Art-Risk 1 Terra Inspector

MANUAL DE UTILIZADOR

Projeto de investigação ART-RISK, Inteligência Artificial aplicada à Conservação Preventiva de Edifícios Patrimoniais (BIA 2015-64878-R)

Investigador principal:

Pilar Ortiz Calderón: IP da equipa. Doutorada em Química. Universidade Pablo de Olavide.

Equipa de investigação e colaboradores:

Rocío Ortiz Calderón: Doutorada em Arquitetura. Universidade Pablo de Olavide.
Juan Manuel Macías: Doutorado em Arquitetura. Universidade de Sevilha.
María Auxiliadora Gómez Morón: Doutorada em Química. Universidade de Sevilha. Dolores Segura Pachón: Doutorada em Biologia. Universidade Pablo de Olavide.
Ángeles Garrido Vizuete: Doutorada em Matemática. Universidade de Sevilha. Daniel Cagigas Muñiz: Doutorado em Informática. Universidade de Sevilha.
Ana Velosa: Doutorada em Engenharia Civil. Universidade de Aveiro (Portugal).
Maurizio Indirli: Doutorado em Geologia. Agência Nacional Italiana para Novas Tecnologias, Energia e Desenvolvimento Económico Sustentável (ENEA, Itália).
Giuseppina Padeletti: Doutorada em Química. Conselho Nacional Italiano de Investigação (CNR, Itália).
José María Martín Ramírez: Geólogo. Mestre em Lasers e Aplicações em Química. Universidade Pablo de Olavide de Sevilha.
María Auxiliadora Gómez Morón: Química. Mestre em Lasers e Aplicações em Química. Universidade Pablo de Olavide.
Arturo Pérez Plaza: Arqueólogo. Mestre em Arquitetura e Património Histórico. Consultor técnico de arqueologia contratado. Direção-Geral de Bens Culturais e Museus, Secretaria da Cultura, Junta de Andaluzia.
Gemma Contreras Zamorano: Conservadora-Restauradora. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Instituto Valenciano de Conservação e Restauro da Comunidade Autónoma Valenciana.
Virginia Cisternas: Arquiteta. Especialista em Restauro Arquitetónico. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Xiloscopio Conservação e Restauro (Valparaíso, Chile).
María Isabel Turbay: Arquiteta. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Fundação Universitária de Popayán (Popayán, Colômbia).
Javier Becerra Luna: Conservador-Restaurador. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Universidade Pablo de Olavide.
Andrés José Prieto Ibáñez: Licenciado em Construção Civil. Mestre em Gestão Integrada de Edifícios. Universidade de Sevilha. Espanha.
Julia Benítez Jiménez: Ambientalista. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Universidade Pablo de Olavide.
Ana María Tirado Hernández: Licenciada em Ciências do Ambiente, Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Universidade Pablo de Olavide.

Financiado por:

Projeto de investigação Inteligência Artificial e Novas Tecnologias aplicadas à Prevenção e Gestão de Incêndios e Catástrofes Naturais no Património Cultural (PC) Móvel e Imóvel (FENIX) (PID2019-107257RB-I00)

Investigador principal:

Pilar Ortiz (Departamento de Sistemas Físicos, Químicos e Naturais, Universidade Pablo de Olavide)

Equipa de investigação e colaboradores:

Rocío Ortiz Calderón: Doutorada em Arquitetura. Universidade Pablo de Olavide.
Macarena Tejada Tejada: Doutorada em Geografia e História. Universidade Pablo de Olavide.
Dolores Segura Pachón: Doutorada em Biologia. Universidade Pablo de Olavide.
Serafín Ojeda Casares: Doutorado em Geografia e História. Universidade Pablo de Olavide.
Juan Manuel Macías: Doutorado em Arquitetura. Universidade de Sevilha.
María de los Ángeles Garrido Vizuete: Doutorada em Matemática. Universidade de Sevilha.
María Josefa Chávez de Diego: Doutorada em Matemática. Universidade de Sevilha.
Daniel Cagigas Muñiz: Doutorado em Informática. Universidade de Sevilha.
Gemma Contreras Zamorano: Doutorada em Conservação e Restauro. Instituto Valenciano de Conservação, Restauro e Investigação.
Inmaculada Chuliá Blanco: Doutorada em Conservação e Restauro. Instituto Valenciano de Conservação, Restauro e Investigação.
Javier Becerra Luna: Doutorado em Conservação e Restauro. Universidade Pablo de Olavide.
José María Martín Ramírez: Geólogo. Mestre em Lasers e Aplicações em Química. Universidade Pablo de Olavide de Sevilha.
María Auxiliadora Gómez Morón: Química. Mestre em Lasers e Aplicações em Química. Universidade Pablo de Olavide.
Julia María Martín Martínez: Geólogo. Mestre em Lasers e Aplicações em Química. Universidade Pablo de Olavide.
Julia Benítez Jiménez: Universidade Pablo de Olavide.
Jesús Jurado Estévez: Universidade Pablo de Olavide.
Ana María Tirado Hernández: Universidade Pablo de Olavide.
Arturo Pérez Plaza: Arqueólogo. Mestre em Arquitetura e Património Histórico. Consultor técnico de arqueologia contratado. Direção-Geral de Bens Culturais e Museus, Secretaria da Cultura, Junta de Andaluzia.
Paula Montilla Gómez: Obras de Conservação e Património Histórico. Junta de Andaluzia.
Elena Gandía Guijarro: Instituto Valenciano de Conservação, Restauro e Investigação.
Andrzej M. J. Skulimowski: Universidade de Ciência e Tecnologia AGH em Cracóvia.
António Formisano: Universidade de Nápoles Federico II.
George Papadopoulos: Universidade de Chipre.
Andrés José Prieto Ibáñez: Universidade Austral do Chile.
María Isabel Turbay: Arquiteta. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Fundação Universitária de Popayán (Popayán, Colômbia).
Mónica Moreno Falcón: Arqueóloga. Especialista em Sistemas de Informação Geográfica. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Universidade Pablo de Olavide.
Laura Toro Murillo: Licenciada em Biologia pela Universidade de Sevilha. Técnica de apoio à investigação na Universidade Pablo de Olavide.

Financiado por:

Projeto de investigação Diagnóstico e Catalogação do Património Arquitetónico Andaluz através da Análise de Riscos e Vulnerabilidades (MURALLAS) (UPO.20-01)

Investigador principal:

Pilar Ortiz (Departamento de Sistemas Físicos, Químicos e Naturais, Universidade Pablo de Olavide)

Equipa de investigação e colaboradores:

Rocío Ortiz Calderón: Doutorada em Arquitetura. Universidade Pablo de Olavide.
Javier Becerra Luna: Doutorado em Conservação e Restauro. Universidade Pablo de Olavide.
Dolores Segura Pachón: Doutorada em Biologia. Universidade Pablo de Olavide.

Membros da equipa de trabalho:

Mónica Moreno Falcón: Arqueóloga. Especialista em Sistemas de Informação Geográfica. Mestre em Diagnóstico do Estado de Conservação do Património Histórico. Universidade Pablo de Olavide.
Pablo de la Cruz Pérez: Historiador. Especialista em História Moderna. Universidade Pablo de Olavide.

