

HBIM AND REUSE: A CASE STUDY ON THE OLD MAJOLICA FACTORY “LA CERAMO” OF VALENCIA

HBIM Y REUSO: EL CASO ESTUDIO SOBRE LA ANTIGUA FÁBRICA DE MAYÓLICAS “LA CERAMO” DE VALENCIA

Antongiulio Panarello^{a*}, Luis Cortés Meseguer^b , Laura Elisabetta Malighetti^c

^a AUIC School, Politecnico di Milano, Italy. antongiulio.panarello@mail.polimi.it

^b Dept. of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València, Spain. luicorme@upv.es

^c Dept. ABC, Politecnico di Milano, Italy. laura.malighetti@polimi.it

Abstract

Main objective of the article is to analyse the HBIM method as a necessary tool in the drafting of an intervention proposal for the protection and reuse of buildings of high historical and architectural value (Bastem & Cekmis 2021). Through a case study carried out on the old *La Ceramo* majolica factory in Valencia, the potential of HBIM has been analysed in terms of gathering and protecting information and public participation in the design process. As a result, it has been possible to verify how the HBIM can improve the quality of interventions in buildings owned by the Public Administration in line with the challenges of sustainable development of the UN Agenda 2030, by being able to anticipate behaviours and prevent possible risks.

Keywords: Sustainability; Public Administrations; Heritage; Surveying; Visualisation; *La Ceramo*.

Resumen

El artículo tiene por objetivo principal analizar el método HBIM como herramienta necesaria en la redacción de una propuesta de intervención para la protección y el reuso de edificios de alto valor histórico y arquitectónico (Bastem & Cekmis 2021). A través de un caso estudio desarrollado sobre la antigua fábrica de mayólicas *La Ceramo* de Valencia se han analizado las potencialidades del HBIM en términos de recopilación y protección de informaciones y participación pública al proceso de diseño. Como resultados se ha podido verificar como el HBIM permita mejorar la calidad de las intervenciones en los edificios de propiedad de la Administración Pública en línea con los retos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de la ONU, al poder anticiparse a los comportamientos y prevenir posibles riesgos.

Palabras clave: Sostenibilidad; Administraciones Públicas; Patrimonio; Levantamiento; Visualización; *La Ceramo*.

1. INTRODUCTION

Preserving and rehabilitating is the direction in which the world of architecture in Spain and many other European countries are heading in order to meet the sustainable development goals of the UN's 2030 Agenda (UN SDG Report 2021). Favouring economic growth, the reduction of inequalities and the creation of sustainable communities implies the obligation to decide the method to be followed to define the destiny of cities: it is estimated that in 2030 more than 65% of the world's population will live in urban areas according to the World Urbanization Prospects (2018).

The importance of protecting buildings of high historical value, reducing land consumption and the resources used in construction implies investing in energy and economic means capable of improving and evolving traditional management towards a more efficient and sustainable management of the existing built heritage in terms of uses, updating them to the needs of citizens, and in terms of energy efficiency. Public administrations have a fundamental role to play in studying strategies that represent a roadmap for the transformation of cities (UN SDG Report 2021). In many cases their role is not only as decision-makers and drivers of change, but also strongly operative as owners of assets in need of intervention. Promoting the economic sustainability of the actions and favouring social participation in defining the future use of each building are two major difficulties that can be encountered in the long process that unfolds between the decision, the implementation of the project, the construction and the putting into use or exploitation of the building.

The preservation of heritage buildings requires the implementation of sustainable conservation methods alongside traditional methods. Sustainable conservation methods require information storage, heritage building management activities and increased accessibility to archival documentation. It is essential to meet these challenges and requirements in order to effectively manage the conservation process of valuable elements (Bastem & Cekmis 2021).

Nowadays, among the strategies being studied to speed up and improve this process, the efficient information management system called HBIM is not only a graphic representation tool, but above all, it is a methodology with great potential

and perspectives. The aim is to overcome the disadvantages of the traditional 2D graphic representation in CAD (computer-aided design), which has limitations in terms of storing semantic information, inability to allow simultaneous interdisciplinary work and in responding quickly to problems encountered during the construction process (Bastem & Cekmis 2021).

As defined from the Autodesk software house, "BIM, Building Information Modelling, is the holistic process of creating and managing information about a built asset. BIM integrates structured and multidisciplinary data to generate a digital representation of an asset throughout its life cycle, from planning and design to construction and operations". In particular this process has been intended for new construction, but its potential is increasingly being explored and applied also to existing, common (EBIM or Existing BIM) and architecturally valuable heritage (HBIM or Historical BIM) (Antonopoulou & Bryan 2017). Applying this process and all the novelties it entails to the transformation of buildings, and in particular to public buildings, could bring numerous improvements in economic terms, with the final result of democratisation of decisions (García-Valldecabres et al. 2021).

The HBIM methodology contributes to facilitate the different stages derived from the status of protected property such as knowledge, documentation recording, design and intervention, interpretation and dissemination, conservation and maintenance (Pinto Puerto 2017).

It is common, in the management of these protected properties, the absence of data and therefore of documents. When they do exist, conflicts arise from the archiving of these documents. These are typical problems that we encounter when managing the work of the tutelage of these assets. In order to evaluate the impact that the use of this methodology could have and to contribute to solving the fundamental problems of protection and/or tutelage, an intelligent management of buildings with an important and complex cultural content is proposed. (Bulgarelli-Bolaños et al. 2020).

All this, after having studied different contributions that systematically review the recent scientific literature on the implementation of HBIM management, BIM adapted to cultural heritage, has made it possible to draw up a conceptual map of the hypotheses on which it is based, the

working methods and the research teams that are contributing to the growth of this methodology. In accordance with these hypotheses and principles, it has been studied its effect on a case study, the drafting of a proposal for intervention on the old *La Ceramo* majolica factory in Valencia.

La Ceramo, located in the Valencian neighbourhood of Benicalap, represents one of the last examples of 19th century industrial architecture (Benito 1983) remaining in the city’s urban core and is a witness to the extraordinary Valencian ceramic tradition: the refurbishment of its facilities will make it possible to reconstruct the artisanal technique used at that time to produce majolica tiles of high artistic value present in iconic buildings of the city such as the City Hall, the Central and Colón markets, the North Station and many more (Coll Conesa 2018). This technique, whose name is “metallic lustre”, belongs to a craft tradition that has its origins in the Middle Ages and has been passed down through the centuries to the present day, modified and improved over time by the hands of the potters themselves.

In the factory complex there are traces of this production process as well as elements of great architectural value such as the main façade, in neo-Arabic style, the courtyard, the naves of the dwelling and the pottery workshop and the Moorish kilns. For these reasons, *La Ceramo* is since 2015 a heritage asset protected as an Asset of Local Relevance due to the importance of its ethnological and architectural values.

Another interesting fact about the factory is its barycentric location in the Benicalap neighbourhood, being placed on the fringes of its old centre. The link between *La Ceramo* and Benicalap is very long, as its construction took place when the neighbourhood was still a small rural district of the city of Valencia, so that many of its neighbours have worked or have had a relationship with it throughout its history. Its neo-Arabic façade, facing an important artery of the centre, the old Burjassot road (today Burjassot Avenue), has contributed to making the complex a recognised and identifying element in the neighbourhood and the city.



Fig. 1. *La Ceramo*, Benicalap, Valencia (Source: Huguet archive, 1905).

Currently, the owner of the complex is the Valencia City Council, which recently and after many vicissitudes, acquired ownership of the property, with the aim of protecting it and transforming it into a public facility. Defining its future use in order to adjust it to the needs of the neighbours with a view to creating a socially sustainable environment is a complex task and requires the use of all possible tools to broaden public participation in this process.

2. DESCRIPTION OF THE CURRENT SITUATION

The interest in *La Ceramo* as subject of research projects is nothing new. In 2016, a group of associations (CaminArt, the Valencian Industrial Heritage Association (APIVA) and the Circle for the Defence and Dissemination of Heritage) produced and presented a first documentary on the history of the factory entitled “The Brightness of *La Ceramo*”. As for the intervention proposals and academic studies, between 2013 and 2016, 16 final degree projects (PFG) were carried out by students of the School of Architecture (ETSA) of the Polytechnic University of Valencia, whose objectives included documenting the property, being the first to show the state of the complex. Between 2015 and 2017, a research project was carried out at the School of Building Engineering (ETSIE) belonging to the same university, which was developed through two final degree projects (TFG) whose main objective was the graphic documentary survey of the two main buildings of the complex, the protected ones declared an Asset of Local Relevance (BRL).

In 2020, Valencia City Council called a tender for the drafting of the executive project for the rehabilitation of the complex, in which the data provided consisted of plans and sections declared faithful only in the BRL part and a historical study on the evolution of the factory complex and its uses carried out in 2017.

Currently, *La Ceramo* is in an advanced state of deterioration (Coll 2013), with the presence of propped-up areas and several parts inaccessible for safety reasons, making it very difficult to carry out a faithful survey of the buildings using traditional methods and also technologies such as laser scanning and orthophotography, with particular reference to the interior parts.

3. OBJECTIVE OF THE RESEARCH

Due to the deteriorated condition of the building, it is impossible to gain access to its interior to carry out a good quality direct survey. Therefore, it was proposed to carry out an indirect survey by collecting the geometric and semantic data contained in previous open access works.

