



Summary / Resumen Ejecutivo / Edukiaren laburpena

Action C.6.6

Grant Agreement n°. LIFE 16 IPC/ES/000001

Towards an integrated, coherent and inclusive implementation of
Climate Change Adaptation policy in a region: Navarre

[LIFE-IP NAdapta-CC]

LIFE 2016 INTEGRATED PROJECTS CLIMATE ACTIONS

Project start date: 2017-10-02

Project end date: 2025-12-31

Coordinator:

Partners:

DISSEMINATION LEVEL		
PU	Public	☐
PP	Restricted to other programme participants (including the Commission Services)	☐
RE	Restricted to a group specified by the consortium (including Commission Services)	☐
CC	Confidential, only for members of the consortium (including Commission Services)	☒

Autoría:

Navarra de Suelo y Vivienda, S.A. [NASUVINSA], con la asistencia técnica de:

-  David López Oliver, INES Ingenieros Consultores.
-  Adriana Mata Calvo, INES Ingenieros Consultores.

Referencia recomendada a efectos bibliográficos:

López Oliver, D.; Mata Calvo, A.. [2023]. *Evaluación de los efectos del Cambio Climático en la Red de Carreteras de Navarra. Medidas de Adaptación y Plan de Acción*. Acción C.6.6 del Proyecto LIFE-IP NAdapta-CC [LIFE 16 IPC/ES/000001] de la Unión Europea. Madrid. INES Ingenieros Consultores para Navarra de Suelo y Vivienda, S.A. [NASUVINSA] y Servicio de Economía Circular y Cambio Climático del Gobierno de Navarra.

El Proyecto LIFE-IP NAdapta-CC LIFE 16 IPC/ES/000001 está ejecutado con la contribución financiera del programa LIFE de la Unión Europea

El contenido de este informe no refleja la opinión oficial de la Unión Europea. La responsabilidad de la información y los puntos de vista expresados en esta publicación recaen completamente en su autoría.

www.lifenadapta.eu

Versión 1. Enero de 2024

Tabla de contenidos

0.	RESUMEN EJECUTIVO	5
1.	SUMMARY.....	10
2.	EDUKIAREN LABURPENA	15

Índice de figuras

Figura nº 1. Vista general de la priorización de tramos de carretera en los que repavimentar el firme en los próximos diez años.....	7
Figura nº 2. Vista general de la priorización de puentes en los que intervenir en los próximos diez años relativo a problemas con la cimentación.....	8
Figura nº 3. Priorización de las medidas estructurales a implementar para las obras de drenaje y su entorno para mejorar problemas de obstrucción en los próximos diez años.....	8
Figura nº 4. Overview of prioritizing road sections for pavement resurfacing over the next ten years.....	11
Figura nº 5. Overview of prioritizing bridges for intervention in the next ten years concerning issues with the foundation.....	12
Figura nº 6. Prioritization of structural measures to be implemented for drainage works and their surroundings to address obstruction issues in the next ten years.	13
Figura nº 7. Zehatz-mehatzak egiteko ikuspegi orokorra hurrengo hamar urteetan errepidea birgertatzeko.....	16
Figura nº 8. La traducción al euskera de "Overview of prioritizing bridges for intervention in the next ten years concerning issues with the foundation" podría ser algo así como "Orokorretik begiratzuz, zubiak oinarriarekin loturiko arazoak dituztenean hurrengo hamar urteetan inbertitzeko garrantzia emateko ikuspegi orokorra.....	17
Figura nº 9. Uraketa lanetarako eta bertan dauden inguruneetarako implementatzeko egiturako neurrien lehenetsitzea hurrengo hamar urteetan dagoenoz oztopo-arazoak konpondu ahal izateko.	18

0. RESUMEN EJECUTIVO

El Cambio Climático se ha convertido en un reto global y abordar sus causas y consecuencias es una tarea colectiva de instituciones, administraciones, entidades y ciudadanía en general. En este contexto, el presente documento forma parte del proyecto LIFE-IP NAdapta-CC: Estrategia Integrada de Adaptación al Cambio Climático en Navarra, enmarcado en el Programa LIFE de la Unión Europea. Asimismo, el proyecto LIFE-IP NAdapta-CC se integra en la Hoja de Ruta de lucha frente al Cambio Climático [HCCN-KLIIna] aprobada por el Gobierno de Navarra.

El presente informe se sitúa dentro del área de actuación de Infraestructuras y Planificación Territorial, más concretamente, constituye la Acción 6.6: Análisis de vulnerabilidad de las infraestructuras clave en el sector del transporte, potencialmente amenazadas por el Cambio Climático, a través de la que se busca mejorar la gestión adaptativa en infraestructuras y la planificación territorial en Navarra fomentando la regeneración energética del entorno urbano rural y analizando la vulnerabilidad de infraestructuras y paisajes.

Navarra es una región con fuertes contrastes térmicos y pluviométricos debido a su diversidad climática, donde confluyen tres áreas biogeográficas [Alpina-pirenaica, Atlántica y Mediterránea] y diferentes climas [oceánico, continental, mediterráneo y de montaña] que ya están sufriendo alteraciones en su distribución debidas a los efectos del calentamiento global.

Por otra parte, la infraestructura de carreteras es un elemento fundamental para la vertebración de cualquier territorio. Es por ello por lo que contar con una red de carreteras segura y funcional es esencial para el desarrollo económico y social de una región y, en este caso particular, la cohesión territorial de Navarra. No obstante, tanto los materiales que la conforman como la antigüedad del diseño hacen de las carreteras elementos vulnerables al clima. Los efectos producidos por el Cambio Climático no sólo intensifican ciertas acciones propiciando eventos extremos con intensidades superiores a las consideradas en las bases de diseño de la infraestructura, sino que, llevan consigo una evolución de las variables climáticas que cambian los patrones de comportamiento de las diferentes regiones. Esto lleva consigo un cambio de la exposición de las carreteras que afecta a las labores de mantenimiento, el cual debe ser adaptado a la nueva realidad para garantizar la optimización del gasto, así como, la seguridad y servicio ofrecido a las personas usuarias.

El proyecto contribuye a mejorar la gestión adaptativa de las Carreteras de Navarra, mediante la realización de un análisis del impacto del Cambio Climático o análisis de vulnerabilidad, seguido de la definición de unas medidas de adaptación específicas y, culmina con la definición de un Plan de Acción para el periodo 2024-2035, en el que secuencian dichas actividades a la vez que se les asigna una persona responsable de implementación.

