubrimiento de arenas y, como un índice de peligrosidad con incremento de la erosión marina, la desaparición de las arenas y su sustitución por la playa de cantos que hay debajo de ellas.

Son bastante frecuentes, en la costa gallega, los casos de las llamadas playas regeneradas y los resultados obtenidos son de difícil calificación, por su brevedad y porque lo que acarrean es un aporte continuo de áridos el problema dista mucho de ser resuelto, por lo que no es una solución viable para este entorno.

Puede hacerse un seguimiento de la dinámica litoral visualmente, observando la aparición de cantos al pié del acantilado. Este control u observación puede llevarse a cabo con una periodicidad mensual o trimestral. Se recomienda la redacción de un breve informe de lo observado adjuntando pruebas visuales, fotografías, y se entregará a la administración pertinente para la valoración de, eventualmente, las medidas a tomar.

Como se indicó en el apartado anterior, no debe realizarse nunca la extracción de los niveles de cantos porque implicaría una aceleración de la erosión en la base del acantilado. Habría que estudiar caso por caso una vez sucedido y comprobar la viabilidad de la solución a tomar en caso de decidirse así.

Existen otros efectos más preocupantes que tienen un efecto decisivo en el Monumento natural. Nos referimos a la acción humana en la zona y, esencialmente, a la circulación de los visitantes por el borde superior del acantilado.

Para subsanar estos efectos se propone:

3.1.1.-Cubierta vegetal.

Como medida de prevención para la degradación de la parte alta del talud se propone que se mejore la cubierta vegetal con las especies autóctonas recogidas en el Plan de Conservación de As Catedrais (hábitat prioritario 4040*, Queirogais costeiros de *Erica vagans*, Decreto 80/2015), esto evitará la degradación del suelo como tal y disminuirá la infiltración de agua que meteoriza la roca. Deberá hacerse de acuerdo con los períodos propios de plantación de esas especies.

También debe tenerse especial cuidado cuando se eliminen las especies que ahora hay, ya que la capa de suelo es muy fina y puede producirse un efecto no deseado y, también, de una manera manual para no sobrecargar las zonas más inestables.

La transición de uno a otro tipo de vegetación debe hacerse gradualmente con el fin de no dejar expuesta la parte superior de la rasa a la erosión lo que incrementaría la degradación del acantilado por la infiltración del agua y los arrastres de suelo.

Ilustración 45.- Rasa en su estado natural sin edificaciones y cubierta por un manto contínuo de Ulex europeus que contribuye a la preservación del relieve rocoso infrayacente.

Los elementos esenciales que definen el Monumento Natural de Augasantas, (As Catedrais) son, esencialmente, la rasa, el acantilado rocoso y la arquitectura erosiva formada por arcos, cuevas (furnas), pasillos y stacks o monolitos rocosos.

La alteración de cualquiera de esos elementos alterará sustancialmente el conjunto geomorfológico haciéndole perder valor.

Por la misma razón, debería eliminarse cualquier obstáculo introducido recientemente como acumulaciones de tierra, aunque este punto ya está recogido en el Plan de Conservación de As Catedrais (Decreto 80/2015). Todas las barreras visuales y obstáculos que existen actualmente en el Monumento son los que ya están recogidos en dicho Plan.

Un caso de mala práctica de un terreno similar al de As Catedrais (Augasantas) es el que aparece en la Playa de Benquerencia: gestiones del territorio como estas deberían ser evitadas al límite de lo posible.

Ilustración 49.- Rasa totalmente alterada por edificaciones y con desarrollo de vías de comunicación paralelamente al borde del acantilado fósil. Uso inadecuado del medio sujeto a continuos derrumbamientos a medida que continúe subiendo el nivel del mar. Playa de Benquerenza.

3.1.2.-Pasarela de madera.

Todos los desplazamientos a pie por la Rasa deberían hacerse de modo que no se dañara la cubierta vegetal existente y, en vista de la experiencia que existe, se debe construir una pasarela de madera separada del suelo, que evite la destrucción de la cubierta vegetal además de conducir el desplazamiento de visitantes.

Se ha observado como la vegetación de la zona donde ya existe la pasarela se encuentra en perfecto estado, por lo que su ampliación al resto del espacio del Monumento Natural queda más que justificada.

En este sentido, conducir el movimiento de los visitantes que se mueven por la Rasa en el ámbito del Monumento Natural de As Catedrais podría ser una solución eficaz para la reducción de la erosión y el crecimiento de la cubierta vegetal y con ello se garantizaría la estabilidad en la parte alta del acantilado

Como una mejora, la propuesta para la continuidad de la pasarela de madera existente debería contar con miradores y, además, cumplir con todas las necesidades de las personas con discapacidades físicas y contar con rampas de acceso, como ya lo hace la existente en la zona Oeste del monumento.
Asimismo, no debería presentar diferencias estructurales respecto a la que hay, ya que se ha comprobado que cubre perfectamente las necesidades que se le exige y, al mismo tiempo, mantendría la concordancia de las estructuras.

En este trabajo se ha propuesto un itinerario para la nueva pasarela, que aun siendo totalmente viable es susceptible de sufrir modificaciones por diversas causas, por ejemplo disponibilidad de los terrenos. Este modelo cuenta con un total de 1.240 metros, aproximadamente, de pasarela contando con la que ya existe.

Dada la situación inestable de la roca en la parte superior del acantilado y, sobre todo, en el borde del mismo, cualquier actuación en la parte alta de este debería hacerse a mano y no con algún tipo de maquinaria pesada para evitar cualquier sobrecarga adicional de peso que pueda ocasionar deslizamientos.

3.2.- Medidas de gestión para reducir el riesgo por los movimientos de los visitantes que se desplacen sobre la Rasa.

El riesgo para el público recae en el posible desprendimiento de materiales rocosos desde el talud. Lo que se observa con mayor frecuencia es que las caídas de rocas ocasionales son inmediatamente enterradas bajo la arena por la propia dinámica de marina, por lo que no suelen conservarse durante mucho tiempo evidencias físicas de estos sucesos.

3.2.1.-Cartelería e información.