Financiado por:

Projeto de investigação Análise de Viabilidade e Testes ao Utilizador Final de Apps de Prevenção e Gestão de Incêndios ou Catástrofes Naturais para a Conservação do Património Cultural Móvel e Imóvel (FENIX 4.0) (PDC2022-133157-I00)

Investigador principal:

Pilar Ortiz (Departamento de Sistemas Físicos, Químicos e Naturais, Universidade Pablo de Olavide)

Equipa de investigação e colaboradores:

Rocío Ortiz Calderón: Doutorada em Arquitetura. Universidade Pablo de Olavide.
Javier Becerra Luna: Doutorado em Conservação e Restauro. Universidade Pablo de Olavide.
Dolores Segura Pachón: Doutorada em Biologia. Universidade Pablo de Olavide.
Macarena Tejada Tejada: Doutorada em Geografia e História. Universidade Pablo de Olavide.
María Auxiliadora Gómez Morón: Doutorada em Química. Universidade Pablo de Olavide. Instituto Andaluz do Património Histórico.
Daniel Cagigas Muñiz: Doutorado em Informática. Universidade de Sevilha.
Isabel González Díez: Doutorada em Geologia.
María Luisa Vázquez Agredos Pascual: Doutorada em Geografia e História pela Universidade de Valência. Doutorada em História da Arte pela Universidade Politécnica de Valência.
Gemma Contreras Zamorano: Doutorada em Conservação e Restauro. Instituto Valenciano de Conservação, Restauro e Investigação.
Inmaculada Chuliá Blanco: Doutorada em Conservação e Restauro. Instituto Valenciano de Conservação, Restauro e Investigação.
María de los Ángeles Garrido Vizuete: Doutorada em Matemática. Universidade de Sevilha.
Mónica Moreno Falcón: Arqueóloga. Especialista em Sistemas de Informação Geográfica. Doutorada em História. Universidade Pablo de Olavide.
Pablo de la Cruz Pérez: Historiador. Especialista em História Moderna. Universidade Pablo de Olavide.
Laura Toro Murillo: Bióloga. Doutoranda. Universidade Pablo de Olavide.
Andrea Gil Torrano: Química. Doutoranda. Universidade Pablo de Olavide.
Rafael Barea: Informático. Universidade Pablo de Olavide.
Jaime Eduardo del Palacio Pérez: Diretor de Operações da Mission Track.
Pablo Muñoz del Olmo: Chefe do Corpo de Bombeiros de Cuenca. Presidente da Fundação Fuego.

Financiado por:

Agradecimentos: Os investigadores dos projetos agradecem a colaboração de todos os especialistas que participaram no modelo de consultas DELPHI e às organizações que colaboraram na realização das inspeções técnicas, na avaliação dos resultados e, em geral, na discussão dos procedimentos de um ponto de vista interdisciplinar e científico. A este respeito, cabe destacar o interesse e a colaboração do Arcebispado de Sevilha e, em especial, dos párocos e responsáveis pelas paróquias de Omnium Sanctorum, San Marcos, San Román e Santa María Magdalena, bem como da Irmandade da Ressurreição, responsável pela manutenção da Igreja de Santa Marina; da Câmara Municipal de Morella (Valência) e da Igreja Arciprestal de Santa María, da Câmara Municipal de Popayán, do Centro Provincial do Património Cultural de Matanzas e do Gabinete do Conservador da Cidade de Cienfuegos. Agradecer o apoio institucional e a colaboração no desenvolvimento do projeto ao Instituto do Património Cultural de Espanha (IPCE), Secretaria da Cultura e Património Histórico da Junta de Andaluzia, Instituto Andaluz de Património Histórico (IAPH), Instituto Valenciano de Conservação, Restauro e Investigação (IVCR+i), Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento em Optoeletrónica (INOE 2000), Rede de Ciência e Tecnologia para a Conservação do Património Cultural (TechnoHeritage), Universidade das Artes de Cuba, Centro de Estudos do Instituto Cubano de Rádio e Televisão, Fundação Universitária de Popayán, Universidade Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza do Amazonas, Universidade Austral do Chile; e às empresas GEYSER, S.L. e Elabora, S.L.

Software registado para Espanha com o n.º SE-967-19 no Registo da Propriedade Intelectual.

Este manual é publicado apenas para fins informativos e não pode ser interpretado como aconselhamento profissional. Os autores rejeitam qualquer responsabilidade que possa advir da utilização da informação contida neste manual.

Em aplicação da Lei n.º 3/2007, de 22 de março, para a igualdade efetiva entre mulheres e homens, qualquer menção nas presentes orientações a pessoas, grupos, etc., cujo género seja masculino, referir-se-á ao género gramatical neutro, incluindo, portanto, a possibilidade de se referir tanto a mulheres como a homens.

ÍNDICE

1. Que é o Art-Risk 1 Terra Inspector e para que serve? 8

2. Conceitos de base utilizados no Art-Risk 1 Terra Inspector 8

3. Como utilizar o Art-Risk 1 Terra Inspector? 10

3.1. Primeiro ecrã: Registo de patologias 10

3.2. Segundo ecrã: Registo de agentes de degradação 12

4. Relatório 15

Bibliografia 16

Anexo 1. Glossário de patologias 17

1. Que é o Art-Risk 1 Terra Inspector e para que serve?

O Art-Risk 1.0 Terra Inspector® é uma aplicação de software para avaliar a vulnerabilidade das fortificações de muralhas através do registo da frequência e da magnitude dos indicadores de alteração.

Esta aplicação baseia-se na metodologia Art-Risk 1 para a análise de riscos em ambientes patrimoniais (Ortiz & Ortiz, 2016; Moreno *et al.*, 2019) e permite ao utilizador calcular a intensidade dos danos registados no diagnóstico para obter um Índice de Vulnerabilidade, que ajuda a conhecer o estado de conservação da fortificação de muralhas analisada e a poder analisar grandes áreas de forma comparativa. A metodologia para muralhas foi validada em 57 fortificações de muralhas na Andaluzia (Moreno, 2023).

A aplicação está disponível online para utilização gratuita (https://www.upo.es/investiga/art-risk-service/art-risk1/artrisk1) e foi desenvolvida pela Universidade Pablo de Olavide (PAI TEP 199) no âmbito dos projetos:

1. Inteligência Artificial aplicada à Conservação Preventiva de Edifícios Patrimoniais (ART-RISK) (BIA 2015-64878-R).
2. Inteligência Artificial e Novas Tecnologias aplicadas à Prevenção e Gestão de Incêndios e Catástrofes Naturais no Património Cultural (PC) Móvel e Imóvel (FENIX) (PID2019-107257RB-I00).
3. Diagnóstico e Catalogação do Património Arquitetónico Andaluz através da Análise de Riscos e Vulnerabilidades (MURALLAS) (UPO.20-01).
4. Projeto de investigação Análise de Viabilidade e Testes ao Utilizador Final de Apps de Prevenção e Gestão de Incêndios ou Catástrofes Naturais para a Conservação do Património Cultural Móvel e Imóvel (FENIX 4.0) (PDC2022-133157-I00).