Como punto de partida, por un lado, se trabaja con los mapas climáticos del proyecto LIFE-IP NAdapta-CC correspondientes a dos periodos pasados [1961-1990 y 1991-2019] y dos periodos futuros [2021-2050 y 2051-2080]; y, por otra parte, se emplean los archivos

georreferenciados del portal IDENA [Infraestructuras de Datos Espaciales de Navarra] referentes a los diversos activos de la carretera para pasar a identificar qué activos podrían verse afectados y de qué forma por las diferentes variables climáticas. El estudio considera seis activos de carretera: pavimentos, puentes, obras de drenaje, obras de tierra, bocas de túnel y obras de arte.

Empleando como marco metodológico lo marcado por la PIARC [Asociación Mundial de la Carretera] y la FHWA [Administración Estadounidense de la Carretera], se establecen una serie de indicadores que contribuyen a determinar la probabilidad de fallo de los diferentes activos de la infraestructura de carreteras de Navarra. Se trabaja desde un enfoque fenomenológico, partiendo de unos procesos de deterioro a los que se les liga unas variables climáticas que los desencadenan.

De esta forma, el estudio de la evolución combinada de estas variables climáticas en el tiempo permite establecer cómo van a variar las acciones de mantenimiento requeridas e identificar medidas de adaptación para garantizar la explotación. En líneas generales, de los seis activos de carretera considerados, se puede concluir que:

Los **pavimentos** van a presentar menos problemas de fisuración a cambio de incrementar los problemas de roderas, manteniéndose los problemas de deformaciones y fallos repentinos como consecuencia de lluvias intensas. Los problemas de roderas se concentrarán principalmente en las carreteras de los municipios de la mitad centro y sur, mientras que los problemas de deformaciones y fallos repentinos es más esperable en la zona norte de Navarra. Como medidas estructurales específicas, se propone generar áreas con alta capacidad de infiltración mediante reforestación, revegetación y balsas de retención o laminación, implementar obras de protección como motas, añadir nuevas obras de drenaje, ampliar cunetas, redirigir el tráfico pesado en épocas de altas temperaturas, entre otras.

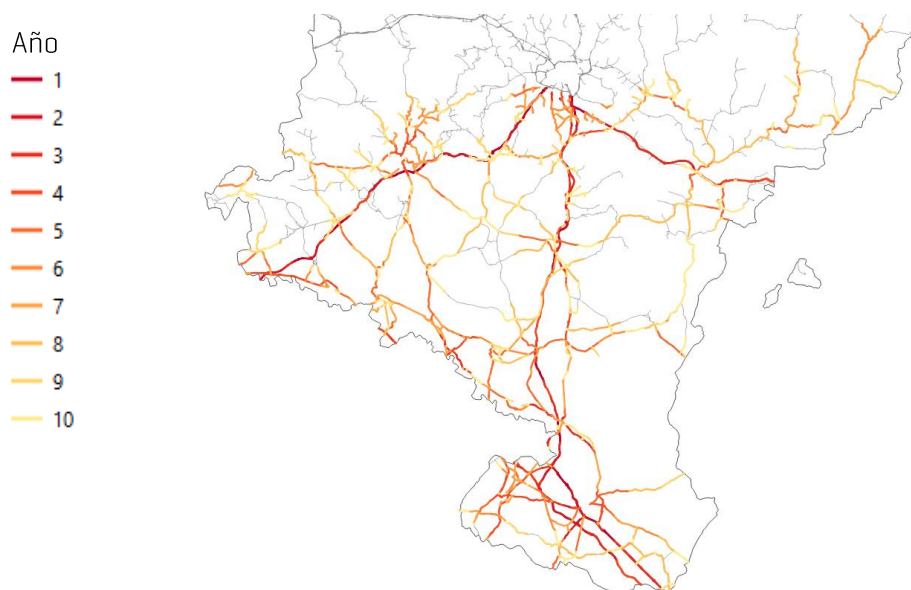


Figura nº 1. Vista general de la priorización de tramos de carretera en los que repavimentar el firme en los próximos diez años.

En los **puentes**, es esperable que se mantengan los problemas existentes de socavación y que se incrementen todos los problemas ligados al aumento de temperatura. El fenómeno de socavación se concentrará en la zona norte, mientras que los problemas derivados de altas temperaturas se extienden por la zona centro y sur. Se recomienda como medidas generales de adaptación la implementación de estructuras de protección de la cimentación [escollera, tajamares, etc.], aletas y muros de guarda para estribos, actividades de limpieza e impermeabilización de superficies, ejecución de sumideros y vierteaguas, entre otras.

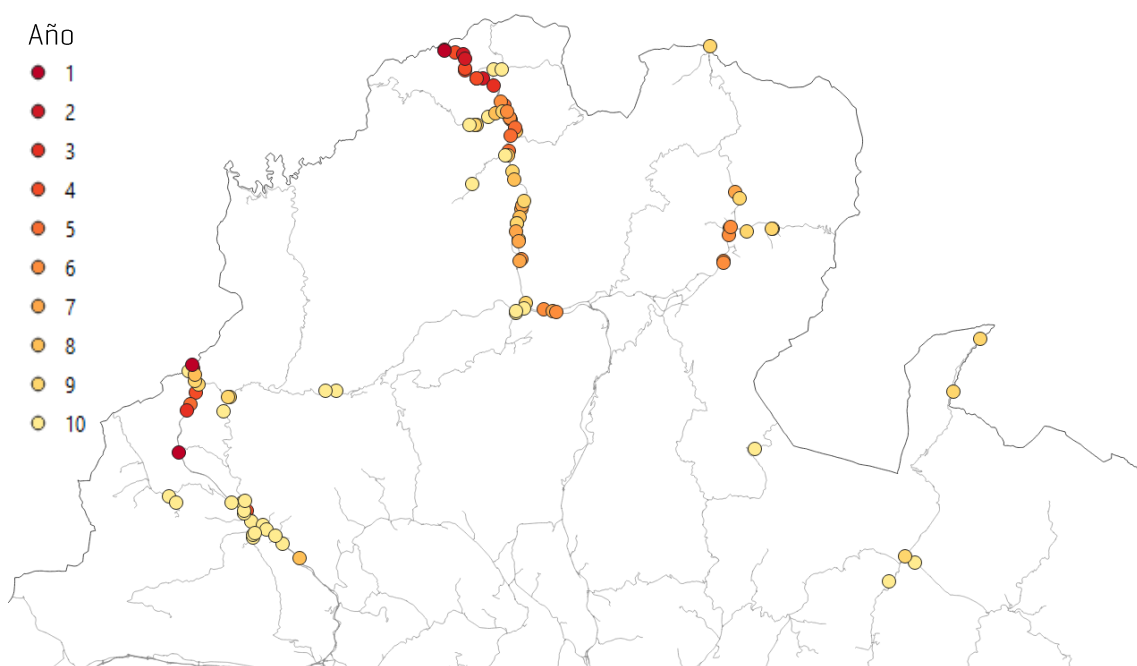


Figura nº 2. Vista general de la priorización de puentes en los que intervenir en los próximos diez años relativo a problemas con la cimentación.

