

SEVILLA



**IDA: ADVANCED  
DOCTORAL RESEARCH  
IN ARCHITECTURE**

Antonio Tejedor Cabrera, Marta Molina Huelva (comp.)

IDA: Advanced Doctoral Research in Architecture  
Sevilla: Universidad de Sevilla, 2017.

1.408 pp. 21 x 29,7 cm

ISBN: 978-84-16784-99-8

All right reserved. No part of this book may be reproduced stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or any means without prior written permission from the Publisher.

**EDITOR**

Universidad de Sevilla

**COMPILERS**

Antonio Tejedor Cabrera

Marta Molina Huelva

**DESIGN AND LAYOUT BY**

Pablo Blázquez Jesús

María Carrascal Pérez

Daniel Longa García

Marina López Sánchez

Francisco Javier Navarro de Pablos

Gabriel Velasco Blanco

**ADMINISTRATION AND SERVICES STAFF**

Adoración Gavira Iglesias

Seville, november 2017

© 2017. IDA: ADVANCED DOCTORAL RESEARCH IN ARCHITECTURE

SEVILLA

IDE

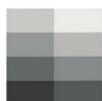
ORGANIZED BY

**iuacc**  
INSTITUTO UNIVERSITARIO  
ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN

 **uidus**  
Escuela Internacional de Doctorado

**arquitectura**  
Escuela Técnica Superior  
Universidad de Sevilla

COLLABORATORS



Consejo Andaluz  
de Colegios Oficiales  
de Arquitectos



fundación **arquia**

All manuscripts have been submitted to blind peer review, all content in this publication has been strictly selected, the international scientific committee that participates in the selection of the works is of international character and of recognized prestige, an scrupulous method of content filtering has been followed in terms of its veracity, scientific definition and plot quality.

## COMMITTEES

### CONFERENCE CHAIRPERSONS

**Antonio Tejedor Cabrera**, *Coordinator of the PhD Program in Architecture and Director of the University Institute of Architecture and Construction Sciences, Professor Department of Architectural Design, University of Seville*

**Marta Molina Huelva**, *Secretary of the University Institute of Architecture and Construction Sciences, Professor of the Department of Building Structures and Geotechnical Engineering, University of Seville*

### ORGANISING COMMITTEE

**María Carrascal Pérez**, *Department of History, Theory and Architectural Composition, University of Seville*

**Mercedes Linares Gómez del Pulgar**, *Department of Architectural Graphic Expression, University of Seville*

**Ángel Martínez García-Posada**, *Department of Architectural Design, University of Seville*

**Pilar Mercader Moyano**, *Department of Architectural Constructions I, University of Seville*

**Domingo Sánchez Fuentes**, *Department of Urban Planning and Spatial Planning, University of Seville*

**Manuel Vázquez Boza**, *Department of Building Structures and Land Engineering, University of Seville*

### CONFERENCE SECRETARY

**Pablo Blázquez Jesús**, *Ph.D. student, Department of Architectural Design, University of Seville*

**Marina López Sánchez**, *Ph.D. student, Department of Architectural Design, University of Seville*

## SCIENTIFIC COMMITTEE

**José Aguiar**-Universidade de Lisboa  
**Benno Albrecht**-Università IUAV di Venezia  
**Francisco Javier Alejandro Sánchez**-Universidad de Sevilla  
**Darío Álvarez Álvarez**-Universidad de Valladolid  
**Antonio Ampliato Briones**-Universidad de Sevilla  
**Joaquín Antuña**-Universidad Politécnica de Madrid  
**Ángela Barrios Padura**-Universidad de Sevilla  
**José María Cabeza Laínez**-Universidad de Sevilla  
**Pilar Chías Navarro**-Universidad de Alcalá  
**Juan Calatrava Escobar**-Universidad de Granada  
**María Carrascal Pérez**-Universidad de Sevilla  
**Helena Coch Roura**-Universitat Politècnica de Catalunya  
**Jorge Cruz Pinto**-Universidad de Lisboa  
**Carmen Díez Medina**-Universidad de Zaragoza  
**Fernando Espuelas Cid**-Universidad Europea  
**Alberto Ferlenga**-Università IUAV di Venezia  
**Luz Fernández-Valderrama**-Universidad de Sevilla  
**Vicente Flores Alés**-Universidad de Sevilla  
**María del Carmen Galán Marín**-Universidad de Sevilla  
**Jorge Filipe Ganhão da Cruz Pinto**-Universidade de Lisboa  
**Carlos García Vázquez**-Universidad de Sevilla  
**Sara Girón Borrero**-Universidad de Sevilla  
**Francisco Gómez Díaz**-Universidad de Sevilla  
**Amparo Graciani**-Universidad de Sevilla  
**Francisco Granero Martín**-Universidad de Sevilla  
**Francisco Hernández Olivares**-Universidad P. de Madrid  
**Miguel Ángel de la Iglesia**-Universidad de Valladolid  
**Paulo J.S. Cruz**-Universidade do Minho  
**Francesc Sepulcre**-Universitat Politècnica de Catalunya  
**Ángel Luis León Rodríguez**-Universidad de Sevilla  
**Mercedes Linares Gómez del Pulgar**-Universidad de Sevilla  
**María del Mar Loren Méndez**-Universidad de Sevilla

**Margarita de Luxán García de Diego**-Universidad P. de Madrid  
**Madelyn Marrero**-Universidad de Sevilla  
**Juan Jesús Martín del Río**-Universidad de Sevilla  
**Luis Martínez-Santamaría**-Universidad Politécnica de Madrid  
**Ángel Martínez García-Posada**-Universidad de Sevilla  
**Mauro Marzo**-Università IUAV di Venezia  
**Pilar Mercader Moyano**-Universidad de Sevilla  
**Antonello Monaco**-Università degli Studi di Reggio Calabria  
**Marta Molina Huelva**-Universidad de Sevilla  
**José Morales Sánchez**-Universidad de Sevilla  
**Eduardo Mosquera Adell**-Universidad de Sevilla  
**María Teresa Muñoz Jiménez**-Universidad Politécnica de Madrid  
**Jaime Navarro Casas**-Universidad de Sevilla  
**José Joaquín Parra Bañón**-Universidad de Sevilla  
**Víctor Pérez Escolano**-Universidad de Sevilla  
**Francisco Pinto Puerto**-Universidad de Sevilla  
**Mercedes Ponce Ortiz de Insagurbe**-Universidad de Sevilla  
**Juan Luis de las Rivas Sanz**-Universidad de Valladolid  
**Carmen Rodríguez Liñán**-Universidad de Sevilla  
**Javier Ruiz Sánchez**-Universidad Politécnica de Madrid  
**Joaquín Sabaté Bel**-Universitat Politècnica de Catalunya  
**Victoriano Sáinz Gutiérrez**-Universidad de Sevilla  
**Santiago Sánchez Beitia**-Universidad del País Vasco  
**Domingo Sánchez Fuentes**-Universidad de Sevilla  
**José Sánchez Sánchez**-Universidad de Sevilla  
**Juan José Sendra Salas**-Universidad de Sevilla  
**Julián Sobrino Simal**-Universidad de Sevilla  
**Federico Soriano Peláez**-Universidad Politécnica de Madrid  
**Rafael Suárez Medina**-Universidad de Sevilla  
**Miguel Ángel Tabales Rodríguez**-Universidad de Sevilla  
**Antonio Tejedor Cabrera**-Universidad de Sevilla  
**Jorge Torres Cueco**-Universidad Politécnica de Valencia  
**Elisa Valero Ramos**-Universidad de Granada  
**Manuel Vázquez Boza**-Universidad de Sevilla  
**Narciso Vázquez Carretero**-Universidad de Sevilla  
**Teófilo Zamarreño García**-Universidad de Sevilla

