

UN MIX DI TECNOLOGIE PER ACCRESCERE LA FRUIZIONE E L'ACCESSIBILITÀ ALLA RETE DELLE 100 CHIESE ROMANICHE DELLA SARDEGNA

di Antonello Figus

La conoscenza, la promozione e la valorizzazione del vasto patrimonio culturale dell'Italia esprimono un valore straordinario nel panorama culturale internazionale. In Italia sono custoditi i maggiori siti di interesse culturale, archeologico e paesaggistico che dovrebbero essere accessibili da tutti. La Fondazione “Sardegna Isola del Romanico” nasce con l'obiettivo statutario di far conoscere il grande patrimonio monumentale del medioevo Sardo, rappresentato da oltre 150 monumenti romanici presenti in tutta l'Isola. Amiamo definirci “Custodi della storia e promotori di bellezza”, per lo spirito che anima i 90 comuni che costituiscono la rete del Romanico Sardo. Per rafforzare la conoscenza di questi monumenti è indispensabile favorirne l'accessibilità reale e virtuale, introducendo in entrambi i casi il ricorso alle nuove tecnologie informatiche e digitali. L'accessibilità è diventata quindi la parola chiave per raggiungere questo obiettivo, che consente la fruizione del bene da parte di tutti, abbattendo le distanze e le barriere.