Las **obras de drenaje** pueden sufrir problemas de obstrucción o de degradación del material. En ambos casos se espera una ligera disminución de los problemas existentes en la actualidad. En cualquier caso, se proponen como medidas de adaptación estructurales incrementar la frecuencia de su limpieza, reforzar el número de elementos de drenaje, redefinir los periodos de retorno para la nueva realidad climática o implantar SUDS (Depósitos de infiltración, depósitos de retención, cunetas verdes, zanjas de infiltración, biorretención y humedales), entre otros. Esta estrategia deberá enfatizarse en la zona norte de Navarra.

En relación con las **obras de tierra**, los procesos de fallo más comunes son los deslizamientos, la erosión y los desprendimientos. Del análisis se concluye que no se espera una evolución significativa de ninguno de ellos. En cualquier caso, se define un paquete de medidas como recomendación que favorezca tanto su seguridad como su integración paisajística. Se establece un criterio de priorización para los próximos diez años.

En relación con las **bocas de túnel**, se prevé una ligera disminución de los problemas asociados a infiltraciones, los cuales se concentran en la zona norte. Como medidas, se recomienda la mejora de la impermeabilización con revestimientos, el refuerzo de pozos y galerías de evacuación de agua, la instalación de sistemas de bombeo en zonas de inundación, mejoras de estabilidad de los taludes, etc...

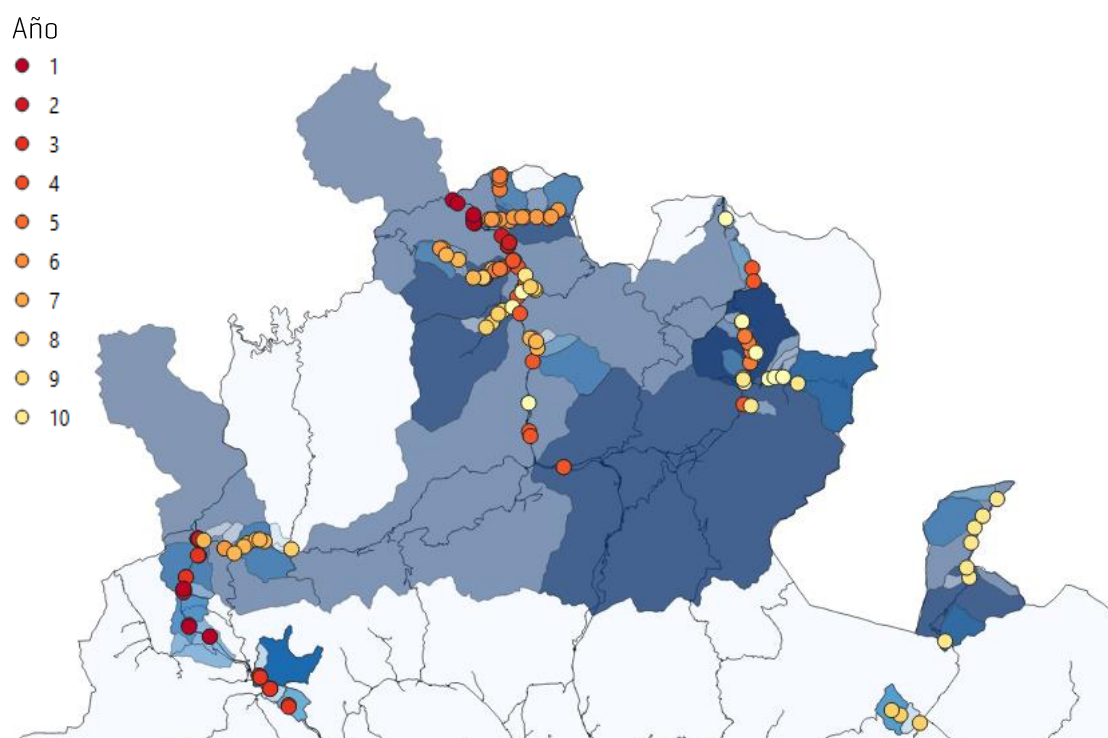


Figura nº 3. Priorización de las medidas estructurales a implementar para las obras de drenaje y su entorno para mejorar problemas de obstrucción en los próximos diez años.

Finalmente, en cuanto a las **obras de arte** en la carretera, se espera una disminución de la frecuencia de mantenimiento necesaria respecto al presente.

En definitiva, de los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad, se elabora una Estrategia de Adaptación regional que recoge diversos tipos de medidas y actuaciones de adaptación al Cambio Climático destinadas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los activos ante eventos extremos. Esta estrategia busca aumentar la vida útil de la infraestructura mediante actuaciones de mantenimiento de acuerdo con la nueva realidad climática. Todo ello se alinea con la Estrategia Navarra Sostenible 2030, aspirando a convertir la infraestructura de carreteras en un sistema más sostenible y armonizado con el entorno.

La estrategia se compone, en primer lugar, por una serie de medidas normativas, institucionales, de concienciación e investigación. Estas medidas contribuyen a construir un entorno colaborativo y de gobernanza que facilitará la implantación de otro tipo de medidas. En segundo lugar, las medidas organizativas, a través de las cuales se asignan distintas tareas a realizar por los Negociados involucrados en los objetivos de adaptación del proyecto; y las medidas específicas sobre los activos que recogen las intervenciones de carácter técnico, fundamentalmente actividades de mantenimiento sobre los puntos críticos identificados, las cuales han sido brevemente mencionadas anteriormente.

Finalmente, se ha elaborado el Plan de Acción donde se detalla la forma en la que llevar a cabo la Estrategia de Adaptación entre los años 2024 y 2035.

La prioridad más inmediata para el Gobierno de Navarra es la de generar un marco normativo y de gobernanza que apoye y garantice la implementación de la estrategia de carreteras y Cambio Climático, seguido del desarrollo de medidas sociales de concienciación y promoción del intercambio de conocimiento e investigación en la materia.

Por su parte, el Departamento de Cohesión Territorial debe poner el foco en la digitalización de la información existente y sentar las bases para la gestión resiliente de los activos de carretera, recopilando de forma periódica datos sobre el estado de conservación en el que se encuentran los activos y completando los datos de inventario con información relevante para mejorar el análisis de vulnerabilidad a la vez que se van implementando sistemas que puedan ayudar a la toma de decisión y optimizar la inversión en mantenimiento y conservación.