# LT 3

PATRIMONIO Y  
REHABILITACIÓN

## HERITAGE AND REHABILITATION / PATRIMONIO Y REHABILITACIÓN

- p. 565-574: **NEW KNOWLEDGE ABOUT THE CHURCH OF SANTA MARÍA IN CARMONA** / p. 575-585: NOVEDADES EN TORNO A LA IGLESIA DE SANTA MARÍA DE CARMONA  
Ojeda Barrera, Alfonso
- p. 587-596: **GEOMETRY AND CONSTRUCTION THROUGH THE SACRED SPACE OF ANDRÉS DE VANDELVIRA** / p. 597-607: GEOMETRÍA Y CONSTRUCCIÓN A TRAVÉS DEL ESPACIO SACRO DE ANDRÉS DE VANDELVIRA  
Estepa Rubio, Antonio
- p. 609-619: **AN APPROACH TO THE IDEAL CONCEPT OF URBAN PLANNING IN THE 18TH CENTURY: COLONIAL SETTLEMENTS IN ANDALUSIA** / p. 620-630: APROXIMACIÓN AL URBANISMO IDEAL EN EL S. XVIII: LAS NUEVAS POBLACIONES DE COLONIZACIÓN EN ANDALUCÍA  
Quevedo Rojas, Carlos
- p. 631-642: **POWER PLANT REUTILIZATION STRATEGIES ENEL POWER PLANTS AND PORT OF GENOA CASE-STUDY** / p. 643-655: ESTRATEGIAS DE REÚSO DE LAS CENTRALES ELÉCTRICAS. LAS CENTRALES ENEL Y EL CASO ESTUDIO DEL PUERTO DE GÉNOVA  
Olivieri, Davide
- p. 657-664: **TECHNICAL-TECHNOLOGICAL AND MATERIALS COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN ITALIAN AND SPANISH MEDIEVAL SHIPYARD (THE CASE OF VENICE AND SEVILLE)** / p. 665-673: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-TECNOLÓGICO Y DE MATERIALES ENTRE LOS ASTILLEROS MEDIEVALES ITALIANOS Y ESPAÑOLES (LOS CASOS DE VENECIA Y SEVILLA)  
Debenedictis, Domenico; Robador González, María Dolores; Pagliuca, Antonello
- p. 675-684: **STRATEGIES FOR CONSERVATION OF RELIGIOUS HERITAGE IN THE METROPOLITAN AREA OF LYON/SAINT-ÉTIENNE (FRANCE). SHORT RESEARCH STAY AND METHODOLOGICAL TRANSFER** / p. 685-695: ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ECLESIAÍSTICO EN LA METRÓPOLIS LYON/SAINT-ÉTIENNE (FRANCIA). LA ESTANCIA BREVE INVESTIGADORA COMO VÍA DE TRANSFERENCIA METODOLÓGICA  
Mascort-Albea, Emilio J.; Meynier-Philip, Mélanie
- p. 697-709: **HYDRAULIC HERITAGE AND THE CONSTRUCTION OF THE TERRITORY: THE IRRIGATION COMMUNITIES** / p. 710-722: EL PATRIMONIO HIDRÁULICO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL TERRITORIO: LAS HEREDADES  
Delgado Quintana, Guacimara
- p. 723-731: **SUSTAINABILITY AND CONSERVATIVE REHABILITATION OF EXTREMADURAN PATRIMONIAL RURAL ARCHITECTURE AGAINST CLIMATE CHANGE. VEGAVIANA, CASE STUDY** / p. 732-741: SOSTENIBILIDAD Y REHABILITACIÓN CONSERVADORA DE LA ARQUITECTURA RURAL PATRIMONIAL EXTREMEÑA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO. VEGAVIANA, CASO DE ESTUDIO  
Bote Alonso, Inmaculada
- p. 743-754: **TOWARDS A METHODOLOGY FOR THE ASSESSMENT OF VISUAL IMPACT CAUSED BY RENEWABLE ENERGY FACILITIES ON THE LANDSCAPE IN CULTURAL HERITAGE SITES** / p. 755-766: HACIA UNA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DEL IMPACTO VISUAL CAUSADO POR INSTALACIONES DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL PAISAJE EN EL ENTORNO DE LUGARES PATRIMONIO CULTURAL  
Diego Rodríguez, Jesús Carlos; Chías Navarro, Pilar
- p. 767-772: **THE URBAN RENOVATION IN PUEBLA, MEXICO. THE HISTORICAL CENTER AS EXPERIMENTAL SPACE. THIRTY YEARS OF CITY TRANSFORMATION** / p. 773-779: LA RENOVACIÓN URBANA EN PUEBLA, MÉXICO. EL CENTRO HISTÓRICO COMO ESPACIO EXPERIMENTAL. TREINTA AÑOS DE TRANSFORMACIÓN DE LA CIUDAD  
Cortés Moreno, Jorge David
- p. 781-790: **THE ORNATE IN THE ARCHITECTURE OF TENERIFE AND GRAN CANARIA: 1865-1935** / p. 791-800: EL ORNATO EN LA ARQUITECTURA DE TENERIFE Y GRAN CANARIA: 1865-1935  
Sabina González, José Antonio
- p. 801-807: **THE CONSERVATION OF THE CONSTRUCTIONS LOCATED ON PROTECTED NATURAL AREAS: RESEARCH EXPERIENCE IN DOÑANA** / p. 808-815: LA CONSERVACIÓN DE LO CONSTRUIDO EN LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS: EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN EN DOÑANA  
Rincón Calderón, José María; Galán Marín, Carmen; Sanchez Fuentes, Domingo
- p. 817-827: **TRANSHUMANCE HERITAGE IN THE STRUCTURING OF THE LANDSCAPE, CITIES AND ARCHITECTURE** / p. 828-838: EL PATRIMONIO DE LA TRASHUMANCIA EN LA VERTEBRACIÓN DEL TERRITORIO, LA CIUDAD Y LA ARQUITECTURA  
Gutiérrez Pérez, Nicolás
- p. 839-848: **INTERVENTION IN THE HERITAGE OF RURAL COLONIZATION ARCHITECTURE. THE VILLAGES OF LOS MONEGROS** / p. 849-859: INTERVENCIÓN EN EL PATRIMONIO DE LA ARQUITECTURA RURAL DE COLONIZACIÓN. LOS POBLADOS DE LA COMARCA DE LOS MONEGROS  
Prieto Mochales, Luis
- p. 861-870: **MODERN ARCHITECTURE IN MANZANILLO, COLIMA, MEXICO 1930-1970 (TRANSFER AND ADAPTATION)** / p. 871-880: ARQUITECTURA MODERNA EN MANZANILLO, COLIMA, MÉXICO 1930-1970 (TRANSFERENCIA Y ADAPTACIÓN)  
Yáñez Ventura, Marco Antonio; López García, J. Jesús
- p. 881-893: **FIRST INTERNATIONAL ARCHITECTURAL JOURNEY OF JUAN MADRAZO** / p. 894-906: PRIMER VIAJE INTERNACIONAL ARQUITECTÓNICO DE JUAN MADRAZO  
Fernández Martínez, Margarita María
- p. 907-918: **HOUSES, COURTYARD TENEMENT HOUSING, INNS AND SHOPS IN 16TH SEVILLE. ARCHITECTURE, DRAWING AND GLOSSARY OF MASTER BUILDERS** / p. 919-930: CASAS, CORRALES, MESONES Y TIENDAS EN LA SEVILLA DEL SIGLO XVI. ARQUITECTURA, DIBUJO Y LÉXICO DE ALARIFES  
Núñez González, María
- p. 931-939: **TOWARDS THE CONSTRUCTION OF ATLAS OF SURVIVING ARCHITECTURES** / p. 940-949: HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL ATLAS DE ARQUITECTURAS SUPERVIVIENTES  
Tejera Mujica, Noemi
- p. 951-960: **TRANSFORMATIONS OF THE ALCÁZAR OF SEVILLE THROUGH ITS IMAGES (1902-1969)** / p. 961-971: TRANSFORMACIONES DEL REAL ALCÁZAR DE SEVILLA A TRAVES DE SUS IMÁGENES (1902-1969)  
Bañasco Sánchez, Pablo
- p. 973-980: **THE ARCHITECTURE OF POWER. THE ISLAND INSTITUTIONS AND AUTONOMOUS BODIES. ANALYSIS OF THE CASES: GRAN CAÑARIA, TENERIFE AND MADEIRA** / p. 981-987: LA ARQUITECTURA DEL PODER. LAS INSTITUCIONES INSULARES Y ORGANISMOS AUTÓNOMOS. ANÁLISIS DE LOS CASOS: GRAN CANARIA, TENERIFE Y MADEIRA  
Hernández Cruz, Ricardo Kevin
- p. 989-998: **PROPOSAL FOR AN INDICATORS SYSTEM OF URBAN INTEGRATION OF THE MARITIME PORTS HERITAGE** / p. 999-1009: PROPUESTA PARA UN SISTEMA DE INDICADORES DE INTEGRACIÓN URBANA DEL PATRIMONIO PORTUARIO MARÍTIMO  
De las Peñas García, Jesús
- p. 1011-1020: **EMPIRICAL METHOD APPLIED IN RESEARCH ON RESIDENTIAL ENERGY RETROFITTING** / p. 1021-1031: MÉTODO EXPERIMENTAL EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA RESIDENCIAL  
Escandón, Rocío; Blázquez, Teresa; Martínez-Hervás, Mónica; Suárez, Rafael; Sendra, Juan José
- p. 1033-1042: **AESTHETICS OF RUINS AND ETHICS OF ARCHITECTURAL DESIGN: NEW INTERVENTIONS ON ARCHAEOLOGICAL HERITAGE** / p. 1043-1053: ESTÉTICA DE LAS RUINAS Y ÉTICA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO: NUEVAS INTERVENCIONES EN EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO  
Bagnato, Vincenzo Paolo