No se puede predecir con exactitud cuándo se producirán desprendimientos, aunque sí pueden estimarse los períodos más susceptibles, que son aquellos después de fuertes lluvias cuando el agua de escorrentía se infiltra en las fisuras abiertas, llegando incluso a poner en carga grandes planchas de roca con su eventual caída.

Considerando la azarosidad de este tipo de caídas, (no se puede saber a ciencia cierta cuando se producirán ni tampoco se pueden evitar), la mejor solución es la información al público como ya se hace en el momento actual de los riesgos que puede ocasionar acercarse al talud, tanto en su parte alta como baja.

De modo que se necesita que todo el público se conciencie del peligro al aproximarse al talud rocoso. Esta información debe estar disponible, en todo el ámbito del Monumento Natural como se ha hecho hasta el momento , en forma de carteles visibles y/o señales de peligro, las que se considera que deberían mantener la misma forma independientemente del organismo que las emita; así como también en el documento de solicitud de acceso al Monumento y en cualquier documento informativo-turístico. También se considera necesario que los guías turísticos proporcionen esta información.

Ilustración 46.-Imagen de turistas en As Catedrais.

3.2.2.-Pasarela de madera.

Sobre la propia Rasa se recomienda que los visitantes sigan únicamente el trazado señalado por la pasarela de madera. Se evitará así la destrucción de la cubierta vegetal lo que reducirá las posibilidades de erosión por la lluvia aumentando la estabilidad del acantilado. También se puede evitar con esta precaución los riesgos producidos por la movilización de los materiales sueltos que existan sobre la rasa y que podrían afectar a los visitantes que caminan al nivel del mar.

Cumple así una triple función: evita la erosión en la parte alta del talud, que es la parte que presenta mayor debilidad, evita riesgos para los visitantes al ejercer de barrera y protege la cubierta vegetal protectora de la Rasa.

Ilustración 47.-Fotografía de un turista en una zona de acceso restringido.

3.3.- Medidas de gestión para la planificación del uso público.

Por la creciente afluencia de personas visitantes se crea la necesidad de revisar la planificación del uso público. Para ello se analizará y valorará la eficacia del Plan de Conservación en cuanto a la gestión de las infraestructuras.

3.3.1.- Accesos peatonales.

3.3.1.1.- Pasarela de madera.

Es innegable la eficacia de la pasarela de madera como hemos hecho referencia en los apartados anteriores por lo que se propone como mejora su ampliación.

3.3.1.2.- Sendas peatonales.

Una de ellas transcurre paralela a la carretera y forman parte del Camino natural del Cantábrico, se usa de acceso al monumento natural desde una de las zonas que se

utiliza como aparcamiento, a la derecha de la primera salida de la rotonda que da acceso al monumento. Es un camino muy concurrido en el que habría que estudiar la posibilidad de una ampliación de su capacidad de acogida ya que los viandantes invaden la calzada destinada a tráfico rodado por el escaso ancho de esta senda.

Las demás sendas transcurren limitando con parcelas privadas y dan acceso a las playas. Se propone su sustitución por la pasarela de madera ya descrita. Su trazado, como puede verse en el plano general, es el mismo.

3.4.-Conclusiones.

En base a las conclusiones obtenidas del estudio geológico y geotécnico de la zona, se han determinado una serie de medidas de gestión destinadas a (1) aminorar los procesos erosivos, (2) reducir el riesgo para los visitantes y (3) planificar el uso público.

En cuanto a aminorar los procesos erosivos se concluye que con una óptima cubierta vegetal repoblada con especies autóctonas y con la construcción de la ampliación de la pasarela de madera se cumplirá esa premisa. Debe impedirse la multiplicación de construcciones en toda la rasa, (al modo de lo ya realizado en Benquerenza (ver Ilust. 49).

Por otro lado, para reducir el riesgo para los visitantes se concluye que es necesario realizar una campaña informativa de los riesgos que puede implicar acercarse a un talud, tanto en su parte superior como inferior y, también, un aumento de la cartelería y señalizaciones que adviertan del peligro de desprendimientos en las proximidades de la base del talud. Al mismo tiempo, con la construcción de la pasarela de madera se evita que se circule al borde del acantilado en su parte alta por lo que también se evitan los desprendimientos que puedan causar daños derivados de este acto.

En cuanto a la planificación del uso público, se centra en los accesos peatonales (puesto que las demás están previstas en el plan de conservación, como los aparcamientos; o son anteriores a él, como el restaurante). En este punto se ha convenido la importancia de la ampliación de la pasarela de madera como una de las estructuras fundamentales para evitar riesgos y prevenir la erosión y destrucción del monumento, por este motivo y para recuperar su cubierta vegetal, se recomienda la sustitución de las sendas peatonales por ella. Asimismo para conseguir unas mejores condiciones de acceso y salida de los visitantes parece aconsejable ampliar la escalera de acceso a la playa separando las salidas de las entradas a la misma.

4.-BIBLIOGRAFÍA

Brandon Weil, G. Gutiérrez-Alonso, S.T. Johnston, D. Pastor-Galán (2013). Kinematic constraints on buckling a lithospheric-scale orocline along the northern margin of Gondwana: A geologic synthesis. Tectonophysics, 582, 25-49.

Brum de Ferreira, A., Vidal Romaní, J.R., Zezere J.L., Rodrigues M.L. (2000). A Glaciação plistocénica da Serra do Gerês. Finisterra, XXXV, 69, pp.39-68.

Fernández Lozano J (2014). Cainozoic deformation of Iberia: a model for intraplate mountain building and basin development based on analogue modelling. Serie NOVA TERRA, 46, 161pp. Coruña.

Fernández Mosquera D. Marti K. Vidal Romaní J. R. & Weigel D. (2000). Late Pleistocene deglaciation chronology in the NW of the Iberian Peninsula using cosmic-ray produced ^{21}Ne in quartz. Nuclear Instruments and Methods in Physical Research B., 172,1-6.

Flor G. (1983). Las rasas asturianas: ensayo de correlación y emplazamiento. Trabajos de Geología, 13, 65-81.

Gallastegui Suárez J. (2000). Estructura cortical de la Cordillera y Margen continental cantábricos: perfiles ESCI-N. Trabajos de Geología, 22, 221 pp.. Universidad de Oviedo, Oviedo.