The main objective of the research is to analyse the procedures and technology associated with the HBIM methodology as an effective tool for the drafting of a proposal for the protection, intervention and reuse of buildings of heritage interest. In addition, the aim is to verify whether the use of BIM software facilitates the modelling of the complex and to compare the data obtained with those from the aforementioned works with other sources such as bibliographies and archives of photographic material.

The specific objectives are, firstly, to obtain the 3D model from the aforementioned information. Secondly, to verify the potential of the HBIM methodology in the participatory design process of the project: online viewers or virtual reality visualisation applications could represent a useful tool to intuitively get to know the final aspect of the intervention also to a non-expert public not used to reading plans, elevations and sections. And thirdly, in the implementation of energy analysis in HBIM.

4. METHODOLOGY

The process of getting to know the complex began with a study of its origins and historical evolution, carried out by reading the cataloguing file of the property as a BRL, consulting the bibliographical sources referred to therein, as well as the historical study provided by the City Council in the tender for the project, numerous articles in the press and in different digital repositories, both literary and documentary in audiovisual format¹. The next step was the compositional analysis of the form and geometry of the images and the plans of the factory: as mentioned above, the impossibility of carrying out a direct survey made it necessary to use the information previously accumulated to draw up an indirect survey.

¹ “*La Ceramo. Historia de una tradición.*” Buho films. 2016 and “*El brillo de la Ceramo*” Alberto Rey Studios, 2016.

The first stage therefore consisted of researching and cataloguing previous works in terms of accessibility (open or closed), information contained and reliability. In addition, the material provided for the development of two workshops in 2017 and 2018 has been recovered².

The TFG carried out by the students of the UPV School of Building Engineering (ETSIE) in collaboration with the Department of Architectural Graphic Expression, resulted to be the most accurate due to their objective, their fidelity, the creation of an intervention proposal and for being the only ones who could access the interior of the factory.

Therefore, a fundamental premise was the creation of a hierarchy of reliability among the works, so that in cases of conflict it would be possible to establish which of the many was the most consistent with reality.

The collaboration of the director of the National Museum of Ceramics and Sumptuary Arts of Valencia *González Martí* has been essential, as he has provided a detailed description of the factory in terms of its operation, as well as a wide range of photographs, information that will be very useful in the next steps of the research (Coll 2018).

The first objective was to obtain the 3D model using Revit software with the geometric data in order to obtain an initial spatial composition of the complex, and then implement it with additional information on the detail elements, materials

and construction techniques, in other words, an HBIM-3D model as defined by Jordán et al., 2018.

The first stage of the indirect survey consisted of importing the existing CAD plans, elevations and sections into the programme, so that an immediate visual comparison could be made between them in order to identify the main conflicts (Sender et al. 2020). Regarding the housing and production buildings, works 3 and 4 have been considered valid as they were obtained through direct survey and because they perfectly correspond to the plans provided by the City Council. As a further verification, the façade was surveyed directly, which, as it faces onto a public street, is the only part that can be measured without access to the building. For the other parts of the complex, for which no work provides completely reliable measurements, in addition to an articulated comparison between them, a verification was carried out by means of satellite measurements, i.e. a Global Positioning System (GPS) and, in cases of high uncertainty, a qualitative and approximate photographic comparison. The latter consisted of using the visible bricks and their number as a measurement parameter after establishing their dimensions, obtained thanks to the data in works 3 and 4 and the study of bibliographic sources (Rodríguez Sánchez 2007).

Once the basic geometric model was completed, it was implemented with additional information on the materials used (Sutti 2019), construction techniques and detailed elements.

The part relating to materials and construction techniques was carried out thanks to the contemporary analysis of previously developed

² “CReV | E 2017 Conoscenza Recupero e Valorizzazione”, Palermo, Pagliuca et al., 2017 and “Valencia 2018. Arqueología industrial”, Palermo, Malighetti et al., 2018.

ID. Code	Source type	Author/Origin	Information provided	Reliability	Hierarchy
1	Final Degree Project (2014)	Pedro Armas Morales Taller A ETSA UPV	Plans, elevation details	lower	3
2	Final Degree Project (2014)	Joaquin Anton Argudo Taller A ETSA UPV	Plans, elevations, sections, construction sections	medium	2
3	Final Degree Project (2016)	Ignacio Romero Hernandez ETSIE UPV	Plans, elevations, sections, sections and construction details, photographs	higher	1
4	Final Degree Project (2017)	Jose Belenguer Sales ETSIE UPV	Plans, elevations, sections, sections and construction details, photographs	higher	1
5	Workshop (2017 and 2018)	Various authors	Plans, photos, historic and technical relation	medium	3
6	Historical Survey	Ayuntamiento de Valencia	Information on uses and historical evolutions	higher	1
7	Documentaries	Various authors	Information on uses and historical evolutions	higher	2
8	Interview	Jaume Coll Conesa Director National Ceramic Museum of Valencia	Historical information, photographs	higher	1

Fig. 2. Source assessment table. (Source: own elaboration).

works and photos, which made it possible to reconstruct the composition of the different construction elements (structure, walls and floor slabs) and the materials used for each point of the complex. Firstly, the materials used and their properties, obtained from building regulations and manuals, were catalogued. This data has been brought together in the model library, which has been updated with respect to the standard with the contribution of new materials or the customisation of existing ones. As for the study of construction techniques, a dual approach has been applied, differentiated according to the geometric complexity of the stratigraphy. They have been divided between geometrically regular, conceivable as formed by continuous and uniform layers, and geometrically irregular, achievable through the creation of special constructive elements inserted at a later stage in the model. The regular stratigraphies have been created through the standard process by modifying the basic families of the model with the subdivision of the elements in superimposed layers to which the corresponding materials have been assigned from the library, while the irregular blocks, i.e. those composed of systems of structural elements (prefabricated steel and concrete joists or timber or steel beams) and distribution or lightening elements (prefabricated brick vaults or loose brick vaults). Together with the latter, all the simple structural elements such as beams, columns and foundations were placed, modifying the tables of the units with the data of the real properties and according to the layout present in the previous analyses or, in case there was a lack of data, using the same process of photographic analysis or bibliographic assumption described in the previous stages.

The last stage in the modelling of the existing building was to create the detail items such as doors and windows, created as special customised families and then imported into the model. Much attention has been devoted to the characteristic elements that give the building its particular appearance and need to be catalogued for their protection and safeguarding: the arches in the courtyard, the Moorish ovens and the decorative-sculptural elements on the façade. The latter have been the focus of a careful study in order to accurately model them in 3D, following the geometric and material

information present in the 2D analyses carried out previously, completing and improving them with the historical photographs obtained.



Fig. 3. Detail of façade window (Own elaboration using Autodesk Revit 2020 software).

The modelling process, which in this case has ended with this last step, actually constitutes a valid basis of representation of the building that can be implemented with more information or further detail elements according to the required LoD or after accessing additional data (Ricci 2019).

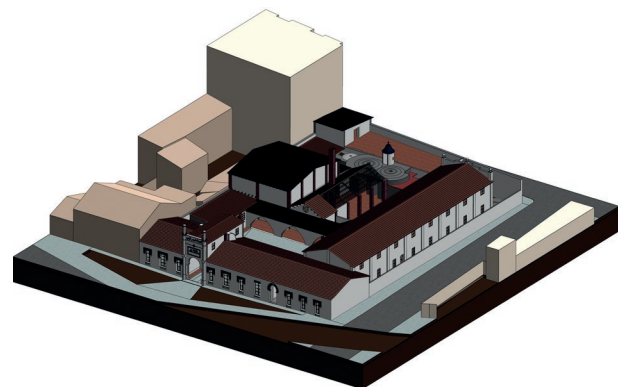


Fig. 4. Model of *La Ceramo* in its existing state. (Own elaboration using Autodesk Revit 2020 software).

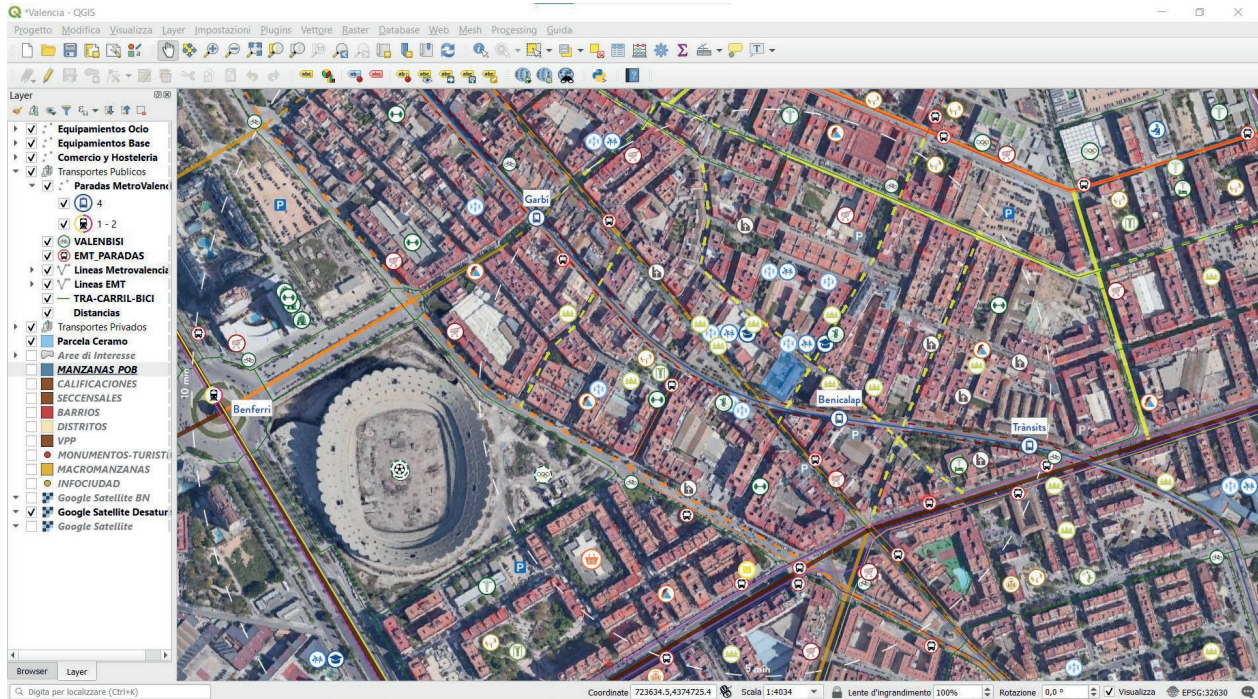


Fig. 5. Urban analysis of the Benicalap neighbourhood. (Own elaboration using Qgis v.3.10.3 software).