Es importante tener presente el carácter general del estudio y conocer sus limitaciones, ya que no ha sido posible acceder a información individualizada de cada uno de los elementos analizados. La digitalización de la información de inventario e inspección de puentes y pavimentos, así como, la recopilación de dicha información del resto de activos, permitirá en un futuro llevar a cabo una actualización del estudio de vulnerabilidad y que este arroje unos resultados de mayor precisión. En cualquier caso, no deja de ser un ejercicio que permite identificar la problemática a la que se enfrenta la red de carreteras de Navarra como consecuencia del Cambio Climático ya presente en nuestro entorno.

1. SUMMARY

Climate Change has become a global challenge, and addressing its causes and consequences is a collective task involving institutions, administrations, entities, and the general public. In this context, this document is part of the LIFE-IP NAdapta-CC project: Integrated Climate Change Adaptation Strategy in Navarre, framed within the European Union's LIFE Program. Additionally, the LIFE-IP NAdapta-CC project is integrated into the Roadmap for Climate Change Combat [HCCN-KLIa] approved by the Government of Navarre.

This report falls within the scope of Infrastructure and Territorial Planning, specifically constituting Action 6.6: Vulnerability Analysis of key transportation sector infrastructures potentially threatened by Climate Change. Through this action, the aim is to enhance adaptive management in infrastructure and territorial planning in Navarre, promoting energy regeneration in urban-rural environments, and analyzing the vulnerability of infrastructures and landscapes.

Navarre is a region with significant thermal and rainfall variations due to its climatic diversity, where three biogeographic areas [Alpine-Pyrenean, Atlantic, and Mediterranean] converge, along with different climates [oceanic, continental, Mediterranean, and mountainous]. These climates are already experiencing distribution alterations attributable to the effects of global warming.

On the other hand, road infrastructure is a fundamental element for the organization of any territory. Therefore, having a secure and functional road network is essential for the economic and social development of a region, and, in this case, for the territorial cohesion of Navarre. However, both the materials that make it up and the age of the design make roads vulnerable to the changing climate. The effects of Climate Change not only intensify certain actions, leading to extreme events with intensities higher than those considered in the infrastructure design guidelines but also bring about an evolution of climate parameters that change the behavior patterns of different regions. This entails a shift in the exposure of roads, affecting maintenance tasks, which must be adapted to the new reality to ensure optimal spending, as well as the safety and service provided to users.

The project contributes to enhancing the adaptive management of Navarre's roads by conducting an analysis of the impact of Climate Change or vulnerability analysis, followed by the definition of specific adaptation measures. It culminates with the definition of an Action Plan for the period 2024-2035, in which these activities are sequenced, and responsibility for their implementation is assigned.

As a starting point, climate maps from the LIFE-IP NAdapta-CC project corresponding to two past periods [1961-1990 and 1991-2019] and two future periods [2021-2050 and 2051-2080] could be used. On the other hand, georeferenced files from the IDENA portal [Spatial

Data Infrastructures of Navarre] related to various road assets are used to identify which assets could be affected and how by different climate variables. The study considers six road assets: pavements, bridges, drainage works, earthworks, tunnel openings, and art structures.

Using the methodological framework outlined by PIARC [World Road Association] and FHWA [Federal Highway Administration], a series of indicators are established to determine the probability of failure of different assets in the road infrastructure of Navarre. The approach is phenomenological, starting from deterioration processes linked to climate variables that trigger them. Thus, studying the combined evolution of these climate parameters over time allows establishing how maintenance actions required will change and identifying adaptation measures to ensure optimal operation. In general terms, of the six road assets considered, it can be concluded that:

Pavements will experience less cracking issues at the expense of increased rutting problems, while deformations and sudden failures due to intense rainfall will persist. Rutting issues will be concentrated mainly in the roads of central and southern municipalities, while deformations and sudden failures are more expected in the northern zone of Navarre. As specific structural measures, the project proposes creating areas with high infiltration capacity through reforestation, revegetation, and retention or detention basins, implement protective structures such as berms, add new drainage works, widen gutters, redirect heavy traffic during high-temperature periods, among others.

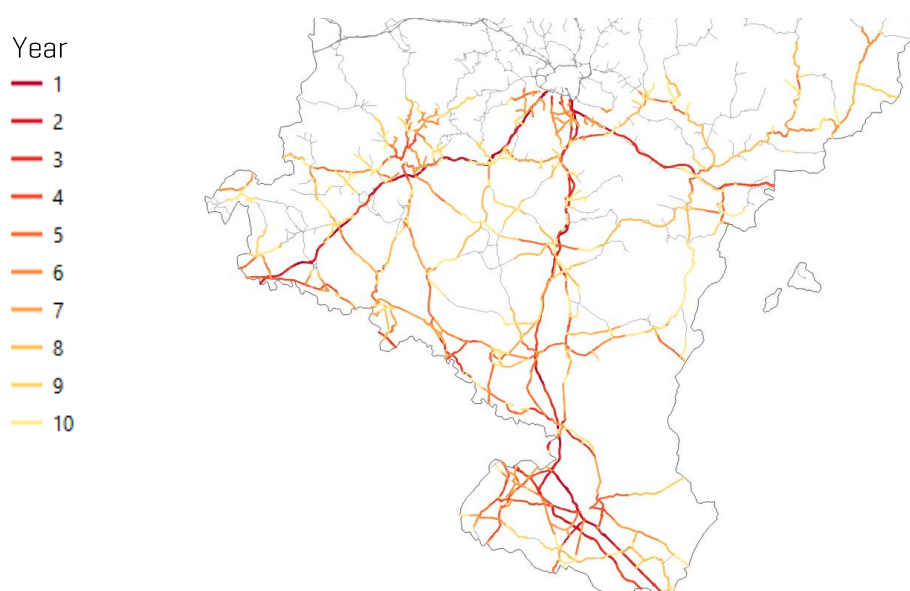


Figure nº 4. Overview of prioritizing road sections for pavement resurfacing over the next ten years.

Bridges are expected to continue with the existing scouring problems and all issues related to temperature increase will intensify. Scouring phenomena will concentrate in the northern zone, while problems arising from high temperatures will extend through the central and southern

zones. Recommended general adaptation measures include implementing foundation protection structures (riprap, cutoff walls, etc.), wing walls and batter boards for abutments, surface cleaning and waterproofing activities, construction of drains and spillways, among others.