Grobe R.W., Álvarez-Marrón J., Glasmacher U.A., Stuart F.M. (2014). Mesozoic exhumation history and palaeolandscape of the Iberian Massif in eastern Galicia

from apatite fission-track and (U+Th)/He data. International Journal of Earth Science, 103, 539-561.

Gutiérrez-Alonso G, Fernández-Suárez J, Jeffries T E, Johnston S T, Pastor-Galán D, Murphy J B,M. Piedad Franco P, and Gonzalo J C. (2011). Diachronous post-orogenic magmatism within a developing orocline in Iberia, European Variscides. Tectonics, 30, TC5008, doi:10.1029/2010TC002845.

Hoek E. & Bray J.W. (1974). Rock slope engineering. Institution of Mining and Metallurgy, 294 pp.

Lautensach, G. (1941). Interglaciale Terrasenbildung in Nord Portugal, und ihre Bezrehungen zu den allgemenen. Petermanns Geografische mitteilungen fasc. 9, pp. 297-311.

Lautensach, H. (1945). Formação dos terraços interglaciarios do Norte de Portugal e as suas relações com os problemas da epoca glaciaria. Soc. Geol. de Portugal. pp. 1-39.

Martínez Catalán J R, Arenas R, Abati J, Sánchez Martínez S, Díaz García F, Fernández Suárez J, González Cuadra P, Castiñeiras P, Gómez Barreiro J, Díez Montes A, González Clavijo E, Rubio Pascual F J, Andonaegui P, Jeffries T E, E. Alcock J E, Díez Fernández R, López Carmona A (2009) A rootless suture and the loss of the roots of a mountain chain: The Variscan belt of NW Iberia. Comptes Rendues Geoscience. Tectonic. 341 (2009) 114–126.

Mary G. (1983). Evolución del margen costero de la Cordillera Cantábrica en Asturias desde el Mioceno. Trabajos de Geología 13,3-35.

Moullade M., Boillot G. (1988). Subsidence and deepening of the Galicia Margin: the paleoenvironmental control (1988). Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 103, 733-740.

Ottman,F.(1967). Introducción a la geología marina y litoral. Manuales EUDEBA. Buenos Aires.

Pastor Galán D. (2013). Evolución geodinámica del Oroclinal Ibero Armoricano. Geología estructural, modelización análoga y geocronología. Serie Nova Terra, 43, 183 pp.

Pais J., Cunha P P, Pereira D, Legoinha P, Dias R, Moura D, Brum da Silveira A, Kullberg J C, González-Delgado J.A. (2012). The Paleogene and Neogene of Western Iberia. A

Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. Springer briefs of Earth Sciences, Springer Verlag, 158 pp.

Pannekoek A.J. (1966). The Ria problem. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 83, 289-297.

Ribeiro A. (2002). Soft plates and impact tectonics. Springer Verlag 324pp.

Sánchez Martínez S. (2009). Geoquímica y geocronología de las ofiolitas de Galicia. Serie Nova Terra 37, 351 pp.

Trindade M.J., Prudencio M.I.; Sanjurjo Sánchez J.; Vidal-Romaní J.R.; Ferrez T.; Fernández Mosquera D.; Dias M.I. (2013). Post-depositional processes of elemental enrichment inside dark nodular masses of an ancient aeolian dune from A Coruña Northwestern Spain .Geologica Acta, 2, 231-244.

Valley J.W., Cavosie A.J., Ushikubo T., Reinhard D.A., Lawrence D.F., Larson D.J., Clifton P.H., Kelly T.F, Wilde S.A., Moser D.E. & Spicuzza M.J. (2014). Hadean age for a post-magma-ocean zircon confirmed by atom-probe tomography. Nature Geoscience. DOI: 10.1038/NGEO2075

Vicente de G; Vegas R (2009). Large-scale distributed deformation controlled topography along the western Africa–Eurasia limit: Tectonic constraints. Tectonophysics, 474, 124-143.

Vidal Romaní J. R.; Fernández Mosquera D.; Marti K.& Brum Ferreira A. De. (1999) Nuevos datos sobre la cronología glaciar pleistocena en el NW de la Península Ibérica. Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe, 24, 7-30

Vidal Romaní J. R. (2015) Geología de Galicia: Como armar un rompecabezas. 14 págs. (http://www.ragc.gal/es/publicaciones/discursos-de-ingreso)

Viveen W; Schoorl J; Veldkamp A; Van Balen R; Desprat S; Vidal-Romaní J R (2013 a). Reconstructing the interacting effects of base level, climate and tectonic uplift in the Lower Miño River terrace record: a gradient modelling evaluation. Geomorphology, 186, 96-118.

Viveen W. , R. Braucher, D. Bourlès, J.M. Schoorl, A. Veldkamp, R.T. Van Balen, J. Wallinga, D. Fernández-Mosquera, J.R. Vidal-Romaní, J. Sanjurjo-Sanchez. (2012). A 0.65 Ma chronology and incision rate assessment of the NW Iberian Miño River terraces based on 10Be and luminescence dating. Global and Planetary Change, 94-95, 82-100.

Viveen, W; Schoorl, J; Veldkamp, A; Van Balen, R; Vidal-Romaní, J. R (2013 b). Fluvial terrace map of the northwest Iberian lower Miño River. Journal of Maps. 9,4, 513-

522.

Yepes J & J.R. Vidal Romaní (2004). Análisis morfológico de la red fluvial en la cuenca de los ríos Miño y Sil (Ourense). Contribuciones recientes sobre Geomorfología, 1, 127-134

Yepes J & J.R. Vidal Romaní (2004). Indicios de antecedencia en la red fluvial del SE de Galicia. Estudios Geológicos, 60 (1-2), 21-35.

5.-ANEXO.

5.1.- Análisis de las actuaciones propuestas en el Plan de Conservación de As Catedrais referentes a los objetivos específicos (Decreto 80/2015).