The second objective of the research was to verify the potential of BIM as a tool that could favour a more agile and precise design process and, above all, facilitate the participation of the stakeholders during the different stages of the project.

For the drafting of the architectural intervention proposal, a preliminary analysis of the Benicalap neighbourhood was carried out, both urban (presence of public and private facilities, public green spaces, transport network) and socio-economic (average age of residents, level of education, type of work, migratory movements, household composition). These data are useful for understanding the needs of the area. This information is intended for the further identification of possible functions to be accommodated in the *La Ceramo* complex.

It is worth mentioning the fundamental collaboration of different entities, including the National Museum of Ceramics of Valencia and in particular the Benicalap - Entrecaminos neighbourhood association.

With them, a survey was carried out in three stages concerning the desired new use of the factory.

With the results obtained from the 500 surveys carried out, it was possible to proceed to the drafting of the architectural project directly through the modelling software.

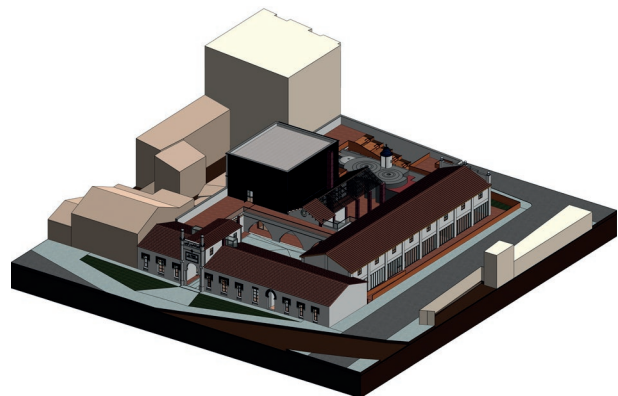


Fig. 6. Model of *La Ceramo* in project status. (Own elaboration using Autodesk Revit 2020 software).

Starting with the model obtained for the building in its current state, it was then necessary to insert for each element information relating to the fourth dimension, time, specifying the “stages” of existence in the life cycle of the project. The stages are parametric information that can be adjusted for each element and are of two types: creation and demolition. In order to make everything

functional, the existence of different stages has been assumed: a so-called Stage 0, that is the one that identifies the initial state of the complex at the time of its construction, obtained from the historical photos and from the deductions of the studies provided by the Municipality and other experts; from the Existing Stage, subsequent to Stage 0, the elements that have been modified over time or have disappeared due to deterioration (collapses, replacement for consolidation, etc.) have been eliminated, modifying the stage of demolition of the latter elements and adjusting it to “Existing”. As a result of the drafting of the project, the new elements have been inserted, the creation stage of which has been called Stage 1. In cases where substitutions or demolitions of previously existing elements have been made, their demolition stage has been changed to Demolition. The decision to add information to this temporal parameter was taken in order to be able to immediately visualise the changes in the complex over time by simply modifying the parameter of the Stage displayed for the selected views, allowing comparison between them and the identification by the program for each stage of the new and demolished elements.

Thirdly, the HBIM model of the project proposal was created following the same steps as the modelling of the existing model, with general

geometric modelling and the subsequent addition of materials, building elements stratigraphies and detail items.

This has made it possible to take advantage of another of the potentialities of the BIM methodology, for the implementation of the energy analysis, carried out through the Revit Insight plugin, lighting one, obtained by exporting the model in IFC format and its subsequent analysis through the Dialux programme, and economic one. The latter has been carried out at a basic level by inserting the estimated price of each element to be built and taking advantage of the possibility offered by Revit to obtain the measurements for each element of the model, leaving out for simplicity the additional costs such as labour and rental of means and equipment.

Creating the 3D model using BIM has made it possible to implement a further innovation to the traditional design process. By modifying the properties of each material used, it is possible to export 2D views from the programme that allow a first approach to the final result of the project.

The most innovative aspect has been the possibility of taking advantage of tools that make it possible to “live” the project by running through it at will as if it were a video game or to place the interlocutor in a virtual reality system through a

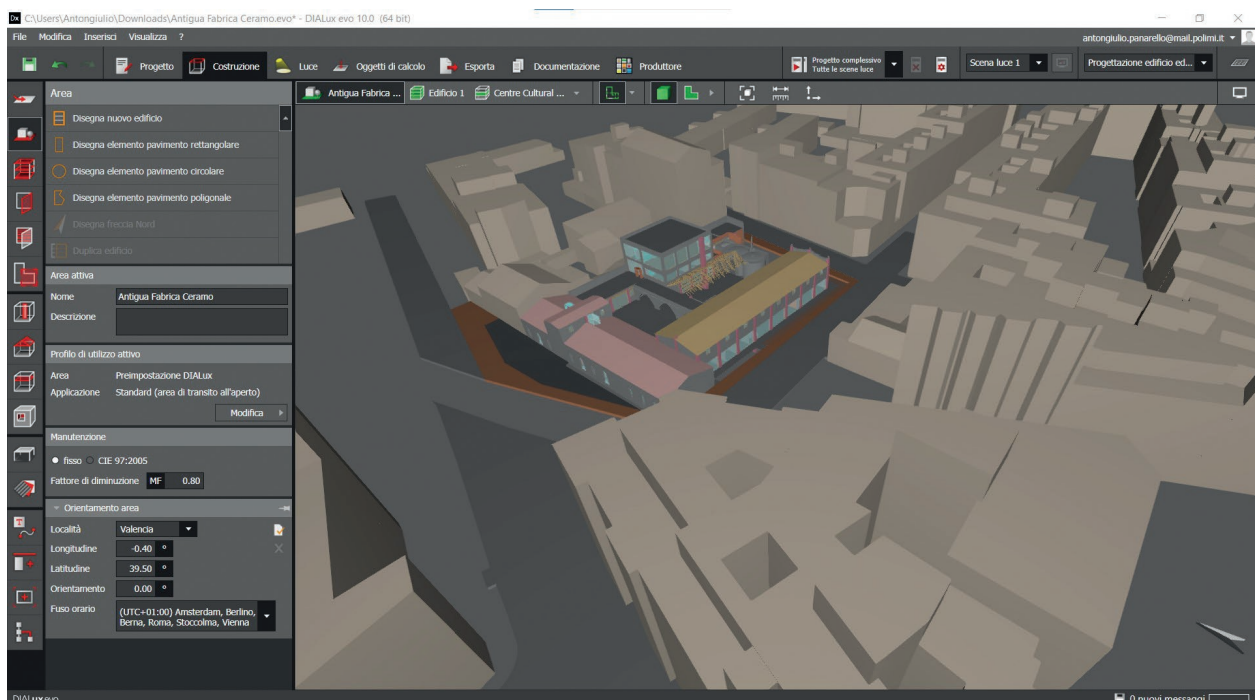


Fig. 7. Lighting analysis of the project. (Own elaboration through the software DIALux evo v.10.0).

viewer. To simplify matters, two programmes have been tested, one from Autodesk and the other external: Autodesk Viewer and Endscape.

Autodesk Viewer is, as its name suggests, an online viewer where, by uploading the project model file, you can access the 2D drawings, but above all an interactive 3D view in which you can move around using the keyboard or the mouse. At the same time, it is possible to interrogate the model by accessing the information present for each element by simply clicking on it with the cursor. This tool, which is very simple to use, is a valid means of approaching non-expert construction interlocutors, who would find it difficult to read 2D representations such as plans, sections or elevations, or who are not accustomed to the 3D visualisation of a space on a screen, and at the same time does not present any particular complications in its implementation.

Endscape, on the other hand, represents a plugin suitable for numerous softwares, including Revit: it differs from the previous one in that it is a rendering engine, so the views inside it are intended to be as realistic as possible, unlike Autodesk Viewer, which presents a rather basic graphic. Other differences are constituted by the way it is used, which is offline, and by the possibility of obtaining a true virtual reality visualisation. The process to use it is simple and consists of using its functionalities through a tab present inside Revit itself as for any plugin. The

programme provides the opportunity to visualise the model in 3D and to be able to explore it as in Autodesk Viewer, but there is also the possibility of seeing how the project changes in terms of the effect of light during the day simply by sliding the cursor to the right or left. The real novelty, however, lies in being able to “enter” the project, connecting the computer to a viewer, and to walk through it and explore it as if it were a real project.

