

Soluciones naturales: conciencia ambiental y métodos de planificación de la conservación para ciudades históricas bajo el impacto del cambio climático

Zhang Bing Zhu Yingying Lan Chun Chen Zhuo

Abstracto El cambio climático y sus desastres secundarios se han convertido en uno de los factores más importantes que amenazan la seguridad del patrimonio cultural. Después de ordenar la historia y la situación actual de la lucha contra el cambio climático en el campo del patrimonio cultural internacional y nacional, se señala que la teoría y la tecnología de la planificación de la conservación de las ciudades históricas en las condiciones del cambio climático deben superar algunos problemas importantes y fundamentales, reconocer y redefinir el "entorno" de las ciudades históricas sobre la base de los entornos visuales, económicos, sociales, históricos y culturales convencionales, y mejorar los métodos de planificación de la conservación de las ciudades históricas y mejorar la resiliencia climática de las ciudades históricas con "soluciones naturales". Consta de cuatro partes: la primera parte resume los debates internacionales y nacionales sobre la tesis del cambio climático en el campo del patrimonio cultural, y analiza especialmente la situación de la lucha contra el cambio climático en el campo de la conservación de las ciudades históricas en China; la segunda parte intenta presentar los tres niveles del entorno de la ciudad histórica, es decir, el entorno de base natural, el entorno ecológico humano y el entorno paisajístico histórico. En conjunto, los tres niveles del entorno de la ciudad histórica pueden ayudarnos a establecer una visión integral del medio ambiente e incorporar los factores que deben considerarse para el desarrollo sostenible, como el cambio climático y las funciones de servicio ecológico, en la planificación de la conservación y la investigación científica de las ciudades históricas; la tercera parte toma a Dunhuang como ejemplo para analizar la identificación de factores ambientales clave en diferentes niveles y cómo mejorar el clima de la ciudad histórica a través de las "soluciones naturales" para mejorar la resiliencia climática de la ciudad histórica. La cuarta parte, a modo de conclusión, aboga por el desarrollo de técnicas de planificación de la conservación para que las ciudades históricas reconozcan no solo las leyes de la conservación del patrimonio cultural sino también las leyes de los ecosistemas.

Palabras clave: cambio climático; ciudades históricas; anillos patrimoniales

Medio ambiente; resiliencia; soluciones naturales; ordenación del territorio; entorno infraestructural natural; ecología humana; entorno paisajístico histórico

Perfil del autor

Zhang Bing, planificador superior a nivel de profesor, director general, Oficina de Planificación Espacial Territorial, Ministerio de Recursos Naturales, drbingzhang@tom.com

Zhu Yingying, candidata a doctorado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Tongji

Lan Chun, planificador, Instituto de Planificación y Diseño de Changzhou

Chen Zhuo, ingeniero sénior y director de la Academia China de Planificación y Diseño

Soluciones basadas en la naturaleza: Conocimiento del entorno patrimonial y planificación de la conservación para ciudades históricas en el contexto del cambio climático

ZHANG Bing, ZHU Yingying, LAN Chun, CHEN Zhuo

Resumen: El cambio climático y sus desastres secundarios asociados plantean amenazas significativas a la autenticidad e integridad del patrimonio cultural. Este artículo revisa la evolución de las respuestas internacionales y chinas al cambio climático dentro del dominio del patrimonio cultural. El artículo revisa la evolución de las respuestas internacionales y chinas al cambio climático dentro del dominio del patrimonio cultural. Destaca la necesidad de mejorar la teoría y la tecnología de la planificación de la

conservación de las ciudades históricas para abordar los principales problemas fundamentales del cambio climático. Este artículo revisa la evolución de las respuestas internacionales y chinas al cambio climático dentro del patrimonio cultural. El artículo enfatiza la necesidad de redefinir el concepto central de entorno más allá de las dimensiones físicas, económicas, sociales y culturales convencionales, abogando por mejorar las metodologías de conservación y mejorar la resiliencia climática mediante la adopción de Soluciones basadas en la Naturaleza (NbS). El artículo consta de cuatro partes. En primer lugar, revisa la investigación internacional y china sobre el cambio climático en el campo del patrimonio cultural y evalúa críticamente la capacidad del estado para abordar esta cuestión. En primer lugar, revisa la investigación internacional y china sobre el cambio climático en el campo del patrimonio cultural y evalúa críticamente el estado de la conservación de las ciudades históricas de China en respuesta al cambio climático. En segundo lugar, el documento presenta tres nuevos conceptos: Entorno natural básico, entorno de asentamiento humano y entorno de paisaje histórico para describir el entorno de la ciudad histórica en tres dimensiones distintas. Este enfoque fomenta una visión más integral del entorno patrimonial al incorporar factores de desarrollo sostenible, como el cambio climático y la ecología. Este enfoque fomenta una visión más integral del entorno patrimonial al incorporar factores de desarrollo sostenible, como el cambio climático y los servicios ecológicos, en la planificación de la conservación y la investigación científica de las ciudades históricas. En tercer lugar, aplicando el enfoque al caso de Dunhuang, la investigación identifica y analiza factores clave en tres dimensiones y explora el potencial de utilizar las SbN para mejorar la conservación de las ciudades históricas. utilizando las SbN para mejorar la resiliencia climática de las ciudades históricas. Por último, el documento concluye que el desarrollo de técnicas de planificación de la conservación para ciudades históricas debe llevarse a cabo de una manera que sea coherente con los principios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). - Por último, el documento concluye que el desarrollo de técnicas de planificación de la conservación para ciudades históricas no solo debe implicar la comprensión de los principios de conservación del patrimonio, sino también abarcar el conocimiento de las leyes de los ecosistemas.

Palabras clave: cambio climático; ciudad histórica; entornos patrimoniales; resiliencia; Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN); ordenación del territorio; entorno natural básico; entorno de asentamientos humanos; entorno paisajístico histórico

El Esquema Nacional de Ordenación del Espacio Territorial (2021-2035) emitido por el Comité Central del Partido Comunista de China y el Consejo de Estado el 20 de octubre de 2022 exige la protección de los valores culturales y naturales heredados y la manifestación del encanto del espacio territorial, y señala en particular la necesidad de responder activamente a la contaminación del aire.

El cambio climático, basado en los riesgos potenciales de diferentes condiciones climáticas, diferentes entornos geográficos y diferentes tipos de desastres para la ontología del patrimonio cultural y su entorno, para mejorar la resiliencia del entorno patrimonial y evitar que se dañe la integridad y autenticidad del patrimonio cultural. Este artículo analiza el campo del patrimonio cultural internacional y nacional para hacer frente al cambio climático, señala que la teoría y la tecnología de la planificación de la conservación de las ciudades históricas en las condiciones del cambio climático deben superar algunas cuestiones importantes y fundamentales, y sobre la base del entorno visual convencional, el entorno histórico y cultural económico y social, para reconocer y definir el "entorno" de la ciudad histórica, para mejorar el histórico.

1 Respuesta al cambio climático en el ámbito del patrimonio cultural

1.1 Historia principal de la respuesta al cambio climático en el ámbito del patrimonio internacional

Desde el año 2000, el sector del patrimonio internacional se ha centrado en los impactos del cambio climático sobre el patrimonio, y se han llevado a cabo una serie de estudios, políticas y acciones para abordar el cambio climático. A través de la protección del patrimonio significativo para el cambio climático, el objetivo es abordar los desafíos globales comunes que enfrenta la humanidad ^[1].

El cambio climático se introdujo oficialmente en la labor del Patrimonio Mundial en 2007 ^[2], el Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO publicó Cambio climático y patrimonio mundial ^[3], Estudios de

caso sobre cambio climático y patrimonio mundial ^[4], y la 16ª sesión de la Asamblea General de los Estados Partes en la Convención del Patrimonio Mundial adoptó el documento estratégico clave "Documento de política sobre los impactos del cambio climático en el patrimonio mundial". ^[5-6]

(en adelante, el "Documento de Política"). Como los conocimientos relacionados con la adaptación y mitigación del cambio climático han aumentado drásticamente durante la última década, el Centro del Patrimonio Mundial ha establecido un proyecto sobre la "Revisión del Documento de Política", que ha dado como resultado una versión revisada del Documento de Política (en adelante, el Documento de Política).

de Política ha sido renombrado como "Documento de Política para la Acción Climática del Patrimonio Mundial" ^[7], que especifica los objetivos de acción en cinco áreas: evaluación del riesgo del cambio climático, adaptación al cambio climático, mitigación del cambio climático, creación de capacidades y cambio transformador ^[8]. El Documento de Política también ha sido renombrado como "Documento de Política para la Acción Climática del Patrimonio Mundial" ().

El cambio climático se ha convertido en un tema de gran frecuencia en el sector del patrimonio internacional en los últimos años, y cada vez más expertos en el campo de la conservación del patrimonio se están dando cuenta de que los impactos del cambio climático en el patrimonio son a largo plazo y difíciles de revertir mediante medidas correctivas urgentes ^[2]. Según el tercer ciclo del Informe periódico de Asia y el Pacífico del Patrimonio Mundial para octubre de 2020-julio de 2021 sobre las necesidades de gestión de sitios y los planes de acción, las estrategias de afrontamiento del riesgo de desastres y el cambio climático se están convirtiendo en las necesidades más destacadas y urgentes ^[9-10]. La Declaración de Fuzhou adoptada por la 44ª Asamblea General del Patrimonio Mundial en julio de 2021 se centra en los desafíos a largo plazo de la conservación, como el cambio climático y la rápida urbanización, y pide un enfoque integrado para la conservación de los sitios. La Declaración de Fuzhou, adoptada en la 44ª Asamblea General del Patrimonio Mundial en julio de 2021, se centra en los desafíos a largo plazo de la conservación del patrimonio, incluido el cambio climático y la rápida urbanización, y pide un enfoque integrado para la conservación de los sitios y la promoción de nuevas relaciones entre las personas y la naturaleza para la preservación del patrimonio cultural y natural. ^[11]. El Consorcio Mundial sobre Cultura, Patrimonio y Cambio Climático, organizado por la UNESCO, ICOMOS y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas, se celebró en diciembre de 2021 (^[12]).

La conferencia, el simposio mundial de más alto perfil sobre cambio climático y patrimonio cultural, resultó en la publicación de la Agenda Global de Investigación y Acción sobre Cultura, Patrimonio y Cambio Climático (^[13]), que explora los vínculos sistémicos e interacciones entre cultura, patrimonio y cambio climático, así como soluciones basadas en el desarrollo sostenible. En general, ICOMOS determina el tema del Día ICOMOS para los años siguientes con anticipación, pero en 2022, cuando lanzó oficialmente el tema anual para el "Día ICOMOS 4-18", ICOMOS rompió con su práctica habitual y ajustó el tema anual cambiando el tema propuesto anteriormente de "Patrimonio religioso" a "Patrimonio y medio ambiente", y cambiándolo a "Patrimonio y medio ambiente". " a "Patrimonio y clima", lo que demuestra el reconocimiento de la urgencia del tema ^[14]. Al mismo tiempo, el Reino Unido, los Países Bajos, Irlanda, Italia, los Estados Unidos, Canadá y otros países han puesto en marcha estudios pertinentes ^[15-16] para incorporar consideraciones sobre el cambio climático en la investigación sobre la conservación del Patrimonio Mundial, y la gestión y las acciones para abordar el cambio climático en el patrimonio en el sistema de gobernanza climática. En noviembre de 2023, la UNESCO convocó una conferencia sobre el Patrimonio Cultural en el Siglo XXI en Nápoles, que dio a conocer La Iniciativa de Acción "Espíritu de Nápoles", que aboga por la promoción del espíritu de Nápoles en todos los ámbitos de trabajo de la Organización.

Concientizando sobre la importancia de promover la sostenibilidad ambiental y abordar los impactos del cambio climático, y explorando y promoviendo respuestas innovadoras, basadas en la comunidad y la cultura, a los desafíos que enfrentan los sitios patrimoniales, como el riesgo de desastres y la pérdida de biodiversidad, esta iniciativa destaca una vez más los impactos del cambio climático en la conservación del patrimonio, enfatizando acciones basadas en las interconexiones entre la naturaleza y la cultura.

1.2 La historia principal de la respuesta al cambio climático en nuestro sector patrimonial
China es una zona sensible y un área de impacto significativo del cambio climático global ^[17]. China

siempre ha otorgado gran importancia a los impactos del cambio climático en la sociedad humana y ha participado activamente en la gobernanza climática global. La Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático publicada en 2013 propone "fortalecer la protección de los recursos paisajísticos y el patrimonio cultural y natural amenazado por el cambio climático" ^[18], que es la primera vez que China ha incluido contenido relevante sobre el patrimonio cultural en un documento estratégico para abordar el cambio climático. Esta es la primera vez que China aborda los contenidos relevantes del patrimonio cultural en un documento de estrategia para abordar el cambio climático ^[19]. La Declaración de Fuzhou emitida por la 44ª Asamblea General del Patrimonio Mundial en 2021 plantea la idea de la conservación y gestión del patrimonio mundial [2], lo que refleja el consenso entre China y el mundo en el campo del patrimonio en el contexto de la construcción de una civilización ecológica. La Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático emitida en 2022

2035, desde la perspectiva del "desarrollo de un turismo resiliente al clima"

Grado, propone "identificar y evaluar los riesgos potenciales de los recursos turísticos sensibles al clima, y realizar científicamente intervenciones artificiales para la protección de los recursos turísticos como árboles viejos y valiosos, puentes, pueblos, edificios antiguos y ruinas y monumentos" ^[20].