2. Conceitos de base utilizados no Art-Risk 1 Terra Inspector

Para compreender o Art-Risk 1.0 Terra Inspector, o utilizador deve estar familiarizado com os seguintes conceitos básicos:

1. UAM: é o acrónimo de Unidade de Análise Mínima. Este termo refere-se à estrutura construtiva mínima de análise utilizada no diagnóstico. Por exemplo, num recinto murado, cada uma das torres, muros e portões de acesso seria uma UAM independente em que se registariam os indicadores de alteração ou patologia.
2. Indicadores de alteração ou patologia: São as alterações ou danos que afetam um bem patrimonial. A lista de indicadores de alteração ou patologia utilizada pelo Art-Risk 1.0 foi adaptada do "Glossário ilustrado de formas de deterioração da pedra", do ICOMOS (https://openarchive.icomos.org/id/eprint/2089/1/spanish_glossary.pdf).

   Para mais informações, consultar o glossário de patologias no Anexo 1.

3. Fatores de alteração ou agentes de degradação: são os fenómenos ou elementos que podem desencadear a presença dos indicadores de alteração ou patologias detetados num bem patrimonial. No Art-Risk 1.0, é possível registar 18 fatores de alteração ou agentes de degradação de natureza climática, geotécnica e antrópica.
4. Frequência: regularidade com que um indicador de alteração ou patologia se manifesta numa UAM. A frequência pode ser registada num intervalo de 0 a 3.
    - 0 indica que a patologia não foi observada na UAM
    - 1 indica que a patologia é difícil de visualizar na inspeção visual da UAM
    - 2 indica que a patologia é facilmente identificada na inspeção visual da UAM
    - 3 indica que a sua presença é muito elevada e ocupa mais de 50% da área da UAM. No caso de fraturas ou outras patologias lineares, este valor é considerado quando existe 1 fratura que afeta 90% da altura da UAM ou, pelo menos, 2 fraturas que afetam 50% da altura da UAM.
5. Magnitude: Gravidade ou capacidade para causar danos de cada indicador de alteração ou patologia. A magnitude varia de 1 a 5, consoante o grau de prejuízo que a presença desta patologia representa para a conservação da estrutura. Por exemplo, a rubefação tem uma magnitude de 1, enquanto a fraturação tem uma magnitude de 5. Isto porque a presença de fraturas numa estrutura é muito mais prejudicial para a estrutura do que a presença de rubefação. A patologia fragmentação é a única com uma magnitude de 10, uma vez que é a soma de duas patologias: fraturação mais deslocação.
6. Intensidade: Gravidade dos danos ou da patologia. É calculada em função da magnitude ou gravidade e da frequência ou probabilidade das patologias registadas (Ortiz & Ortiz, 2016; Moreno *et al*., 2019; Moreno, 2023; Ministério da Cultura e do Desporto de Espanha, 2019).
7. Vulnerabilidade: Suscetibilidade de uma UAM ou de um grupo de UAM de ser afetado por potenciais perigos externos. O Art-Risk 1.0 Terra Inspector calcula a vulnerabilidade como uma variável interna e externa, com base na análise da intensidade das patologias presentes e dos fatores de alteração existentes no ambiente. Para o efeito, utiliza matrizes de tipo Leopold (Ortiz, 2014; Moreno, 2023).
8. Índice de Vulnerabilidade (VI): Medida quantificada, expressa em percentagem, que relaciona a vulnerabilidade registada numa UAM ou fortificação com o pior cenário possível nessa UAM ou fortificação.

3. Como utilizar o Art-Risk 1 Terra Inspector?

A aplicação Art-Risk 1.0 Terra Inspector requer que o utilizador introduza vários dados sobre as patologias e os fatores de alteração identificados no diagnóstico. Para o efeito, a ferramenta dispõe de 2 ecrãs consecutivos para registar estes dados.

3.1. Primeiro ecrã: Registo de patologias

O primeiro ecrã permite introduzir dados básicos sobre o diagnóstico (nome da fortificação analisada e data do diagnóstico) e a frequência de ocorrência das patologias registadas numa UAM.

Na parte inferior do ecrã, encontra-se uma lista de 22 patologias com a respetiva magnitude associada. Abaixo da lista, por predefinição, aparecem as caixas da primeira UAM, todas marcadas com o número 0 (figura 1). Estas caixas devem ser preenchidas com os valores 1, 2 ou 3, consoante a frequência de ocorrência de cada uma destas patologias nas UAM analisadas. Se não ocorrer uma determinada patologia numa UAM, o valor deve ser deixado a 0. Para que a aplicação funcione, é essencial garantir que não deixa nenhuma caixa em branco. Para cada uma das UAM, existem também duas caixas para introduzir as suas coordenadas.

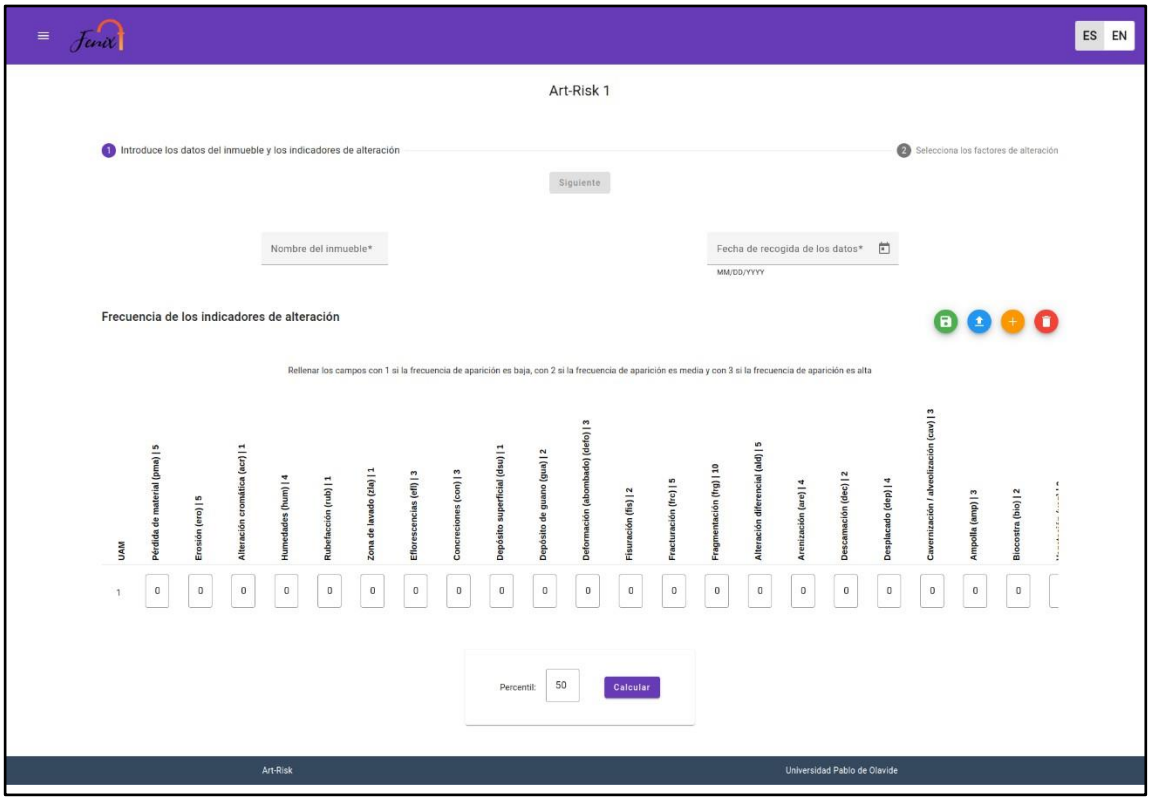


Figura 1. Primeiro ecrã do Art-Risk 1.0 Terra Inspector. Neste ecrã, são introduzidos os dados descritivos do diagnóstico e os indicadores de alteração presentes em cada UAM.