5. RESULTS

Firstly, a synthesis of the state of the art of the research work on the *La Ceramo* building has been defined, which has served as a primary source for the studies.

Secondly, it has been possible to define and create the 3D-HBIM model of the existing historical complex of the old factory in which a large amount of information is housed as a repository. In such a way that data from different sources and disciplines is unified in a single archive; 2D drawings, photographs, engravings, historical plans, written texts and oral witnesses; all in line with the cataloguing purposes of the HBIM methodology, which is based on three principles: the principle of collaborative work to define and achieve common objectives and individual objectives at the same time, the principle of the interoperability of information, in which at the same time as the information is produced it is housed in repositories

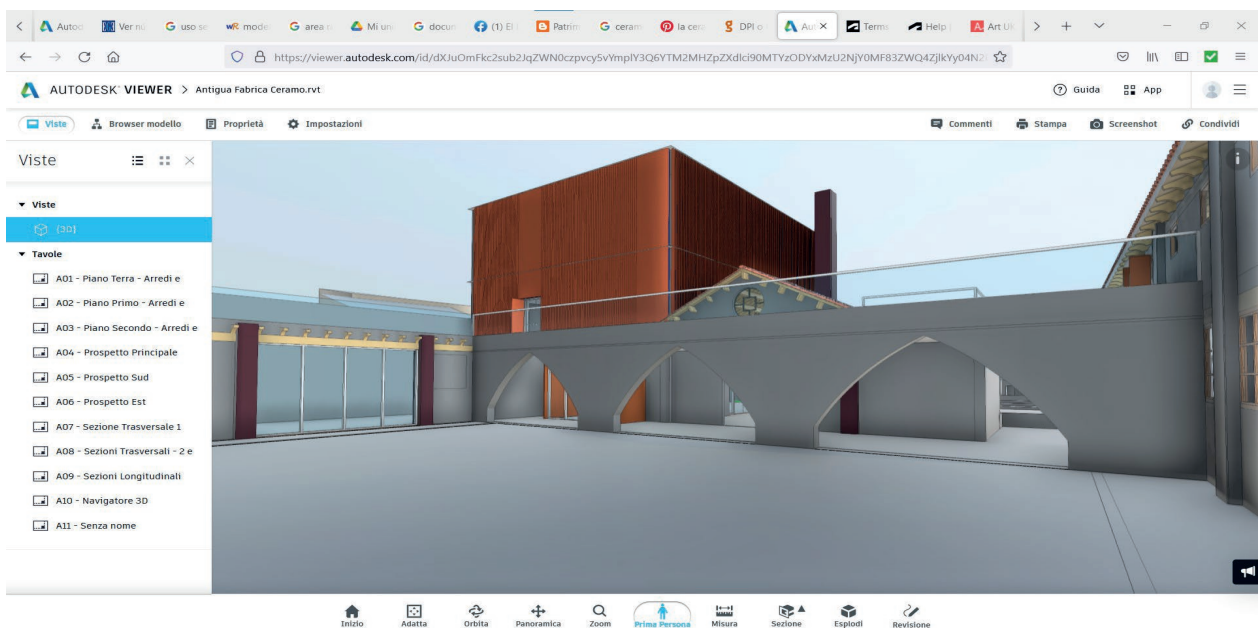


Fig. 8. Interior view of the courtyard in project status. (Own elaboration using the Autodesk Viewer software).

to which all the stakeholders have access for study and efficient decision-making, and the principle of the holistic vision of the whole as an interrelated organic whole.

Thus, the model includes both geometric and semantic information (materials and their properties, composition of the building blocks, time of construction, state of conservation, etc.), which are fundamental for the protection of the site, but also and above all for the drafting of an intervention proposal. It should be noted how the absence of data (geometric and semantic) on some elements due to the impossibility of accessing the complex has affected the final effect in some cases, although this does not depend on the potential of BIM. Another aspect that is important to highlight is the dimension of the model, which has turned out to be very large as a consequence of the information included and the presence inside it of many ad hoc modelled components such as various construction elements, doors, windows and decorative elements.

Based on this information model, a panel of experts in heritage management verified the improvements and potential that this would have on the conservation and reuse of the *La Ceramo* building complex.

Thirdly, as a result, the energy analysis and management of the building complex has been implemented in the BIM methodology's own software.

6. DISCUSSION

Firstly, with regard to the design part, it has been possible to highlight how the use of BIM for the creation of intervention proposals on the existing historical heritage has many advantages but also some shortcomings. In particular, the 3D model obtained made it possible to visualise in real time the impact of each design decision on the existing building from multiple points of view, from the purely aesthetic-architectural to the energetic and lighting ones. Furthermore, it has been possible to effectively use the BIM model to share the architectural choices with the interested parties, favouring an understanding of the proposal also by a non-expert public, which has highlighted its appreciation for visualisation tools such as rendered views and, above all, 2D and virtual reality viewers. The latter, although not immediately understandable in terms of use for

an elderly public, have created enthusiasm for the novelty after a brief familiarisation process and have allowed the almost total understanding of the intervention proposal, so that the traditional difficulty given by the incapacity of reading and figuration through 2D drawings could be overcome.

Secondly, with regard to the problems encountered, they were focused on issues external to the BIM method itself (lack of information, impossibility of accessing the building) or depended on the chosen programme, in this case Revit. A first complexity has affected the modelling with traditional methods of complex geometries such as curved or composite shapes, which are very typical of heritage buildings. Another difficulty encountered was the provision of time-related information regarding consolidation or transformation interventions to be carried out, such as in the case of partitions, walls or slabs where small parts had to be removed, for which the same elements had to be duplicated to insert them with their differences in the different stages, instead of being able to make the modification appear only when changing stage.

Thirdly, using the HBIM process methodology for the drafting of the intervention project in the complex of the old *La Ceramo* majolica factory made it possible to apply and study its effect on a case study that presented different complications, from the impossibility of accessing the building to the involvement of the different stakeholders involved.

Fourthly, collecting data from different sources, analysing them, comparing them and putting them into a system in order to obtain a univocal representation of the chosen historic building is a very difficult procedure, especially if there are no sources whose validity is certain. The use of the HBIM method has made it possible to carry out this process by facilitating the identification of conflicts between sources and making it possible to catalogue and protect all the data in possession concerning the heritage building. In fact, the problem caused by the presence of incomplete information or missing documents is very frequent, representing one of the main causes of missing data from a semantic point of view (Bastem & Cekmis 2021). Moreover, the possibility of being able to add within the model references to the sources used for each representation decision favours its implementation over time and the safeguarding of information. The objective of

speeding up the creation of a model containing all the data held from different sources through the use of HBIM can therefore be defined as achieved.

Writing a project proposal that is as complete as possible, interdisciplinary and easy to improve represents the other major challenge for interventions on existing buildings in order to make the whole restoration/rehabilitation process more efficient. The benefits that can be obtained are in fact better cooperation between the different design agents, cost reduction, error reduction and time shortening (Bastem & Cekmis 2021). Furthermore, the HBIM, even if it does not have visualisation as its main purpose, has a double function in terms of public projects on heritage buildings: to facilitate the participation of citizens in the design process by creating graphic representations that, almost in real time, allow to obtain an opinion also from the side of a very disparate public of stakeholders, favouring in particular the access to information on the future of the project to ordinary citizens, often excluded or not used to imagine the final effect from a simple view of 2D drawings; to provide the opportunity to virtually access the building to raise public awareness of the importance of protecting cultural heritage.

And fifthly and finally, thanks to the studies, important advantages have been found in the implementation of construction processes in the heritage field with the HBIM method, as it represents an extraordinary tool for comparing, improving and protecting data; storing information in a single file with a reduction of gaps, although with the risk of obtaining large files; to favour Public Administrations in restoration/rehabilitation processes, in which the presence of numerous stages between the collection of data on the building and the effective implementation of the intervention often leads to loss of information, longer times and higher costs, with the risk of a less efficient final result; to facilitate public participation through a more immediate visualisation method and the possibility of virtually visiting the building.

7. CONCLUSION

As a first conclusion, it can be established that adapting the world of architecture to the objectives of the UN Agenda for sustainable development necessarily implies improving the quality of life

in cities and the quality of built heritage. Public Administrations play a fundamental role as generators and drivers of change.

The use of HBIM in restoration and reuse processes represents a necessary tool as a unified repository of information to achieve efficient management, as it provides the protection of information, economic sustainability and reduction of the time needed between the decision to execute and the effective conclusion of an intervention, the quality of the intervention and public participation. With the use of HBIM it is possible to effectively ensure the long-term and sustainable protection of public cultural heritage structures. (Galiano-Garrigós 2019).

The analysis carried out through the case study of the design for the rehabilitation and reuse of the old *La Ceramo* majolica factory in Valencia has made it possible to verify in particular the usefulness of HBIM in the stages of obtaining and compiling information on a building and design: creating a model that puts into a system all the work developed to date on the complex in terms of documentation has favoured its protection, ensures the conservation of data in the transition between the various agents in the construction process, speeds up and improves the drafting of the project by facilitating continuous dialogue with the interested parties (Besana 2019).

In short, the process of transition from traditional methods of representation to BIM and in particular to HBIM needs to be encouraged more and more, favouring the increase of competences in this area on the part of institutions, schools and professionals in the sector as a whole.