China ha emitido una serie de regulaciones sobre reliquias culturales para hacer frente a los fenómenos meteorológicos extremos y el mecanismo de trabajo de respuesta a desastres, como el Aviso sobre la realización de un buen trabajo en la protección del patrimonio cultural en caso de fuertes lluvias y otros fenómenos meteorológicos desafortunados por parte de la Administración Estatal del Patrimonio Cultural en 2008, el Aviso de emergencia sobre el establecimiento de un sistema de notificación de información sobre reliquias culturales en la temporada de inundaciones en 2010, y el Aviso sobre la realización de un buen trabajo en la detección de situaciones peligrosas de la Gran Muralla durante la temporada de inundaciones y la protección del trabajo en 2018, y las Opiniones de 2021 sobre el fortalecimiento del trabajo de prevención y mitigación de desastres para reliquias culturales en puentes. De estos documentos, podemos ver que estamos preocupados por los daños causados por los desastres meteorológicos al patrimonio cultural, como los edificios y sitios antiguos, pero la mayoría de ellos se basan en el punto de partida de hacer frente a los fenómenos meteorológicos extremos y los desastres secundarios. De hecho, estos desastres están estrechamente vinculados con el cambio climático ^[21], y la estrategia a largo plazo para la protección del patrimonio cultural y el cambio climático se enunciará más o menos en el informe de la Estrategia Nacional de Adaptación Climática mencionado anteriormente.

Investigación científica y capacidad para abordar el cambio climático

En términos de construcción, en 2012, la Administración Estatal de Patrimonio Cultural estableció el Centro de Monitoreo del Patrimonio Cultural Mundial de China ^[22] en la Academia China de Patrimonio Cultural para construir un sistema de monitoreo y alerta temprana para el patrimonio cultural mundial de China, en el que los indicadores relacionados con el medio ambiente natural y el cambio climático son una de las preocupaciones clave del trabajo de monitoreo. Además, en 2020, el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST) emitió un proyecto especial clave sobre "Monitoreo, alerta temprana y prevención de desastres naturales importantes" (una tarea temática sobre la protección y utilización del patrimonio cultural), y en 2020, la Academia China de Patrimonio Cultural (CACH) y otros iniciaron un "Estudio sobre la evaluación de riesgos de desastres naturales de reliquias culturales inamovibles y respuesta de emergencia" (el tema del proyecto especial clave mencionado anteriormente), y en 2021, el Centro de Investigación Arqueológica de la Administración Estatal de Patrimonio Cultural lanzó el "Estudio preliminar sobre el impacto de los cambios climáticos repentinos en los sitios arqueológicos de China", con el objetivo de esforzarse por mejorar la capacidad de responder y abordar los posibles peligros y amenazas al patrimonio cultural en el contexto del cambio climático ^[19, 23]. En 2021, continuaron las fuertes lluvias en Henan y Shanxi, y el país se vio afectado por una serie de desastres naturales. En la provincia de Shanxi, las fuertes lluvias provocaron grandes daños a los edificios antiguos, los sitios históricos y las ciudades, y en Dunhuang, afectada por la sequía, las lluvias torrenciales provocaron inundaciones, lo que supuso una gran amenaza para el entorno patrimonial. Estos fenómenos extremos hicieron que más personas en el campo de la conservación del patrimonio prestaran atención a la tendencia de calentamiento y humidificación en las regiones del norte de China, lo que aumentó la importancia del tema del "cambio climático". Estos fenómenos extremos han atraído más atención a la tendencia de calentamiento y humidificación en la parte norte de China y han aumentado la conciencia

sobre el tema del cambio climático.

1.3 Estado de la respuesta al cambio climático en el ámbito de la conservación de ciudades históricas en China

Como un tipo importante de patrimonio cultural, la cuestión de la planificación de la conservación de las ciudades históricas para hacer frente al cambio climático es el foco de este artículo. Sin duda, las ciudades con alta densidad de población y alta concentración económica se ven particularmente afectadas por el cambio climático ^[24]. Los programas de acción actuales relacionados con la respuesta urbana al cambio climático provienen principalmente de la planificación urbana ^[25-26], la infraestructura urbana ^[27], la arquitectura urbana, los patrones ecológicos, las áreas verdes y las ciudades históricas.

La investigación sobre el cambio climático en las ciudades históricas aún es relativamente débil. ^[17, 24]

Las ciudades históricas tienen su composición intrínseca y características de gestión de la conservación, y contienen capas de entornos construidos como distritos históricos, barrios históricos y culturales y edificios históricos. Desde la perspectiva de los objetos de investigación, los resultados de investigación que hemos recopilado se centran en el análisis del impacto del cambio climático en reliquias culturales inamovibles como edificios y sitios antiguos. Desde la perspectiva de la gestión de la protección, la investigación sobre evaluación de riesgos climáticos y evaluación de vulnerabilidad ^[28], gestión de procesos completos de monitoreo y alerta temprana ^[23] y aplicación de nuevas tecnologías como la tecnología de información espacial ^[22, 29] también se dirigen a menudo al patrimonio cultural en general, y algunas de las investigaciones involucran aldeas tradicionales ^[30], patrimonio cultural agrícola ^[30-31] y paisajes culturales ^[13, 23], mientras que la investigación sobre evaluación de riesgos, evaluación de vulnerabilidad y monitoreo y alerta temprana dirigida específicamente a ciudades históricas está lejos de ser suficiente. En la literatura sobre medidas para hacer frente al cambio climático, que involucra diferentes regiones climáticas como Henan, Shanxi, Zhejiang, Xinjiang, Gansu, etc. ^[29-30, 32-34], los principales logros son: en primer lugar, la preparación de directrices técnicas y la formulación de estrategias de protección basadas en diferentes características climáticas y patrimoniales de la clasificación de zonificación; en segundo lugar, teniendo en cuenta la respuesta y prevención de emergencias, realizando la investigación sobre los impactos del cambio climático a largo plazo en el patrimonio y perfeccionando el sistema de trabajo de evaluación de riesgos, gestión e inspección diarias y eliminación de emergencias; En tercer lugar, dar pleno juego al papel de la tecnología de la información espacial en la detección, descubrimiento, monitoreo, evaluación y gestión del patrimonio cultural, y mover el patrimonio cultural de la protección "después" a la protección "antes", por ejemplo, en Dunhuang, para hacer frente al enorme impacto del aumento de las precipitaciones en las Grutas de Mogao en los últimos años. Por ejemplo, en Dunhuang, en respuesta al enorme impacto del aumento de las precipitaciones en las cuevas de Mogao en los últimos años, se han creado medidas preventivas contra posibles peligros climáticos mediante la inspección y el refuerzo de los acantilados vulnerables, el fortalecimiento de la cooperación con los departamentos meteorológicos y la vinculación de los sistemas de vigilancia y alerta temprana, y se ha frenado eficazmente la erosión de las pinturas murales y las esculturas de colores adoptando un proyecto de control de la arena durante varias décadas para hacer frente a las tormentas de arena y de polvo extremas. Aunque estos estudios están relacionados directa o indirectamente con la protección de las ciudades históricas, la situación general sigue siendo favorable a la investigación generalizada del patrimonio cultural.

En respuesta al gas que ataca directamente a ciudades históricas

En la investigación sobre el cambio climático, a partir de los materiales recopilados, se realizan más investigaciones desde la dimensión de las medidas de protección y gestión de las ciudades históricas. Por ejemplo, el estudio sobre la ciudad histórica y cultural de Yinchuan analizó la amenaza del cambio climático a los valores históricos y culturales y los principales objetos de protección de la ciudad, y propuso estrategias de afrontamiento climático en términos de coordinación regional, coordinación sectorial, exploración tecnológica, restauración ecológica y ajuste industrial ^[35]; Macao ha introducido estrategias de afrontamiento climático para lidiar con el cambio climático, el clima extremo (principalmente tifones) y la protección del Centro Histórico de Macao, que es un sitio de Patrimonio Mundial. Para la protección del Centro Histórico de Macao, Macao ha introducido estrategias específicas para enfrentar el cambio climático y el clima extremo (principalmente tifones e inundaciones), y ha definido claramente las siguientes estrategias

Medidas antes, durante y después de los tifones para sistematizar la protección de la ciudad cuando se ve amenazada y atacada por tifones ^[13, 27] ; La isla de Gulangyu, en proceso de nominación como Patrimonio de la Humanidad, está estudiando el establecimiento de un sistema de monitoreo del patrimonio y de alerta temprana y pronóstico de desastres para fortalecer las medidas de gestión ^[30] .

Las ciudades históricas pueden considerarse como un tipo de asentamiento tradicional y, en un sentido más amplio, se puede prestar atención a algunos resultados de investigación sobre asentamientos tradicionales para hacer frente al cambio climático. Por ejemplo, la investigación sobre la aldea Dong analiza la base cultural tradicional y los métodos de planificación de la construcción de asentamientos, y propone el camino para mantener el equilibrio de la relación entre los seres humanos y la tierra en respuesta al cambio climático ^[30] ; Las terrazas Hani de Honghe tienen buenas funciones de almacenamiento y regulación de agua debido a su sistema único de "bosque-aldea-terrazas-agua". Debido a su sistema único de "bosque-aldea-terrazas-agua", las terrazas Hani tienen una buena función de almacenamiento y regulación de agua, y las terrazas Hani aún mantienen una buena función de producción a pesar de que la provincia de Yunnan sufrió una rara sequía de cinco años de 2008 a 2012. ^[13, 23] Con base en este fenómeno, los principios y medidas de planificación y gestión de sitios patrimoniales, incluidas las terrazas y las aldeas, se deducen de la ley interna para enfrentar mejor la presión del cambio climático. Principios y medidas de planificación y gestión de sitios patrimoniales, incluidos los arrozales en terrazas y las aldeas. Estas investigaciones en el campo de los asentamientos tradicionales que enfrentan el cambio climático son esclarecedoras para reconocer el valor patrimonial de las ciudades históricas y abordar la planificación y gestión de la conservación de las ciudades históricas.

En general, el campo de la preservación de ciudades históricas en China

La investigación para abordar el cambio climático aún enfrenta desafíos. En primer lugar, a partir de la relación evolutiva entre las condiciones climáticas y el valor de las ciudades históricas, aunque podemos explorar la experiencia tradicional y la sabiduría tradicional de los seres humanos en la adaptación a la naturaleza, y revelar las huellas "climáticas" distintivas dejadas en la ubicación de las ciudades históricas y la construcción de calles y carriles y edificios, etc. ^[35] , estas investigaciones no pueden sustituir a la investigación sobre el impacto del cambio climático en el desarrollo futuro de las ciudades históricas, y la tendencia del impacto futuro aún es insuficiente. Sin embargo, estos estudios no pueden reemplazar los estudios sobre los impactos del cambio climático en el desarrollo futuro de las ciudades históricas, y la comprensión de los impactos futuros aún es insuficiente; en segundo lugar, en el período pasado, aunque se ha enfatizado la investigación sobre el monitoreo de riesgos y las medidas de alerta temprana para el patrimonio cultural y el medio ambiente bajo la condición del cambio climático, existe una falta de cooperación multidisciplinaria basada en el juicio de la investigación sobre el mecanismo de los cambios del patrimonio cultural y el medio ambiente; En tercer lugar, la mayoría de los resultados de la investigación se han centrado en el patrimonio cultural en un sentido amplio, y las investigaciones centradas en las ciudades históricas son débiles. En tercer lugar, los resultados de la investigación se centran en su mayoría en el patrimonio cultural en sentido amplio, y débilmente en las ciudades históricas, aunque no se puede decir que estos métodos de investigación sean irrelevantes para las ciudades históricas, la investigación general sobre la ontología de las ciudades históricas y su entorno patrimonial bajo el cambio climático está lejos de ser sistematizada; En cuarto lugar, el análisis y la investigación sobre el cambio climático según la composición patrimonial y las características de valor de las ciudades históricas recién están comenzando, y no hay forma de hablar de una investigación empírica sistemática sobre ciudades históricas ubicadas en varias subregiones de base ecológica, incluidos los factores climáticos. Esta situación significa que la planificación de la conservación de las ciudades históricas todavía está en una etapa pionera en el campo de la adaptación y mitigación del cambio climático. En muchos casos, hablar del cambio climático es solo hablar.