Ao introduzir as patologias registadas numa única UAM, é possível calcular a vulnerabilidade dessa UAM. Ao introduzir dados sobre todas as UAM que compõem uma fortificação, é possível calcular a vulnerabilidade da fortificação.

Para adicionar mais UAM, clique no botão na parte superior da lista de patologias. O botão é utilizado para eliminar a última UAM (figura 2). Além disso, com o botão, pode guardar temporariamente os dados das UAM na aplicação e carregá-los novamente. A figura 2 é um exemplo de utilização da aplicação para 10 UAM.

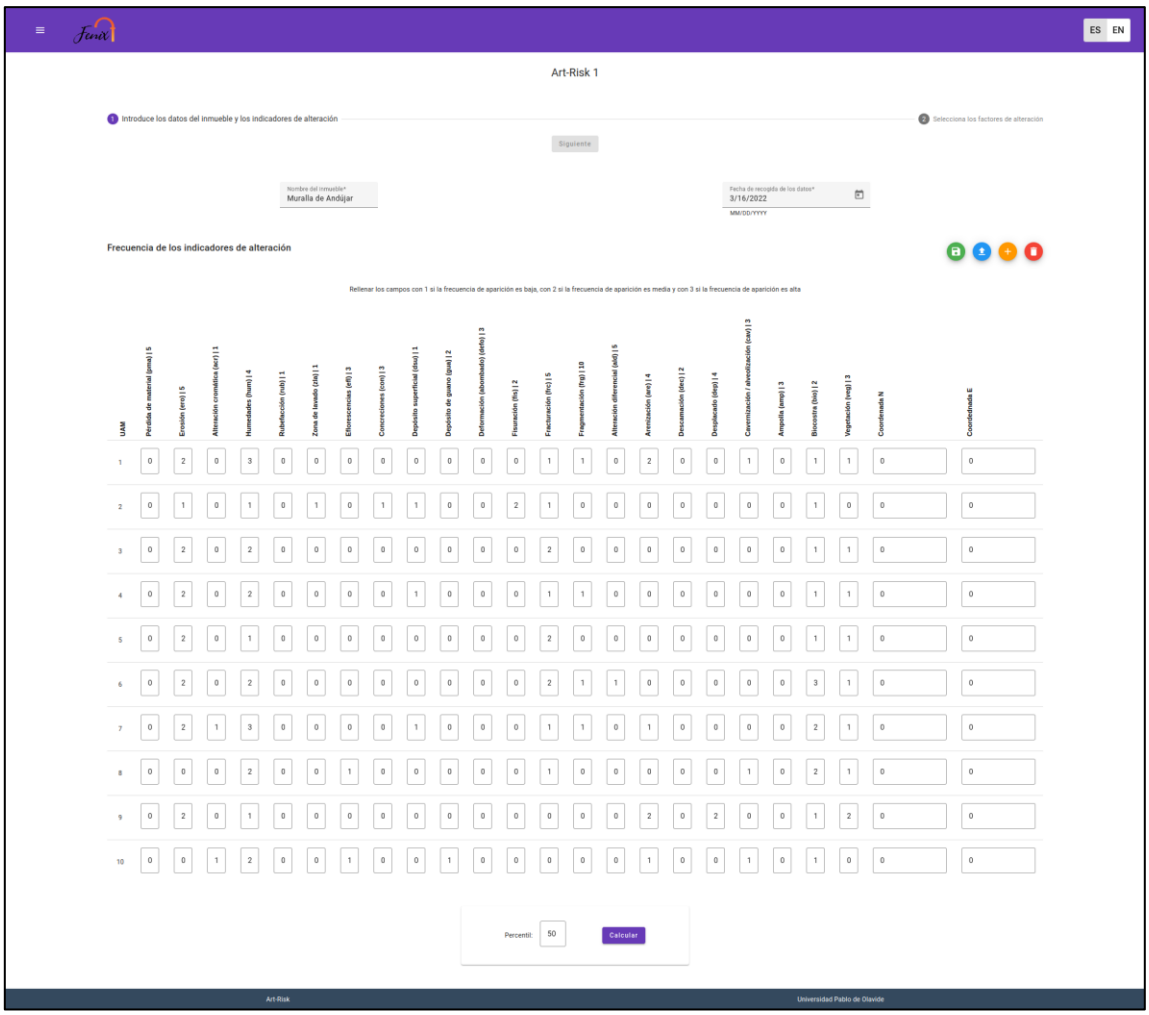


Figura 2. Primeiro ecrã do Art-Risk 1.0 Terra Inspector. Neste caso, foram introduzidas as frequências dos indicadores de alteração registados em 10 UAM.

Ao premir o botão Calcular a aplicação calcula a intensidade do dano da fortificação que estamos a analisar e elabora uma tabela e um gráfico de barras com a frequência de ocorrência de patologias (figura 3). A intensidade do dano é obtida com base na mediana das patologias registadas (percentil 50). Além disso, a aplicação permite-lhe modificar o percentil a partir do qual pretende calcular a intensidade do dano.