# HACIA UNA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DEL IMPACTO VISUAL CAUSADO POR INSTALACIONES DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL PAISAJE EN EL ENTORNO DE LUGARES PATRIMONIO CULTURAL

Diego Rodríguez, Jesús Carlos <sup>(1)(\*)</sup> and Chías Navarro, Pilar <sup>(2)</sup>

(1)(\*) Arq. Investigador en Formación, Escuela de Arquitectura, Universidad de Alcalá. [jesus\\_cdr@hotmail.com](mailto:jesus_cdr@hotmail.com)

(2) Dr. Arq., Catedrática de Universidad, Escuela de Arquitectura, Universidad de Alcalá. [pilar.chias@uah.es](mailto:pilar.chias@uah.es)

**Resumen:** Las instalaciones de energía renovable han dado lugar a diversos conflictos por el impacto visual que generan debido a su profusión, a su carácter disperso y a su emplazamiento, normalmente en lugares de máxima visibilidad.

Las metodologías existentes para valorar el impacto visual que generan dichas instalaciones en el paisaje no tienen en consideración aspectos relevantes para el patrimonio, como los valores culturales o los locales, muy valiosos para el patrimonio de menor relevancia.

Este artículo presenta un avance de los resultados de la investigación que se está desarrollando dentro del grupo de investigación reconocido de la Universidad de Alcalá, "Intervención en el patrimonio y arquitectura sostenible", para la consecución de una metodología de valoración del impacto visual causado por instalaciones de energía renovable sobre el paisaje en el entorno de lugares patrimonio cultural. Se presenta el desarrollo inicial de la metodología, basada en los casos de estudio anteriormente publicados del entorno del Conjunto Monumental de Uclés, el Parque Arqueológico de Segóbriga y el Camino de Santiago a su paso por el Alto del Perdón en Navarra.

**Palabras Clave:** Impacto visual; Paisaje; Patrimonio cultural; Entorno; Energías renovables.

## 1. Introducción

Este artículo se presenta como uno de los resultados de la investigación que estoy desarrollando como becario FPI-MINECO en un Proyecto de Investigación del Plan Nacional de I+D.

Las instalaciones de energía renovable (ER) han dado lugar a diversos conflictos por el impacto visual que generan, especialmente en el paisaje, debido a su profusión, a su carácter disperso y a su emplazamiento, casi normalizado, en lugares de máxima visibilidad. Con la Carta de Cracovia y el Convenio Europeo del Paisaje, el paisaje pasa a ser concebido como patrimonio y, por tanto, susceptible de ser protegido. Por ello, actualmente existe una dicotomía entre la ampliación de la proporción de energía limpia, necesaria para la sostenibilidad del planeta, y la conciencia social sobre el impacto visual que generan estas instalaciones sobre el patrimonio.

En el primer quindenio del presente siglo, se han realizado diversas investigaciones sobre el impacto visual que generan parques eólicos y plantas solares sobre el paisaje (Bishop 2002, Hurtado et al. 2004, Bishop y Miller 2007, Ladenburg 2009, Torres-Sibille et al. 2009, Tsoutsos et al. 2009, Rodrigues et al. 2010, Chiabrando et al. 2011, Molina-Ruiz et al. 2011, Sullivan et al. 2012, Depellegrin et al. 2014, Kokologos et al. 2014, Minelli et al. 2014, Mirasgedis et al. 2014, Manchado 2015). Pero ninguna aborda el impacto visual que generan sobre el paisaje en el entorno de lugares patrimonio cultural. Tampoco se requieren este tipo de estudios en las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), a pesar de que algunas investigaciones denuncian que determinadas construcciones en el entorno de lugares patrimonio cultural afectan a su contextualización y disfrute (Masser 2006), y otras reclaman una mejor integración entre paisaje y patrimonio en la EIA y la inclusión de los valores locales del patrimonio en el proceso (Lambrick et al. 2005, Jones 2010, Diego y Chías 2016a). La presente investigación parte de la premisa de que las metodologías existentes no se adaptan a las características de estos paisajes. El objetivo es presentar el desarrollo inicial de una metodología de valoración del impacto visual causado por las instalaciones de ER, eólica y solar, sobre el paisaje en el entorno de lugares patrimonio cultural.

## 2. Métodos

La investigación se ha desarrollado en varias etapas. Primeramente, se ha realizado una revisión bibliográfica sobre el estado del arte de la valoración del impacto visual que generan las instalaciones de energía renovable (eólica y solar), y de la evolución del concepto de paisaje desde su auge naturalista a finales del s. XVIII con Humboldt hasta el asentamiento como patrimonio cultural de hoy. Se han utilizado los buscadores “google académico”, “dialnet”, “Teseo” y “Elsevier” con las palabras clave “impacto visual”, “paisaje”, “impacto paisajístico”, entre otras, y sus análogas en inglés. También se ha llevado a cabo el análisis de varios casos de estudio: las instalaciones de ER que se han construido y proyectado construir en las inmediaciones del Conjunto Monumental de Uclés, el Parque Arqueológico de Segóbriga y el Camino de Santiago a su paso por el Alto del Perdón en Navarra (Diego y Chías 2016a, Diego y Chías 2016b). Estos casos nos han servido para comprobar, primeramente, que los actuales métodos utilizados en las EIA para valorar el impacto visual de estas instalaciones no son válidos, y para testear, a través de encuestas dirigidas a las poblaciones de Uclés y Saelices, la percepción que su población tenía de estas instalaciones y sus impactos. A partir de aquí, se ha comenzado a desarrollar una nueva metodología, basada en parámetros perceptuales, tanto cualitativos como cuantitativos, introduciendo como novedad parámetros culturales, para evaluar el impacto visual que causan las instalaciones de ER en el paisaje en el entorno de lugares patrimonio cultural. Se presenta a continuación la metodología inicial, que irá evolucionando en función de los resultados que se vayan obteniendo.