En la actualidad, la teoría y la tecnología de la planificación de la conservación de las ciudades históricas en condiciones de cambio climático necesitan estudiar y resolver algunos problemas importantes y fundamentales. El siguiente artículo intenta hacer una entrada en dos aspectos: un aspecto es sobre el "entorno" de la ciudad histórica, y tratamos de redefinir el "entorno" de la ciudad histórica para resolver el problema de la falta de conexión entre el gran problema ambiental del cambio climático y el entorno visual convencional (el concepto aportado por la Carta de Venecia) o incluso el entorno económico,

social e histórico-cultural (un avance aportado por la Declaración de Xi'an hace casi 20 años).) o incluso el entorno económico, social, histórico y cultural (un avance aportado por la Declaración de Xi'an hace casi 20 años); el otro aspecto es aprovechar el nuevo concepto de medio ambiente, tomando prestados casos para ilustrar cómo se puede mejorar la resiliencia climática de las ciudades históricas de una manera naturalista, y hacer recomendaciones para mejorar los métodos de planificación para la conservación de las ciudades históricas.

2 Mejora de los métodos cognitivos para entornos urbanos históricos

El estudio del cambio climático y el patrimonio cultural es esencialmente un estudio para revelar la interrelación entre el medio ambiente natural y el patrimonio cultural. El estudio de la ontología del patrimonio cultural y su entorno afectado por el cambio climático es un estudio del impacto del "medio ambiente natural" en la ontología del patrimonio y su "medio ambiente" a mayor escala, y es necesario descubrir y establecer la relación intrínseca entre el medio ambiente natural, el medio ambiente patrimonial y la ontología del patrimonio, centrándose en la preservación de los valores patrimoniales. El "medio ambiente" es lo mismo que el "medio ambiente". Esta sección se centrará en la cuestión de cuál es la relación entre el medio ambiente natural y el medio ambiente patrimonial, que es lo mismo que el "medio ambiente", e intentará proponer una visión para una metodología mejorada para la percepción del medio ambiente en las ciudades históricas, cerrando la brecha entre el medio ambiente natural y el medio ambiente patrimonial.

2.1 El viaje cognitivo del entorno patrimonial

Es bien sabido que la percepción del "contexto" del patrimonio cultural ha experimentado un proceso de desarrollo. 1964 fue el primer año en que se reconoció este concepto.

Carta Internacional para la Conservación y Restauración de Monumentos y Sitios

(La protección de los monumentos y sitios y sus alrededores está consagrada en la Carta de Venecia, que establece que "la protección de los monumentos implica la protección de un entorno a una escala determinada" y que "los monumentos no pueden separarse de la historia de la que son testigos ni del entorno en el que fueron creados". La Recomendación de 1976 sobre la salvaguardia y la función contemporánea de los lugares históricos (Recomendación de Nairobi) define el "entorno" como el contexto natural o artificial que influye en el paisaje dinámico y estático de un área histórica. La Carta de Barra de 1999 define el "entorno" como "el área que rodea un sitio patrimonial, que puede incluir el área hasta donde alcanza la vista", es decir, el área visual como el entorno; el Proyecto de Hoi An de 2005 - Mejores prácticas de conservación de Asia continúa con esta definición y explica que "esto incluye áreas construidas naturales y artificiales, objetos fijos y actividades relacionadas". En la Declaración de Xi'an de 2005

Las Palabras, que definen colectiva y sistemáticamente el marco del patrimonio, serán el marco de los edificios antiguos, los sitios y las áreas históricas.

(El entorno se define como el entorno inmediato y extendido: además de los aspectos físicos y visuales, el entorno incluye las interrelaciones con el entorno natural; todas las prácticas sociales y espirituales humanas pasadas y presentes, costumbres, tradiciones, percepciones o actividades, y otras formas de patrimonio cultural inmaterial que han creado y dado forma al espacio del entorno, así como el clima cultural, social y económico del desarrollo dinámico actual. La Declaración de Xi'an extiende la protección del patrimonio cultural al entorno del patrimonio y a todas las actividades históricas, sociales, espirituales, consuetudinarias, económicas y culturales contenidas en él [36] , describiendo la relación del entorno patrimonial, como entorno local, con todo el entorno y con el contexto ambiental más amplio [37] .

Han transcurrido más de 40 años desde la Carta de Venecia hasta la Declaración de Xi'an.

La evolución de la percepción del entorno patrimonial a lo largo de los años también ha sido testigo de un avance en la percepción de los valores patrimoniales.

La autenticidad y la integridad del patrimonio son determinantes clave del valor patrimonial y están estrechamente relacionadas con el entorno patrimonial. La autenticidad es un conjunto multidimensional de aspectos clave de la autenticidad que se dan en el Proyecto de Hoi An - Mejores prácticas de conservación de Asia (Tabla 1), como el lugar, los nichos ambientales , el entorno, los vínculos con otros proyectos o sitios, los usos cambiantes, las conexiones históricas y muchas otras

características de la autenticidad que están altamente relacionadas con el "medio ambiente". La Declaración de Xi'an está altamente contextualizada en términos de integridad. En términos de integridad, la Declaración de Xi'an afirma que "el medio ambiente afecta o es parte integral de la importancia y singularidad del patrimonio", explicando que "el medio ambiente" es un componente importante de la integridad del patrimonio, y que si el medio ambiente se daña, la integridad del patrimonio se perderá y el valor del patrimonio se verá comprometido. La integridad del patrimonio puede perderse y ciertas características del valor patrimonial pueden perderse. Se dedujo que cuando definimos de manera diferente el significado y el alcance del medio ambiente, la autenticidad e integridad del patrimonio cambiarán y el valor del patrimonio se evaluará de manera diferente.

A medida que el impacto del cambio climático sobre el patrimonio cultural se hace más evidente, Como preocupación mundial, no sólo debemos considerar los posibles impactos sobre el patrimonio en sí, sino también identificar aquellos elementos del entorno patrimonial que son sensibles al cambio climático. Esto significa que, en el mismo contexto del "entorno patrimonial", tenemos que pasar no sólo de los "efectos desagradables a la vista" que afectan al patrimonio, como se defiende en la Declaración de Xi'an, a "todos los entornos históricos, sociales, espirituales, consuetudinarios, económicos y culturales", sino también al "entorno del patrimonio mundial". Tenemos que pasar no sólo de afectar al patrimonio "hasta donde alcanza la vista" a "todos los entornos históricos, sociales, espirituales, consuetudinarios, económicos y culturales", como se defiende en la Declaración de Xi'an, sino también al "entorno natural del sitio".

La unidad espacial básica para la adaptación y mitigación de los impactos del cambio climático sobre el patrimonio, porque en definitiva, las ciudades históricas ubicadas en diferentes entornos naturales requerirán diferentes estrategias y medidas tecnológicas para mejorar la resiliencia climática de las ciudades históricas para su conservación.

2.2 Tres niveles del entorno urbano histórico

Volviendo a la relación entre el cambio climático y las ciudades históricas, si queremos empezar a cambiar el status quo teórico y tecnológico de la lucha contra el cambio climático en el campo de la conservación de las ciudades históricas en China, estudiar la tendencia del impacto del cambio climático en el desarrollo futuro de las ciudades históricas, investigar profundamente el mecanismo y el proceso del impacto del cambio climático en las ciudades históricas y sistematizar gradualmente la investigación en este campo, no sólo necesitamos llevar a cabo una gran cantidad de estudios empíricos con cooperación multidisciplinaria, sino también

Tabla 1 Dimensiones de la autenticidad

<i>Ubicación y entorno</i>	<i>Forma y diseño</i>	<i>Usos y funciones</i>	<i>propiedad intrínseca</i>
<i>establecimientos</i>	<i>planificación espacial</i>	<i>usar</i>	<i>expresión artística</i>
<i>matriz</i>	<i>idear</i>	<i>usuario</i>	<i>fig. valores (éticos, culturales, etc.)</i>
<i>“ Sentido del lugar ”</i>	<i>material (de lo que está hecho algo)</i>	<i>enlace</i>	<i>vigor</i>
<i>hábitat localizado</i>	<i>artes y oficios</i>	<i>Usos que cambian de vez en cuando</i>	<i>influencia perceptiva</i>
<i>Topografía y vistas</i>	<i>Tecnología de construcción</i>	<i>disposición espacial</i>	<i>Antecedentes religiosos</i>
<i>Alrededores</i>	<i>Un proyecto de ingeniería</i>	<i>Consecuencias del uso</i>	<i>Conexión histórica</i>

Lo esencial	estratigrafía (geología)	Usos específicos del sitio	Sonidos, olores, sabores
Grado de dependencia de las instalaciones	Enlaces a otros proyectos o sitios patrimoniales	uso histórico	proceso creativo

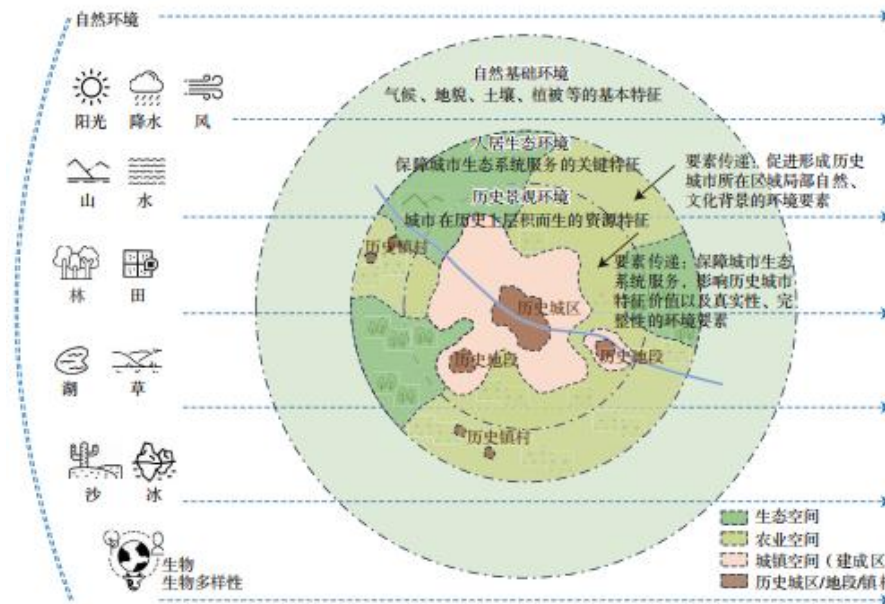


Fig.1 El marco cognitivo para los entornos patrimoniales de una ciudad histórica

Fuente: Proyecto de Hoi An: Mejores prácticas de conservación en Asia , 2005

y también necesita ser practicada activamente en el campo de la planificación de la conservación. Sin embargo, como se señaló anteriormente, entre el cambio climático global y las ciudades históricas, es necesario agregar el nivel y la dimensión del "medio ambiente" sobre la base del entorno visual, económico, social, cultural e histórico. En este artículo, proponemos tres niveles del medio ambiente de las ciudades históricas, a saber: entorno base natural, entorno ecológico humano y entorno paisajístico histórico (Fig. 1), y tratamos de Este artículo propone tres niveles de entorno de la ciudad histórica, a saber: entorno básico natural, entorno ecológico humano y entorno paisajístico histórico (Figura 1), y trata de construir un puente de reconocimiento de valor y allanar un camino de acción de protección entre la protección del patrimonio cultural de las ciudades históricas y el proceso natural del cambio climático global.

2.2.1 Infraestructura natural

El primer nivel es el entorno natural básico en el que se ubica la ciudad histórica, que aclara las características básicas de la dotación ecológica, el mecanismo ecológico y el uso del suelo de la región donde se ubica la ciudad histórica. El entorno natural básico es la base de la ciudad histórica desde su formación, receptores de los impactos del cambio climático, pero también para tomar las medidas adecuadas para

Figura 1 Marco cognitivo del entorno urbano histórico
El entorno natural básico en el que se basa la ciudad es un entorno natural básico. En comparación con

la historia de la construcción de ciudades por parte del hombre, las condiciones ambientales naturales, como el clima, las formas del terreno, el suelo y la vegetación, son relativamente estables y cambian lentamente. Bajo la influencia del cambio climático global, para adaptarse o mitigar los impactos del cambio climático, las ciudades históricas deben formular primero medidas a partir del entorno natural de base en el que se encuentran. Por ejemplo, para las mismas lluvias intensas, una ciudad histórica ubicada en la región árida del noroeste y una ciudad histórica ubicada en la región costera tomarán medidas diferentes para resolver el problema de aliviar la presión de las fuertes lluvias sobre la ciudad histórica. Otro ejemplo es que para mantener y mejorar el entorno ecológico de una ciudad histórica, los métodos de gestión del sistema hídrico y la mejora de las condiciones de la vegetación serán diferentes según las condiciones geográficas naturales que posea la ciudad histórica. Con la promoción de las ciudades históricas hacia un camino de desarrollo de alta calidad que sea seguro y resiliente, ecológicamente habitable, verde y con bajas emisiones de carbono, el entorno natural de base de las ciudades históricas debe incluirse en el contexto del reconocimiento del entorno patrimonial.