This study is part of a first experimentation prototype of the 3D-HBIM model that will be developed in the R+D+i project entitled “Analysis and development of HBIM integration in GIS for the creation of a tourism planning protocol for the cultural heritage of a destination”, awarded to the PEGASO Centre of the Universitat Politècnica de València in the 2020 call for proposals and with reference number: PID2020-119088RB-I00.

ACKNOWLEDGEMENTS

Many thanks to the director of the National Museum of Ceramics and Decorative Arts “*González Martí*” of Valencia and to the neighbourhood association “*Benicalap-Entrecaminos*” for their collaboration.

REFERENCES

Antonopoulou, S., & Bryan, P. 2017. *BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model*. Swindon: Historic England. [On-line] <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/bim-for-heritage/heag-154-bim-for-heritage/>

Bastem, S., & Cekmis, A. 2021. "Development of Historic Building Information Modelling: A Systematic Literature Review". *Building Research & Information*. <https://doi.org/10.1080/09613218.2021.1983754>

Benito, D. 1983. *Arquitectura del eclecticismo en Valencia*. Valencia: Ajuntament de València.

Besana, D. 2019. "Cultural Heritage design: theories and methods for the project complexity management", *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, no. 11, pp. 31–43. <https://doi.org/10.4995/ege.2019.12864>

Bulgarelli-Bolaños, J. P., Hernández-Salazar, I., Pinto-Puerto, F. 2020. "Evolución de la producción científica sobre los conceptos HBIM y modelado 3D en la gestión de obras patrimoniales". *Tecnología en marcha*, no. 33, pp. 89–101. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i8.5512>

Coll Conesa, J. 2013. "Los orígenes de La Ceramo y el programa de Investigación de Patrimonio Inmaterial del Instituto del Patrimonio Cultural de España". *La gaceta de Folchi. El Boletín del Museo Nacional de Cerámica*, no. 20, p. 15.

Coll Conesa, J. 2018. "La Ceramo (València) y la cerámica de aplicación arquitectónica (1890-1936)". In Conferencia en Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Universitat Politècnica de València.

Galiano-Garrigós, A., González-Avilés, Á., Rizo-Maestre, C., Andújar-Montoya, M. 2019. "Energy Efficiency and Economic Viability as Decision Factors in the Rehabilitation of Historic Buildings". *Sustainability*, vol. 11, no. 18, p.4946. <https://doi.org/10.3390/su11184946>

García-Valldecabres, J., Galiano-Garrigós, A., Cortes-Meseguer, L., & López-González, M. 2021. "HBIM work methodology applied to preventive maintenance: a state-of-the-art review". In *BIM 2021; 4th International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations*. Wessex Institut and University of the West of England.

Jordan Palomar, I., Tzortzopoulos, P., García-Valldecabres, J., & Pellicer, E. 2018. "Protocol to Manage Heritage-Building Interventions Using Heritage Building Information Modelling (HBIM)". In *Sustainability*, vol. 10, no. 4, p. 908. <https://doi.org/10.3390/su10040908>

Pinto Puerto F. 2018. "Tutela sostenible del patrimonio cultural a través de modelos digitales BIM y SIG como contribución al conocimiento e innovación social". In *Revista PH*, vol. 93, <https://doi.org/10.33349/2018.0.4125>

Ricci, Y., Pasquali, A., & Giraudeau, S. 2021. "From digital drawing to dissemination of the collected data, reflections on the virtual creative process". *EGE Revista de Expresión Gráfica de la Edificación*, no. 14, pp. 114–124 ISSN: 2605-082X. <https://doi.org/10.4995/ege.2021.15650>

Rodríguez Sánchez, A. 2007. "Evolucion de las dimensiones de los ladrillos y su coordinación desde la adopción del metro como unidad de medida". *ReCoPaR*, no. 4, p. 19–32, ISSN 1886-2497

Sender Contell, M., Giménez Ribera, M., & Perelló Roso, R. 2020. "Importancia del dibujo en los proyectos de rehabilitación. Aceitera de Marxalenes". *EGE Revista de Expresión Gráfica de la Edificación*, no. 13, pp. 78–97. ISSN: 2605-082X. <https://doi.org/10.4995/ege.2020.14676>

Sutti, M., Silva de Aguiar, M., Fioriti, C., Hêngling Christófani, M. 2019. "Characterization of historical coating mortars of La Ceramo factory in Valencia". *Vitruvio - International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, vol. 4, no 1, pp. 58–73. <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2019.11485>

United Nations. 2021. *The Sustainable Development Goals Report*. New York: United Nations Publications. ISBN: 978-92-1-101439-6

How to cite this article: Panarello, Antongiulio; Cortés Meseguer, Luis; Malighetti, Laura Elisabetta. 2021. "HBIM and reuse: a case study on the old majolica factory "La Ceramo" of Valencia.", *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, No. 15, Valencia: Universitat Politècnica de València. pp. 84-103. <https://doi.org/10.4995/ege.2021.16811>

HBIM Y REUSO: EL CASO ESTUDIO SOBRE LA ANTIGUA FÁBRICA DE MAYÓLICAS “LA CERAMO” DE VALENCIA

1. INTRODUCCIÓN

Conservar y rehabilitar es la dirección hacia la cual se dirige el mundo de la arquitectura en España y en otros muchos países europeos en la óptica de cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de la ONU (Informe ODS de la ONU 2021). Favorecer el crecimiento económico, la reducción de las desigualdades y la creación de comunidades sostenibles supone la obligación de decidir el método que se quiere seguir para definir el destino de las ciudades: se estima que en 2030 más del 65% de la población mundial vivirá en áreas urbanas según datos de World Urbanization Prospects (2018).

La importancia de proteger los edificios de alto valor histórico y reducir el consumo de suelo y los recursos utilizados en la construcción, implica invertir en energías y en medios económicos capaces de mejorar y evolucionar la gestión tradicional hacia una gestión más eficiente y sostenible del patrimonio edificado existente en términos de usos, actualizándolos a las necesidades de la ciudadanía, y en términos de eficiencia energética. Las Administraciones Públicas tienen un papel fundamental en estudiar estrategias que representen una hoja de ruta en la transformación de las ciudades (Informe ODS de la ONU 2021). En muchos casos su rol no es solo de decisoras e impulsoras del cambio, sino también marcadamente operativo siendo las propietarias de bienes que necesitan intervenciones. Promover la sostenibilidad económica de las actuaciones y favorecer la participación social en la definición del futuro uso de cada edificio son dos grandes dificultades que se pueden encontrar en el largo proceso que se despliega entre la decisión, la realización del proyecto, la construcción y la puesta en uso o explotación.

Para preservar edificios patrimoniales es necesaria la implementación de métodos de conservación sostenible juntos con métodos tradicionales. Los métodos de conservación sostenible requieren almacenamiento de informaciones, actividades de la gestión edilicia patrimonial y el aumento de la accesibilidad a los archivos de documentación. Es fundamental resolver estos retos y requisitos, para poder gestionar de manera eficaz el proceso de conservación de los elementos de un gran valor (Bastem & Cekmis 2021).

Hoy en día, entre las estrategias que se están estudiando para agilizar y mejorar este proceso, el sistema de gestión eficiente de la información denominado HBIM constituye, no solo una herramienta de representación gráfica, sino que, sobre todo, se trata de una metodológica con grandes potencialidades y perspectivas. El objetivo es superar las desventajas de la tradicional representación gráfica en 2D realizada en CAD (computer-aided design) que tiene limitaciones

en cuanto al almacenamiento de informaciones semánticas, a la inhabilidad de permitir un trabajo interdisciplinar simultáneo y al responder de manera rápida a los problemas encontrados durante el proceso de construcción (Bastem & Cekmis 2021).

El BIM, Modelado de Información para la Construcción, es el proceso holístico de creación y administración de la información de un activo construido. El BIM integra datos estructurados y multidisciplinares para generar una representación digital de un activo durante todo su ciclo de vida, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones (Jordán, et al., 2018). En particular este proceso ha sido pensado para nuevas construcciones, pero cada vez más se están explorando y aplicando sus potencialidades también al patrimonio existente, común (EBIM or Existing BIM) y de gran valor arquitectónico (HBIM or Historical BIM) (Antonopoulou & Bryan 2017). Aplicar este proceso y todas las novedades que conlleva a la transformación de los edificios, y en particular a los públicos, podría aportar numerosas mejoras en términos económicos, con el resultado final y de democratización de las decisiones (García-Valdecabres et al. 2021).

La metodología HBIM contribuye a facilitar las distintas etapas derivadas de la condición de bien protegido; como el conocimiento, el registro de la documentación, el diseño y la intervención, la interpretación y la difusión, la conservación y el mantenimiento (Pinto Puerto 2017).

Es común, en la gestión de estos inmuebles protegidos, la ausencia de datos y por lo tanto de documentos. Cuando se tienen, surgen conflictos derivados del propio archivo de estos. Son problemas típicos que encontramos a la hora de gestionar las labores de la tutela de estos bienes. Con el fin de evaluar el impacto que podría tener el uso de esta metodología y contribuir a solucionar los problemas fundamentales de la protección y/o tutela, se plantea una gestión inteligente de los edificios con una importante y compleja carga cultural. (Bulgarelli-Bolaños et al. 2020)

Todo ello, después de haber estudiado diferentes aportaciones que revisan de manera sistemática la literatura científica reciente sobre la implementación de la gestión HBIM, BIM adaptado al patrimonio cultural, nos ha permitido realizar un mapa conceptual de las hipótesis en las que se apoya, los métodos de trabajo y los equipos de investigación que están contribuyendo al crecimiento de esta metodología. De acuerdo con estas hipótesis y principios se ha estudiado su efecto sobre un caso estudio, la redacción de una propuesta de intervención sobre la antigua fábrica de mayólicas *La Ceramo* de Valencia.