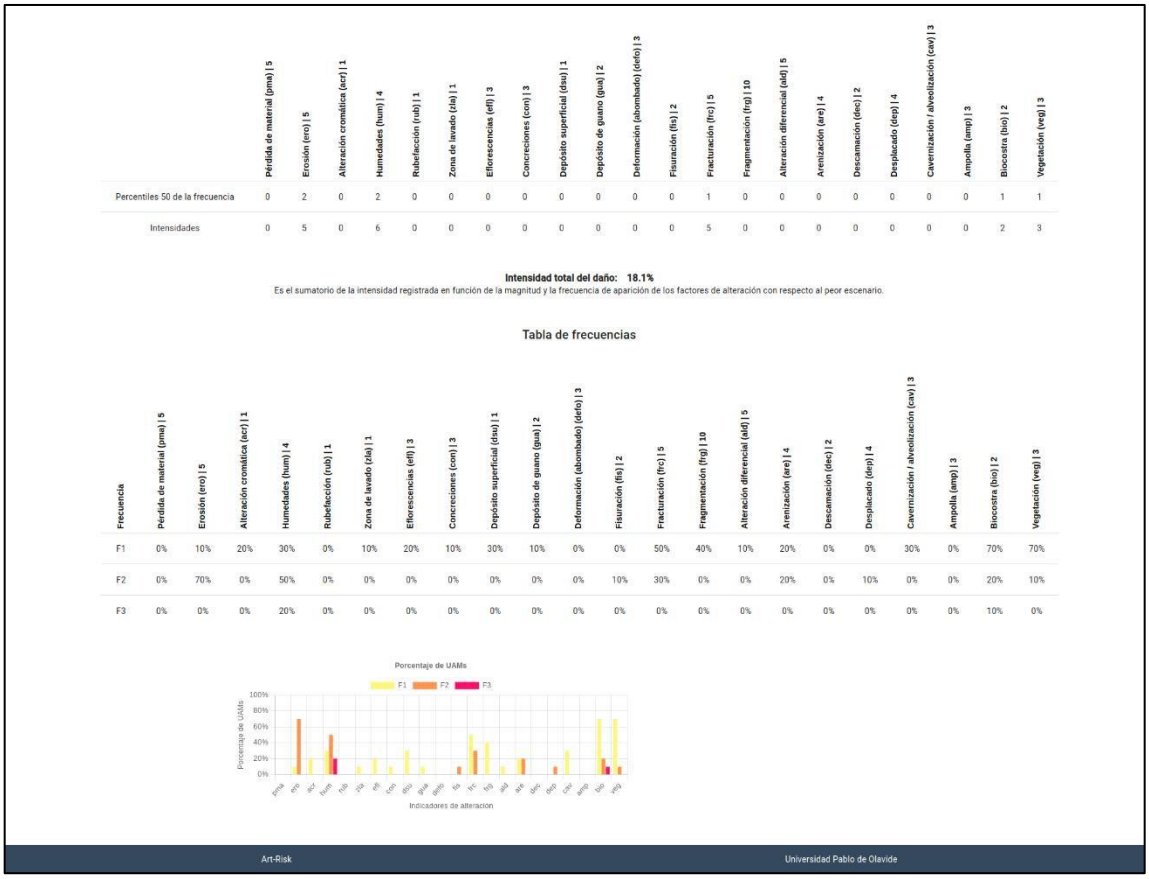


Figura 3. Tabela e gráfico de barras com a frequência de ocorrência de patologias numa fortificação composta por 10 UAM.

3.2. Segundo ecrã: Registo de agentes de degradação

Uma vez registada a presença de patologias, a aplicação permite aceder a um segundo ecrã, no qual são documentados os fatores de alteração presentes no ambiente que influenciam o aparecimento dessas patologias.

Para aceder a este segundo ecrã, prima o botão **Siguiente** *seguinte* no topo do primeiro ecrã. É então apresentada uma matriz que relaciona as 22 patologias com os 18 fatores de alteração ou agentes de degradação que podem estar na origem da sua ocorrência (figura 4).

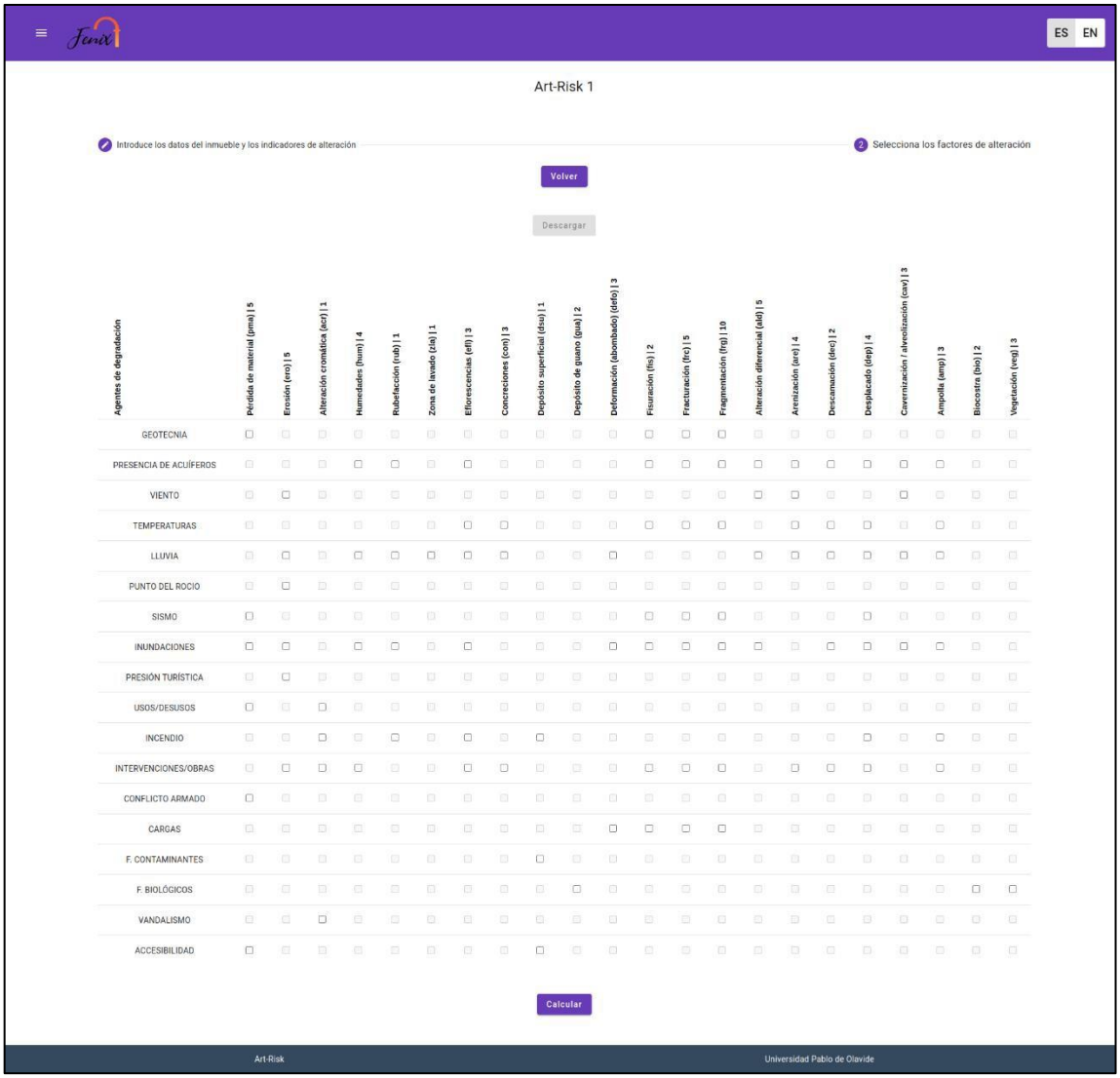


Figura 4. Segundo ecrã do Art-Risk 1.0 Terra Inspector. Aqui são introduzidos os dados relativos aos agentes de degradação que estão na origem dos indicadores de alteração registados no ecrã anterior.