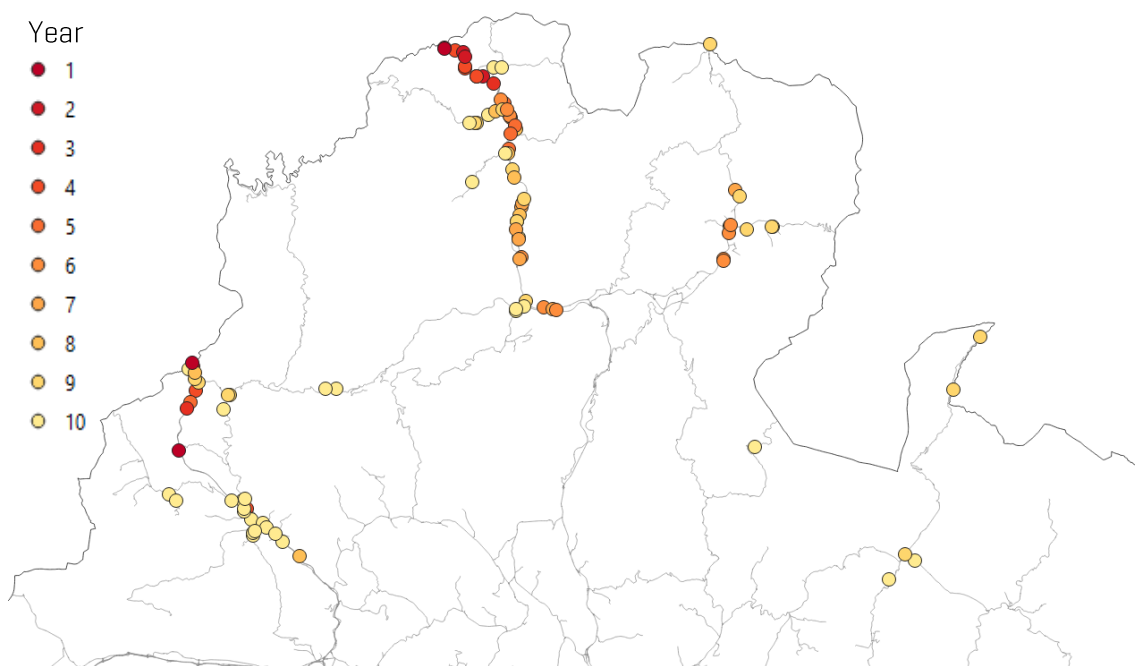


Figure nº 5. Overview of prioritizing bridges for intervention in the next ten years concerning issues with the foundation.

Drainage works may face problems of obstruction or material degradation. In both cases, a slight decrease in existing issues is expected. In any case, proposed structural adaptation measures include increasing the frequency of cleaning, reinforcing the number of drainage elements, redefining return periods for the new climatic reality, or implementing Sustainable Urban Drainage Systems (infiltration basins, retention basins, green gutters, infiltration trenches, bio-retention, and wetlands), among others. This strategy should be emphasized in the northern zone of Navarra.

Regarding **earthworks**, the most common failure processes are landslides, erosion, and collapses. The analysis concludes that no significant evolution of any of these processes is expected. Nevertheless, a package of measures is defined as a recommendation to enhance both safety and landscape integration. A prioritization criterion is established for the next ten years.

Concerning **tunnel** openings, a slight decrease in problems associated with infiltrations is anticipated, primarily concentrated in the northern zone. Recommended measures include improving waterproofing with coatings, reinforcing wells and water evacuation galleries, installing pumping systems in flood-prone areas, enhancing slope stability, etc.

Finally, concerning art structures on the road, an anticipated reduction in the required maintenance frequency compared to the current situation.

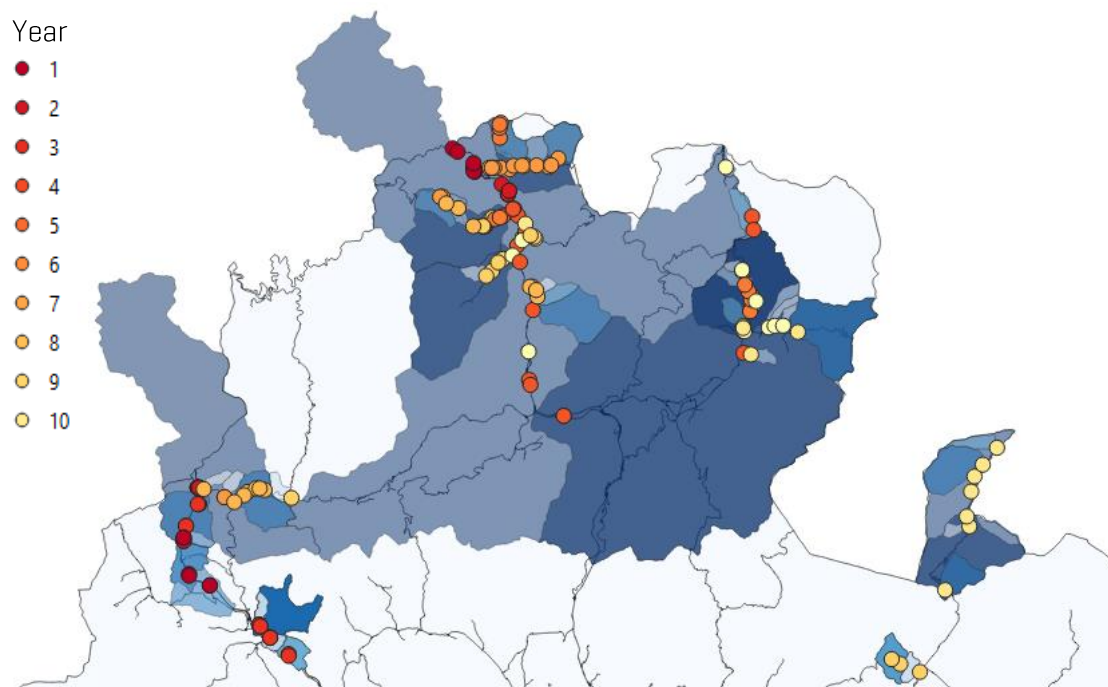


Figure nº 6. Prioritization of structural measures to be implemented for drainage works and their surroundings to address obstruction issues in the next ten years.

In summary, based on the vulnerability analysis results, a regional Adaptation Strategy is developed, incorporating various types of measures and actions to adapt to Climate Change. The goal is to reduce vulnerability and enhance resilience of assets against extreme events. This strategy aims to extend the lifespan of the infrastructure through maintenance actions aligned with the new climatic reality. It aligns with the Sustainable Navarre 2030 Strategy, aspiring to transform the road infrastructure into a more sustainable system harmonized with the environment.

The strategy comprises, firstly, a set of normative, institutional, awareness, and research measures. These measures contribute to building a collaborative environment and governance that will facilitate the implementation of other types of measures. Secondly, organizational measures allocate various tasks to the Departments involved in the adaptation project objectives, and specific measures on assets include technical interventions, primarily maintenance activities on identified critical points, which were briefly mentioned earlier.