## 3. Preparación de datos

Para poder llevar a cabo la metodología, primeramente se debe delimitar el Área de Influencia Visual (AIV) y preparar los modelos digitales necesarios para su posterior análisis.

### 3.1 Delimitación del Área de Influencia Visual (AIV)

Primeramente, se debe delimitar el AIV de la instalación de ER para poder seleccionar posteriormente los modelos digitales dentro de ese área. Este área va a depender de tres factores fundamentalmente: la orografía del lugar, el tipo de instalación y el tamaño de la misma. Para las instalaciones solares apenas se encuentran tablas de influencia visual de las mismas en función de la distancia. Sin embargo, para las instalaciones eólicas hay diversos estudios que han clasificado distintas distancias a las que estas instalaciones son visibles en función de su tamaño. Bishop (Bishop 2002) marcó unas distancias límite a las que aerogeneradores de hasta 78 m de altura producían impacto visual, estableciendo 8,5 Km como el límite de impacto severo, 10 Km el límite de impacto moderado y más de 10 Km el límite de impacto leve. Sinclair (University of Newcastle 2002) adaptó la matriz Thomas para aerogeneradores de hasta 100 m de altura, estableciendo que para aerogeneradores de 90-100 m de altura los límites de impacto visual son: hasta 4 Km impacto alto, hasta 8 Km impacto medio-alto, hasta 18 Km impacto medio, hasta 23 Km impacto leve-medio y hasta 30 Km impacto leve. Vissering (Vissering 2011) sugirió un AIV de 40 Km para los aerogeneradores modernos de 2 MW, ya que éstos pueden verse en buenas condiciones climáticas a distancias de entre 24 y 32 Km. Sullivan (Sullivan et al. 2012) planteó una matriz de límites de visibilidad para instalaciones eólicas con aerogeneradores de entre 90 y 120 metros de altura en regiones poco accidentadas, delimitando un AIV de 48 Km en la que el límite de visibilidad casual lo sitúa en 32 Km y el límite de dominancia visual en 16 Km. Manchado (Manchado et al. 2015) extrapola la matriz de Bishop para obtener los límites de impacto visual de aerogeneradores de hasta 140 m de altura, estableciendo que hasta distancias de 8 Km el impacto es severo, hasta 16 Km es medio y para distancias mayores de 16 Km el impacto es leve. Con estos datos se ha desarrollado una tabla de Áreas de Influencia Visual en función de la altura de la instalación (tabla 1), sirviendo tanto para instalaciones eólicas como para torres o concentradores solares. Las instalaciones fotovoltaicas, al ser superficiales, tienen un AIV menor que las instalaciones eólicas o las torres solares, por lo que se tomará como AIV para éstas la menor de las que se presentan a continuación.

**Tabla 1.** Áreas de Influencia Visual en función de la altura de la instalación (aerogenerador o torre solar)

Altura instalación (m)	AIV (Km)
41-48	16
53-57	19
72-78	24
90-100	30
100-140	48

### **3.2 Preparación de los modelos digitales de elevaciones**

Para poder llevar a cabo los análisis de visibilidad de la instalación de ER es necesario preparar una cartografía digital de la zona de estudio para, posteriormente, llevar a cabo dichos análisis con herramientas SIG, como ArcGIS. La cartografía digital utilizada serán los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE). Éstos se pueden conseguir a través de datos LIDAR o, también, mediante la modificación de Modelos Digitales de Terreno (MDT) añadiendo los Modelos Digitales de Superficie (MDS) que incluyan las alturas de diferentes tipologías de elementos. A pesar de ser más rápido el uso de datos LIDAR, en esta investigación se ha preferido usar MDT para poder elaborar cartografía propia de las zonas de estudio. Para obtener los distintos MDT incluidos dentro del AIV de la instalación, se acudió al Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y se descargan los productos cartográficos BTN25 dentro del AIV, para convertirlos en un MDT utilizando ArcGIS. El resultado será la base que se utilizará para ir añadiendo los distintos MDS que se quieran, en este caso, el de vegetación, el de las edificaciones y el de las instalaciones. Para conseguir el MDS de vegetación, se utilizará como fuente de datos el Mapa Forestal de España MFE50. Para conseguir el MDS de edificaciones y el de instalaciones, se utilizarán como fuente de datos la capa de edificaciones y las distintas capas de instalaciones del BTN25. Una vez obtenidos los datos necesarios para elaborar los distintos MDS, asignamos la altura a cada una de las capas y se añaden los distintos MDS al MDT para obtener el MDE que utilizaremos para los análisis posteriores.

Dado que el centro de esta investigación es el impacto visual sobre el paisaje entorno a lugares patrimonio cultural, conviene obtener todas las áreas protegidas de la zona de estudio, así como el resto de lugares patrimonio cultural, si los hubiera, y todas las zonas de concentración potencial de observadores (ZCPO), tanto las de actitud activa del observador, como son los miradores o los recorridos escénicos (rutas turísticas, carreteras pintorescas...), como las de actitud pasiva, como son los corredores visuales (carreteras, caminos...) o el resto de ZCPO, entre los que destacan las poblaciones por su alta concentración permanente de observadores. Se cartografiará cada uno de estos elementos para su uso posterior en la metodología.

## **4. Desarrollo de la metodología**

La metodología para valorar el impacto visual de las instalaciones de energía renovable en el paisaje en el entorno de lugares patrimonio cultural se desarrollará en varias fases: análisis de la actividad o visibilidad convergente, análisis de la calidad visual, análisis de la fragilidad visual, ponderación del resultado a través de encuestas y cálculo del impacto total.

### **4.1 Análisis de la actividad o visibilidad convergente mediante cuencas visuales**

La actividad o visibilidad convergente es la visibilidad que existe desde fuera de la zona de estudio hacia la propia zona de estudio. Con ella se calculan los puntos desde los cuales la instalación objeto de estudio es visible, obteniendo un mapa con dichos puntos. Para la presente investigación se calcularán tanto la visibilidad convergente de la instalación de ER como la del lugar patrimonio cultural sobre el cual es objeto de valoración el impacto visual causado por aquella.

Mediante la herramienta "observer points" de ArcGIS obtendremos como resultado un mapa de cuencas visuales en el que aparecerán los puntos desde los que se ve la instalación de ER y el lugar patrimonio cultural, tanto cada una por separado como ambas a la vez. La parte que nos interesa de

ese mapa es aquella capa que contiene los puntos desde donde se ven ambas construcciones a la vez. Esa capa la superpondremos a la cartografía obtenida anteriormente con el MDE.

A este nuevo mapa obtenido en el paso anterior se le superponen todas las áreas protegidas de la zona de estudio, el resto de lugares patrimonio cultural, si los hubiera, y todas las ZCPO, incluidas las poblaciones y resto de ZCPO activas y pasivas. De esta forma se obtiene un mapa de todas las ZCPO desde las que son visibles ambas construcciones.

Finalmente se hará un mapa de cuencas visuales desde cada una de las ZCPO desde las que son visibles ambas construcciones para averiguar qué otros ítems (plusvalías y atenuaciones) son visibles desde cada ZCPO. Esto nos servirá luego para el trabajo de campo en el que comprobaremos in situ en cada una de las ZCPO las plusvalías y las atenuaciones visibles del paisaje.