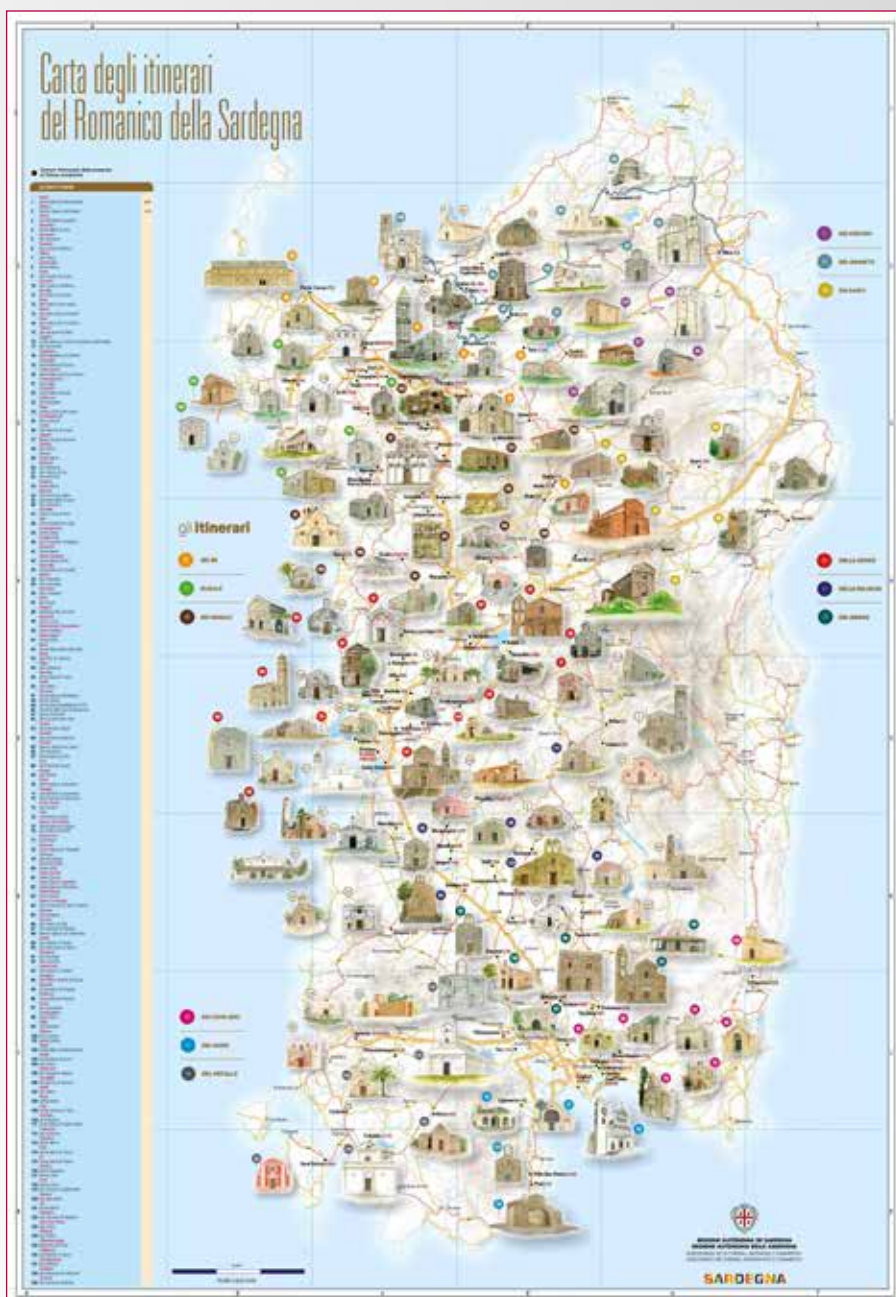


Fig. 1 - Cartina Itinerari del Romanico in Sardegna.

REALIZZAZIONE DEL TOUR VIRTUALE

La Sardegna, terra antica che custodisce un enorme patrimonio archeologico è conosciuta quasi esclusivamente per i suoi nuraghi, conserva invece in ottimo stato tanti monumenti medievali che raccontano con la loro presenza un periodo storico straordinariamente affascinante in cui l'Isola dialogava e costruiva rapporti politici e commerciali nel Mediterraneo e in Europa.

Consentire una maggiore fruizione del patrimonio Romanico della Sardegna e migliorarne l'accessibilità è il tema sul quale la Fondazione Sardegna Isola del Romanico ha focalizzato il suo obiettivo.

Seguendo questo percorso virtuale abbiamo realizzato una serie di prodotti che attraverso l'uso di tecnologie informatiche e digitali e la loro interazione consentono l'accesso virtuale ai monumenti e l'acquisizione delle storiche e scientifiche sul monumento.

Grazie al finanziamento di un Interreg Europeo denominato "GritAccess" ed alla collaborazione con la Regione Sardegna, è stato realizzato un volo virtuale e tridimensionale sull'Isola, che consente all'utente di sorvolare la Sardegna e percepire immediatamente la vastità e la ricchezza del grande patrimonio Romanico Sardo ed apprezzare la bellezza paesaggistica dei siti.

Il tour virtuale web-based delle chiese romaniche presenti in Sardegna rappresenta un unicum nel panorama della fruizione dei beni culturali su scala nazionale. Tutt'ora non esistono ambienti virtuali 3d su scala così vasta e con caratteristiche affini, fruibili tramite una piattaforma web specifica.

L'idea di base prevedeva la creazione di un applicativo web in grado di far navigare liberamente il visitatore sopra il territorio regionale con la possibilità di visualizzare nel dettaglio i modelli tridimensionali di alcune delle chiese romaniche scelte. L'applicativo per il tour virtuale e i rilievi 3d sono stati realizzati da Aeronike

Srl, azienda leader nel settore delle riprese aerofotogrammetriche e ricostruzione 3d ad altissima risoluzione di grandi porzioni di territorio.

Aeronike per realizzare questo progetto ha utilizzato una camera metrica professionale che produce 5 immagini di grande formato e prive di distorsioni per ogni scatto: una nadirale che riprende l'area verticalmente dall'alto e 4 oblique inclinate di 45° che riprendono tutti gli elementi verticali dalle quattro direzioni cardinali. Tutte queste sono poi elaborate con precisione dal software di fotogrammetria automatica che produce i 3d veri e propri. Le dimensioni della camera fotogrammetrica in questione sono importanti (90 kg e oltre 1m di altezza) ed è stata montata su un aereo di bimotore Partenavia P68. Si è optato per l'utilizzo dell'aereo in quanto l'estensione delle aree da rilevare (tutta l'Isola) non consentiva l'utilizzo di droni in quanto i costi sarebbero stati troppo elevati e probabilmente una qualità di immagini non adeguata.

Ogni punto dell'area da rilevare è stato dunque ripreso dall'alto e dalle 4 direzioni cardinali in maniera da non avere aree non ricoperte dal fotogramma con sovrapposizione minima longitudinale del 70% e trasversale del 50%.

La camera utilizzata è stata una Vexcel UltraCam Osprey Mark 3,

che genera immagini con le seguenti specifiche tecniche:

- immagini nadirali 13470 px x 8670 px (116 Mpix);
- immagini oblique 10300 px x 7700 px (4 directions, 80 Mpix).