Para calcular o Índice de Vulnerabilidade (IV), devem ser assinaladas as caixas dos fatores de alteração ou dos agentes de degradação que estão na origem da presença de um indicador de alteração ou patologia. Só podem ser selecionadas as caixas em que exista uma possível relação entre a presença desse agente de alteração e o desenvolvimento da patologia. Estas caixas estão identificadas com um contorno preto. Esta tabela permite-lhe assinalar tantas caixas quantas as necessárias para a mesma patologia (figura 5).

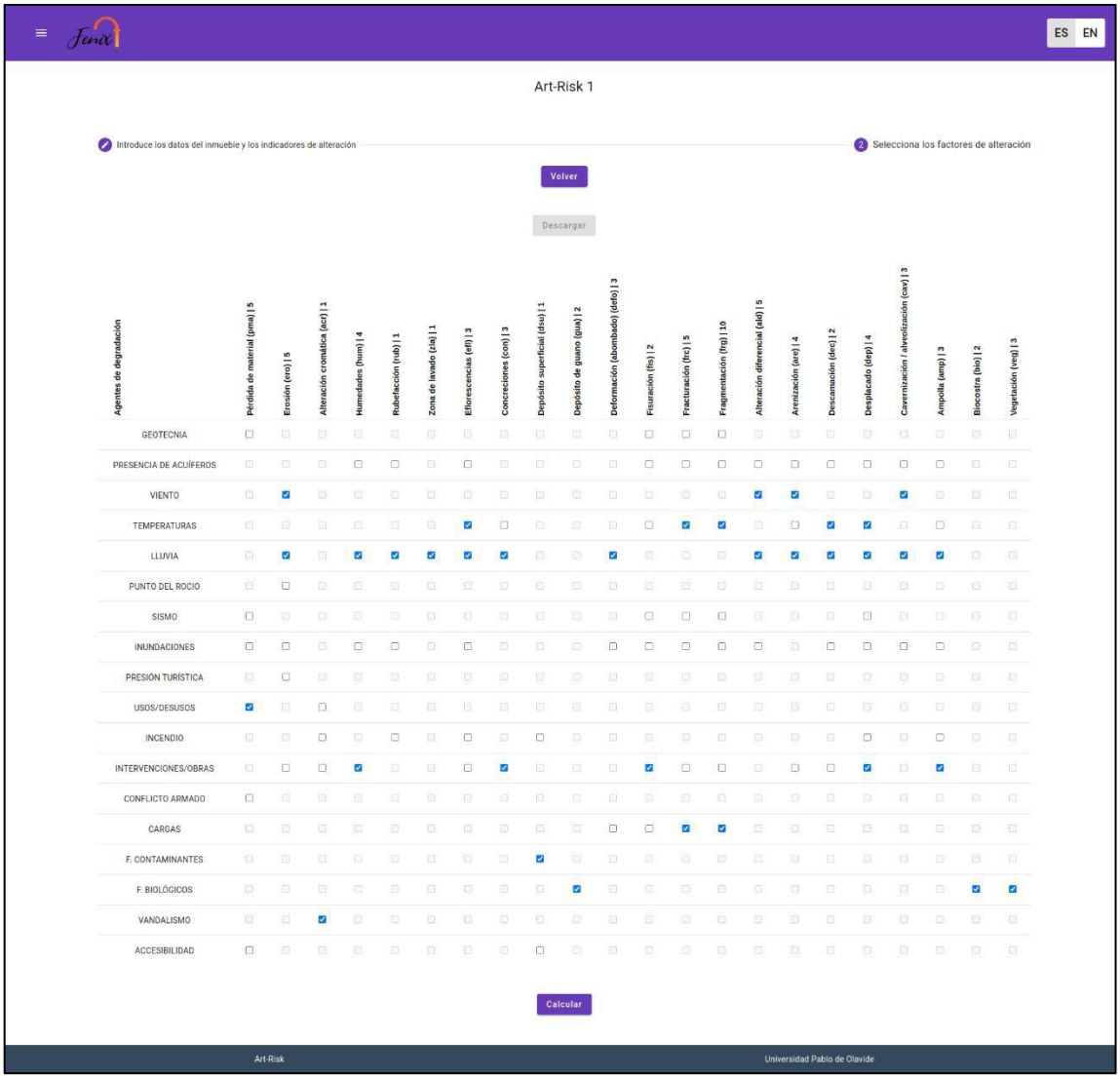


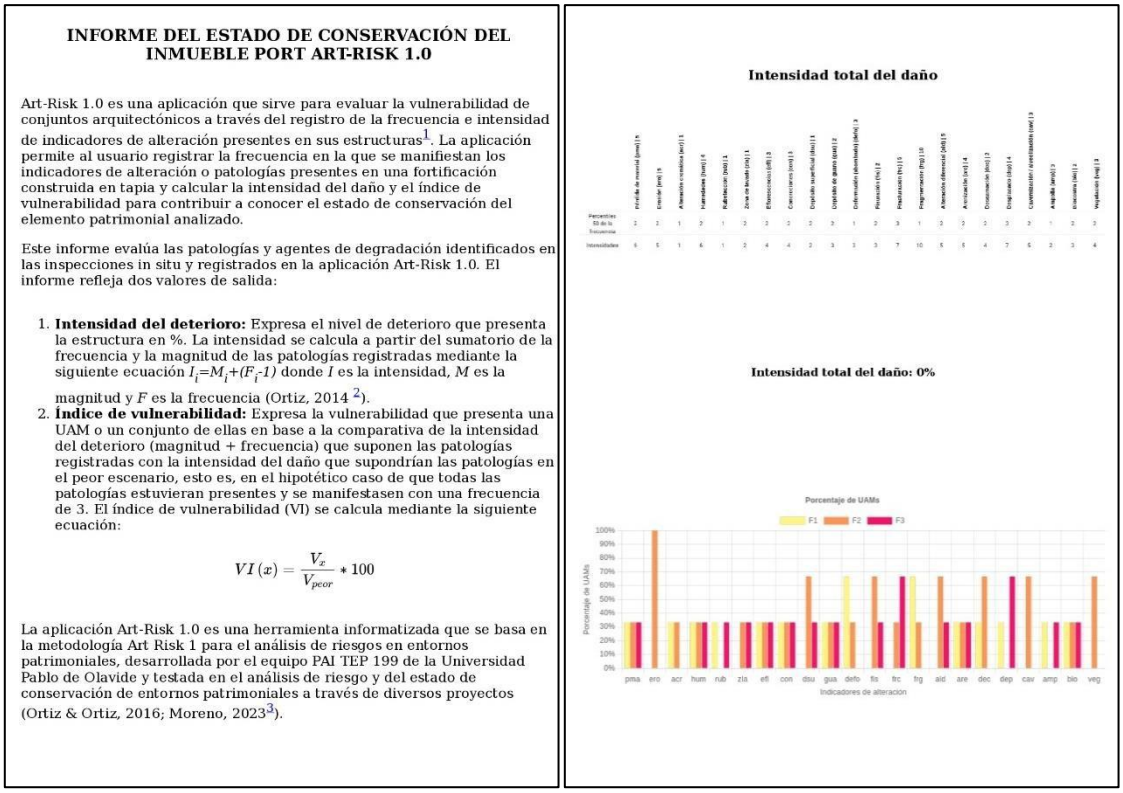
Figura 5. Segundo ecrã do Art-Risk 1.0 Terra Inspector com os dados relativos aos agentes de degradação que estão na origem dos indicadores de alteração registados.