En lo concerniente al:

Artículo 20. Actuaciones para el cumplimiento del objetivo específico 1
1. Mejora del conocimiento e inventario de hábitats naturales y de las especies de flora y fauna silvestre.
2. Mejora de la información relativa a la presencia y abundancia de la especies de flora protegida en el ámbito del Plan.
3. Adaptación al cambio climático y al ascenso del nivel del mar en la Costa Cantábrica gallega.
a) Es papel de las administraciones y los planificadores del territorio considerar el ascenso del nivel del mar y las consecuencias del cambio climático sobre las costas. A tal fin, la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, como organismo promotor del Plan de conservación, establecerá canales de comunicación y coordinación con otras administraciones y con la comunidad científica para promover la mejora del conocimiento de las posibles consecuencias del ascenso del nivel del mar sobre los hábitat y las poblaciones de flora y fauna amenazadas, sobre todo en la costa cantábrica, y sobre la formación geológica que motivó la declaración del monumento natural.
b) Conforme a lo establecido en el Plan nacional de adaptación al cambio climático (PNACC), el estudio propuesto tendrá una orientación práctica, destinada a la mejorar la planificación de instalaciones y equipaciones de uso público en el ámbito.

En lo que se refiere a las actuaciones propuestas para cumplir con el objetivo específico 1, entendemos que los apartados 1 y 2 no corresponden con nuestra competencia profesional y por tanto no podemos opinar sobre ellas.

En cuanto al Apartado 3 del Objetivo específico 1: Adaptación al cambio climático y al ascenso del nivel del mar en la Costa Cantábrica Gallega la Consellería de Medio Ambiente, debe considerar y, esta es una de las deducciones de éste informe, que la formación geológica que motivó la declaración de Augasantas (As Catedrais) como Monumento Natural no está evolucionando en la actualidad a consecuencia de la erosión marina, sino que es una forma antigua, 135.000 años, cuando el nivel del mar entones se situaba 2 ó 3 metros más alto que en la actualidad. Teniendo en cuenta que la actual tasa de elevamiento del nivel del mar está entre 1 y 3 mm anuales, un cálculo

aproximado indica que no se alcanzarán las condiciones óptimas para que la erosión marina vuelva a actuar de forma plena hasta dentro de 150 a 250 años.

En cualquier caso, antes de alcanzarse esa fecha, la evolución de la línea de costa puede ser activa y concretada en derrumbamientos en la línea de acantilado fósil como se ha descrito en el Apartado 2.2: El Cambio Climático, por tanto, expresado tanto en un ascenso en el nivel del mar (el previsto) como en un incremento en la pluviosidad, puede acelerar en cierto modo la evolución del desmantelamiento de la línea de acantilado (ver Anexo Mapa de Riesgos).

Un desmantelamiento esporádico y nunca acelerado y continuo implica, como ya se ha puesto de manifiesto en este informe, eliminar totalmente los senderos, que en la actualidad se desarrollan por la parte superior del acantilado, con excepción del sendero seguido por la plataforma de madera propuesta.

Asimismo, el retranqueo de los muros construidos en el acceso a la Playa de Augasantas (As Catedrais) en la zona del restaurante tal y como ha sido propuesto por la Demarcación de Costas es muy adecuado para prevenir los efectos del Cambio Climático en el borde costero del Monumento Natural.

Otro de los efectos que el ascenso del nivel del mar ligado al Cambio Climático está en la posible incidencia de la acción de las olas movilizando la cubierta de arenas eólicas, que forma en la actualidad la base de la llamada Playa de As Catedrais. Como ya se ha explicado en el informe, la conservación de esta cubierta de arenas es crucial para la conservación del acantilado. Como se puede ver en las zonas de costa adyacentes a As Catedrais (Augasantas), la actuación del mar puede, en algunos casos, hacer desaparecer como regenerar la cubierta de arena en el curso de un temporal.

En nuestra opinión no se debe actuar en modo alguno en este proceso, hay que dejar que la naturaleza siga su curso. La única recomendación es un seguimiento periódico del proceso (especialmente después de temporales invernales) pero de una forma mensual o trimestral para que, en caso de desaparición de las arenas y su sustitución

natural por gravas, se recomiende el examen del fenómeno por los especialistas. En el apartado siguiente se describe como debería realizarse ese seguimiento.

En cualquier caso nunca se deberán retirar las gravas (como se realizó en la vecina playa de Arealonga o Benquerencia) ya que la desaparición de parte de la cubierta sedimentaria (sea de arena o gravas) produce un inmediato incremento de la erosión marina y por tanto una aceleración de la destrucción del acantilado.

En lo concerniente a:

Artículo 21. Actuaciones para el cumplimiento del objetivo específico 2

1. Seguimiento, control y erradicación de las especies exóticas e invasoras presentes en el entorno del monumento natural.

2. Eliminación y sustitución de especies exóticas en el ámbito del Plan: la sustitución de especies exóticas en las áreas de uso público del monumento natural se realizará de manera coordinada con las administraciones competentes en el ámbito (especialmente el Ayuntamiento de Ribadeo y la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar), responsables del mantenimiento y gestión de la mayor parte de las áreas ajardinadas donde se localizan estos ejemplares. En relación a la retirada de las especies exóticas que se localizan en terrenos de titularidad privada, se aplicará lo dispuesto en la disposición transitoria quinta del Real decreto 630/2013, de 2 de agosto.

3. Mejorar el estado de conservación del matorral costero (4040): la vegetación que tapiza los acantilados de As Catedrais, especialmente aquella que comprende el tipo de hábitat prioritario 4040*, presenta áreas muy degradadas por las pisadas de personas fuera de las sendas habilitadas. En consecuencia, el Plan integra acciones de restauración ambiental de estos sectores, que se completarán con el desarrollo de las medidas destinadas a la regulación de los accesos a través de los dispositivos de control y de señalización propuestos.*

En lo que se refiere a las actuaciones propuestas para cumplir con el objetivo específico 2 entendemos que los apartados 1 y 2 no corresponden con nuestra competencia profesional y por tanto no podemos opinar sobre ellas.

En cuanto al apartado 3 debe tenerse en cuenta que la sustitución por las especies autóctonas debe realizarse de manera paulatina y muy coordinada sobre todo en las

proximidades de los taludes ya que la roca ya está muy meteorizada en superficie y la cubierta vegetal tiene un espesor muy reducido.

La alteración de la roca en superficie podría implicar un aumento de los desprendimientos en el borde del acantilado si la sustitución de la flora no se hace con cuidado, debe evitarse maquinaria pesada y promover el trabajo manual.