La camera è installata su di una piattaforma giostabilizzata che insieme al sistema GPS inerziale consente di avere una precisione assoluta elevata del punto di scatto e di compensare eventuali inclinazioni dell'aereo. Tutti i dati di scatto di ogni fotogramma sono stati memorizzati per poi essere utilizzati dal programma di ricostruzione 3D. Ultimati i rilievi, le immagini sono state inserite nel software di fotogrammetria automatica che, utilizzando i dati di orientamento ricavati dalla piattaforma GPS/IMU, che le posiziona nella loro corretta posizione spaziale. I passaggi successivi hanno permesso di ottenere inizialmente una nuvola di punti e quindi la mesh che ha costituito il prodotto finale.

L'ultimo passaggio è stato la fase di texturizzazione in cui le immagini del rilievo aereo sono state proiettate sulla mesh rendendola fotorealistica.

Sono state quindi realizzate 52065 immagini per un totale di 4477 GigaPixel da cui sono stati ricostruiti in 3d 60 monumenti con il rispettivo territorio limitrofo, per una estensione totale di circa 140 km². In modo che le chiese fossero apprezzate nel contesto urbano o rurale nel quale sono inserite fornendo una cornice paesaggistica di grande impatto.

Per poter gestire una mole così enorme di dati il software organizza mesh e textures in un sistema LOD (livello di dettaglio) che è stato utilizzato dall'applicativo.

cattivo multimediale per visualizzare i dati in maniera selettiva e proporzionale al livello di zoom. Questo sistema piramidale ha reso possibile il download esclusivamente del dato che si sta visualizzando, massimizzando le performances e rendendo l'esperienza finale priva di tempi di attesa.

La piattaforma utilizzata per la visualizzazione dei 3d per questo progetto è CesiumJS un framework JavaScript -HTML5 che risulta compatibile con tutti i dispositivi moderni. Il cuore della piattaforma web è il sistema 3D tiles, che permette lo streaming in tempo reale dei contenuti 3D del progetto.

L'esplorazione interattiva di tutto il territorio della Sardegna ha consentito una visione dalla macro alla microscala garantendo sempre il massimo livello di dettaglio possibile con focus sulle aree oggetto di intervento. Un'icona contraddistingue ognuno dei 100 siti del Romanico e, per i 60 monumenti scelti, è possibile eseguire una visita in realtà virtuale tuffandosi nel 3D del monumento selezionato.

L'applicativo offre nello specifi-

co le seguenti funzionalità:

- Libera navigazione su tutto il territorio ricostruito;
- Fly through (“a volo d'uccello”) nella Chiesa selezionata;
- Selezione dell'itinerario del Romanico mediante menù;
- Selezione della scheda informativa/descrittiva del monumento;
- Attivazione automatica dell'audio-guida;
- Possibilità di visualizzare il Tour virtuale dell'interno della chiesa realizzato con foto 360°.

Un importante punto di forza derivato dall'utilizzo di Cesium è costituito dal fatto che il software creato è scritto in JavaScript ed è completamente Opensource. Ciò permetterà in futuro di modificare a piacimento la piattaforma per qualsiasi miglioia o ampliamento.

La piattaforma realizzata sarà utilizzabile anche da remoto e si potrà visitare attraverso il sito della Fondazione che da tutti gli altri sistemi di comunicazione attivati.

TECNOLOGIE PER VALORIZZARE

ED ACCEDERE AI MONUMENTI

Tra le varie tecnologie che interagiscono, questo progetto mira a valorizzare e preservare il patrimonio architettonico e culturale della Sardegna attraverso l'uso di tecnologie avanzate di rilievo e rappresentazione digitale.

La società “ Mirion.net” ha eseguito i rilievi degli interni delle chiese utilizzando la tecnologia Matterport. Questo strumento all'avanguardia consente di creare un “digital twin” degli ambienti interni, offrendo una rappresentazione dettagliata e interattiva. Matterport Pro 3 utilizza una combinazione di fotogrammetria ad alta risoluzione e scansione laser LIDAR per catturare ogni dettaglio con precisione millimetrica. I risultati sono esplorabili in realtà virtuale (VR) e accessibili direttamente dal Web tramite qualunque dispositivo, dallo smartphone al personal computer. Questo permette agli utenti di vivere una esperienza immersiva, esplorando gli interni dei monumenti come se fossero fisicamente presenti.