Uma vez assinaladas as caixas necessárias, deve clicar no botão "Calcular" para que o Art-Risk 1.0 Terra Inspector calcule o Índice de Vulnerabilidade (IV) (figura 6).

Figura 6. Índice de Vulnerabilidade calculado pela aplicação Art-Risk 1.0 Terra Inspector com base nos dados registados.

4. Relatório

Uma vez introduzidos os dados e calculado o Índice de Vulnerabilidade, a aplicação Art-Risk 1.0 Terra Inspector permite descarregar um relatório clicando no botão descargar descarreg. Esta opção gera um documento em formato PDF com a metodologia seguida e os cálculos efetuados pela aplicação (figura 7).



INFORME DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL INMUEBLE PORT ART-RISK 1.0

Art-Risk 1.0 es una aplicación que sirve para evaluar la vulnerabilidad de conjuntos arquitectónicos a través del registro de la frecuencia e intensidad de indicadores de alteración presentes en sus estructuras[1]. La aplicación permite al usuario registrar la frecuencia en la que se manifiestan los indicadores de alteración o patologías presentes en una fortificación construida en tapia y calcular la intensidad del daño y el índice de vulnerabilidad para contribuir a conocer el estado de conservación del elemento patrimonial analizado.

Este informe evalúa las patologías y agentes de degradación identificados en las inspecciones in situ y registrados en la aplicación Art-Risk 1.0. El informe refleja dos valores de salida:

1. **Intensidad del deterioro:** Expresa el nivel de deterioro que presenta la estructura en %. La intensidad se calcula a partir del sumatorio de la frecuencia y la magnitud de las patologías registradas mediante la siguiente ecuación $I_i=M_i+(F_i-1)$ donde I es la intensidad, M es la magnitud y F es la frecuencia (Ortiz, 2014 [2]).
2. **Índice de vulnerabilidad:** Expresa la vulnerabilidad que presenta una UAM o un conjunto de ellas en base a la comparativa de la intensidad del deterioro (magnitud + frecuencia) que suponen las patologías registradas con la intensidad del daño que supondrían las patologías en el peor escenario, esto es, en el hipotético caso de que todas las patologías estuvieran presentes y se manifestasen con una frecuencia de 3. El índice de vulnerabilidad (VI) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$VI\,(x) = \frac{V_x}{V_{peor}} * 100$$

La aplicación Art-Risk 1.0 es una herramienta informatizada que se basa en la metodología Art Risk 1 para el análisis de riesgos en entornos patrimoniales, desarrollada por el equipo PAI TEP 199 de la Universidad Pablo de Olavide y testada en el análisis de riesgo y del estado de conservación de entornos patrimoniales a través de diversos proyectos (Ortiz & Ortiz, 2016; Moreno, 2023[3]).

Figura 7. Relatório sobre o estado de conservação da fortificação obtido a partir do Art-Risk 1.0 Terra Inspector.

Bibliografia

Ortiz, R. (2014). Análisis de vulnerabilidad y riesgos en edificios singulares de Sevilla. Tese de doutoramento. Universidade Pablo de Olavide.

Ortiz, R. & Ortiz, P. (2016). Vulnerability index: A new approach for preventive conservation of monuments. International Journal of Architectural Heritage, 10(8), 1078- 1100. https://doi.org/10.1080/15583058.2016.1186758

Ministério da Cultura e do Desporto de Espanha (2019). Guia para a elaboração e implementação de planos de conservação preventiva. Disponível em: https://www.cultura.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:96f79a4b-3b08-4198-81f4-b854d2a832bd/guia-elaboraci-n-planes.pdf

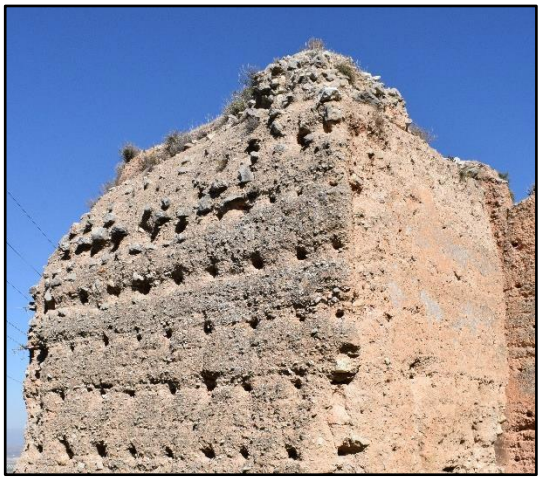
Moreno, M. Ortiz, P. & Ortiz, R. (2019). Vulnerability study of earth walls in urban fortifications using cause-effect matrixes and gis: The case of Seville, Carmona and Estepa defensive fences. Mediterr. Archaeol. Archaeom, 19, 119-138. https://doi.org/10.5281/zenodo.3583063

Moreno, M. (2023). Nuevas tecnologías geoespaciales aplicadas a la gestión de riesgos en entornos patrimoniales: la preservación de fortificaciones de tapia mediante teledetección, índices de vulnerabilidad y sistemas de información geográfica. Tese de doutoramento. Universidade Pablo de Olavide.

Anexo 1. Glossário de patologias

Segue-se um glossário visual dos indicadores de alteração ou patologia utilizados na aplicação Art-Risk 1.0 Terra Inspector[1].

Indicador de alteração: Perda de material.	
Espaço vazio onde costumava estar o material.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Geotecnia, sismos, inundações, uso/desuso, conflitos armados, acessibilidade.	

Indicador de alteração: Erosão.	
Perda da superfície original que gera a atenuação das formas.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Vento, chuva, ponto de orvalho, inundações, pressão turística, intervenções/obras.	

[1] Para mais informações sobre as patologias constantes deste glossário, consultar: Moreno, M., Ortiz, P. & Ortiz, R. (2019). Vulnerability study of earth walls in urban fortifications using cause-effect matrixes and GIS: The case of Seville, Carmona and Estepa defensive fences. *Mediterr. Archaeol. Archaeom*, 19, 119-138. DOI: 10.5281/zenodo.3583063

Indicador de alteração: Alteração cromática.	
Alterações na tonalidade, saturação e/ou luminosidade da superfície.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Uso/desuso, incêndios, intervenções/obras, vandalismo.	

Indicador de alteração: Humidade.	
Escurecimento da superfície devido à presença de água, que pode estar associada a depósitos e/ou alterações biológicas.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, chuva, inundações, intervenções/obras.	

Indicador de alteração: Rubefação.	
Vermelhidão na superfície dos materiais que se mantém em profundidade ao longo de vários milímetros. Esta patologia é atribuída à lixiviação dos óxidos de ferro do interior pela ação da água.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, chuva, inundações, incêndios.	