Una cubierta vegetal de poco espesor implica la dificultad para el enraizado de nuevas especies por lo que la plantación debe hacerse siguiendo las indicaciones específicas tanto ambientales como estacionales que requieran las nuevas especies.

Debe prohibirse la circulación de las personas por cualquier acceso que no sea la pasarela de madera habilitada al respecto, lo que permitirá la no degradación de la cubierta vegetal y la implantación efectiva de las zonas regeneradas.

En lo concerniente a:

Artículo 23. Actuaciones para el cumplimiento del objetivo específico 4
1. Mejora paisajística del monumento natural:
a) Ordenación y homogeneización de la cartelería de diferentes organismos: la convergencia de diferentes organismos públicos con competencias en el ámbito del Plan y la necesidad de informar y organizar la visita del creciente número de personas que se acercan al monumento natural, motivó la instalación de numerosa señalización de carácter informativo e interpretativo que, en algunos casos, difiere notablemente en formato y contenidos.

Respecto a este punto es conveniente indicar que la nueva cartelería y señalización debe ser entendible por todos los visitantes y debe incluir traducciones a los idiomas, por lo menos, más representados en las visitas. Además de situarse en emplazamientos plenamente visibles.

b) Actuaciones de eliminación de taludes artificiales. Recuperación de la topografía original del terreno: actuación coordinada con la Dirección General de la Sostenibilidad de la Costa y del Mar para la eliminación de las acumulaciones de tierra presentes en varios sectores del monumento natural, especialmente en el entorno del merendero. La actuación prevista incluirá las siguientes acciones:
1º. Retirada de acumulaciones de tierra vegetal y recuperación del perfil natural del terreno.
2º. Restauración de la cubierta vegetal.
3º. Instalación de dispositivos disuasorios (vallados de madera).
4º. Restauración de los muros de piedra del entorno.

La eliminación de estos elementos (taludes artificiales y acumulaciones de tierra vegetal) debería hacerse de modo manual sobre todo cuanto más se acerque al borde del talud por la peligrosidad que implica la presencia de maquinaria pesada encima de una superficie susceptible de sufrir desprendimientos. En cuanto a la recuperación del perfil natural del terreno, no solo debería incluirse la superficie de este sino también eliminar lo que denomina dispositivos disuasorios (vallados de madera y muros de piedra). La verdadera naturaleza de la Rasa es precisamente su característico relieve plano sin obstáculos de ningún tipo y ese rasgo es el que se debería mantener a toda costa. Por una parte porque su construcción no ha supuesto ningún obstáculo a los visitantes que los han sorteado con total impunidad. Por otra porque han fraccionado el hábitat vegetal primario que se desarrolla sobre la rasa. En todo caso el único muro que se debiera mantener es, a nuestro juicio, el que aparece descrito y justificado en Mejora de acceso a la playa de As Catedrais; T.M Ribadeo (Lugo) elaborado por el Servicio Provincial de Costas en Lugo.

c) Medidas para mitigar o reducir el impacto visual de los equipamientos e infraestructuras existentes o previstos: en cumplimiento del punto 5.c del informe ambiental estratégico formulado por la Secretaría General de Calidad y Evaluación Ambiental mediante la Resolución de 7 de abril de 2015, se establecen las siguientes medidas para mitigar o reducir el impacto visual de los equipamientos e infraestructuras existentes y previstos.
Para las actuaciones relacionadas con el uso público (permitidas o autorizables), deberán considerarse, como marco global, los criterios generales de integración paisajística que se especifican en el Plan de ordenación del litoral (POL). En particular se establece el siguiente conjunto de medidas específicas de integración paisajística que deberán adoptar todas las administraciones y particulares implicados en la gestión del uso público y el mantenimiento del monumento natural:
1º. Medidas para la integración paisajística del entorno del restaurante:
Estas medidas se adoptarán progresivamente en un plazo máximo de 6 años y podrán habilitarse ayudas para facilitar su cumplimiento.
2º. Recomendaciones para la integración paisajística de los nuevos puestos de venta ambulante y otras instalaciones de uso público.

Las medidas propuestas a este respecto en Mejora de acceso a la playa de As Catedrais; T.M Ribadeo (Lugo) elaborado por el Servicio Provincial de Costas en Lugo se consideran suficientes.

2. Desarrollo de actuaciones coordinadas para la ordenación de accesos y áreas de aparcamiento, la venta ambulante, así como para la promoción de medios de transporte alternativos al vehículo particular.

a) Ordenación de senderos y accesos interiores en el monumento natural: esta actuación tiene como objetivo delimitar claramente los sectores de acceso restringido y las áreas de uso general en el ámbito del Plan, para garantizar la conservación de los valores ambientales del monumento natural y la seguridad de las personas usuarias. Se contemplan las siguientes medidas:
1º. Eliminación de sendas originadas por el pisoteo para evitar el acceso al borde de los acantilados y mejorar la continuidad de la cubierta vegetal.
2º. Mejora de senderos existentes, mediante la colocación de dispositivos de protección e hitos de señalización y limitación de paso.
3º. Evaluar con la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar las alternativas para la mejora del acceso a la playa.

Con la construcción de la pasarela de madera que se debe planear como la continuación de la existente en la zona Este del Monumento se considera que quedan cubiertas todas estas medidas, pues tanto se evita el pisoteo de la cubierta vegetal como el acceso de los visitantes las zonas restringidas.

b) Acción coordinada para la ordenación de áreas de aparcamiento:

1º. Se trabajará en coordinación con el Servicio provincial de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar para la reformulación del proyecto de aparcamiento existente dimensionándolo a las necesidades derivadas de este plan. Se buscará la implicación del ayuntamiento de Ribadeo y de la Diputación de Lugo.

2º. Respecto al aparcamiento de bicicletas:

i. Se mejorará la señalización e información sobre el área existente.

ii. Se realizará un seguimiento de la adecuación entre el número de plazas disponibles y la demanda de aparcamiento, sobre todo en la época de mayor afluencia.

iii. Caso de resultar insuficiente, se estudiarán nuevas localizaciones de plazas para bicicletas, preferiblemente integradas en el proyecto de nuevo aparcamiento.