Para entornos de base naturales, es posible utilizar

Primera "Zonificación de base ecológica de tierras de China" de China

(Prueba)" [38] resultados (publicados en mayo de 2023 por el Ministerio de Recursos Naturales). Como se indica en este documento, "la zonificación de base ecológica terrestre de China es un trabajo fundamental importante basado en elementos naturales y antropogénicos" y "proporciona un marco técnico básico y una referencia para la clasificación de zonificación para llevar a cabo científicamente la restauración ecológica y el monitoreo ecológico, la evaluación y la alerta temprana, etc." La zonificación se basa en el patrón geográfico natural. La zonificación se basa en el patrón geográfico natural, aprovechando los resultados de la zonificación ecogeográfica de China, la ecozonificación marina, la zonificación climática, la zonificación de la vegetación y la zonificación ecofuncional, y analizando datos de recursos naturales multitemporales y de alta precisión, como el Tercer Estudio Nacional de Tierras, estudios ecogeológicos, estudios de recursos de aguas subterráneas, monitoreo de las condiciones geográficas nacionales, imágenes de teledetección de alta resolución y modelado tridimensional digital. Los datos espaciales y temporales de los recursos naturales, como imágenes de teledetección de alta resolución, Los modelos tridimensionales, etc., se utilizan para determinar de manera integral la zonificación, y los ecosistemas del área terrestre nacional (excluyendo Hong Kong, Macao y Taiwán) se dividen en 6 zonas ecológicas de primer nivel, 47 zonas ecológicas de segundo nivel y 233 zonas ecológicas de tercer nivel en diferentes escalas regionales. [38] (La distribución espacial de las zonas ecológicas de tercer nivel se puede consultar en el Mapa de Partición de Base Ecológica del Área Terrestre de China publicado por el Ministerio de Recursos Naturales en 20 23 .) Aunque los seis condados de la antigua Huizhou tienen puntos en común sobresalientes en la historia y la cultura, se dividen en tres niveles de ecorregiones desde la perspectiva de la zonificación de base natural (Fig. 2). El entorno natural de la ciudad histórica se puede dividir en tres niveles de zonas ecológicas, a fin de obtener una comprensión y un posicionamiento integral del clima, las formas del relieve, el suelo, la vegetación, la geología, la hidrología y otras condiciones, lo que favorece la conservación y utilización de la ciudad histórica y los pueblos y aldeas históricas circundantes para cumplir con las leyes generales de evolución del medio ambiente natural a gran escala.

2.2.2 Ecosistema hábitat

El segundo nivel es la función ecológica de la ciudad histórica y las ciudades y pueblos vecinos constituye el entorno ecológico ecológico que está estrechamente conectado, en esta unidad territorial funcional urbana y rural relativamente completa, las funciones de vida, producción y ecológicas están estrechamente conectadas, el intercambio de material, energía e información es frecuente, existen las funciones de servicio ecológico como la conservación del agua, la conservación del suelo y el agua, los cortavientos y la fijación de arena y la biodiversidad, etc., que mantienen la estabilidad ecológica básica de la ciudad histórica y la supervivencia y el desarrollo de los residentes urbanos y rurales a través del papel interno de apoyo, regulación y suministro, etc. regulación), suministro y otras funciones intrínsecas para mantener la estabilidad ecológica básica de la ciudad histórica y la supervivencia y el desarrollo de los residentes urbanos y rurales, constituyendo un patrón espacial único de espacio ecológico, espacio agrícola y espacio urbano integrados entre sí.

La investigación en ecología del hábitat se centra en identificar

Características clave y elementos ambientales asociados que salvaguardan los servicios ecosistémicos urbanos. El modelo de ecología del paisaje “ parche - corredor - matriz ” [39] puede ayudarnos a proporcionar un “lenguaje espacial” para describir esta unidad funcional-territorial, que puede ser comunidades vegetales, lagos, pastizales, tierras agrícolas, asentamientos urbanos y rurales, etc. Los corredores pueden ser cortavientos. "Los parches pueden ser comunidades vegetales, lagos, pastizales, tierras de cultivo, pueblos y aldeas, etc., los corredores pueden ser cortavientos, ríos, cañones, carreteras, corredores de intercambio cultural, etc., y los sustratos pueden ser sustratos montañosos, sustratos de red hídrica, sustratos forestales, sustratos de pastizales, sustratos de tierras de cultivo, etc. Esta unidad funcional-territorial articula el entorno natural de base hacia el exterior, conectándose con el sistema de montaña, agua, bosque, campo, lago, hierba y arena de la gran región, y hacia el interior, conectándose con el área urbana histórica y otras áreas edificadas de la ciudad histórica, especialmente penetrando en el interior de la ciudad histórica a través del espacio abierto azul-verde dentro de la ciudad, lo que permite conectar la gran área ecológica natural con el sistema de asentamiento urbano y rural de la ciudad, el área de construcción centralizada de la ciudad, el área urbana histórica dentro de la ciudad, la unidad comunitaria y el corredor de intercambio cultural, etc. Esto hace que la gran zona ecológica natural, junto con el sistema de asentamiento urbano y rural, el área de construcción centralizada de la ciudad, el área urbana histórica, las unidades comunitarias y los edificios dentro de la ciudad, formen un todo orgánico y unificado de ecología natural y ecología social. Esta escala del medio ambiente, como dijo el Sr. Wu Liangyong [40] , es el medio ambiente natural y ecológico general de la ciudad, es el asentamiento para producir y desempeñar una función de base, los asentamientos humanos.

2.2.3 Entorno paisajístico histórico

El tercer nivel es el entorno paisajístico histórico de la ciudad histórica, que abarca los recursos naturales, artificiales y humanos dentro de la ciudad, es decir, las características naturales de la ciudad histórica en una escala relativamente pequeña, como la topografía y la hidrología, el entorno construido histórico y contemporáneo, la infraestructura sobre y bajo tierra, los patrones de uso de la tierra y los arreglos espaciales, las conexiones sensoriales y visuales y los elementos estructurales de la ciudad, así como las prácticas y valores de la sociedad y la cultura, la economía y los aspectos intangibles del patrimonio relacionados con la diversidad y la identidad. procesos y aspectos intangibles del patrimonio relacionados con la diversidad y la identidad [41] . Los entornos a esta escala se caracterizan por "recursos históricamente estratificados". Está claro que el entorno paisajístico histórico debe trascenderse

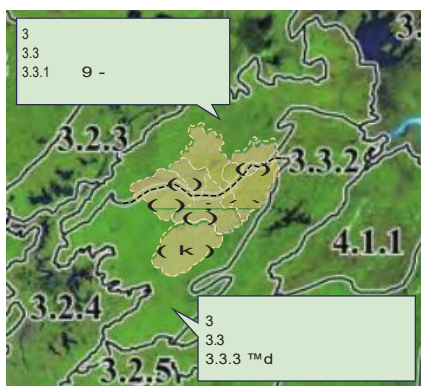


Fig. 2 Superposición de la reserva ecológica cultural de Huizhou con las zonas ecológicas de nivel 3 de las zonas de base ecológicas de prueba de las tierras de China

Cuanto más nos referimos al entorno del sitio de la ciudad y sus montañas y ríos interdependientes en el estudio de las ciudades históricas [42] , adoptamos ampliamente las imágenes de paisajes urbanos históricos en la Recomendación de la UNESCO sobre Paisajes Urbanos Históricos, que incluye no solo la parte material del entorno paisajístico, es decir, el paisaje visual que es visualmente reconocible y

psicológicamente perceptible, sino también la parte inmaterial del paisaje, como las actividades de los habitantes de la ciudad que tienen valor histórico.

En el contexto del estudio de los impactos del cambio climático en las ciudades históricas, puede resultar más o menos difícil explicar las interrelaciones entre el cambio climático y las ciudades históricas cuando la escala del entorno se limita al "entorno del emplazamiento de la ciudad y sus montañas y ríos interdependientes". Aunque la escala literal del "entorno del emplazamiento de la ciudad" puede ser grande o pequeña, en la práctica este término apunta a las características ambientales del lugar donde se sitúa el emplazamiento de la ciudad. Por ejemplo, podemos decir que una determinada ciudad histórica está situada en la confluencia de dos ríos, con un transporte conveniente y una concentración de comerciantes y comerciantes, y se ha convertido en la "Pequeña Shanghai" de esta región. " y así sucesivamente, centrándose en el desarrollo de las funciones urbanas de las condiciones del entorno de los recursos, y "con sus montañas y ríos interdependientes forman y paisaje" pertenece al "ambiental cultural", es el sitio de la ciudad alrededor con el crecimiento de los asentamientos, es el resultado de las personas que nacieron y crecieron alrededor del sitio de la ciudad transformando la naturaleza y disfrutando del paisaje, "ese lugar es su hogar y lugar de almacenamiento de memoria, y también la fuente de sustento" ^[43]. "Las montañas y los ríos son más grandes en escala espacial y más ricos en dimensiones que el entorno de un sitio de ciudad, que es el entorno percibido en la producción y la vida. Hoy, en el contexto histórico de la construcción de un sistema de civilización ecológica, la investigación sobre la conservación y el uso de las ciudades históricas debe prestar atención a las funciones ecológicas de las ciudades históricas y los posibles impactos del cambio climático, que está vinculado al entorno de base natural y al entorno ecológico de los asentamientos humanos en los que se encuentran las ciudades históricas.

La introducción de la naturaleza en la percepción del entorno de la ciudad histórica es un cambio de concepto; al mismo tiempo, adoptamos el concepto de entorno paisajístico histórico para romper con la estrecha comprensión del entorno visual e incorporar los elementos económicos, sociales y culturales del entorno más allá del entorno dentro del alcance visual. Sin duda, en su conjunto, los tres niveles del entorno urbano histórico pueden ayudarnos a establecer una dimensión integral de comprensión e incorporar los factores que deben considerarse para el desarrollo sostenible, como el cambio climático y la función de servicio ecológico, en nuestra investigación sobre ciudades históricas, que no solo intenta abrir un nuevo tema para el estudio de la relación entre el cambio climático y las ciudades históricas, sino que también abre un nuevo espacio. En la siguiente sección, basándose en el camino propuesto para mejorar la cognición ambiental de las ciudades históricas, este artículo intenta hacer un estudio aproximado sobre cómo mejorar la resiliencia climática en la práctica de la planificación de la conservación de las ciudades históricas.

3 Una "solución natural" para mejorar la resiliencia climática en ciudades históricas: el caso de Dunhuang

"Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), a menudo traducidas como "soluciones basadas en la naturaleza", son definidas por la UICN como "acciones que abordan los desafíos sociales y brindan beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad a través de la conservación, la gestión sostenible y la restauración de ecosistemas naturales o mejorados". Las SbN , a menudo traducidas como "soluciones basadas en la naturaleza", son definidas por la UICN como "acciones para abordar los desafíos sociales a través de la conservación, la gestión sostenible y la restauración de ecosistemas naturales o modificados con el fin de responder de manera eficaz y adaptativa a los desafíos sociales y aportar beneficios al bienestar humano y la biodiversidad" ^[44-45], es decir, el uso de los ecosistemas y los servicios que proporcionan para abordar los desafíos sociales que enfrenta la sociedad, como el cambio climático, la seguridad alimentaria, la seguridad hídrica, el riesgo de desastres y el desarrollo social y económico. A principios del siglo XXI, la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y el Banco Mundial propusieron las SbN para abordar los desafíos ambientales como el cambio climático, la disminución de la resiliencia ambiental y el deterioro de los ecosistemas a través de medidas de restauración ecológica sostenibles y rentables ^[46-47]. La "solución de la naturaleza" se inspira en las leyes de la naturaleza y utiliza o emula las fuerzas naturales de los ecosistemas y sus servicios para adaptarse y mitigar los riesgos y desafíos que plantea el cambio climático. Para las ciudades históricas, la fuerza del cambio climático altera las condiciones ambientales para el desarrollo de las ciudades históricas, los restos

históricos y culturales pueden resultar dañados, el medio ambiente del que dependen los restos puede verse alterado y el daño a la autenticidad e integridad de la ciudad histórica significa el daño a su valor histórico y cultural. Por lo tanto, la planificación de la conservación de las ciudades históricas bajo el cambio climático debe gestionar de manera sostenible los cambios que están ocurriendo y seguirán ocurriendo, de modo que se pueda mejorar la resiliencia de las ciudades históricas. Controlar y guiar el uso del suelo y los patrones espaciales alrededor de las ciudades históricas es un medio de gestión, pero el cambio ambiental detrás de la

La clave de la planificación.