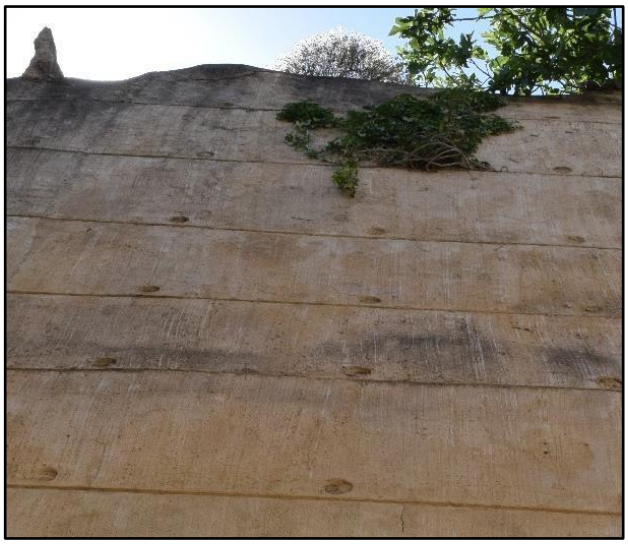
Indicador de alteração: Área de lavagem.	
Fenómeno pelo qual os componentes químicos do material são separados e transportados pela circulação da água da chuva.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Chuva.	

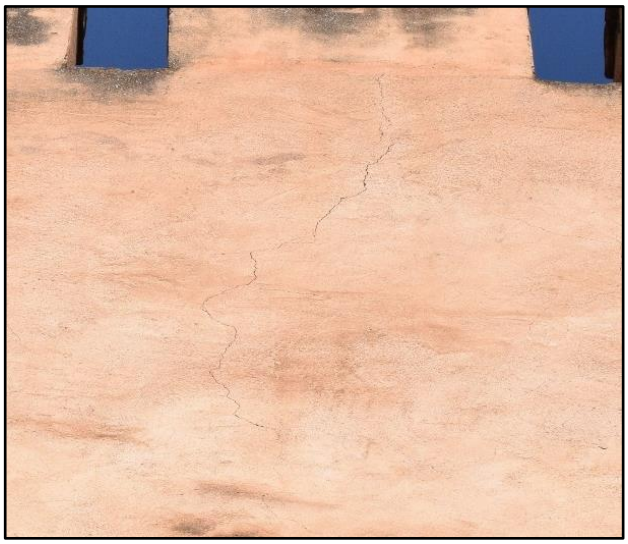
Indicador de alteração: Eflorescência.	
Precipitação cristalina, pulverulenta, pouco aderente ao suporte e geralmente esbranquiçada composta por sais solúveis.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Temperatura, chuva, inundações, obras/intervenções, incêndios e presença de aquíferos.	

Indicador de alteração: Concreções.	
Acumulação coerente e irregular de material na superfície. Pode ser forte ou fracamente aderente ao substrato. Indicador de um processo de precipitação e subsequente lixiviação.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Temperatura, chuva, intervenções/obras.	

Indicador de alteração: Depósito à superfície.	
Acumulação de material exogenético de espessura variável.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Fogo, fenómenos poluentes, acessibilidade.	

Indicador de alteração: Depósito de guano.	
Depósito de excrementos de espessura, coesão e aderência variáveis (geralmente por aves e morcegos).	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Fenómenos biológicos.	

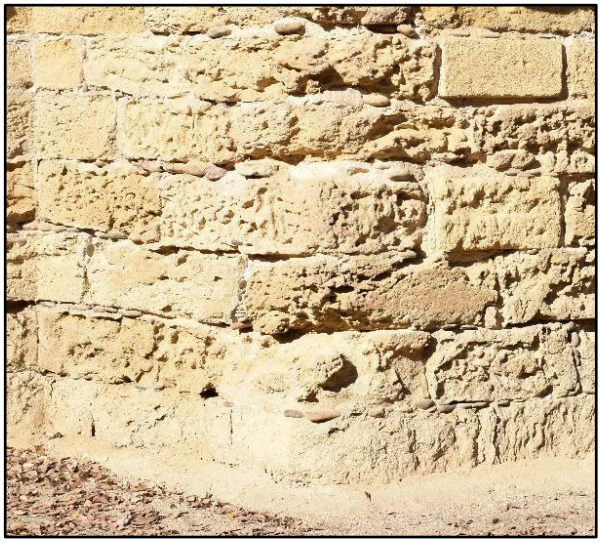
Indicador de alteração: Deformação (abaulamento).	
Deformação da forma ou do volume do material que resulta numa dilatação. Normalmente encontra-se na base, devido à deslocação de material do núcleo do muro.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Chuva, inundações, cargas.	

Indicador de alteração: Fissuração.	
Formação de soluções de descontinuidade com pouca ou nenhuma deslocação e separação das partes. A dimensão da abertura é milimétrica.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Geotecnia, presença de aquíferos, temperatura, sismos, inundações, intervenções/obras, cargas.	

Indicador de alteração: Fraturação.	
Formação de descontinuidades na argamassa com pouca ou nenhuma deslocação e separação das partes. A dimensão da abertura é, no mínimo, de vários milímetros.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Geotecnia, presença de aquíferos, temperatura, sismos, inundações, intervenções/obras, cargas.	

Indicador de alteração: Fragmentação.	
Formação de descontinuidades com deslocação e separação das partes.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Geotecnia, presença de aquíferos, temperatura, sismos, inundações, intervenções/obras, cargas.	

Indicador de alteração: Alteração diferencial.	
Subtipo de erosão que não avança de forma igual nas várias áreas, dependendo da textura e da estrutura. É normalmente devida à perda do cimento ou da matriz, permanecendo alguns componentes em relevo.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, vento, chuva, inundações.	

Indicador de alteração: Arenização.	
Desprendimento de grãos individuais.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, vento, temperatura, chuva, intervenções/obras.	

Indicador de alteração: Descamação.	
Separação física de uma ou mais camadas de forma laminar e paralela à superfície do muro. A espessura das camadas desprendidas é de vários milímetros.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, temperatura, chuva, inundações, intervenções/obras.	

Indicador de alteração: Desplacamento.	
Separação física de uma ou mais camadas de forma laminar e paralela à superfície do muro. A espessura das camadas desprendidas é de vários centímetros.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, temperatura, chuva, sismos, inundações, incêndios, intervenções/obras.	

Indicador de alteração: Formação de cavidades/alveolização.	
Perda não uniforme de material na superfície com formação de cavidades arredondadas ou alvéolos de forma e tamanho variáveis.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, vento, chuva, inundações.	

Indicador de alteração: Formação de bolhas.	
Elevações semiesféricas cheias de ar.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Presença de aquíferos, temperatura, chuva, inundações, incêndios, intervenções/obras.	

Indicador de alteração: Biocrosta.	
Película biológica composta por micro-organismos, algas e líquenes.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Fenómenos biológicos.	

Indicador de alteração: Vegetação.	
Crescimento de arbustos e plantas enraizadas.	
Agentes de degradação que provocam o seu aparecimento: Fenómenos biológicos.	