3º. Con respecto a los aparcamientos existentes en el entorno del monumento natural, se deberá regular su situación. Se instará a los ayuntamientos de Barreiros y Ribadeo a velar por el cumplimiento de la regulación del aparcamiento que aparece en las señales y a mejorar las condiciones de accesibilidad, seguridad e integración paisajística, especialmente en el aparcamiento situado frente a la parcela del restaurante (27051A00100129), que en la actualidad origina problemas de colapso de tráfico en la carretera de acceso al monumento natural.

Todas las medidas recomendadas Plan de conservación de As Catedrais (Decreto 80/2015) se consideran suficientes y justificadas.

c) Traslado y ordenación de la actividad de venta ambulante.

1º. En la búsqueda de una mejora de las condiciones ambientales y paisajísticas, se procederá al estudio en una nueva situación de los actuales puestos de venta ambulante, preferiblemente fuera del dominio

público marítimo terrestre. Para ello, se establecerán mecanismos de coordinación con el ayuntamiento de Ribadeo y se habilitarán nuevos espacios para el desarrollo de esta actividad.

Este nuevo emplazamiento de venta ambulante debe estar alejado de la zona de acceso al Monumento para no interferir en la fluidez de acceso de los visitantes, tanto para los que acceden caminando a la playa como los que se acercan en vehículos u otros medios de transporte, ya es habitualmente el punto de encuentro de muchos visitantes.

d) Promoción del uso de las líneas del FEVE: con la finalidad de promover el uso de medios de transporte alternativos para acceder al monumento natural de la playa de Las Catedrales, se prevé la promoción del uso de la línea de ferrocarril de vía estrecha (FEVE) que discurre por la costa de A Mariña, realizando varias paradas en el entorno del monumento natural. A tal efecto, se promoverá un programa integral de fomento del ferrocarril, estableciendo medidas de colaboración con las diferentes administraciones implicadas (ADIF, ayuntamientos de la Marina lucense y Agencia de Turismo de Galicia).

Estas medidas se consideran adecuadas a la función que se les requiere.

3. Actuaciones de gestión del uso público para la promoción de los valores naturales del monumento, la ZEC As Catedrais (ES1120005) y su entorno.

a) Difusión de un itinerario costero de Ribadeo a Santo André de Teixido: esta acción se dirige a difundir y promocionar globalmente los recursos turísticos que existen en la costa de la Mariña lucense. Se trata de poner en valor integral un itinerario costero desde Ribadeo a Cedeira que permita ofrecer un elenco de recursos variados que mejoren la experiencia turística de las personas visitantes y que, al mismo tiempo, disminuya de alguna manera el excesivo protagonismo que mantiene hoy la playa de As Catedrais.

b) Redacción, maquetación y edición de nuevo material de promoción turístico específico: otra acción a desarrollar a corto plazo sería la elaboración de una nueva guía promocional, específica para divulgar la puesta en marcha del plan de conservación y las nuevas medidas introducidas como la limitación en el acceso al arenal y forma de obtener la autorización para la visita, o la obligación de permanecer en las sendas habilitadas a tal fin. Esta nueva guía también debe servir para enriquecer la propia visita a la playa de As Catedrais, complementándola y proporcionando un amplio abanico de alternativas turísticas que redunden en el beneficio de toda el área socioeconómica próxima. En este trabajo se recogerá un catálogo de recursos de muy variada temática, que intentará satisfacer las distintas motivaciones y expectativas de un público diverso.

c) Creación de un nuevo itinerario de interés geomorfológico: El monumento natural playa de Las Catedrales se integra dentro de un sector geomorfológico en Galicia que presenta otros muchos puntos de interés. En esta acción se pondrá en valor toda la costa de la Mariña lucense promoviendo una serie de puntos de interés que expliquen y contextualicen toda esa geomorfología litoral.

Para esto se creará una guía de carácter divulgativo y turístico que describa con parámetros didácticos y asequibles al gran público una de las costas más espectaculares de la Península Ibérica.

Tienen gran interés las actuaciones para la promoción de los valores del monumento ZEC As Catedrais (ES1120005) y su entorno. No obstante echamos en falta una mayor actualización científica del documento del Plan de conservación de As Catedrais (Decreto 80/2015) especialmente en la génesis atribuida al espacio geomorfológico, su edad de formación, su evolución futura en relación con el Cambio Climático. Ya que este trabajo desmonta parcialmente lo establecido hasta la fecha respecto a la formación del Monumento Natural, es necesaria la reelaboración del material turístico de divulgación e incluso corregir lo mismo en el Plan de Conservación y en otros documentos públicos de las administraciones. Uno de los puntos sugeridos en el Plan de conservación, el diseño de itinerarios alternativos es realmente muy sugerente. En el espacio sugerido entre Ribadeo y Cedeira existen suficientes elementos enormemente atractivos siempre que los que diseñen el itinerario sean las personas más capacitadas y con mayor conocimiento del terreno. No hay duda de que la presión sobre el Monumento Natural de As Catedrais puede llegar a ser agobiante durante la llamada temporada alta. La oferta alternativa convenientemente dirigida podría redistribuir la riqueza derivada del turismo científico cultural y además permitiría disminuir la cifra de visitantes a As Catedrais sin crear ni traumas ni distorsiones.

No hay ninguna duda para nosotros que la costa Norte de la Península Ibérica en el tramo gallego constituye, sin lugar a dudas, un de las costas más espectaculares de la Península Ibérica. Por sintetizarlo todo en una frase corta: quedarnos con As Catedrais únicamente en todo el norte de Galicia supone simplemente reconocer una breve historia de menos de 135.000 años cuando en el mismo espacio se puede reconstruir una historia más completa que alcanza los 100 millones de años.

d) Puesta en marcha de otros medios de transporte turísticos: la puesta en marcha de programas de visitas en vehículos colectivos puede servir de fórmula para atemperar la densidad de tráfico y el número de automóviles en las carreteras y aparcamientos limítrofes con el monumento natural, principalmente en las temporadas altas. Este transporte o paquete guiado debería ponerse en marcha contando con la colaboración privada (agencias de viajes, guías turísticos y transportistas). El fomento del emprendimiento derivado de este objetivo puede promover nuevas oportunidades económicas para la zona.