El análisis de esta sección toma como ejemplo a Dunhuang, en Gansu. Dunhuang está situada en el extremo occidental del Corredor Hexi, en la provincia de Gansu, y es una ciudad a nivel de condado en la provincia de Gansu, administrada por la ciudad de Jiuquan, con una superficie total de 26.700 km² y una población residente de 185.000 personas. El patrimonio cultural incluye principalmente las Grutas de Mogao, las Ruinas de Hangquanjiu, las Ruinas del Paso de Yumen y otros patrimonios culturales mundiales, la Ciudad Histórica y Cultural Nacional de Dunhuang (incluidos los barrios históricos y culturales) y los patrimonios culturales inmateriales, etc.; el patrimonio natural incluye principalmente el Geoparque Nacional de Yadan, los Manantiales Yueya, la Montaña Mingsha, las Piscinas Wolvu, el Lago Oeste de Dunhuang, el Lago Este de Dunhuang, el Humedal de Nanshuanyuan, etc.: se puede decir que hay recursos patrimoniales naturales y culturales ricos y diversificados distribuidos en esta tierra árida del Noroeste. Se puede decir que en esta tierra árida del Noroeste de China, hay abundantes recursos patrimoniales naturales y culturales.

3.1 Identificación de elementos ambientales clave a múltiples escalas en ciudades históricas

La cultura es un producto de la adaptación al entorno natural, y la cultura a su vez influye en el entorno natural [48]. Como ecosistema, la ciudad tiene las funciones básicas de circulación material, flujo de energía y transferencia de información [49]. El estudio general del entorno natural, el entorno ecológico humano y el entorno paisajístico histórico de la ciudad histórica requiere atención a los elementos clave del ciclo material, el flujo de energía y la transferencia de información, y la comprensión del proceso de su transferencia ayuda a revelar el proceso de interacción entre diferentes niveles y escalas del entorno, y ayuda a comprender la singularidad de la formación y evolución de la ciudad histórica como una unidad orgánica de los ecosistemas naturales y sociales. Ayuda a comprender la singularidad y la creatividad de la formación y evolución de la ciudad histórica como una unidad orgánica de la ecología natural y la ecología social, y ayuda a comprender las características y connotaciones del valor patrimonial de la ciudad histórica.

3.1.1 Elementos ambientales clave en el entorno de base natural Dunhuang se encuentra en la parte más occidental del Corredor Hexi, Gansu,

La frontera entre las provincias (regiones) de Qinghai y Xinjiang. Según la Zonificación de Base Ecológica Terrestre de China (Prueba), Tun

Tab.2 La zona de base ecológica donde se encuentra Dunhuang

Ecorregión de clase I	Ecorregión secundaria	Características básicas de la ecorregión secundaria a la que pertenece	Zona ecológica III
6 Ecología del Noroeste Apellido Ou	6.2 Alá Shan-Hesi ecología Apellido Ou	Tiene un clima árido en la zona templada media, con una precipitación media anual de 40-360 mm, y las formas del terreno están dominadas por paisajes montañosos y de Gobi. El suelo es principalmente suelo desértico gris y suelo arenoso eólico, y el material parental de la formación del suelo es caliza. Uno de los. Los humedales y pastizales El mosaico desértico es una barrera importante Es una barrera importante para prevenir el viento y función de oferta	6.2.1 Ecorregión del desierto de Gobi, Alxa
			6.2.2 Ecorregión de pastizales de baja
			6.2.3 Ecorregión del desierto de Ulan Buh
			6.2.4 Ecorregión del Desierto del
			6.2.5 Ecorregión del desierto de
			6.2.6 Ecorregión de pastizales de
			6.2.7 Zona agroecológica de la llanura
			6.2.8 Ecorregión de tierras agrícolas y pastizales
			6.2.9 Ecorregión de tierras agrícolas y
			6.2.10 Ecorregión de pastizales de la llanura

Dunhuang pertenece a la Región Ecológica del Noroeste en la zona ecológica de primer nivel, la Zona Ecológica del Corredor Alashan-Hexi en la zona ecológica de segundo nivel y la Zona Ecológica de Pastizales de la Llanura del Río Shule en la zona ecológica de tercer nivel. De acuerdo con los principios de similitud dentro de las regiones ecológicas, divergencia interregional y mantenimiento de la integridad relativa y continuidad de las unidades geográficas naturales, la región donde se ubica Dunhuang presenta las características basales naturales de "humedales y pastizales distribuidos a lo largo del río son mosaicos en parches en el desierto". Véase la Tabla 2. Análisis específico, el área de la cuenca del oasis desértico de Gobi en el centro de Dunhuang es principalmente para lograr el control del viento y la arena, estabilizar el oasis y conservar los ecosistemas de bosques, pastos, humedales, ríos, etc., y también es un área importante para coordinar el desarrollo integrado de la construcción urbana y rural, la producción agrícola, la protección ecológica, la protección cultural, el turismo, etc., de los cuales el oasis es la clave para mantener la estabilidad de la ecología de Dunhuang y la clave para el desarrollo sostenible. Los dos corredores ecológicos dominados por el río Shule y el río Danghe son ricos en humedales, bosques, pastos y recursos de biodiversidad a lo largo del río, y son la línea vital del desarrollo sostenible del ecosistema de Dunhuang. Por lo tanto, "árido, desierto, oasis, río" es el elemento ambiental clave en el primer nivel del entorno de base natural para promover la formación del trasfondo natural y cultural local del área donde se encuentra la ciudad histórica de Dunhuang, reflejando la función ecológica y la estructura espacial de la ciudad histórica de Dunhuang y la simbiosis del medio ambiente.

3.1.2 Elementos ambientales clave en los ecosistemas de hábitat Los factores que han contribuido a la evolución del ecosistema de Dunhuang provienen principalmente de la

Aspectos naturales y sociales: en el contexto del cambio climático, las condiciones climáticas originalmente áridas enfrentan una tendencia al calentamiento y a la humidificación, y el aumento de la temperatura media tiene cierto impacto en el crecimiento de la vegetación; el crecimiento de la población, el aumento de las tierras cultivables, los avances tecnológicos, las actividades turísticas y otros factores sociales han aumentado la demanda de recursos hídricos, desplazando el uso del agua ecológica, que es la principal razón de la degradación de la vegetación y la contracción del ecosistema natural.

Comprender las leyes de la naturaleza y adaptarse a ellas es la clave para una buena conservación.

Fuente: Organizado por el autor con base en la "Zonificación de base ecológica del área terrestre de China (ensayo)". Esto se debe a ^[50]. Los cambios en el ecosistema natural están estrechamente relacionados con el entorno en el que existe el patrimonio de Dunhuang, y el deterioro del ecosistema debido a la escasez de agua, la disminución de los niveles de agua subterránea, el aumento de la arena terrestre, las inundaciones y las tormentas de polvo han amenazado seriamente la supervivencia del patrimonio cultural y los paisajes naturales. Las grutas de Mogao debido al ataque de arena, la enfermedad de las estatuas y los murales se está volviendo cada vez más grave e incluso puede causar el colapso del cuerpo del acantilado; afectado por la disminución continua de los niveles de agua subterránea, el manantial de la luna creciente se enfrenta al riesgo de agotamiento; la montaña de arena de la estribación sur de la montaña Mingsha avanza hacia el lado del manantial, el manantial de la luna creciente también se enfrenta al peligro de ser enterrado ^[51]. Por lo tanto, dentro de las unidades territoriales funcionales urbanas y rurales de Dunhuang, "el viento, la arena y el agua", que son muy relevantes para la seguridad del patrimonio, se han convertido en elementos ambientales clave en el segundo nivel del entorno ecológico humano para mantener los servicios ecosistémicos e influir en el valor patrimonial de Dunhuang, especialmente en los últimos años, cuando la precipitación extrema causada por el "calentamiento y la humidificación" del clima ha hecho que toda la zona sufra los efectos del "calentamiento y la humidificación" del clima. La precipitación extrema provocada por el "calentamiento y la humidificación" del clima ha creado muchas incertidumbres en la distribución espacial y temporal de los recursos hídricos en toda la región, y ha aumentado el riesgo de inundaciones. ^[52] También constituye una presión sin precedentes sobre el control de inundaciones regional y la prevención de inundaciones urbanas de la ciudad histórica.

3.1.3 Elementos ambientales clave en el marco del paisaje histórico

Los estudios pertinentes a nivel del entorno paisajístico histórico suelen tener una organización más hábil de los elementos espaciales materiales como el contorno de la muralla de la ciudad, el diseño

espacial, los ejes históricos, la textura de las calles, los nodos espaciales importantes y los corredores visuales importantes que caracterizan el patrón tradicional del área urbana histórica. El Plan de Protección de la Ciudad Histórica y Cultural de Dunhuang (2013-2030) establece que se deben proteger el paisaje natural y los elementos humanísticos del entorno de la ciudad. Los elementos clave de la gestión de la forma espacial de la Ciudad Histórica de Dunhuang incluyen "el paisaje montañoso, los puntos altos, las curvas de nivel, el cuerpo de agua y la costa del río Danghe, y las alturas, volúmenes, estilos y colores de los edificios alrededor del condado y las ciudades del condado" (Fig. 3), que también se basan principalmente en el entorno de forma visualmente reconocible y psicológicamente perceptible, y todos ellos están en línea con los requisitos de las normas nacionales del Plan de Protección de Ciudades Históricas y Culturales Famosas. También está en línea con los requisitos de las normas nacionales ^[42]. Sin embargo, los elementos ambientales clave en el entorno del paisaje histórico deben examinarse en el contexto del entorno de base natural y el entorno ecológico humano, desde los requisitos de autenticidad e integridad del patrimonio, y a través del monitoreo ambiental a largo plazo para examinar los puntos débiles bajo la influencia del cambio climático, a fin de encontrar la correlación entre los elementos ambientales clave a diferentes escalas. Por ejemplo, las condiciones del subsuelo, como la altura y el volumen de los edificios en el área urbana de la ciudad de Dunhuang, tienen un impacto en la dirección y la fuerza del viento, y afectan indirectamente la velocidad y la dirección del movimiento de las colinas de arena en las estribaciones meridionales de las montañas Mingsha. Tal monitoreo puede estar fácilmente disponible, o puede que aún no se haya llevado a cabo, pero su esencia es establecer una comprensión más profunda de la relación naturaleza-patrimonio en cuestión, y proporcionar una base científica para aplicar las fuerzas de la naturaleza y utilizar los ecosistemas y sus servicios para abordar algunos de los desafíos específicos de la conservación de la ciudad histórica.

3.2 "Soluciones naturales" para mejorar la resiliencia climática en ciudades históricas

3.2.1 Impactos del cambio climático y la urbanización sobre los bienes patrimoniales y su entorno

(1) Las inundaciones climáticas extremas amenazan las Grutas de Mogao, Patrimonio Mundial. La elección del sitio de las Grutas de Mogao debido al agua, una de las condiciones necesarias para la construcción de cuevas es el agua, cerca del río Daquan, la elección del sitio para la excavación de las grutas de los artesanos para proporcionar el agua viva necesaria, pero también para las generaciones futuras para proteger las Grutas de Mogao plantearon unos requisitos de control de inundaciones más altos. Debido a las condiciones muy limitadas de intercepción y almacenamiento de agua de lluvia en la cuenca del río Daquan, la escorrentía superficial converge rápidamente y las fuertes lluvias a corto plazo a menudo plantean una amenaza de inundación para las Grutas de Mogao. El 16 de junio de 2011, la ocurrencia de la mega inundación, destruyó la Zona de Protección del Patrimonio Cultural de las Grutas de Mogao según el estándar de uno en cien años del conjunto de diques, las aguas de la inundación sobre las riberas del río en las Grutas de Mogao Grand Paikou y el espacio verde circundante, y en las Grutas de Mogao en el área norte de las grutas de las tierras bajas frente a la cueva; 4 de junio de 2012. El 4 de junio de 2012, se produjo otra gran inundación y las aguas de la inundación del río Daquan se extendieron sobre el dique de control de inundaciones frente a las grutas de Mogao y el puente que cruza el río, lo que provocó que algunas de las cuevas de la planta baja entraran en el agua y depositaran una gran cantidad de sedimentos frente a las grutas.

(2) La caída de los niveles de agua subterránea pone en peligro a Luna Springs seguir existiendo

La llanura del oasis de Dunhuang está formada por la llanura de inundación de Danghe, la llanura aluvial y la llanura de la orilla del lago, con acuíferos espesos y es una zona de acumulación rica en agua subterránea. Para el mayor desarrollo de la región, la zona local ha estado explotando las aguas subterráneas en grandes cantidades desde la década de 1970, y la sobreexplotación de las aguas subterráneas es grave, con el área sobreexplotada cubriendo básicamente todas las tierras cultivadas, jardines y bosques en las áreas rurales y agrícolas del Distrito de Irrigación del Río Danghe en la Ciudad de Dunhuang, y la recarga de las aguas subterráneas es insuficiente, lo que lleva a la degradación ecológica de la vegetación nativa alrededor del Manantial Lunya e incluso de todo el oasis debido a la falta de agua y al agravamiento de la desertificación, que se genera por el sifón de las aguas subterráneas. El nivel del agua del Manantial Lunar, que fue creado por el sifón de las aguas subterráneas, ha estado disminuyendo y una vez estuvo al borde del agotamiento.