La Ceramo, situada en el barrio valenciano de Benicalap, representa uno de los últimos ejemplos

de arquitectura industrial del siglo XIX (Benito 1983) que permanecen en el núcleo urbano de la ciudad y representa un testigo de la extraordinaria tradición ceramista valenciana: con la rehabilitación de sus instalaciones se permitirá reconstruir la técnica artesanal que se utilizaba en aquella época para producir mayólicas de alto valor artístico presentes en edificios icónicos de la ciudad como el Ayuntamiento, el Mercado Central y el de Colón, la Estación del Norte y muchos más (Coll Conesa 2018). Esa técnica, cuyo nombre es de “reflejo metálico”, pertenece a una tradición artesanal que trae sus orígenes en la Edad Media y que ha venido transmitiéndose a lo largo de los siglos hasta hoy, modificada y mejorada con el tiempo por mano de los propios alfareros. En el conjunto fabril se encuentran las huellas de este proceso productivo además de elementos de gran valor arquitectónico como la fachada principal, en estilo neoárabe, el patio, las naves de la vivienda y el taller de alfarería y el de los hornos morunos. Por estas razones, *La Ceramo* constituye desde 2015 un bien patrimonial protegido como Bien de Relevancia Local por la importancia de los valores de tipo etnológico y arquitectónico.

Otro dato interesante sobre la fábrica es su ubicación baricéntrica en el barrio de Benicalap, siendo colocada al margen de su antiguo núcleo. El vínculo entre *La Ceramo* y Benicalap es muy largo, ya que su construcción tuvo lugar cuando el barrio era todavía una pequeña pedanía rural de la ciudad de Valencia, de manera que muchos de sus vecinos han trabajado o han tenido relación con la misma a lo largo de su historia. Su fachada neoárabe, recayente a una importante arteria del núcleo, el antiguo camino de Burjassot (hoy Avenida Burjassot), ha contribuido a señalar el conjunto como elemento reconocido e identitario en el barrio y la ciudad.

Hoy en día, el propietario del conjunto es el Ayuntamiento de Valencia. Recientemente y después de muchas vicisitudes, adquirió la propiedad del bien, con el fin de protegerlo y transformarlo en un equipamiento público. Definir su uso futuro con el fin de ajustarlo a las necesidades de los vecinos en la óptica de crear un entorno socialmente sostenible es una tarea compleja y obliga a utilizar todas las herramientas posibles para ampliar la participación pública en este proceso.

2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El interés sobre *La Ceramo* como objeto de proyectos de investigación no constituye una novedad. En 2016 un grupo de colectivos (CaminArt, la Asociación de Patrimonio Industrial Valenciano (APIVA) y el Círculo por la Defensa y Difusión del Patrimonio) ha elaborado y presentado un primer documental sobre la historia de la fábrica con el título “El brillo de *La Ceramo*”. En cuanto a las propuestas de intervención y estudios académicos, entre los años 2013 y 2016 han sido realizados 16 proyectos final de grado (PFG) por parte

de estudiantes de la Escuela de Arquitectura (ETSA) de la Universitat Politècnica de València, que entre sus objetivos se encontraba el de documentar el bien, siendo estos los primeros en evidenciar el estado del conjunto: entre 2015 y 2017 se llevó a cabo un proyecto de investigación en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación ETSIE perteneciente a la misma universidad que se desarrolló a través de dos Trabajos de Fin de Grado (TFG) cuyo objetivo fundamental fue el levantamiento gráfico documental de las dos naves principales del conjunto, las protegidas declaradas Bien de Relevancia Local, BRL.

En el año 2020, el Ayuntamiento de Valencia licitó el concurso para la redacción del proyecto ejecutivo de rehabilitación del conjunto, en el cual los datos que se proporcionaban consistían en unos planos y secciones declarados fieles solo en la parte de BRL y un estudio histórico sobre la evolución del conjunto fabril y sus usos realizado en el 2017.

Hoy en día, *La Ceramo* se encuentra en un estado de deterioro avanzado (Coll 2013), con presencia de áreas apuntaladas y varias partes inaccesibles por cuestión de seguridad, por lo cual resulta muy complicado proceder a un levantamiento fiel de los edificios utilizando métodos tradicionales y también tecnologías como laser scanner y ortofoto con referencia a las partes interiores.

3. LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a la condición de deterioro del edificio, es imposible poder acceder a su interior para realizar un levantamiento directo de buena calidad. Por ello, se propuso realizar un levantamiento de manera indirecta, mediante la recopilación de los datos geométricos y semánticos contenidos en los trabajos con acceso abierto realizados anteriormente.

El objetivo principal de la investigación es analizar los procedimientos y la tecnología asociada a la metodología HBIM como herramienta eficaz para la redacción de una propuesta de protección, intervención y reúso de los edificios de interés patrimonial (Bastem & Cekmis 2021; Besana 2019). Todo ello a través del empleo de los softwares BIM, ya que facilitan la modelación digital del conjunto y a su vez permiten comparar los datos obtenidos con elaborados con anterioridad.

Entre los objetivos específicos se encuentran en primer lugar obtener el modelo 3D a partir de la referida información. En segundo lugar, verificar la potencialidad de la metodología HBIM en el proceso de diseño participativo del proyecto: visores en línea o aplicaciones de visualización de realidad virtual podrían representar una herramienta útil para conocer de manera intuitiva el aspecto final de la intervención también a un público no experto y no acostumbrado a la lectura de planos, alzados y secciones. Y en tercer lugar, la implementación de los estudios energéticos en HBIM.

4. METODOLOGIA

El proceso de conocimiento del complejo comenzó con el estudio de sus orígenes y de su evolución histórica, realizado a través de la lectura de la ficha de catalogación del bien como BRL, la consulta de las fuentes bibliográficas referidas en esta, así como, del estudio histórico proporcionado por el Ayuntamiento en la licitación del proyecto, de numerosos artículos presentes en la prensa y en diferentes repositorios digitales, tanto literarios como documentales en formato audiovisual. El paso siguiente fue el análisis compositivo de la forma y de la geometría de las imágenes y de las plantas de la fábrica: como se ha mencionado antes, la imposibilidad de proceder a un levantamiento directo ha implicado la necesidad de utilizar las informaciones acumuladas anteriormente para redactar un levantamiento de tipo indirecto.

La primera etapa ha consistido, por lo tanto, en la búsqueda y catalogación de los precedentes trabajos en cuanto a posibilidad de acceso (abierto o cerrado), informaciones contenidas y fiabilidad. Además, se ha recuperado el material proporcionado para el desarrollo de los workshops de los años 2017 y 2018. Los TFG realizados por los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE) de UPV en colaboración con el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, han resultado los más precisos debido a su objetivo, su fidelidad, la creación de una propuesta de intervención y por ser los únicos que pudieron acceder al interior de la fábrica.

Por lo tanto, premisa fundamental ha sido la creación de una jerarquía de fiabilidad entre los trabajos, de manera que se pudiera establecer en casos de conflicto cuál fuese el más coincidente con la realidad.

Esencial ha sido la colaboración del director del Museo Nacional de Cerámica y Artes Suntuarias de Valencia *González Martí* el cual ha proporcionado una descripción detallada de la fábrica en cuanto a su funcionamiento además de un amplio patrimonio fotográfico, informaciones muy útiles en los siguientes pasos de la investigación (Coll 2018).

Como objetivo primero se propuso la obtención del modelo en 3D utilizando el software Revit con los datos geométricos poseídos para obtener una primera composición espacial del complejo, para implementarlo después con informaciones adicionales relativas a los elementos de detalle, los materiales y las técnicas constructivas, es decir, un modelo HBIM-3D tal y como lo define Jordán et al. 2018.

La primera etapa de la realización del levantamiento indirecto ha consistido en la importación en el programa de los planos, alzados y secciones en CAD que se poseían, de manera que se pudiera efectuar una comparación visual inmediata entre ellos para constatar los conflictos principales (Sender et al. 2020). En cuanto a la nave de vivienda y la de producción se

han considerado como válidos los trabajos 3 y 4 por haberse obtenido a través de levantamiento directo y por ser perfectamente correspondientes a los planos proporcionados por el Ayuntamiento. Como verificación ulterior se ha procedido a levantar directamente la fachada, la cual, recayendo a una calle pública, constituye la única parte que se puede medir sin acceder al edificio. Para las demás partes del conjunto se ha recurrido a una verificación mediante medidas suministradas por los satélites, es decir, un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y, en los casos de alta incertidumbre, una comparación fotográfica cualitativa y aproximada. Esta última ha consistido en el uso de los ladrillos visibles y de su número como parámetro de medida después de establecer sus dimensiones, obtenidas gracias a los datos presentes en los trabajos 3 y 4 y al estudio de fuentes bibliográficas (Rodríguez Sánchez 2007).