4. Fomento de la colaboración entre administraciones para la mejora de la calidad de las aguas superficiales en el entorno de la playa de Esteiro: se instará a los organismos competentes, Augas de Galicia

y Ayuntamiento de Ribadeo para el análisis y regulación de los vertidos existentes en el entorno de la playa de Esteiro, y evitar la afección de los elementos naturales existentes. También se solicitará la información relativa a la gestión de las aguas residuales procedentes del restaurante para analizar la idoneidad del sistema de depuración y gestión.
Se deberán identificar los focos de vertido y proponer mecanismos de erradicación y depuración de aguas residuales para garantizar la calidad de las aguas en la playa de Esteiro.

Se consideran adecuadas todas las medidas descritas en este punto.

5.2.- Mapa de riesgos.

Se han elaborado diversos planos, a partir de una ortofoto georreferenciada tomada de la base de datos que ofrece la Xunta de Galicia, en los que se refleja la zona de mayor susceptibilidad de sufrir desprendimientos a causa la inestabilidad en la parte alta de los taludes.

Esta zona, de color rojo en el plano, se ha determinado en base a los tipos de desprendimientos que se han estudiado en el Monumento y al grado de meteorización de la roca, estos factores son los que definen la estabilidad de los taludes. De esta manera, las zonas de mayor riesgo son aquellas en las que la meteorización es más alta y que son más susceptibles de sufrir desprendimientos. Descendiendo tanto el grado de meteorización como la susceptibilidad de desprendimiento, desciende también el riesgo.

Hay que añadir que estos riesgos se ven incrementados después de períodos lluviosos ya que el agua infiltrada es un factor que aplica inestabilidad a los taludes.

Este tipo de riesgo se produce en toda la rasa cantábrica, no se considera que As Catedrais sea una zona más inestable que las adyacentes pero sí debe tenerse en cuenta que es una zona más concurrida que aquellas, por lo que el agente antrópico incrementa la probabilidad de desprendimientos, como se ha mencionado en apartados anteriores.

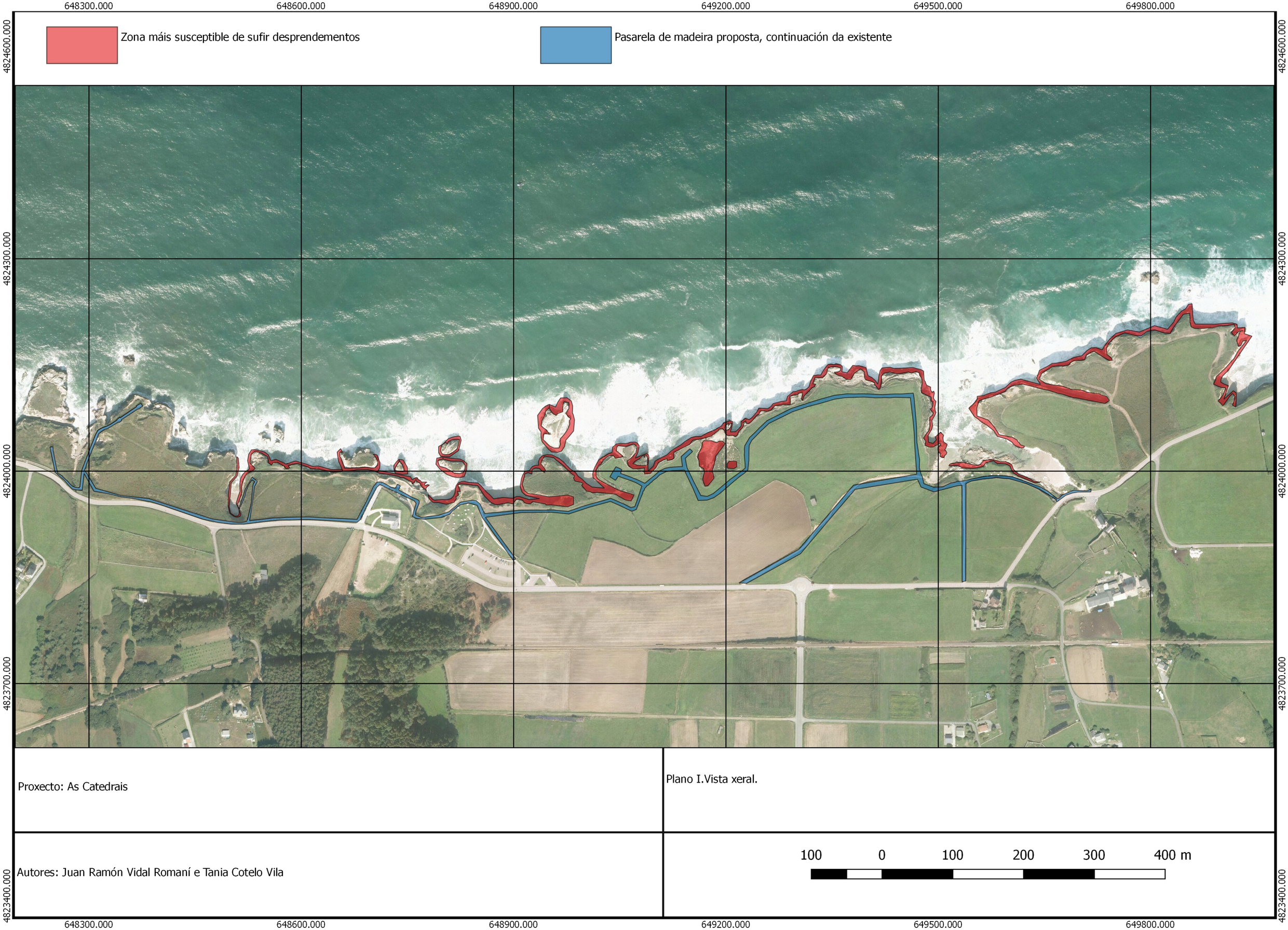
La zona roja es la que profiere probabilidad mayor de desprendimiento de elementos asociado a una inestabilidad del talud, se sitúa al pie de los taludes y el en los bordes más extremos de los acantilados más alterados.