Finally, the Action Plan has been developed, detailing how to carry out the Adaptation Strategy between 2024 and 2035. The immediate priority for the Government of Navarre is to create a normative and governance framework supporting and ensuring the implementation of the road and Climate Change strategy, followed by the development of social awareness measures and the promotion of knowledge exchange and research in the field.

On the other hand, the Department of Territorial Cohesion should focus on digitizing existing information and laying the groundwork for resilient management of road assets. This involves regularly collecting data on the conservation status of assets, supplementing inventory data with relevant information to enhance vulnerability analysis, and gradually implementing systems that can aid decision-making and optimize investment in maintenance and conservation.

It is important to keep in mind the general nature of the study and be aware of its limitations, as it has not been possible to access individualized information for each of the analyzed elements. The digitization of inventory and inspection information for bridges and pavements, as well as the compilation of such information for the rest of the assets, will allow for a future update of the vulnerability study, yielding more precise results. In any case, it remains an exercise that enables the identification of the challenges faced by the road network in Navarra due to the Climate Change already present in our environment.

2. EDUKIAREN LABURPENA

Klima-aldaketa erronka globala bihurtu da, eta horren kausei eta ondorioei heltzea erakundeen, administrazioen, entitateen eta, oro har, herritarren zeregin kolektiboa da. Testuinguru horretan, dokumentu hau LIFE-IP NAdapta-CC: Nafarroa Klima Aldaketara Moldatzeko Estrategia Integratua proiektuaren parte da, Europar Batasunaren LIFE Programaren barnean. Halaber, LIFE-IP NAdapta-CC proiektua Nafarroako Gobernuak onartutako Klima Aldaketaren Ibilbide Orria (HCCN-KLINA) txertatzen da.

Txosten hau Azpiegituretako eta Lurralde Plangintzako jarduera-arloaren barruan dago, eta, zehazki, 6.6 ekintza da: Garraioan funtsezkoak diren eta Klima Aldaketaren mehatxua jasan dezaketen azpiegituren kalteberatasunak aztertzea. Horren bidez, Nafarroako azpiegituren egokitzapen-kudeaketa eta lurralde-plangintza hobetu nahi dira, landa-eremuko hiri-ingurunearen energia-berroneratzea sustatuz eta azpiegituren eta paisaien kalteberatasuna aztertuz.

Nafarroa kontraste termiko eta plubiometriko handiak dituen eskualdea da, bere dibertsitate klimatikoagatik. Bertan, hiru eremu biogeografikok (alpetar-piriniotarra, atlantikoa eta mediterraneoak) eta klima desberdinek (ozeanikoa, kontinentalak, mediterraneoak eta mendikoak) bat egiten dute, eta dagoeneko aldaketak jasaten ari dira banaketan, berotze globalaren ondorioz.

Bestalde, errepideen azpiegitura funtsezko elementua da edozein lurralde egituratzeko. Horregatik da funtsezkoa errepide sare seguru eta funtzional bat izatea eskualde baten garapen ekonomiko eta sozialerako eta, kasu honetan, Nafarroaren lurralde kohesiorako. Hala ere, bai hura osatzen duten materialek, bai diseinuaren antzinatasunak, klimarekiko kalteberagarriak diren elementuak bihurtzen dituzte errepideak. Klima-aldaketak eragindako ondorioek zenbait ekintza areagotzeaz gain, azpiegituraren diseinu-oinarrietan aintzat hartutakoak baino intentsitate handiagoko muturreko gertaerak bultzatuz, eskualdeetako portaera-ereduak aldatzen dituzten klima-aldagaien bilakaera eragiten dute. Horrek berekin dakar mantentze-lanei eragiten dien errepideen esposizioa aldatzea, eta hori errealitate berrira egokitu behar da, gastuaren optimizazioa bermatzeko, bai eta erabiltzaileei eskainitako segurtasuna eta zerbitzua bermatzeko ere.

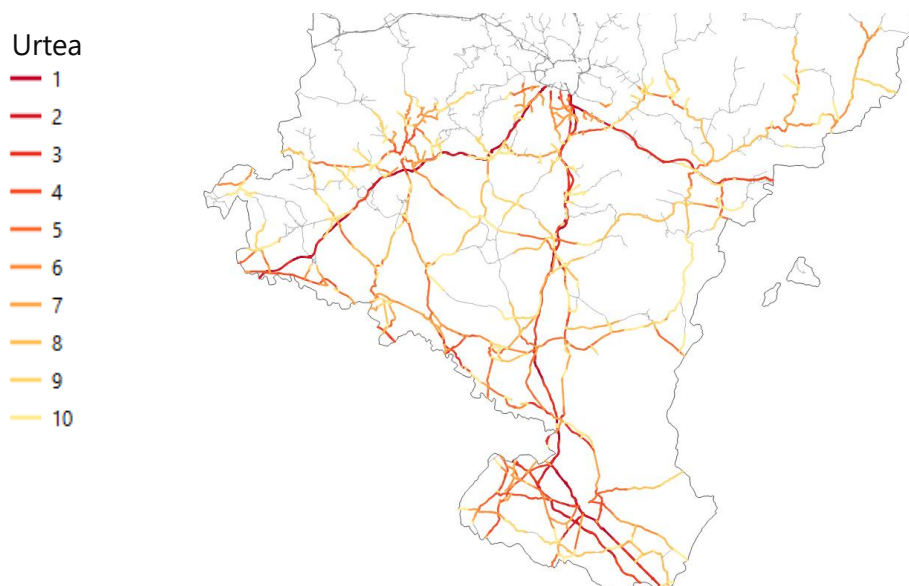
Proiektuak Nafarroako errepideen egokitzapen-kudeaketa hobetzen laguntzen du, klima-aldaketaren eraginaren azterketa edo kalteberatasun-analisia eginez, egokitzapen-neurri espezifiko batzuk definituz eta 2024-2035 aldirako ekintza plan bat definituz. Plan horretan jarduera horiek sekuentziatzen dira eta, aldi berean, inplementazio-arduradun bat esleitzen zaie.

Abiapuntu gisa, alde batetik, LIFE-IP NAdapta-CC proiektuko mapa klimatikoekin lan egiten da, aurreko bi aldiei (1961-1990 eta 1991-2019) eta etorkizuneko bi aldiei (2021-2050 eta 2051-2080) dagozkienak; eta, bestetik, IDENA atariko (Nafarroako Datu Espazialen Azpiegitura) artxibo geoerreferentziatuak erabiltzen dira, errepideko aktibo desberdinei buruzkoak, klima-

aldagai desberdinek zer aktibori eta nola eragin diezaioketen identifikatu ahal izateko. Azterlanaren arabera, errepideetako sei aktibo daude: zoladurak, zubiak, drainatze-lanak, lurrezko obrak, tunel-ahoak eta artelanak.