Una vez terminado el modelo geométrico básico, se ha realizado la implementación de este con informaciones adicionales en cuanto a materiales utilizados (Sutti 2019), técnicas constructivas presentes y elementos de detalle.

La parte relativa a los materiales y las técnicas constructivas se ha llevado a cabo gracias al análisis contemporáneo de trabajos desarrollados anteriormente y de las fotos, con lo cual se ha podido reconstruir por cada punto del complejo la composición de los diferentes elementos constructivos (estructura, paredes y forjados) y los materiales utilizados. En primer lugar se ha realizado la catalogación de los materiales utilizados y de sus propiedades, obtenidas a partir de normativas y manuales de construcción. Estos datos han confluído en la librería del modelo, la cual ha sido actualizada respecto a la estándar con la aportación de nuevos materiales o de la personalización de los existentes. En cuanto al estudio de las técnicas constructivas se ha aplicado un enfoque dual diferenciado, dependiendo de la complejidad geométrica del bloque constructivo. Ellos han sido divididos entre geoméricamente regulares, concebibles como capas continuas y uniformes, y geoméricamente irregulares, realizables a través de la creación de elementos constructivos especiales insertados en un segundo momento en el modelo. Los bloques regulares se han creado mediante el proceso estándar modificando las familias básicas del modelo con la subdivisión de los elementos en capas superpuestas a las cuales se han asignado los correspondientes materiales desde la librería, mientras que los bloques irregulares, o sea los compuestos por sistemas de elementos estructurales (viguetas prefabricadas de acero y hormigón o de madera o vigas de acero) y elementos de reparto o aligeramiento (bovedillas prefabricadas de ladrillo o bovedillas de ladrillos sueltos). Los elementos han sido modelados como familias específicas en base a las informaciones obtenidas e importados en el modelo. Junto con estos últimos se han colocado todos los elementos estructurales sencillos como vigas, pilares y

cimentaciones, modificadas las tablas de las unidades con los datos de las propiedades reales y según la disposición presente en los análisis anteriores o, en caso de que hubiera una falta de datos, utilizando el mismo proceso de análisis fotográfico o suposición bibliográfica descritos en las etapas anteriores.

La última etapa para la digitalización del modelo HBIM-3D del edificio existente ha sido la de crear los elementos de detalle como puertas y ventanas, realizados como familias personalizadas especiales y después importadas en el modelo. Se ha dedicado mucha atención a los elementos característicos que confieren al edificio su particular aspecto y necesitan ser catalogados para su protección y salvaguardia: los arcos del patio, los hornos morunos y los elementos decorativos – escultóricos de fachada. Sobre estos últimos se ha centrado un atento estudio con el fin de modelarlos con precisión en 3D.

El proceso de modelado constituye una válida base de representación del edificio que puede ser implementada con más informaciones o ulteriores elementos de detalle según el LoD requerido o después de acceder a datos adicionales (Ricci 2019).

El segundo objetivo de la investigación ha sido verificar las potencialidades BIM en cuanto a herramienta que pudiera favorecer un proceso de diseño más ágil, preciso y sobre todo que facilite la participación de los agentes interesados durante las diferentes etapas del proyecto.

Para la redacción de la propuesta arquitectónica de intervención se han desarrollado previamente sobre el barrio de Benicalap unos análisis de tipo urbanístico (presencia de equipamientos públicos y privados, verde público, red de transportes) y socio – económico (edad media de los residentes, nivel de educación, tipo de trabajo, movimientos migratorios, composición de los hogares).

Estos datos resultan útiles para comprender las necesidades de la zona. Esta información está destinada a la determinación posterior de las posibles funciones aptas para ser alojadas en el complejo de *La Ceramo*.

Es de reseñar la colaboración fundamental que ha supuesto la participación de distintas entidades entre las que se encuentran el Museo Nacional de Cerámica de Valencia y en particular la asociación de vecinos “Benicalap – Entrecaminos”.

Con ellos se ha desarrollado en tres etapas una encuesta con relativa al nuevo uso deseado para la fábrica.

Con los resultados obtenidos de las 500 encuestas realizadas, se ha podido proceder a la redacción del proyecto arquitectónico directamente a través del software de modelación.

Comenzando entonces por el modelo obtenido del edificio en su estado actual, se ha procedido a insertar por cada elemento informaciones relativas a la cuarta dimensión, el tiempo, especificando las “etapas” de existencia en el ciclo de vida del proyecto. Las etapas constituyen unas informaciones paramétricas ajustables por cada elemento y son de dos tipos: creación y demolición. Para hacer que todo fuera funcional se ha asumido la existencia de diferentes etapas: una llamada Etapa 0, o sea la que identifica el estado inicial del complejo en el momento de su construcción, obtenido a partir de las fotos históricas y de las deducciones de los estudios proporcionados por el Ayuntamiento y otros expertos; desde la Etapa existente, posterior a la Etapa 0, se han eliminado los elementos que han sido modificados en el tiempo o han desaparecido a causa del deterioro (derrumbamientos, sustitución para consolidación, etc.) modificando la etapa de demolición de estos últimos elementos y ajustándola en “existente”. Como efecto de la redacción del proyecto se han insertado los nuevos elementos, cuya etapa de creación ha sido denominada Etapa 1. En los casos en los cuales se hayan hecho sustituciones o demoliciones de elementos presentes previamente, se ha modificado su fase de demolición en Demolición. La decisión de añadir informaciones a este parámetro temporal se ha tomado para poder visualizar de manera inmediata la evolución del complejo a lo largo del tiempo simplemente modificando para las vistas elegidas el parámetro de la Etapa visualizada, permitiendo la comparación entre ellas y la individualización por parte del programa por cada etapa de los elementos nuevos y de los derrumbados.

En tercer lugar, se procedió a la realización del modelo HBIM de la propuesta del proyecto de intervención, que se realizó siguiendo los mismos pasos del modelado del edificio existente a través del modelado geométrico general y posterior adición de materiales, bloques constructivos y elementos de detalle.

Esto ha permitido aprovechar otra de las potencialidades que posee la metodología BIM, para la implementación de los estudios energéticos, realizada a través del plugin Revit Insight, de luminica, obtenida mediante la exportación del modelo en formato IFC y su posterior análisis con el programa Dialux, y económica. Esta última ha sido llevada a cabo con un nivel básico insertando el precio estimado de cada elemento a construir y aprovechando la posibilidad ofrecida por Revit de obtener las mediciones por cada elemento del modelo, dejando fuera por sencillez los costes adicionales como mano de obra y alquiler de medios y equipos.

Crear el modelo en 3D mediante BIM ha permitido implementar una innovación más tradicional del proceso de diseño. Con la realización de modificaciones sobre las propiedades de cada material utilizado es posible exportar desde el programa vistas en 2D que permiten un primer acercamiento al resultado final del proyecto.

Lo más novedoso ha consistido en la posibilidad de aprovechar herramientas que permiten "vivir" el proyecto recorriéndolo como si fuera una visita avatar o poner al interlocutor en un sistema de realidad virtual a través de un visor. Se han probado dos programas, uno de la casa Autodesk y el otro externo: Autodesk Viewer y Endscape.

Autodesk Viewer representa, como indica su nombre, un visualizador en línea donde se puede, subiendo el archivo del modelo de proyecto, acceder a las láminas en 2D realizadas, pero sobre todo a una vista 3D interactiva dentro de la cual es posible moverse utilizando el teclado o el ratón. Al mismo tiempo es posible interrogar el modelo accediendo a las informaciones presentes por cada elemento simplemente pinchando con el cursor. Esta herramienta de muy simple uso constituye un válido medio para acercar interlocutores no expertos en construcción, que encontrarían dificultad en leer representaciones en 2D como planos, secciones o alzados, o no acostumbrados a la visualización en 3D de un espacio sobre una pantalla y al mismo tiempo no presenta complicaciones particulares en su implementación.

Endscape, por otro lado, representa un plugin apto a numerosos programas, entre los cuales se encuentra Revit: se diferencia del anterior por ser un motor de rendering por lo cual las vistas en su interior tienen el fin de ser lo más realistas posibles, contrariamente a Autodesk Viewer el cual presenta una gráfica bastante básica. Otras diferencias están constituidas por la modalidad de uso, que es fuera de línea, y por la posibilidad de obtener una verdadera visualización de realidad virtual. El proceso para utilizarlo es sencillo y consiste en emplear sus funcionalidades a través de una pestaña presente en el interior del mismo Revit como para cualquier plugin. El programa proporciona la oportunidad de visualizar el modelo en 3D y de poderlo explorar como en Autodesk Viewer, pero además existe la posibilidad de ver cómo cambia el proyecto en cuanto al efecto de la luz durante el día simplemente deslizando el cursor hacia la derecha o la izquierda. Sin embargo la verdadera novedad está representada en poder "entrar" en el proyecto, conectando el ordenador a un visor, recorriéndolo y explorándolo como si fuera real.

5. RESULTADOS

En primer lugar se ha definido una síntesis relativa al estado de la cuestión sobre los trabajos de investigación en torno al edificio de *La Ceramo* que ha servido como fuente primaria para realizar los estudios.