Se añade también, en los planos, una continuación de la pasarela de madera (zona azul) existente en la zona Oeste del monumento, que lo recorre por la cabeza del talud hasta la zona Este del Monumento. También de sebe entender que debería estar prohibido circular por cualquier zona externa a esa pasarela. El tramo ya construido se ha incluido también en el trazado azul para que se vea y se entienda la ampliación como consecución de la existente. Por tanto, debe guardar semejanza con la misma, es decir, el mismo ancho y el mismo tipo de construcción. La ubicación o trazado de la continuación de la pasarela de madera se hará teniendo en cuenta que no debe sobrepasar la zona de susceptibilidad de caída de elementos. En los planos, su ubicación se incluye como una propuesta viable pero que también acepta modificación.

Se han realizado: un plano general de la zona de estudio (Plano I) y un plano general con las parcelas implicadas en el trazado de la pasarela de madera (Plano II), además se incluyen secciones a menor escala descritas como A, al Oeste del área de estudio, y B, al Este, (Plano III.A, III.B) .

Zona máis susceptible de sufir desprendementos

Pasarela de madeira proposta, continuación da existente



Proxecto: As Catedrais

Plano I.Vista xeral.

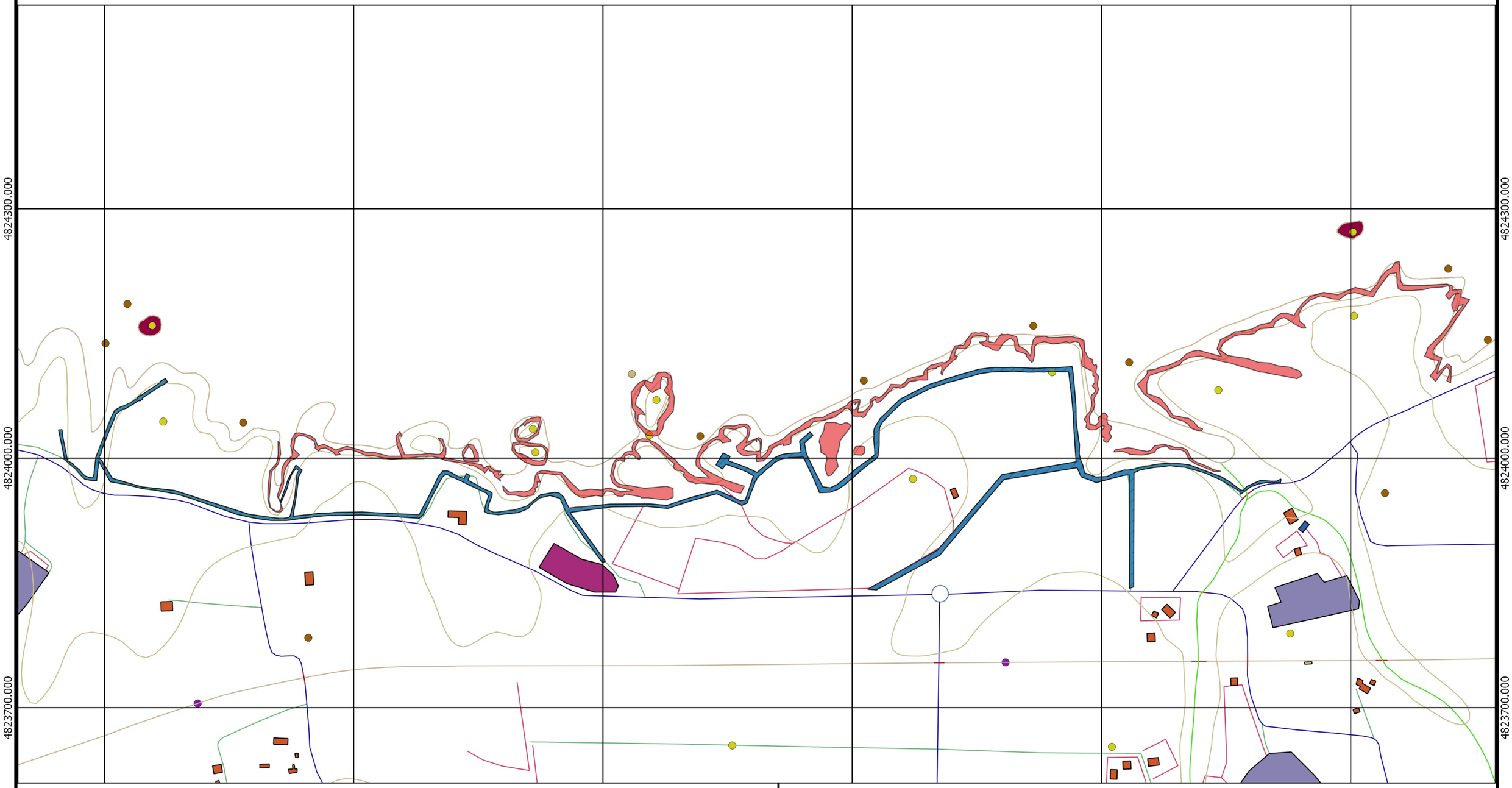
Autores: Juan Ramón Vidal Romaní e Tania Cotelo Vila

100 0 100 200 300 400 m

Zona máis susceptible de sufir desprendementos

Pasarela de madeira proposta, continuación da existente

Delimitación parcelaria



Proxecto: As Catedrais

Plano II.Vista xeral.

Autores: Juan Ramón Vidal Romaní e Tania Cotelo Vila

100 0 100 200 300 400 m

648300.000 648600.000 648900.000

Zona máis susceptible de sufir desprendementos

Pasarela de madeira proposta, continuación da existente

Proxecto: As Catedrais

Plano III.A.

Autores: Juan Ramón Vidal Romaní e Tania Cotelo Vila

25 0 25 50 75 100 m

648300.000 648600.000 648900.000

649200.000 649500.000 649800.000

Zona máis susceptible de sufir desprendementos

Pasarela de madeira proposta, continuación da existente

Proxecto: As Catedrais

Plano III.B.

Autores: Juan Ramón Vidal Romaní e Tania Cotelo Vila

25 0 25 50 75 100 m

649200.000 649500.000 649800.000