## 4.2 Análisis de la calidad visual

Seguidamente se calcula la calidad visual del paisaje en el entorno del lugar patrimonio cultural objeto de estudio desde cada ZCPO. La calidad visual se medirá en función de la importancia intrínseca del lugar patrimonio cultural, la importancia cultural o adquirida y las posibles plusvalías o atenuaciones.

### 4.2.1 Importancia intrínseca del lugar patrimonio cultural

La valoración de la importancia intrínseca ( $I_i$ ) del lugar patrimonio cultural se hará en función del valor internacional, nacional, regional o local que tenga, basándonos en la escala de valoración desarrollada por Grijota (Grijota Chousa 2012), adaptada en la tabla 2 a nuestros intereses.

Tabla 2. Importancia intrínseca del lugar patrimonio cultural

Clase P. Cultural	Descripción	$I_i$
Interés Internacional	Elementos declarados por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad. Rutas turísticas de interés internacional. Elementos particulares de popularidad global como museos o piezas arquitectónicas aisladas.	12
Interés Nacional	Bienes inmuebles de interés cultural declarados en el marco de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (conjuntos, monumentos...). Carreteras pintorescas o rutas turísticas de interés nacional.	9
Interés Regional	Bienes inmuebles de interés cultural declarados en el marco autonómico. Carreteras pintorescas o rutas turísticas de interés regional.	6
Interés Local	Rincones o miradores de interés comarcal o local, como ermitas, parques, etc.	3

Aunque está todavía en proceso la aplicación a los casos de estudio, estimamos que tendrán una  $I_i = 12$ .

### 4.2.2 Importancia cultural o adquirida del lugar patrimonio cultural

La importancia intrínseca del lugar patrimonio cultural se ponderará a través de las apariciones del propio patrimonio en la literatura y el arte, la importancia en la cultura popular de la zona y a través de encuestas en cada ZCPO que sea una población (especialmente valiosas para el patrimonio local, que es el de menor valor intrínseco y el menos protegido). Esto nos permitirá obtener la importancia cultural o adquirida del lugar patrimonio cultural. La ponderación se hará a través de la "Ec. 1". Cada variable de importancia cultural podrá adquirir valores entre 0 y 3 puntos en función del grado de importancia del lugar patrimonio cultural, tal y como se muestra en la tabla 3.

$$I_c = I_i + I_{cal} + I_{caa} + I_{cpz} + I_{ce} \quad (1)$$

Donde:

$I_c$ : es la importancia cultural o adquirida.

$I_i$ : es la importancia intrínseca del lugar patrimonio cultural.

$I_{cal}$ : es la importancia cultural por las apariciones en la literatura del lugar patrimonio cultural.

$I_{caa}$ : es la importancia cultural por las apariciones en el arte del lugar patrimonio cultural.

$I_{cpz}$ : es la importancia cultural en la cultura popular de la zona.

$I_{ce}$ : es la importancia cultural según las encuestas realizadas en las ZCPO que sean poblaciones.

**Tabla 3.** Importancia adquirida del lugar patrimonio cultural

<b>Grado importancia adquirida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importancia cultural de cada variable</b> ( $I_{cal}$ , $I_{caa}$ , $I_{cpz}$ , $I_{cezcpo}$ )
Importancia nula	a) No hay apariciones en literatura. b) No hay apariciones en el arte. c) No tiene importancia en la cultura popular de la zona. d) Las encuestas dan una puntuación de cero puntos a la importancia en la cultura popular de la zona del lugar patrimonio cultural.	0
Importancia media	a) Hay alguna aparición en la literatura. b) Hay alguna aparición en el arte. c) Tiene importancia media en la cultura popular de la zona. d) Las encuestas dan una puntuación de un punto a la importancia en la cultura popular de la zona del lugar patrimonio cultural.	1
Importancia alta	a) Hay al menos dos apariciones en la literatura. b) Hay al menos dos apariciones en el arte. c) Tiene importancia alta en la cultura popular de la zona. d) Las encuestas dan una puntuación de dos puntos a la importancia en la cultura popular de la zona del lugar patrimonio cultural.	2
Importancia muy alta	a) Hay más de dos apariciones en la literatura. b) Hay más de dos apariciones en el arte. c) Tiene mucha importancia en la cultura popular de la zona. d) Las encuestas dan una puntuación de tres puntos a la importancia en la cultura popular de la zona del lugar patrimonio cultural.	3

En los casos de estudio, estimamos que la ciudad romana de Segóbriga y el Camino de Santiago tendrán una importancia cultural de 3 en cada ítem y Uclés de 2.

#### **4.2.3 Importancia intrínseca de cada ZCPO**

Para cada ZCPO, al valor de la importancia cultural del lugar patrimonio cultural se le sumará la importancia intrínseca de cada ZCPO según la escala de valoración, desarrollada por Grijota, en función de la importancia internacional, nacional, regional o local de cada ZCPO, según la tabla 4.

**Tabla 4.** Importancia intrínseca de cada ZCPO (Grijota Chousa 2012)

Clase de ZCPO	Importancia de ZCPO	Descripción	I <sub>zcpo</sub>
Miradores	Interés Internacional	Elementos declarados por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad y Reservas de la Biosfera, y otros elementos particulares de popularidad global, como museos o piezas arquitectónicas aisladas, reservas de la Biosfera. Rutas turísticas de interés internacional.	12
	Interés Nacional	Espacios naturales protegidos declarados en el marco de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Bienes inmuebles de interés cultural declarados en el marco de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (conjuntos, monumentos...). Carreteras pintorescas o rutas turísticas de interés nacional.	9
	Interés Regional	Espacios protegidos declarados en el marco autonómico. Red Natura 2000. Bienes inmuebles de interés cultural declarados en el marco autonómico. Carreteras pintorescas o rutas turísticas de interés regional.	6
	Interés Local	Rincones o miradores de interés comarcal o local, como ermitas, parques...	3
Corredores visuales (excepto recorridos escénicos)	Categoría 1	Autopistas y autovías.	4
	Categoría 2	Carreteras nacionales (Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras), carreteras básicas convencionales autonómicas y líneas de ferrocarril general, incluyendo AVE y FFCC convencional.	3
	Categoría 3	Carreteras comarcales y locales.	2
	Categoría 4	Pistas y caminos rurales.	1
Resto de ZCPO	Categoría 1	Núcleos urbanos con más de 10.000 habitantes	8
	Categoría 2	Poblaciones con 1.000 – 10.000 habitantes.	6
	Categoría 3	Poblaciones con menos de 1.000 habitantes.	4
	Categoría 4	Resto de puntos del ámbito de estudio.	2

#### 4.2.4 Plusvalías del lugar patrimonio cultural desde cada ZCPO

Para cada ZCPO, se sumarán las posibles plusvalías (P) que existan en las vistas desde cada ZCPO al lugar patrimonio cultural. Las plusvalías se refieren a la existencia de recursos paisajísticos (RP) de origen natural (un escarpe rocoso, una laguna, etc.) o de origen antrópico (un castillo, una ermita, una escultura, etc.). A partir de la tabla desarrollada por Grijota, se propone en la tabla 5 una escala de valoración en función del número de RP existentes y de la distancia del RP a la ZCPO.