En segundo lugar, se ha logrado definir y crear el modelo 3D-HBIM del conjunto histórico existente de la antigua fábrica en la que se aloja como repositorio una gran cantidad de información. De tal manera que se unifica en un solo archivo los datos procedentes de las diferentes fuentes y disciplinas; los dibujos en 2D,

las fotografías, los grabados, los planos históricos, los textos escritos y los testigos orales; todo ello, en línea con los propósitos de catalogación de la metodología HBIM que se apoya en los tres principios: El principio del trabajo colaborativo para definir y alcanzar al mismo tiempo los objetivos en común y los objetivos individuales, el principio de la interoperabilidad de la información, en la que en el mismo momento en que la información se produce esta se aloja en repositorios en los que todo el conjunto de agentes interesados tiene acceso para el estudio y la toma de decisiones eficientes, y el principio de la visión holística del conjunto como un todo orgánico interrelacionado.

De esta forma en el interior del modelo se han incluido tanto las informaciones de tipo geométrico y semántico (materiales y sus propiedades, composición de los bloques constructivos, momento de construcción, estado de conservación, etc.), fundamentales para la protección del bien, pero también y sobre todo a la redacción de una propuesta de intervención. Hay que destacar cómo la ausencia de datos (geométricos y semánticos) sobre algunos elementos debida a la imposibilidad de acceder al complejo ha afectado en algunos casos el efecto final, aunque eso no dependa de las potencialidades del BIM. Otro aspecto que es importante destacar es la dimensión del modelo, que ha resultado ser muy grande como consecuencia de las informaciones incluidas y de la presencia en su interior de muchos componentes modelados ad hoc como varios elementos constructivos, puertas, ventanas y elementos decorativos.

A partir de este modelo de información se verificó, contrastando con un panel de expertos en gestión patrimonial, las mejoras y potencialidades que este tendría en la conservación y el reuso del conjunto edilicio de *La Ceramo*.

Y, en tercer lugar, se ha logrado como resultado implementar en los softwares propios de la metodología BIM los estudios y la gestión energética del conjunto edilicio.

6. DISCUSIÓN

En primer lugar, en cuanto a la parte de diseño, se ha podido poner de relieve cómo el uso del BIM para la creación de propuestas de intervención sobre el patrimonio histórico existente tiene muchas ventajas pero también algunas carencias. En particular el modelo 3D obtenido ha permitido visualizar en tiempo real el impacto de cada decisión de diseño sobre el existente en múltiples puntos de vista, a partir del meramente estético – arquitectónico para llegar a los energético y lumínicos. Además, se ha podido utilizar de manera efectiva el modelo BIM para compartir las elecciones de naturaleza arquitectónica con las partes interesadas favoreciendo una comprensión de la propuesta también por parte de un público no experto, el cual ha remarcado su apreciación para herramientas

de visualización como las vistas renderizadas y sobre todo los visores 2D y de realidad virtual. Estos últimos, aunque de no inmediato entendimiento en términos de uso para un público de edad avanzada, ha creado entusiasmo por la novedad después de un breve proceso de familiarización y ha permitido la comprensión casi total de la propuesta de intervención, de manera que se pudiera vencer la tradicional dificultad dada por la incapacidad de lectura y figuración a través de los dibujos 2D.

En segundo lugar, en relación con los problemas que se han encontrado, se han focalizado en cuestiones externas al método BIM en sí (falta de informaciones, imposibilidad de acceder al edificio) o depender del programa elegido, en este caso Revit. Una primera complejidad ha afectado la realización del modelado de geometrías complejas como formas curvas o compuestas, muy típicas de edificios patrimoniales, con métodos tradicionales. Otra de las dificultades encontradas ha sido la aportación de informaciones temporales en cuanto a intervenciones de consolidación o transformación a hacer como en caso de tabiques, muros o forjados en los cuales hay que remover pequeñas partes, por las cuales se tenía que duplicar los mismos elementos para insertarlos con sus diferencias en las diferentes etapas en vez de poder hacer que apareciera solo la modificación al cambiar de etapa.

En tercer lugar, al utilizar la metodología de los procesos HBIM para la redacción del proyecto de intervención en el complejo de la antigua fábrica de mayólicas *La Ceramo* ha permitido aplicar y estudiar su efecto en un caso de estudio que presentaba distintas complicaciones, a partir de la imposibilidad de acceder al edificio hasta involucrar a diferentes agentes participantes.

En cuarto lugar, al recopilar datos procedentes de diferentes fuentes, analizarlos, compararlos y ponerlos a sistema para obtener una representación unívoca del edificio histórico elegido constituye un procedimiento de elevado coeficiente de dificultad sobre todo si no se poseen fuentes cuya validez es cierta. El uso del método HBIM ha permitido llevar a cabo este proceso facilitando la individualización de conflictos entre las fuentes y haciendo posible su catalogación y la protección de todos los datos en posesión relativamente al bien patrimonial. De hecho, es muy frecuente el problema ocasionado por la presencia de informaciones incompletas o documentos perdidos, representando unas de las principales causas de falta de datos desde el punto de vista semántico (Bastem & Cekmis 2021). Además, la posibilidad de poder añadir en el interior del modelo referencias a las fuentes que se han utilizado para cada decisión de representación favorece su implementación a lo largo del tiempo y la salvaguardia de las informaciones. Entonces el objetivo de agilizar la creación de un modelo que contenga todos los datos

en posesión a partir de fuentes diferentes a través del uso del HBIM se puede definir como alcanzado.

Redactar una propuesta de proyecto que sea lo más completa posible, interdisciplinar y mejorable con sencillez representa el otro gran reto para las intervenciones sobre edificios existentes con el fin de convertir en más eficiente el entero proceso de restauración/rehabilitación. Los beneficios que se pueden obtener son de hecho la mejor cooperación entre los diferentes agentes del diseño, reducción de costes, reducción de errores y abreviaciones de tiempo (Bastem & Cekmis 2021). Además el HBIM, aunque no tenga la visualización como fin principal, tiene una doble función en cuanto a los proyectos públicos sobre edificios patrimoniales: facilitar la participación de la ciudadanía al proceso de diseño creando representaciones gráficas que, casi en tiempo real, permitan obtener una opinión también por el lado de un público muy dispar de partes interesadas, favoreciendo de particular manera el acceso a las informaciones sobre el futuro del proyecto a los ciudadanos comunes, a menudo excluidos o no acostumbrados a figurarse el efecto final desde una simple visión de dibujos en 2D; proporcionar la oportunidad de acceder virtualmente al edificio para que se sensibilice la opinión pública sobre la importancia de proteger el patrimonio cultural.

Y en quinto y último lugar, gracias a los estudios se han encontrado importantes ventajas en la implementación de procesos constructivos en ámbito patrimonial con el método HBIM, en cuanto representa una herramienta extraordinaria para comparar, mejorar y proteger datos; almacenar informaciones en un único archivo con reducción de lagunas, aunque con el riesgo de obtener archivos de grandes dimensiones; favorecer las Administraciones Públicas en los procesos de restauración/rehabilitación, en los cuales la presencia de numerosas etapas entre la colección de datos sobre el bien y la efectiva realización de la intervención provoca a menudo pérdida de informaciones, alargamiento de los tiempos y aumento de los costes con un riesgo de resultado final de menor eficacia; facilitar la participación pública a través de una modalidad más inmediata de visualización y la posibilidad de visitar virtualmente el bien.

7. CONCLUSION

Como primera conclusión se puede establecer que para adaptar el mundo de la arquitectura a los objetivos de la Agenda ONU para el desarrollo sostenible implica necesariamente la mejora de la calidad de vida en las ciudades y de la calidad del patrimonio edificado. Las Administraciones Públicas desempeñan un papel fundamental como generadoras e impulsoras del cambio.

El uso del HBIM en los procesos de restauración y reúso representa una herramienta necesaria como repositorio de información unificado para lograr una

gestión eficiente, pues proporciona la protección de informaciones, sostenibilidad económica y reducción de los plazos necesarios entre la decisión de ejecución y la efectiva conclusión de una intervención, calidad de esta y participación pública. Con el uso del HBIM es posible asegurar de manera efectiva la protección sostenible y a largo plazo de las estructuras de patrimonio cultural de carácter público (Galiano-Garrigós 2019)

El análisis efectuado a través del caso estudio del diseño de rehabilitación y reuso de la antigua fábrica de mayólicas *La Ceramo* de Valencia ha permitido verificar en particular la utilidad del HBIM en las etapas de obtención y recopilación de las informaciones sobre un bien y de diseño: realizar un modelo que pusiera en un sistema todo el trabajo desarrollado hasta hoy sobre el complejo en términos de documentación ha favorece su protección, asegura la conservación de los datos en la transición entre los varios agentes del proceso constructivo, agiliza y mejora la redacción del proyecto facilitando el dialogo continuo con las partes interesadas (Besana 2019).

En definitiva, es necesario que se fomente siempre más el proceso de transición desde los métodos tradicionales de representación al BIM y en particular al HBIM, favoreciendo el incremento de las competencias en esta área por parte de las instituciones, de los colegios y profesionales todos del sector.

El presente estudio forma parte como un primera experimentación prototipo de modelo 3D-HBIM

que se desarrollará en el proyecto I+D+i, titulado “Análisis y desarrollo de la integración HBIM en SIG para la creación de un protocolo de planificación turística del patrimonio cultural de un destino”, concedido al Centro PEGASO de la Universitat Politècnica de València en la convocatoria del año 2020 y con nº de referencia: PID2020-119088RB-I00.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento al director del Museo Nacional de Cerámica y Artes Suntuarias “*González Mart*” de Valencia y a la Asociación de Vecinos *Benicalap-Entrecaminos* por su colaboración.