③ El anillo de viento del que depende la montaña Mingsha para su estabilización y recuperación La situación se ve afectada

El tamaño de la montaña Mingsha es comparable al de un oasis de banco de arena, con una fuente de arena del desierto de Kumtag, y la estabilidad de su morfología depende en gran medida de la estabilidad del entorno eólico regional formado por el recinto de las Tres Montañas Peligrosas, el Pico de Piedra Negra y el oasis al norte. Normalmente, los efectos de las actividades antropogénicas moderadas sobre la morfología de las dunas se pueden recuperar mediante los efectos del viento nocturno. Sin embargo, la construcción urbana excesiva puede afectar la acción natural del viento y tener un impacto en la estabilidad de la morfología de las dunas. Estadísticamente, durante los 15 años de 1995 a 2010, las crestas de las montañas este y sur de la montaña Mingsha se movieron de 8 a 10 m hacia la primavera lunar, y el área entre las montañas norte y sur se redujo en aproximadamente un 7%. En el entorno eólico afecta la estabilización de la morfología de las montañas arenosas, la construcción urbana de la



Fig. 3 Representación esquemática de la ciudad histórica de Dunhuang y el entorno paisajístico circundante

Fig.3 Ciudad histórica de Dunhuang y sus alrededores Fuente: Beijing Tsinghua Tongheng Planning and Design Institute Co. Plan de protección de la ciudad histórica y cultural de Dunhuang (2013-2030), ② 2015

Los efectos combinados también amenazan con enterrar Moon Springs en arena amarilla.

3.2.2 Buscando “soluciones naturales” basadas en entornos a diferentes escalas.

Según el Estándar Global para Soluciones Basadas en la Naturaleza (2021) publicado por la UICN[53] , las directrices para una buena planificación y diseño de las SbN son planificar y diseñar bien a diferentes escalas ambientales (Directriz 2), con tres indicadores clave: en primer lugar, debe reconocer y responder a las interacciones entre los sistemas económicos, sociales y ecológicos; en segundo lugar, debe ser complementario a otras medidas pertinentes y reunir sinergias entre diferentes sectores; en tercer lugar, debe incorporar la identificación de riesgos y la gestión de riesgos en áreas fuera del sitio de intervención; y en tercer lugar, debe incorporar la identificación de riesgos y la gestión de riesgos en áreas fuera del sitio de intervención. En tercer lugar, se debe incorporar la identificación de riesgos y la gestión de riesgos en áreas fuera del sitio de intervención.

En primer lugar, en el caso de Dunhuang, considerando que en la región árida del noroeste, el tipo de relieve está dominado por paisajes montañosos y de Gobi, el suelo está dominado por suelos desérticos grises y suelos de arena y viento, y las matrices formadoras de suelo están dominadas por el tipo de acumulación suelta, que es uno de los lugares de nacimiento de las tormentas de arena y de polvo en la parte norte de China, para resolver la seguridad de una serie de patrimonios culturales en Dunhuang, es necesario intervenir dentro del área de estos patrimonios o incluso un área más grande de la región circundante, que se basa en el principio de interacción entre diferentes niveles del medio ambiente. Basándose en las características ambientales de base natural de Dunhuang "árido, desértico, oasis, río", reducir las perturbaciones, eliminar las amenazas y mantener la estabilidad y la longevidad del ecosistema del hábitat. Adoptando el camino de recuperación natural, en la parte occidental del área de la ciudad, la protección de la biodiversidad es el enfoque principal, al mismo tiempo que se tiene en cuenta la gestión de tierras arenosas y cortavientos, frenando la invasión hacia el este del desierto de Kumtag y protegiendo los sitios del Paso de Yangguan y el Paso de Yumen; en la parte sureste del área de la ciudad, centrándose en las áreas clave de Mingsha Mountain-Moonacre Springs, las Grutas de Mogao

y los Manantiales Colgantes, el establecimiento de la zona de obstrucción de arena, la zona de protección de Gobi, los bosques protectores y la zona de protección de Gobi, de acuerdo con las diferentes características geomorfológicas y la composición de la superficie del material. Área de protección de Gobi, área de construcción del cinturón forestal protector, área de protección de sellado de vegetación natural y otras diferentes funciones ecológicas del área de restauración, de modo que los desastres de viento y arena que ponen en peligro el patrimonio se hayan controlado de manera efectiva hasta cierto punto.

(Figura 4), creando condiciones ambientales para la protección de Dunhuang a una escala mayor que la del sitio patrimonial. Es fácil dar por sentado que el establecimiento de la Zona de Barrera de Arena, el Área Protegida de Gobi y el Cinturón Forestal Protegido es una serie de medidas de ingeniería, pero de hecho es una actividad económica y social liderada por el gobierno, con la participación de las granjas forestales estatales, las empresas y la comunidad que ha perdurado durante varias décadas y encarna las interrelaciones entre las personas, la economía y los ecosistemas que tienden a conducir a un ciclo benigno. Este es el primer indicador clave de la "solución natural".

Disminución del nivel freático y supervivencia de Luna Springs e inundaciones

La amenaza hídrica es en realidad un problema provocado por los cambios en la ecología hídrica regional y el sistema hídrico. Esta cuestión se estudió en el Plan Maestro del Espacio Terrestre de la Ciudad de Dunhuang (2021-2035), basado en toda la región, todo el elemento, multisistemas, sistema de tecnología compuesta para promover el retorno de la ecología hídrica a un estado de equilibrio relativo, a fin de resolver la protección del "punto" de Moon Springs. Se formulan cuatro medidas con el objetivo de mejorar el entorno hídrico en general: una es para las aguas subterráneas, la otra es para la calidad del agua.



Figura 4 Proyecto de protección y utilización de las grutas de Dunhuang Mogao: Proyecto de protección contra el viento y la arena

Fig. 4 Proyecto de conservación y utilización de las grutas de Dunhuang Mogao: proyecto de protección contra el viento y la arena

③ del Plan maestro espacial territorial de la ciudad de Dunhuang (2021-2035) , Co. de planificación y diseño de la Academia de planificación de China (Beijing), 2020-2023

El tercer indicador clave de una "solución natural" es la inclusión de la identificación y la gestión de riesgos en áreas fuera del sitio de intervención. Esto se basa en una comprensión completa de la relación ecológica general entre la montaña Mingsha, el manantial Moon y la ciudad de Dunhuang. Las montañas Mingsha y los manantiales Moon tienen la capacidad de generar agua a largo plazo.

El problema de la caída de los niveles no se limita a las transferencias de agua localizadas, "Cura el dolor de cabeza, cura el dolor de pies, cura el dolor de pies", pero en el sistema de escala regional para llevar a cabo la gobernanza ecológica y la restauración de las montañas, el agua, los bosques, los campos, los lagos, los pastos y las arenas, la restauración de la vegetación ecológica del río Shule y el río Party a lo largo de la línea, para maximizar la creación de la restauración natural de las condiciones, para lograr el rebote efectivo del nivel del agua del Manantial Lunar y la recolección de una variedad de eficacia de gobernanza. En segundo lugar, continuaremos optimizando la estructura de uso del agua, comenzando por optimizar la estructura de plantación y mejorar la tecnología de conservación del agua agrícola, mejorando la eficiencia del uso del agua agrícola, reduciendo el uso del agua de riego agrícola, mejorando la proporción del uso ecológico del agua y promoviendo la recuperación del nivel de agua subterránea del oasis. En tercer lugar, para la prevención de inundaciones de las Grutas de Mogao,

no optamos simplemente por construir instalaciones de prevención de inundaciones alrededor de las Grutas de Mogao (elevando el estándar de prevención de inundaciones de la sección urbana del río Danghe a uno cada 50 años, y el de la sección de las Grutas de Mogao del río Dazhuan a uno cada 300 años), sino que, en combinación con la prevención de inundaciones regionales, aumentaremos la capacidad de almacenamiento y el área de llanura aluvial estancada a través de la restauración ecológica de toda el área y proyectos de conservación de agua río arriba y río abajo en Dunhuang, a fin de aumentar efectivamente la respuesta general a inundaciones repentinas en las áreas circundantes del sitio patrimonial. Respuesta general regional a la capacidad de almacenamiento de inundaciones repentinas, el riesgo de inundación de las Grutas de Mogao al mínimo. En cuarto lugar, en el oasis, la agricultura ahorradora de agua recupera eficazmente el agua subterránea, con la ayuda de la recarga hídrica de ingeniería, el uso del río de la parte a lo largo del Gobi, la construcción del "lago de los doce pares" y el proyecto de la cuenca hidrográfica, el aumento de la cantidad de agua de la cuenca filtrada y la recarga hídrica dirigida a los manantiales lunares (Figura 5). A partir de estos caminos de solución de problemas, la cooperación sinérgica entre múltiples sectores es una garantía básica y refleja el hecho de que la "solución natural" no es simplemente completamente natural, sino que, en función de las circunstancias y escenarios específicos, promueve medidas complementarias de restauración natural y otros tipos de proyectos, que pueden incluir proyectos de ingeniería, proyectos de tecnología de la información y las medidas financieras necesarias (Figura 5).

La razón fundamental de la coexistencia del período es que la montaña arenosa y la bahía de manantial grande y pequeña que rodea el manantial de luna creciente están sujetas a dos grupos de vientos portadores de arena con capacidad de transporte de arena comparable pero vientos portadores de arena opuestos o sujetos a tres grupos de vientos portadores de arena con vientos portadores de arena compensados, lo que realiza el equilibrio dinámico del transporte de arena y viento. Desde que la industria turística de Dunhuang entró en una etapa de rápido desarrollo en la década de 1990, junto con el crecimiento de los turistas en la montaña Mingsha y la expansión de la escala de construcción de la ciudad, los académicos y los profesionales de la planificación han llevado a cabo gradualmente investigaciones relevantes sobre la deformación de la montaña durante el día debido al pisoteo de los turistas y la recuperación del viento por la noche. Según el consenso actual, la clave para mantener la estabilidad de la ubicación y la forma de la montaña Mingsha es minimizar el impacto de la construcción urbana e incluso la forestación irracional en el entorno eólico nativo de la montaña Mingsha.

El Plan Maestro Espacial Territorial de la Ciudad de Dunhuang (2021-2035) propone tres iniciativas centrales para proteger el entorno eólico nativo regional y proteger sinérgicamente las antiguas maravillas de la "Simbiosis de Arena y Manantial": una es adoptar la recomendación de los expertos relevantes de tomar el punto central de la orilla sur del Manantial Moonacre como origen, y tener un círculo isométrico de 12 km , la primera es adoptar la recomendación de los expertos relevantes de tomar el punto central de la orilla sur del manantial creciente como origen, por un círculo isométrico de 12 km, la línea de acimut de 40 ° y la línea de acimut de 80 ° compuestas por el área del abanico de la boca del viento del noreste se asignan como la zona de protección de la montaña Mingsha - manantial de luna creciente, la región tiene estrictamente prohibida la nueva tierra cultivable, la vegetación y los edificios, y transformar gradualmente la vegetación y los edificios existentes, con el fin de reducir la vegetación y los edificios del bloque de viento, y al mismo tiempo evitar la recuperación artificial de tierras cultivables y conducir a la entrada al área escénica de la arena y el polvo. El segundo es tomar la iniciativa para optimizar la estructura espacial urbana y la morfología a través de la delimitación de los límites de desarrollo urbano, y controlar previamente el corredor de ventilación hacia el norte (Figura 6). (Fig. 7); En tercer lugar, se debe controlar la altura de los edificios en el área urbana principal, se debe establecer científicamente el límite de altura de la construcción urbana y se debe controlar la altura de la vegetación del oasis.