Per il rilievo degli esterni ci si è avvalsi di tecniche di aerofotogrammetria con UAS (Unmanned Aerial System), equipaggiato con sistemi di posizionamento RTK (Real Time Kinematic), che garantiscono una precisione centimetrica. Questo metodo ci ha consentito di creare modelli 3D estremamente accurati delle strutture architettoniche, catturando ogni dettaglio del monumento in alta risoluzione. I modelli 3D risultanti sono stati pubblicati sulla piattaforma Sketchfab, dove possono essere esplorati da chiunque e su qualunque dispositivo, facilitando così l'accessibilità e la fruizione del nostro patrimonio storico-culturale.

La combinazione di queste tec-

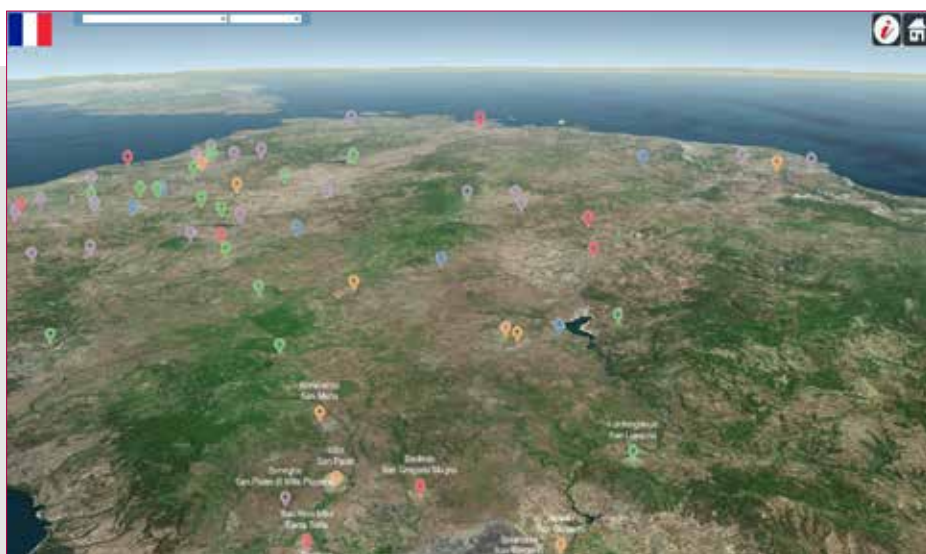


Fig. 2 - Itinerario del Romanico in 3D.

nologie ci permette di offrire una rappresentazione completa e interattiva delle chiese romaniche dell'itinerario sardo, sia internamente che esternamente, potendone così apprezzare anche nel dettaglio la loro architettura.

La possibilità di esplorare questi modelli digitali da remoto, non solo favorisce la conservazione e lo studio sul degrado delle strutture e dei materiali, ma soprattutto consente di divulgare la bellezza di questo straordinario patrimonio culturale un pubblico ampio costituito da studiosi ricercatori, studenti, e pubblico interessato in genere, da qualunque parte del pianeta. Consentono inoltre la progettazione e realizzazione di modelli tridimensionali ad uso tattile per utenti con bisogni di apprendimento specifici.

IL CIPPO DIGITALE

Mentre il volo virtuale per il tour dei monumenti romanici dell'Isola consente di avere una panoramica precisa sulla localizzazione dei monumenti nel territorio regionale, è necessario fornire informazioni accessibili anche ai visitatori che decidono di percorrere questi itinerari medioevali in presenza, per apprezzare la maestosità delle Cattedrali o l'emozione di scoprire una piccola chiesa immersa tra le campagne dell'interno dell'Isola o tra i centri storici di piccoli borghi ricchi di suggestione e tradizione.

Percorrendo gli itinerari del Romanico in Sardegna, in particolare quelli rurali, non sempre è possibile accedere all'interno delle chiese perché temporaneamente chiuse alle visite. Per superare questo problema, si è pensato ad una forma di accessibilità tecnologica, che consenta in modo virtuale di visitare il

monumento al suo interno, così da apprezzarne l'impianto architettonico, nonché le opere artistiche che spesso vi sono custodite.

Statue lignee, dipinti d'epoca, retable o pareti affrescate potranno essere visitabili virtualmente dal visitatore, che potrà soffermarsi a coglierne i particolari e documentarsi sulla loro storia o la tradizione che li accompagna. Per ottenere questo risultato, abbiamo pensato di dotare ogni chiesa di uno strumento efficace che risolvesse, anche in parte questo gap.

Il cippo digitale è il prodotto che unisce la tecnologia integrata ad un elemento naturale come la pietra, che si inserisce perfettamente nell'ambito paesaggistico che circonda il monumento, tanto di integrarsi in esso senza deturpare la bellezza dei luoghi, siano rurali o urbani.