**Tabla 5.** Valoración de las plusvalías: presencia de recursos paisajísticos (RP)

Distancia entre el RP y la ZCPO	Plusvalía en cada plano escénico	Plusvalía Total (P <sub>t</sub> )
En primer plano (0-100 m)	$P_{p1} = \sum [n^{\circ} RP \times (+1,00)]$	$P_t = P_{p1} + P_{p2} + P_{p3}$
En plano intermedio	$P_{p2} = \sum [n^{\circ} RP \times (+0,50)]$	
En fondo escénico	$P_{p3} = \sum [n^{\circ} RP \times (+0,25)]$	

#### 4.2.5 Atenuaciones del lugar patrimonio cultural desde cada ZCPO

También para cada ZCPO, se restarán las posibles atenuaciones (A) de calidad visual surgidas con motivo de la presencia de elementos discordantes (ED) en el paisaje o de la existencia de obstáculos, ruidos u olores en la visual desde la ZCPO al lugar patrimonio cultural objeto de estudio. Los ED son elementos antrópicos poco o nulamente integrados (como una carretera o una instalación) que con su presencia restan calidad visual al paisaje que se percibe desde esa zona. A partir de la tabla desarrollada por Grijota, se propone en la tabla 6 una escala de valoración para estas atenuaciones.

**Tabla 6.** Valoración de las atenuaciones de calidad visual

Variable de atenuación	Atenuación parcial	Atenuación Total ( $A_t$ )
Existencia de obstáculos	$A_{ob} = -1$	$A_t = A_{ob} + A_{ru} + A_{ol} + A_{p1} + A_{p2} + A_{p3}$
Existencia de ruidos	$A_{ru} = -1$	
Existencia de malos olores	$A_{ol} = -1$	
ED en primer plano (0-100 m)	$A_{p1} = \sum [n^\circ RP \times (-1,00)]$	
ED en plano intermedio	$A_{p2} = \sum [n^\circ RP \times (-0,50)]$	
ED en fondo escénico	$A_{p3} = \sum [n^\circ RP \times (-0,25)]$	

#### 4.2.6 Importancia cultural total ( $I_{ct}$ ) del lugar patrimonio cultural desde cada ZCPO

La importancia cultural total ( $I_{ct}$ ) del lugar patrimonio cultural desde cada ZCPO se obtendrá sumando los anteriores parámetros de calidad visual e introduciendo el dato en la tabla 7.

**Tabla 7.** Valor cualitativo de la Importancia cultural total desde cada ZCPO ( $I_{ct}$ )

$I_c + I_{zcpo} + P_t + A_t$	Valor cualitativo	Importancia cultural total ( $I_{ct}$ )
>20	Muy alto	3
16-20	Alto	2,5
10-15	Medio	2
5-9	Bajo	1,5
1-4	Muy bajo	1

### 4.3 Análisis de la fragilidad visual

Después se procederá a realizar el análisis de fragilidad visual del paisaje en el entorno del lugar patrimonio cultural en base a la visibilidad y la accesibilidad de la instalación de ER desde cada ZCPO y la distancia entre la instalación y cada ZCPO.

#### 4.3.1 Visibilidad de la instalación de ER desde cada ZCPO

La visibilidad de la instalación de ER se hará en función de su magnitud (número de aerogeneradores o superficie de la planta solar), la incidencia visual y el contraste visual, la dominancia visual y la dominancia espacial de la instalación respecto del entorno paisajístico del lugar patrimonio cultural objeto de estudio, desde cada ZCPO.

La magnitud ( $M_i$ ) de la instalación de ER se valorará en función de la tabla 8, basada en la tabla desarrollada por Hurtado en el método español (Hurtado et al. 2004) y en el trabajo de campo respecto a casos de estudio de parques eólicos y plantas solares de la presente investigación.

**Tabla 8.** Magnitud ( $M_i$ ) de la instalación de ER

Nº torres o aerogeneradores	$M_i$	Superficie planta solar (Ha)	$M_i$
1-3	1,0	<3	1,0
4-10	1,3	3-10	1,3
11-20	1,5	10-20	1,5
21-30	1,8	20-50	1,8
>30	2,0	>50	2,0

Todos los datos referidos a instalaciones solares son de elaboración propia. Es una de las innovaciones de la tesis. Los datos de aerogeneradores son adaptaciones de otros estudios a los criterios de la presente investigación.

La incidencia visual ( $I_v$ ) se valorará a partir de la "Ec. 2" planteada por Grijota (Grijota Chousa 2012) a raíz de los estudios experimentales realizados por Shang y Bishop (Shang y Bishop 2000) sobre el ángulo de incidencia visual.

$$I_v = (n + \text{sen } \alpha) \cdot (n + \text{sen } \beta) \quad (2)$$

Donde:

$\alpha$ : es el ángulo de incidencia visual vertical desde el que el observador percibe la instalación de ER. Se calcula sobre la proyección vertical entre la instalación de ER, tomando el punto más alto y el más bajo de la misma, y el observador, teniendo en cuenta el punto más cercano al proyecto en caso de que la ZCPO sea lineal o superficial.

$\beta$ : es el ángulo de incidencia visual horizontal desde el que el observador percibe la instalación de ER. Se calcula sobre la proyección horizontal entre la instalación de ER y el observador, teniendo en cuenta el punto más cercano al proyecto en caso de que la ZCPO sea lineal o superficial.

n: es el número de cuadrantes. Es igual a cero si el ángulo es inferior a 90°, y será igual a uno o mayor de uno para el caso en que el ángulo sea superior a 90°.

Para el caso en el que el ángulo sea mayor de 90°, el valor de  $I_{vh}$  será igual a la suma del seno del ángulo de incidencia visual en el cuadrante incompleto más el nº de cuadrantes completos (n). Para el caso en el que el ángulo sea menor de 90°, el valor de  $I_{vh}$  será igual a la suma del seno del ángulo de incidencia visual, siendo en este caso  $n = 0$ .

Para la valoración del contraste visual, la dominancia visual y la dominancia espacial se tendrá en cuenta la tabla 9, adaptada del método *Visual Contrast Rating* (VCR) desarrollado por Smardon. El contraste visual resultará de sumar cada uno de los distintos contrastes. El contraste visual total resultará de la suma del contraste visual, la dominancia visual y la dominancia espacial. El resultado posteriormente se llevará a la tabla 10 para obtener el valor cualitativo del contraste ( $C_t$ ).

**Tabla 9.** Adaptación de la tabla *Visual Contrast Rating* (Smardon et al. 1979) a la presente investigación

Contraste Visual ( $C_v$ )			Dominancia visual ( $D_v$ )			Dominancia espacial ( $D_e$ )				
Contraste de color	Alto	9	Instalación ER en entorno confinado	Dominante	12	Composición	Prominente Significativa Discreta	2-3x Prominente	Dominante	6
	Medio	6								
	Bajo	3								
	Nulo	0								
Contraste de forma	Alto	6	Una parte o toda la instalación ER en entorno no confinado	Co-Dominante	8	Posición	Prominente Significativa Discreta	1x Prominente o 2x Significativa	Co-Dominante	4
	Medio	4								
	Bajo	2								
	Nulo	0								
Contraste de línea	Alto	3	Instalación ER significativa respecto al entorno	Subordinado	4	Fondo escénico	Prominente Significativa Discreta	1x Significativa	Subordinado	2
	Medio	2								
	Bajo	1								
	Nulo	0								
Contraste de textura	Alto	6	Instalación ER pequeña respecto al entorno	Insignificante	0			Todas Discreta	Insignificante	0
	Medio	4								
	Bajo	2								
	Nulo	0								
<b><math>\Sigma</math> Contrastes = <math>C_v</math> =</b>			<b><math>D_v</math> =</b>			<b><math>D_e</math> =</b>				

**Tabla 10.** Valor cualitativo del Contraste total ( $C_t$ )

$C_v + D_v + D_e$	Nivel de contraste	Contraste total ( $C_t$ )
36-45	Severo	2,0
27-35	Fuerte	1,5
18-26	Moderado	1,0
9-17	Bajo	0,5
0-8	Despreciable	0,1

#### 4.3.2 Accesibilidad de cada ZCPO

La accesibilidad ( $A_{cc}$ ) de cada ZCPO se tendrá en cuenta en función de una escala de valoración según el tipo de ZCPO y, para el caso de poblaciones, el tipo de población, según la tabla 11 basada en los estudios de Grijota (Grijota Chousa 2012) y el coeficiente “e” de Hurtado (Hurtado et al. 2004).