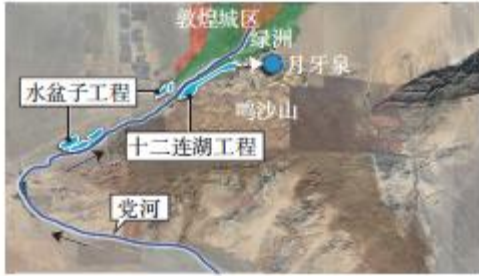


Figura 5 Diagrama esquemático del proyecto de reposición hídrica ecológica en los tramos superiores del río Dang

Fig.5 Reposición hídrica ecológica del curso superior del río Dang - proyecto de ment

Fuente: Academia de Planificación de China (Beijing) Planning and Design Co. Resultados de la fase ③ del plan maestro espacial de Dunhuang (2021-2035) , 2020-2023

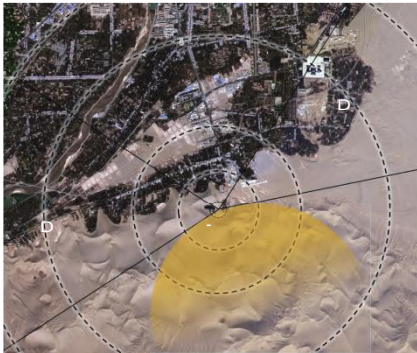


Fig. 6 Esquema del entorno eólico alrededor de la montaña Mingsha-manantial Moonhope

Fig.6 Entorno eólico alrededor de la montaña Mingsha-Primavera Yueya

Fuente: Academia de Planificación de China (Beijing) Planning and Design Co. Resultados de la fase ③ del plan maestro espacial de Dunhuang (2021-2035) , 2020-2023

La morfología y la ubicación de las dunas se pueden estabilizar coordinando la altura de la vegetación y evitando el debilitamiento de la velocidad del viento en dirección norte (Fig. 8). Mantener la relación simbiótica entre la montaña Mingsha y el manantial de la luna solo se puede lograr mediante intervenciones de planificación científica sobre las prácticas de uso de la tierra en áreas distintas del sitio problemático, como la recuperación de tierras de cultivo, la reforestación y los patrones espaciales externos de los edificios, etc., y para hacerlo, la clave para encontrar una "solución natural" también radica en la comprensión y el dominio del medio ambiente de Dunhuang en todos los niveles del medio ambiente. La clave para encontrar la "solución natural" también radica en reconocer y dominar las leyes de la naturaleza en todos los niveles del medio ambiente de Dunhuang. El antiguo plan científico a largo plazo



Fig . 7 Reserva de corredor de ventilación a través de la demarcación de límites de crecimiento urbano
Fuente: Academia de Planificación de China (Beijing) Planning and Design Co. Resultados de la fase ③ del plan maestro espacial de Dunhuang (2021-2035) , 2020-2023

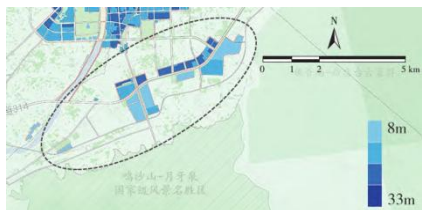


Fig. 8 Control de altura de los edificios en la ciudad central de Dunhuang adyacente al área de la montaña Mingsha

Fig.8 Control de altura de edificios en la zona urbana de Dunhuang
Área adyacente a la montaña Mingsha

Fuente: Academia de Planificación de China (Beijing) Planning and Design Co. Resultados de la fase ③ del plan maestro espacial de Dunhuang (2021-2035) , 2020-2023

La acumulación de observaciones ha permitido a las generaciones futuras identificar dónde se encuentran los riesgos en las montañas Mingsha y los manantiales lunares, y realizar una gestión eficaz de los riesgos mediante la planificación espacial.

3.3 Evaluación del impacto patrimonial en base a tres niveles ambientales (HIA): consideraciones adicionales

La identificación de los elementos ambientales clave para el entorno de base natural, el entorno ecológico humano y el entorno paisajístico histórico de las ciudades históricas se basa en los resultados de la investigación y la experiencia establecida sobre el entorno natural y el patrimonio cultural de las ciudades históricas. Para formular un buen programa para hacer frente al cambio climático en la planificación de la conservación de las ciudades históricas, este vínculo técnico se encuentra en la etapa inicial de preparación de la planificación, y se puede decir que el trabajo de identificación debe completarse básicamente en la etapa de investigación. Sin embargo, es obvio que la mayor parte de la información básica para identificar los elementos ambientales clave es la situación actual, el presente, no el futuro. Por lo tanto, prevemos que la mejora de la tecnología de la planificación de la conservación de las ciudades históricas en la condición del cambio climático requiere el establecimiento de un vínculo analítico prospectivo, predictivo y relativamente riguroso, que conduce a la propuesta de este documento de una evaluación del impacto del patrimonio en la condición del cambio climático basada en los tres niveles del entorno patrimonial.

Esta parte de la reflexión pertenece a la lógica técnica del montaje.

pensamiento, y no hay casos reales que lo respalden. Para encontrar

Para encontrar el camino para adaptarse y mitigar el impacto del cambio climático en la conservación y el desarrollo de las ciudades históricas, primero estratificamos el entorno patrimonial de las ciudades históricas e identificamos los elementos ambientales clave de cada nivel del entorno patrimonial y revelamos el mecanismo de interacción de los elementos ambientales clave en diferentes niveles del entorno, pero ¿qué sucederá en el futuro? Creemos que la evaluación del impacto del patrimonio bajo la influencia del cambio climático debe centrarse en los tres niveles espaciales del entorno de base natural, el entorno ecológico humano y el entorno del paisaje histórico en su conjunto, y juzgar el impacto de las futuras intervenciones naturales y artificiales bajo el cambio climático sobre la autenticidad e integridad de las ciudades históricas, así como sobre sus valores históricos y culturales en su conjunto.

Para evaluaciones de impacto a nivel del entorno natural base.

Los datos climáticos y meteorológicos nacionales y regionales y los resultados de las investigaciones pueden respaldar el análisis y la evaluación de las tendencias futuras en el entorno natural básico; por ejemplo, con base en los datos de precipitación, temperatura y otros datos de observación que cubren todo el país y duran varias décadas, se puede estimar y representar con precisión la tendencia del impacto del cambio climático en la base ecológica del área terrestre en la que se encuentra la ciudad

histórica; para la evaluación del impacto del nivel del entorno ecológico del hábitat humano, por un lado, tenemos que ver qué factores a este nivel espacial se verán significativamente afectados por el cambio climático. Para la evaluación del impacto a nivel del entorno ecológico del hábitat, por una parte, es necesario ver qué factores a este nivel espacial se ven significativamente afectados por el cambio climático, y por otra parte, también es necesario observar los impactos de varias actividades económicas y sociales planificadas para las unidades territoriales funcionales urbanas y rurales sobre las funciones de servicio ecológico, como la conservación del agua, la conservación del suelo y el agua, el cortavientos y la fijación de arena y la biodiversidad, etc., a fin de predecir la tendencia de los cambios de las funciones de servicio ecológico en el futuro, lo que mejorará en gran medida el valor estratégico de la planificación de la conservación para las ciudades históricas en la lucha contra el cambio climático. Para la evaluación del impacto a nivel del entorno del paisaje histórico, se puede prestar más atención a los proyectos de construcción de desarrollo y protección que se han especificado o propuesto en los planes pertinentes, y se pueden evaluar los impactos espaciales de los principales proyectos sobre el entorno del paisaje histórico, que pueden incluir algunas actividades de construcción o algunas actividades turísticas y de ocio con población concentrada. La evaluación de impacto a diferentes niveles espaciales tendrá diferentes efectos: la evaluación de impacto patrimonial basada en el entorno de base natural puede ayudar a comprender los cambios de las condiciones de fondo del ecosistema en el que se encuentra la ciudad histórica, y a aclarar las leyes de la naturaleza que deben cumplirse cuando existe la naturaleza para apoyar o imitar a la naturaleza; la evaluación de impacto patrimonial basada en el entorno ecológico de los asentamientos humanos puede ayudar a formular mejor medidas de protección preventiva en la planificación de la conservación, y a través de la disposición general de la relación de función ecológica entre la vida y la producción en las unidades territoriales funcionales urbanas y rurales, también puede ayudar a mejorar las condiciones de vida y producción de la ciudad histórica. La evaluación de impacto del patrimonio basada en el entorno paisajístico histórico ayuda a formular mejor medidas de conservación preventiva en la planificación de la conservación a través de la disposición holística de las relaciones de función ecológica en las unidades territoriales funcionales urbanas y rurales para garantizar que las funciones del ecosistema se establezcan o que los cambios se contengan dentro del alcance de la recuperación natural; la evaluación de impacto del patrimonio basada en el entorno paisajístico histórico ayuda a formular mejor medidas de conservación preventiva y de salvamento en la planificación de la conservación para el propio patrimonio y su entorno. Cabe destacar que la evaluación de impacto basada en los tres niveles del entorno patrimonial no es una simple división.

Más bien, es necesario hacer un análisis y un juicio generales, para que el trabajo de evaluación del impacto del patrimonio pueda ser más sistemático y completo, y captar los impactos del cambio climático en las ciudades históricas de manera más integral en torno a los valores y características históricas y culturales de las ciudades históricas, de modo que el medio ambiente natural y el patrimonio cultural puedan integrarse verdaderamente, y las próximas medidas de protección y restauración de los ecosistemas puedan proporcionar un punto de enfoque más preciso y eficiente.

4 Conclusión: Mejoras en la metodología de planificación para la conservación de ciudades históricas La adaptación y mitigación de los impactos del cambio climático en las ciudades históricas y la mejora de su resiliencia climática son cuestiones nuevas. Es necesario reexaminar la relación entre el entorno natural y el patrimonio cultural. Si analizamos la historia de la conservación de las ciudades históricas, la planificación de la conservación comenzó con la conservación de las reliquias culturales y, paso a paso, nos dimos cuenta de que "toda" la ciudad histórica podía ser objeto de conservación. Este proceso de realización comenzó con los edificios, los lotes históricos, el área urbana histórica y el entorno del sitio de la ciudad y el paisaje circundante, desde el interior hacia el exterior. La presión ejercida por el cambio climático puede obligarnos a volver a reconocer el entorno de la ciudad histórica, desde el entorno natural de base hasta el entorno ecológico humano y el entorno paisajístico histórico, desde el exterior hacia el interior, lo que eleva nuestra conciencia de la preservación del patrimonio cultural a un nuevo nivel.

Las técnicas de planificación de la conservación de las ciudades históricas también cambiarán, es decir, parte de los problemas que se deben abordar mediante la planificación pertenecen al entorno natural y los ecosistemas, el mejor medio de adaptación y mitigación del cambio climático es dejar que la naturaleza haga el trabajo, la naturaleza es la forma menos costosa para que los humanos y los

ecosistemas del planeta se adapten al cambio climático, y los ecosistemas y sus servicios deben utilizarse para ayudar a las ciudades históricas a ganar una mayor resiliencia al riesgo de desastres. La búsqueda de la "solución natural" a los problemas planteados por el cambio climático, la salida está en la cooperación multidisciplinaria, la observación científica a largo plazo y la comprensión de las leyes de la naturaleza. El desarrollo de técnicas de planificación de la conservación de las ciudades históricas no solo debe reconocer las leyes de la conservación del patrimonio cultural, sino también las leyes de los ecosistemas. Mirando hacia el comienzo de la reforma y la apertura, los predecesores de la planificación colocaron la planificación de los lugares escénicos y las ciudades históricas en la misma organización de investigación, lo que tiene el profundo significado de integrar la naturaleza y la cultura, de modo que todavía podamos inspirarnos en ella cuando enfrentemos los nuevos desafíos del cambio climático hoy. Este artículo también fue posible gracias a Sun Qinglin, Zhu Bo, Kang Kai, Li Mingrui, Chen Shaohua, Ying Wenzhi, Yang Qianqian, Ren Jianfeng y otros miembros del equipo del proyecto del "Plan Maestro Espacial Territorial de la Ciudad de Dunhuang (2021-2035)" de la 限Compañía de Planificación y Diseño de la Academia de Planificación de China (Beijing).

¡Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento!

notas marginales

① Documento de política sobre la acción climática para el patrimonio mundial (nuevo documento de política) Revisado para su debate en la 44.ª sesión de la Asamblea General del Patrimonio Mundial en julio de 2021 (La versión final del Documento de política sobre la acción climática para el patrimonio mundial (2023) fue examinada y adoptada en la 24.ª sesión de la Asamblea General de los Estados Partes en la Convención del Patrimonio Mundial en noviembre de 2023 (Resolución 24 GA 8). La versión final del Documento de política sobre la acción climática para el patrimonio mundial (2023) fue adoptada por la Asamblea General de los Estados Partes en la Convención del Patrimonio Mundial en su 24.ª sesión en noviembre de 2023 (Resolución 24 GA 8).

② El "Plan de protección de la famosa ciudad histórica y cultural de Dunhuang (2013-2030)" fue preparado por el Instituto de Planificación y Diseño Tsinghua Tongheng de Beijing 限y aprobado en 2015.

③ El " Plan Maestro Territorial Espacial de la Ciudad de Dunhuang (2021-2035)" fue preparado entre 2020 y 2023 por la Compañía de la Academia de Planificación y Diseño de China (Beijing).