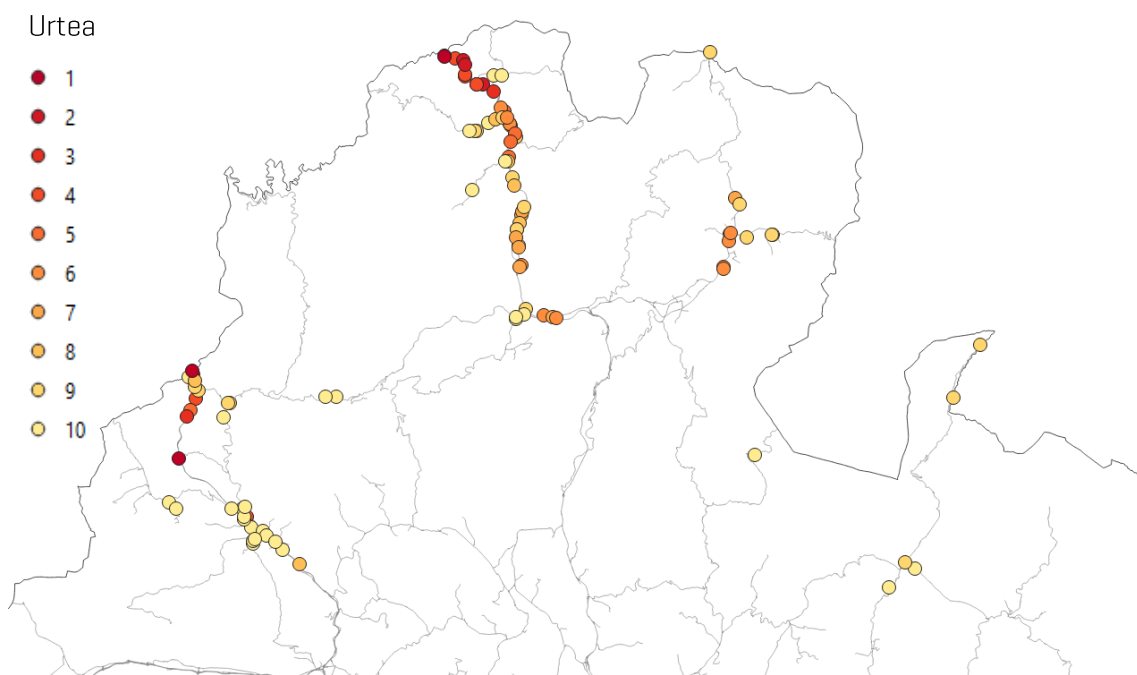
Esparru metodologiko gisa PIARCEk [Errepidearen Munduko Elkartek] eta FHWAk [Estatu Batuetako Errepide Administrazioak] markatutakoa erabiliz, Nafarroako errepide-azpiegituraren aktiboek huts egiteko duten probabilitatea zehazten laguntzen duten adierazle batzuk ezartzen dira. Ikuspegi fenomenologiko batetik lan egiten da, narriadura-prozesu batzuetatik abiatuta, prozesu horiek sorrarazten dituzten klima-aldagaiak hauei lotuz. Horrela, klima-aldagai horiek denboran zehar izan duten bilakaera konbinatuaren azterketak aukera ematen du beharrezko mantentze-ekintzak nola aldatuko diren ezartzeko eta ustiapena bermatzeko egokitzapen-neurriak identifikatzeko. Oro har, aintzat hartutako sei errepide-aktiboetatik, honako hau ondoriozta daiteke:

Zoladurek pitzadura-arazo gutxiago izango dituzte, eta, horren truke, gurtarrasto arazoak areagotu egingo dira, eta deformazio-arazoak eta bat-bateko akatsak mantenduko dira euri-jasen ondorioz. Gurtarrasto arazoak, batez ere, erdialde eta hegoaldeko udalerrietako errepideetan kontzentratuko dira; deformazioen eta bat-bateko akatsen arazoak, berriz, gehiago espero dira Nafarroako iparraldean. Egitura-neurri espezifiko gisa, infiltrazio-ahalmen handiko eremuak sortzea proposatzen da, basoberritzearen, landareztatzearen eta atxikipen-edo ijezketa-putzuen bidez; babes-obrak ezartzea, hala nola lubetak; drainatze-obra berriak gehitzea; arekak handitzea; eta tenperatura handiko garaietan trafiko astuna berriz zuzentzea, besteak beste.



7 figura. Zehatz-mehatzak egiteko ikuspegi orokorra hurrengo hamar urteetan errepidea birgertatzeko.

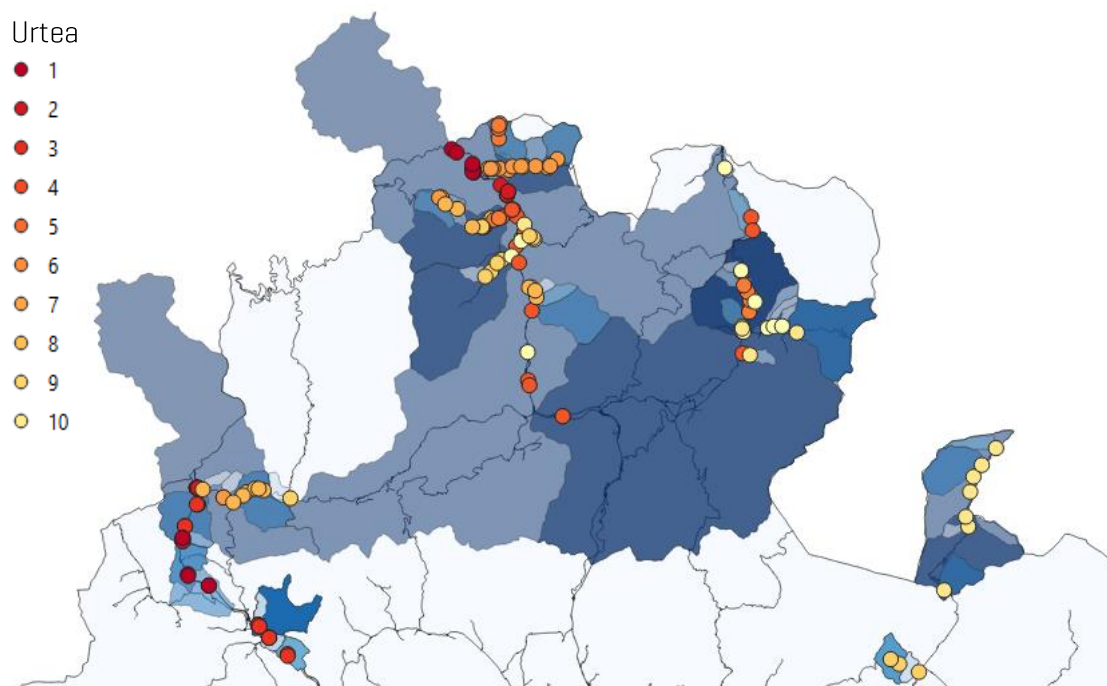
Zubietan, zulatze arazoak mantentzea espero da, eta tenperaturaren igoerarekin lotutako arazo guztiak areagotzea. Zulatze-fenomenoa iparraldean kontzentratuko da, eta tenperatura altuek eragindako arazoak, berriz, erdialdean eta hegoaldean. Egokitzapen-neurri orokor gisa, zimenduak babesteko egiturak (harri-lubetak, zubi-brankak, etab.), estribuetarako hegala eta babes-hormak, gainazalak garbitzeko eta iragazgaizteko jarduerak, hustubideak eta isurialdeak egitea gomendatzen da, besteak beste.