**Tabla 11.** Accesibilidad de cada ZCPO (elaboración propia)

Tipo de ZCPO	Subtipo	Accesibilidad ( $A_{cc}$ )
Miradores y recorridos escénicos	-	2,00
Poblaciones	>10.000 hab.	2,00
	>5.000 hab.	1,90
	>300 hab.	1,70
	100-299 hab.	1,50
	50-99 hab.	1,30
	20-49 hab.	1,20
	5-19 hab.	1,10
	1-5 hab.	1,05
Corredores visuales	0 hab.	1,00
	-	1,00

#### 4.3.3 Distancia entre cada ZCPO y la instalación de ER

La distancia (D) entre la instalación de energía renovable y cada ZCPO se valorará en función de una matriz de distancias (tabla 12) extrapolada a partir de la Matriz Sincalir-Thomas (University of Newcastle 2002: 21), para el caso de los aerogeneradores y torres solares, y mediante una matriz de elaboración propia basada en el trabajo de campo realizado, para las plantas solares.

**Tabla 12.** Matriz Diego-Chías de clases cualitativas de distancia (D) entre ZCPO y la instalación de ER (elab. propia)

Nivel de impacto	Clase cual. (D)	Altura torres o aerogeneradores (m)							Superficie planta solar (Ha)				
		41-45	52-57	70-78	90-100	100-140	140-182	182-206	<3	3-10	10-20	20-50	>50
		Rango distancias (km)							Rango distancias (km)				
Alto	<b>2,00</b>	0-2	0-2,5	0-3	0-4	0-5,5	0-7	0-8	0-0,3	0-0,5	0-1	0-2,5	0-3
Medio-Alto	<b>1,50</b>	2-4	2,5-5	3-6	4-8	5-5	7-14	8-16	0,3-0,5	0,5-0,9	1-1,8	2,5-4,5	3-5
Medio	<b>1,00</b>	4-6	5-8	6-10	8-13	11-18	14-23	16-26	0,5-0,7	0,9-1,3	1,8-2,6	4,5-6,5	5-7
Leve-Medio	<b>0,75</b>	6-9	8-11	10-14	13-18	18-25	23-32	26-37	0,7-0,9	1,3-1,7	2,6-3,4	6,5-8,5	7-9
Leve	<b>0,50</b>	9-13	11-15	14-18	18-23	25-32	32-41	37-47	0,9-1,1	1,7-2,2	3,4-4,4	8,5-11	9-12
Casi nulo	<b>0,25</b>	13-16	15-19	18-23	23-30	32-42	41-54	47-61	1,1-1,4	2,2-2,8	4,4-5,6	11-14	12-15
Nulo	<b>0,1</b>	>16	>19	>23	>30	>42	>54	>61	>1,4	>2,8	>5,6	>14	>15

#### 4.4 Impacto visual parcial desde cada ZCPO

El impacto visual parcial desde cada ZCPO será el impacto visual que hay en el paisaje en el entorno del lugar patrimonio cultural, desde cada ZCPO, debido a la instalación de ER. Se hallará mediante la siguiente ecuación (Ec. 3) que recoge todos los parámetros anteriores:

$$I_{vp} = I_{ct} \cdot M_i \cdot I_v \cdot C_t \cdot A_{cc} \cdot D \quad (3)$$

#### 4.5 Impacto visual parcial desde cada ZCPO ponderado según encuesta

Una vez hallado el impacto visual parcial para cada ZCPO, se pondera el resultado a través de una encuesta a la población en cada ZCPO población. En la encuesta se utilizará el método de presentación de imágenes una al lado de la otra, ya utilizado por Shang y Bishop (Shang y Bishop 2000), entre otros, en la que una sea la imagen de la vista original del paisaje y la otra sea un fotomontaje de esa vista con la futura instalación. Se valorará la respuesta a la pregunta sobre el impacto ocasionado mediante una escala tipo Likert con los valores de la tabla 13, según estimen los encuestados que el impacto sea leve, moderado o alto. Con este valor, se multiplicará el parámetro E al valor de  $I_{vp}$  resultado de la "Ec. 3", obteniendo el impacto visual parcial ponderado según encuesta ( $I_{vpe}$ ) como se indica en la "Ec. 4".

Tabla 13. Parámetro de ponderación según encuesta (E)

Nivel de impacto	Contraste total ( $C_t$ )
Alto	1,5
Moderado	1,0
Leve	0,5

$$I_{vpe} = I_{vp} \cdot E \quad (4)$$

#### 4.6 Impacto visual total de la instalación de ER sobre el paisaje en el entorno del lugar patrimonio cultural

El impacto visual total ( $I_{vt}$ ) de la instalación de ER sobre el paisaje en el entorno del lugar patrimonio cultural se hallará realizando la media de los impactos visuales parciales desde cada ZCPO siguiendo la "Ec. 5". Con el resultado de la "Ec. 5" introduciremos el valor en la tabla 14 para obtener el valor cualitativo del impacto visual total, adaptado a la normativa de evaluación de impacto ambiental española, que distingue los impactos en compatibles, moderados, severos y críticos.

$$I_{vt} = \sum I_{vpe} / n^{\circ} \text{ ZCPO} \quad (5)$$

Tabla 14. Valor cualitativo del impacto visual total de la instalación de ER

Valor de $I_{vt}$	Nivel de impacto
>10	Crítico
(5-10]	Severo
(1,5-5]	Moderado
(0-1,5]	Compatible

## 5. Discusión y conclusiones

La metodología que se presenta en esta comunicación es la versión inicial de una metodología de valoración de impacto visual de las instalaciones de ER en el paisaje en el entorno de lugares

patrimonio cultural. El objetivo final es obtener una metodología de aplicación general que sirva tanto para instalaciones eólicas como para solares, incluyendo las fotovoltaicas y los concentradores o torres solares. Esto es novedoso ya que no suelen incluirse ambos tipos de instalaciones.

El impacto visual total se ha modulado en función de las clases que tipifica la ley de evaluación de impacto ambiental en España. La novedad, y una de las aportaciones de esta metodología, radica en la posibilidad de que la importancia intrínseca que tienen los lugares patrimonio cultural por su propio reconocimiento pueda verse incrementada por los distintos parámetros de importancia cultural o adquirida, por la importancia intrínseca de cada ZCPO desde la que aquel es visible y por las plusvalías que haya en el paisaje. Este aspecto es esencial en la investigación pues se pretende mejorar la valoración del patrimonio local y regional frente a los posibles impactos que ocasionan este tipo de instalaciones, teniendo en cuenta la opinión pública mediante encuestas, la importancia en la cultura popular de la zona y las distintas apariciones en literatura y arte del patrimonio.

Además, esta investigación tiene un gran potencial y su alcance puede ser amplio: puede introducirse en la EIA como metodología para el estudio de los impactos visuales de las instalaciones de ER en el patrimonio y el paisaje; también puede reducir costos a las empresas energéticas usándolo en la fase de proyecto para discernir si el emplazamiento de las instalaciones es adecuado respecto de un sitio de patrimonio; y puede servir a ayuntamientos pequeños como herramienta para contrastar los estudios que les presenten sobre los impactos que estas instalaciones tengan en su paisaje.