Referencias

- [1] Jing Feng . 50 años de patrimonio mundial: tendencias y desafíos recientes : Resumen de la cuarta serie de conferencias de la Red de instituciones de educación superior de Asia y el Pacífico de ONU-HAP [J]. Investigación sobre patrimonio natural y cultural , 2022, 7(5): 71-78.
- [2] Chen Yuyang , Sun Tie , Song Feng . Articulación cognitiva y mentalidad en las cuestiones de interés de la Declaración de Fuzhou [J]. Investigación sobre el patrimonio natural y cultural , 2022, 7(3): 3-12.
- [3] Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Informes sobre el patrimonio mundial n.º 22: el cambio climático y el patrimonio mundial: informe sobre la predicción y la gestión de los impactos del cambio climático en el patrimonio mundial y estrategia para ayudar a los Estados Partes a aplicar respuestas de gestión adecuadas [R/OL]. Informes sobre el patrimonio mundial n.º 22: el cambio climático y el patrimonio mundial: informe sobre la predicción y la gestión de los impactos del cambio climático en el patrimonio mundial y estrategia para ayudar a los Estados Partes a aplicar respuestas de gestión adecuadas [R/OL]. 2007-05. <https://whc.unesco.org/en/series/22/>.
- [4] Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Estudios de caso sobre el cambio climático y el patrimonio mundial [R/OL]. 2007-06. <http://whc.unesco.org/en/activities/473/>.
- [5] UNESCO. Documento de política sobre el impacto del cambio climático en los bienes del patrimonio mundial: WHC-07/16. GA/10[R/OL]. París, Sede de la UNESCO: Decimosexta sesión de la Asamblea General de los Estados Partes en la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, 2007. <http://whc.unesco.org/en/decisions/6462/>.
- [6] Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Documento de política sobre los impactos del cambio climático en los bienes del patrimonio mundial: CLT-2008/WS/6[R/OL]. París, Francia: Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO, 2008. <https://whc.unesco.org/en/documents/10045>.
- [7] Chou , Yi-Wen Chou , U-Bo Chuang . La 44ª Sesión de la Asamblea General del Patrimonio Mundial

de

Una visión general de los temas relacionados con el patrimonio natural y el cambio climático [J]. *Natural and Cultural Heritage Research* , 2022, 7(3): 21-30.

[8] UNESCO. Documento de política sobre la acción climática para el patrimonio mundial (2023): Resolución 24 GA 8[R/OL]. París, Sede de la UNESCO: Vigésima cuarta sesión de la Asamblea General de los Estados Partes en la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, 2023. . [unesco.org/en/classification](https://whc.unesco.org/en/classification) Patrimonio cultural y natural, 2023. <https://whc.unesco.org/en/climatechange>.

[9] Wei Qing . Observaciones sobre el mundo desde el Foro de administradores de sitios de patrimonio mundial

Nuevas tendencias en el desarrollo de capacidades en materia de patrimonio [J]. *Investigación sobre patrimonio natural y cultural* , 2022, 7(2): 80-91.

[10] LUO Ying . Factores influyentes del patrimonio cultural mundial de China : un análisis basado en el tercer informe periódico del patrimonio cultural mundial de China [J]. *Patrimonio cultural de China* , 2022(5): 71-78.

[11] Estados miembros del Comité del Patrimonio Mundial . Declaración de Fuzhou [N]. *Fuzhou Daily* , 2021-08-01(004).

[12] Ban Xiaoyue . El cambio climático pone a prueba la conservación del patrimonio [N]. *China Social Science Journal* , 2022-04-22(002).

[13] morel h, megarry w, potts a.

Agenda global de investigación y acción sobre cultura, patrimonio y cambio climático [R/OL]. Charenton-le-Pont y París, Francia: ICOMOS e ICSM CHC, 2022. <https://www.cultureclimatemeeting.org> .

[14] Yan Haiming . Introducción al tema del patrimonio y el clima [J]. *Investigación sobre el patrimonio natural y cultural* , 2022, 7(4): 1-2.

[15] Wang Ximo , Li Huimin , Wang Yufei . Políticas y acciones de adaptación al cambio climático en áreas de patrimonio internacional e implicaciones para China [J]. *Protección ambiental* , 2022, 50(19): 72-78.

[16] Chen Wisheng , Li Ming . Estudios de caso del Patrimonio Mundial en el contexto del cambio climático [J]. *Patrimonio Mundial* , 2010(1): 10-27.

[17] Consejo de Estado de la República Popular China . Políticas y acciones de China para abordar el cambio climático [EB/OL]. 2021-10-27.

https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/27/content_5646697.htm .

[18] Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma , Ministerio de Finanzas , Vivienda y Construcción Urbana y Rural El Ministerio de Educación , etc. Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático (RDC Climate) (N.º [2013] 2252) [EB/OL]. 18 de noviembre de 2013. https://www.gov.cn/zwgk/2013-12/09/content_2544880.htm .

[19] Fu Zijie . El patrimonio cultural de China en el contexto del cambio climático Resolución de la situación de protección y respuesta y sugerencias relacionadas [N]. *China Noticias del Patrimonio Nacional* , 2021-09-24(005).

[20] Ministerio de Ecología y Medio Ambiente , Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma , Ministerio de Ciencia y Tecnología , y otros . Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2035 : Medio Ambiente y Clima [2022] N.º 41 [EB/OL]. 2022-05- https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-06/14/content_5695555.htm.

[21] Asociación China para la Protección de Monumentos y Sitios . Monumentos y Sitios Internacionales 2022 Número especial sobre eventos temáticos del Día del Patrimonio : Patrimonio y clima [R]. 2022.

[22] Administración Estatal de Patrimonio Cultural . La Academia China de Patrimonio Cultural establece el Centro de Monitoreo del Patrimonio Mundial de China [EB/OL]. 30 de enero de 2015. http://www.ncha.gov.cn/arte/2015/1/30/arte_722_116586.html.

[23] ZHANG Zoran , FUANG Da , PENG Chen , et al . El patrimonio cultural y natural de China ante el cambio climático [J]. *World Architecture Review* , 2023, 38(1): 47-49.

[24] Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma , Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano y Rural . Programa de Acción para la Adaptación Urbana al Cambio Climático (NDR Climate [2016] No. 245) [EB/OL]. 2016-02-04. <https://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqxxw>

/2011xqxyw/201602/t20160217_304390.html.

[25] GU Chaolin , ZHANG Xiaoming . Progreso de la investigación de planificación urbana basada en el cambio climático [J]. Urban Issues , 2010(10): 2-11.

[26] HOU Luyao , JIANG Yunfang , SHI Tiemao , et al . Progreso y perspectivas de la investigación sobre planificación urbana basada en el cambio climático [J]. Planificación urbana , 2019, 43(3): 121-132.

[27] WU Shabing , LI Jie , DING Aid . Política, ingeniería y diseño: estrategias de respuesta para la conservación del patrimonio compartido en el contexto del cambio climático [J]. Ciudades famosas de China , 2022, 36(11): 11-18.

[28] WANG X, LI H, WANG Y, et al. Evaluación del riesgo climático relacionado con las precipitaciones sobre el patrimonio cultural a nivel provincial en China[J]. Science of the Total Environment, 2022, 835: 155489.

[29] Wang XY , Chen YY , Luo LE . Impacto del cambio climático en el patrimonio cultural Impactos de la producción: percepción y respuesta a partir de información espacial [J]. Investigación en Patrimonio Natural y Cultural , 2022, 7(4): 3-11.

[30] Fu, Zijie . Patrimonio cultural en el contexto del cambio climático : "Patrimonio y clima" para ICOMOS 2022 .

Síntesis del Simposio Académico [J]. Patrimonio Cultural Chino , 2022 (3): 104-110.

[31] Ma Nan , Min Qingwen , Jiao Wenjun , et al . Un marco de evaluación de la resiliencia para los SIPAM basado en el modelo SEPLS y su aplicación a la evaluación de la eficacia de la conservación [J]. Revista china de agricultura ecológica , 2020, 28(9): 1361-1369.

[32] ZHANG Zhiguo , LU Fenglin , WANG Tao , et al . Impactos del cambio climático en los sitios patrimoniales y estrategias de afrontamiento : un estudio de caso en Xinjiang [J]. Investigación sobre el patrimonio natural y cultural , 2022, 7(4). 12-23.

[33] Liu Wenyan . Desafíos y respuestas : conservación de la Gran Muralla bajo el impacto del cambio climático [J]. Investigación sobre el patrimonio natural y cultural , 2022, 7(4): 24-34.

[34] Zhang Rong , Wang Q , Chen Zhuyin , et al . Estudio de conservación preventiva del Salón Este del Templo de la Luz de Buda basado en la ontología de reliquias culturales y el monitoreo ambiental [J]. Investigación sobre patrimonio natural y cultural , 2022, 7(4): 35-47.

[35] HUO Xiaowei , LIU Yesheng , ZHANG Yong . Protección de ciudades históricas y culturales en el contexto del cambio climático : el caso de Yinchuan [J]. Investigación en planificación urbana y regional , 2016, 8(1): 68-82.

[36] Zhang Song . Introducción a la conservación urbana histórica : un enfoque holístico de la protección del patrimonio cultural y del entorno histórico [M]. Tercera edición . Shanghai : Tongji University Press , 2022.

[37] Guo Qian . Declaración de Xi'an : Nuevas directrices para la protección ambiental del patrimonio cultural [J]. Patrimonio cultural de China , 2005(6): 6-7.

[38] Oficina General del Ministerio de Recursos Naturales . Circular de la Oficina General del Ministerio de Recursos Naturales sobre la emisión de la Zonificación de Base Ecológica de Tierras de China (Prueba) (Oficina de Recursos Naturales del Ministerio de Recursos Naturales [2023] N.º 19) [EB/OL]. 2023-05-16. http://gi.mnr.gov.cn/202306/t20230614_2791436.html.

[39] Wu J. Ecología del paisaje : conceptos y teorías [J]. Ecología Revista de Ciencias , 2000(1): 42-52.

[40] Wu Liangyong . Introducción a la ciencia del hábitat [M]. Pekín : China Building Industry Press , 2001.

[41] UNESCO. Recomendación sobre el paisaje urbano histórico [EB/OL]. 2011-11-10. <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recomendacion-paisaje-urbano-historico-incluyendo-glosario-definiciones>.

[42] Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano y Rural . Reglamento sobre la Protección de las Ciudades Históricas y Culturales Famosas Norma de zonificación GB/T 50357-2018[S/OL]. 2018-11-01. https://www.mohurd.gobierno.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/201902/20190228_239602.html.

[43] Duan Yifu . El complejo de Edipo [M]. Zhi Cheng , Liu Su , traducido . Norte Pekín : The Commercial Press , 2019.

[44] No hay tiempo que perder: aprovechar al máximo las soluciones basadas en la naturaleza en el régimen de cambio climático posterior a 2012. Documento de posición de la UICN sobre la decimoquinta

sesión de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UICN) Documento de posición de la UICN para la COP15 de la CMNUCC. Documento de posición de la UICN sobre la decimoquinta sesión de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Documento de posición de la UICN para la COP15 de la CMNUCC). [R]. Gland, Suiza: UICN, 2009.

[45] COHEN-SHACHAM E, WALTERS G, JANZEN C, et al. Soluciones basadas en la naturaleza para abordar los desafíos sociales globales [R/OL]. Gland, Suiza: UICN, 2016. <https://portals.iucn.org/library/node/46191>.

[46] van den bosch m, oda sang Å.

Los entornos naturales urbanos como soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la salud pública: una revisión sistemática de revisiones[J]. *Environmental Research*, 2017, 158: 373-384.

[47] WEN Chen , QIAN Yaxuan , WU Chengcheng , et al . Aplicación de métodos de análisis espacial en soluciones basadas en la naturaleza : una revisión del progreso de la investigación [J]. *Arquitectura del Sur* , 2023(6): 86-95.

[48] Huang Juan . Sobre el desarrollo coordinado de la construcción cultural y la construcción de la civilización ecológica [J]. *Poyang Lake Journal* , 2015(2): 95-104.

[49] FENG Jianfeng , LI Yu , ZHU Lin . Análisis conceptual de las funciones y servicios ecosistémicos [J]. *Journal of Ecosystem and Environment* , vol. 2009, 18(4): 1599-1603.

[50] Ma Libang . Estudio sobre la evolución del entorno ecológico y los factores impulsores en la ciudad de Dunhuang [D]. Lanzhou : Universidad de Lanzhou , 2011.

[51] Li Hengyong , Deng Wei . Construir una sociedad que ahorre agua para proteger el entorno ecológico y el patrimonio histórico y cultural de Dunhuang [J]. *Recursos hídricos de China* , 2012(15): 39-41.

[52] DING Yihui , LIU Yanju , XU Ying , et al . Respuesta regional al cambio climático global: avances y perspectivas de las tendencias, causas y predicciones del "calentamiento y la humidificación" climáticos en el noroeste de China [J]. *Progress in Earth Science* , 2023, 38(6): 551-562.

[53] UICN. Estándar global para soluciones basadas en la naturaleza : un marco para la revisión, el diseño y la promoción de las soluciones basadas en la naturaleza [R/OL]. Gland , Suiza : UICN, 2021. <https://portals.iucn.org/library/node/49505>.