8 figura. Orokorretik begiratzuz, zubiak oinarriarekin loturiko arazoak dituztenean hurrengo hamar urteetan inbertitzeko garrantzia emateko ikuspegi orokorra.

Drainatze-obrek buxadura edo materialaren degradazio arazoak izan ditzakete. Bi kasuetan, gaur egun dauden arazoak apur bat murriztea espero da. Nolanahi ere, egitura egokitzeko neurri gisa proposatzen dira garbiketaren maiztasuna areagotzea, drainatze-elementuen kopurua indartzea, errealitate klimatiko berrirako itzulera-aldiak birdefinitzea edo Hiri-drainatze sistema jasangarriak (SUDS) ezartzea (infiltrazio-putzuak, erretentzio-deposituak, areka berdeak, infiltrazio-zangak, bioerretentzioa eta hezeguneak), besteak beste. Estrategia hori Nafarroako iparraldean nabarmendu beharko da.

Lurrezko obrei dagokienez, luiziak, higadura eta lur-jausiak dira akats prozesurik ohikoenak. Azterketatik ondorioztatzen da ez dela espero horietako bakar batek ere bilakaera esanguratsurik izatea. Nolanahi ere, neurri sorta bat zehazten da gomendio gisa, haien segurtasuna eta paisaia-integrazioa errazteko. Lehentasunak ezartzeko irizpide bat ezarri da datozen hamar urteetarako.



9 figura. Uraketa lanetarako eta bertan dauden inguruneetarako inplementatzeko egiturako neurrien lehenetsitza hurrengo hamar urteetan dagoenoz oztopo-arazoak konpondu ahal izateko.

Tunel-ahoei dagokienez, infiltrazioei lotutako arazoak apur bat murriztea aurreikusten da, zeinak iparraldean kontzentratzen diren. Neurri gisa, komeni da estalduren bidezko iragazgaiztea hobetzea, putzuak eta ura husteko galeriak sendotzea, uholde-eremuetan ponpaketa-sistemak instalatzea, ezponden egonkortasuna hobetzea, etab.

Azkenik, errepideko **artelanei** dagokienez, gaur egun baino mantentze-maiztasun txikiagoa behar izatea espero da.

Guztira, kalteberatasunaren azterketatik lortutako emaitzetatik, klima-aldaketara egokitze hainbat neurri eta jarduketa biltzen dituen eskualdeko egokitzapen estrategia egiten da, muturreko gertaeren aurrean aktiboen kalteberatasuna murrizteko eta erresilientzia handitzeko. Estrategia honen bidez, azpiegituraren bizitza erabilgarria handitu nahi da, mantentze-lanen bidez, klima-errealitate berriaren arabera. Hori guztia bat dator 2030 Nafarroako Estrategia Jasangarriarekin, errepideen azpiegitura sistema jasangarriagoa eta ingurunearekin harmonizatuagoa izan dadin.

Estrategia, lehenik eta behin, neurri normatibo, instituzional, kontzientziario eta ikerketakoek osatzen dute. Neurri horiek lankidetzan- eta gobernantza-ingurune bat eraikitzen laguntzen dute, beste mota bateko neurriak ezartzea erraztuko duena. Bigarrenik, antolamendu-neurriek osatzen dute, zeinen bidez proiektuaren egokitzapen helburuetan inplikaturik dauden bulegoek egin beharreko zereginak esleitzen baitzaizkie; eta esku-hartze teknikoak jasotzen dituzten aktiboei buruzko neurri espezifikoek, batez ere identifikatutako puntu kritikoak mantentzeko jarduerak, lehen laburki aipatu direnak.

Azkenik, ekintza plan bat egin da, 2024 eta 2035 urteen arteko egokitzapen estrategia gauzatzeko modua zehazten duena.

Nafarroako Gobernuarentzat lehentasunik hurbilena errepideen eta klima-aldaketaren estrategiaren inplementazioa babestu eta bermatuko duen araugintza- eta gobernantza-esparru bat sortzea da, eta, ondoren, arlo horretako ezagutzaren eta ikerketaren trukea kontzientziatzeko eta sustatzeko neurri sozialak garatzea.

Bestalde, Lurralde Kohesiorako Departamentuak dagoen informazioaren digitalizazioan jarri behar du fokua, eta errepideko aktiboen kudeaketa erresilienterako oinarriak ezarri behar ditu, aldi berean aktiboen kontserbazio-egoerari buruzko datuak bilduz eta inbentarioko datuak informazio garrantzitsuarekin osatuz, kalteberatasun-analisia hobetzeko eta, aldi berean, erabakiak hartzen lagun dezaketen sistemak inplementatuz eta mantentze-lanetan eta kontserbazioan egiten den inbertsioa optimizatuz.

Garrantzitsua da azterlanaren izaera orokorra kontuan hartzea eta haren mugak ezagutzea, ezin izan baita aztertutako elementu bakoitzari buruzko informazio indibidualizatua eskuratu. Zubien eta zoladuren inbentarioari eta ikuskapenari buruzko informazioa digitalizatzeak eta gainerako aktiboei buruzko informazio hori biltzeak etorkizunean kalteberatasun-analisia eguneratzea ahalbidetuko du, eta horrek zehaztasun handiagoko emaitzak emango ditu. Nolanahi ere, gure ingurunean dagoen klima-aldaketaren ondorioz Nafarroako errepide-sareak aurre egin behar dion arazoa identifikatzea ahalbidetzen duen ariketa da.