## 6. Referencias

- BISHOP, I.D., 2002. Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines. *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 29, no. 5, pp. 707-718. Available from: <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=b12854> DOI 10.1068/b12854.
- BISHOP, I.D. y MILLER, D.R., 2007. Visual assessment of off-shore wind turbines: The influence of distance, contrast, movement and social variables. *Renewable Energy*, vol. 32, no. 5, pp. 814-831. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148106000838> ISSN 0960-1481. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.renene.2006.03.009.
- CHIABRANDO, R., FABRIZIO, E. y GARNERO, G., 2011. On the applicability of the visual impact assessment OAISPP tool to photovoltaic plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 1, pp. 845-850. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032110003175> ISSN 1364-0321. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.030.
- DEPELLEGRIN, D., BLAŽAUSKAS, N. y EGARTER-VIGL, L., 2014. An integrated visual impact assessment model for offshore windfarm development. *Ocean & Coastal Management*, vol. 98, no. 0, pp. 95-110. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569114001677> ISSN 0964-5691. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.05.019.
- DIEGO, J.C. y CHÍAS, P., 2016a. Gestión del impacto visual en el patrimonio y paisaje cultural en la EIA. El Parque Eólico Saelices y su afección al Conjunto Histórico de Uclés y el Parque Arqueológico de Segóbriga (España). In: VILLEGAS, L., I. LOMBILLO, H. BLANCO y Y. BOFFILL eds., *REHABEND 2016. Construction pathology, rehabilitation technology and heritage management* Burgos: Grupo de Tecnología de la Edificación - Universidad de Cantabria, May 26, pp. 8 ISBN 978-84-608-7941-1.
- DIEGO, J.C. y CHÍAS, P., 2016b. Gestión del patrimonio y el paisaje cultural frente al impacto visual de las plantas solares. El Parque Arqueológico de Segóbriga. In: COMITÉ EJECUTIVO, E.2. ed., *EMERGE 2016. Libro de Actas de las II Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración de Patrimonio* Valencia: Servicio de Publicaciones UPV, Oct.
- GRIJOTA CHOUSA, J. Hacia una metodología unificada en los estudios de afección al paisaje. Una propuesta Anonymouse, 2012.
- HURTADO, J.P., FERNÁNDEZ, J., PARRONDO, J.L. y BLANCO, E., 2004. Spanish method of visual impact evaluation in wind farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 8, no. 5, pp. 483-491. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403210400005X> ISSN 1364-0321. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.rser.2003.12.009.
- JONES, C.E., 2010. Cultural heritage in environmental impact assessment—reflections from England and northwest Europe. *The Cultural Landscape & Heritage Paradox*. Amsterdam University Press ed., pp. 445-459. Available from: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=PGgez8a-lh3lC&oi=fnd&pg=PA445&dq=Jones+CE.+Cultural+heritage+in+environmental+impact+assessment+%E2%80%94+reflections+from+England+and+northwest+Europe.+In:+Bloemers+T,+Kars+H,+Van+Der+Valk+A,+Wijnen+M,+editors.+The+cultural+landscape+%26+heritage+paradox.+Amsterdam:+Amsterdam+University+Press%3B+2&ots=FY6KcrpLfM&sig=JQNWw51SgjjU-07O-rnpflnGgqA#v=twopage&q&f=false>.
- KOKOLOGOS, D., TSITOURA, I., KOULOUMPIS, V. y TSOUTSOS, T., 2014. Visual impact assessment method for wind parks: A case study in Crete. *Land use Policy*, vol. 39, no. 0, pp. 110-120. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837714000660> ISSN 0264-8377. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.03.014.

- LADENBURG, J., 2009. Visual impact assessment of offshore wind farms and prior experience. *Applied Energy*, vol. 86, no. 3, pp. 380-387. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261908001323> ISSN 0306-2619. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.05.005.
- LAMBRICK, G., HIND, J.P., HEY, G. y SPANDL, K., 2005. 2. A review of cultural heritage coverage in environmental impact assessment in England.
- MANCHADO, C., 2015. *Análisis de criterios de visibilidad e Impacto Visual: metodología de uso en proyectos de infraestructuras*. Universidad de Cantabria ed., .
- MANCHADO, C., GOMEZ-JAUREGUI, V. y OTERO, C., 2015. A review on the Spanish Method of visual impact assessment of wind farms: SPM2. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 49, pp. 756-767.
- MASSER, P., 2006. Environmental Impact Assessment of Windfarms: Cultural Heritage and the Problem of 'Setting'. *The Archaeologist*, no. 60, pp. 12-13.
- MINELLI, A., MARCHESINI, I., TAYLOR, F.E., DE ROSA, P., CASAGRANDE, L. y CENCI, M., 2014. An open source GIS tool to quantify the visual impact of wind turbines and photovoltaic panels. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 49, no. 0, pp. 70-78. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925514000675> ISSN 0195-9255. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2014.07.002.
- MIRASGEDIS, S., TOURKOLIAS, C., TZOVLA, E. y DIAKOULAKI, D., 2014. Valuing the visual impact of wind farms: An application in South Evia, Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 39, no. 0, pp. 296-311. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114005528> ISSN 1364-0321. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.100.
- MOLINA-RUIZ, J., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, M.J., PÉREZ-SIRVENT, C., TUDELA-SERRANO, M.L. y GARCÍA LORENZO, M.L., 2011. Developing and applying a GIS-assisted approach to evaluate visual impact in wind farms. *Renewable Energy*, vol. 36, no. 3, pp. 1125-1132. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014811000412X> ISSN 0960-1481. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.041.
- RODRIGUES, M., MONTAÑÉS, C. y FUEYO, N., 2010. A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 30, no. 4, pp. 240-246. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925509001280> ISSN 0195-9255. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2009.10.004.
- SHANG, H. y BISHOP, I.D., 2000. Visual thresholds for detection, recognition and visual impact in landscape settings. *Journal of Environmental Psychology*, vol. 20, no. 2, pp. 125-140. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272494499901536> ISSN 0272-4944. DOI //dx.doi.org/10.1006/jevp.1999.0153.
- SMARDON, R.C., SHEPPARD, S.R.J., NEWMAN, S.R. y APPLEYARD, D., 1979. *Prototype visual impact assessment manual*. Syracuse, New York: State University of New York.
- SULLIVAN, R.G., L.B. KIRCHLER, T. LAHTI, S. ROCHÉ, K. BECKMAN, B. CANTWELL y P. RICHMOND. Wind turbine visibility and visual impact threshold distances in western landscapes Anonymous *National Association of Environmental Professionals 37th Annual Conference*. Portland OR, 2012.
- TORRES-SIBILLE, A.d.C., CLOQUELL-BALLESTER, V., CLOQUELL-BALLESTER, V. y DARTON, R., 2009. Development and validation of a multicriteria indicator for the assessment of objective aesthetic impact of wind farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 1, pp. 40-66. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032107001116> ISSN 1364-0321. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.rser.2007.05.002.
- TSOUTSOS, T., TSOUCHARAKI, A., TSIROPOULOS, M. y SERPETSIDAKIS, M., 2009. Visual impact evaluation of a wind park in a Greek island. *Applied Energy*, vol. 86, no. 4, pp. 546-553. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261908002079> ISSN 0306-2619. DOI //dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.08.013.
- University of Newcastle., 2002. *Visual Assessment of Wind Farms: Best Practice*.
- VISSERING, J., 2011. *A visual impact assessment process for wind energy projects*. Philadelphia: , May.

## 7. Agradecimientos

Esta comunicación se presenta como uno de los resultados del Proyecto de Investigación "Metodología para el estudio del impacto territorial de las fuentes de energías renovables y propuestas de viabilidad" (CTM2012-38241-C03-01).