Per raggiungere questo obiettivo, abbiamo utilizzato la pietra più comune in Sardegna, il basalto, una pietra scura che si integra nei paesaggi dell'Isola, e realizzato grazie ad un esperto artigiano, la "CP Basalti" di Boro (NU), dei cippi a base quadrata di circa 20 cm. ed alti circa 80 cm. Nella sommità è stata

applicata una piastra dello stesso materiale lapideo, stavolta cotto al forno a circa 1000 gradi e successivamente trattato con una particolare cristallina e poi ricotto, al fine di renderlo vetrificato e ulteriormente resistente alle intemperie ed alle erosioni. Su questa piastra è stato stampato un QRcode che inquadrato dal proprio smartphone, collegherà ad un link che darà accesso ad un virtual tour per la visita virtuale dell'interno del monumento, con immagini in alta definizione che consentono di apprezzare anche i minimi dettagli del monumento o delle opere artistiche presenti.

Inoltre il QRcode fornirà accesso ad una scheda scientifica del monumento, da cui trarre informazioni storiche sul sito, sul modello architettonico della chiesa e sulla sua datazione, nonché su altre notizie che riguardano gli aspetti religiosi e delle tradizioni legate alla chiesa visitata.

Ogni cippo sarà posizionato nelle immediate vicinanze di ognuna delle circa 100 chiese dell'itinerario, fornendo un contributo alla difficoltà di fruizione completa del monumento perché non accessibile o privo di altri sistemi informativi guidati.



Fig. 3 - Il Cippo digitale unisce tecnologia ed elementi naturali come il basalto.

In questo modo il visitatore avrà comunque a disposizione dei dati oggettivi del monumento e la sua visita sarà rafforzata da questi elementi virtuali integrativi ed interattivi.

Questo sistema consentirà di realizzare un itinerario del Romanico Sardo accessibile ed organizzato. Chiaramente, per coloro che per diversi motivi non avessero la possibilità di una visita in presenza, l'alternativa meno immersiva e reale, ma utile per la conoscenza e l'accessibilità al grande Itinerario del Romanico in Sardegna, è visitarlo comodamente seduti nella propria poltrona e accedere al sito della Fondazione www.fondazioneromanicosardegna.it. Sarà possibile volare virtualmente sul patrimonio romanico della Sardegna, visitare col percorso in 3D ognuna delle 100 chiese presenti, accedere a documen-

tazione scientifica e fotografica, acquisendo uno spaccato articolato e fedele alla realtà del patrimonio romanico dell'Isola.

LA GUIDA BEACON

Durante la visita ad alcune chiese campestri si potrebbe riscontrare delle zone con assenza di segnale internet e questo renderebbe chiaramente inaccessibile il sistema informativo tramite QRcode. Per superare questo problema e garantire al visitatore un sistema informativo valido si è pensato ad un sistema di connessione tecnologica alternativo e capace di fornire lo stesso livello di accessibilità alle informazioni e alla visita virtuale dei monumenti. abbiamo attivato un altro prodotto che Visitando alcune aree rurali Per superare il limite riscontrato in alcune delle aree rurali più isolate dell'Isola, con assenza del segnale Internet in

cui sono dislocate alcune chiese campestri, per cui il sistema informativo virtuale garantito dal Cippo digitale non sarebbe utilizzabile, abbiamo pensato di integrarlo utilizzando un altro sistema tecnologico che fornisca lo stesso livello di accessibilità alle informazioni e alla visita dei monumenti ai visitatori. Questo sistema informativo ed accessibile ai visitatori utilizza la tecnologia dei beacon, piccoli dispositivi Hardware che utilizzano la tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE) per trasmettere segnali radio agli smartphone nelle loro vicinanze, riuscendo così a fornire la visita guidata virtuale sullo smartphone anche in assenza di segnale internet. I segnali emanati dai beacon vengono interpretati dall'App compatibile installata preventivamente sui cellulari, e che consentono di inviare notifiche, informazioni o contenuti multimediali agli utenti, in base alla loro posizione. Nel contesto dell'Itinerario del Romanico in Sardegna il sistema beacon-app consente di arricchire l'esperienza di visita dei monumenti da parte dei visitatori, consentendo di ricevere sul proprio smartphone informazioni dettagliate sul monumento per apprezzarne meglio la sua visita, fornendo informazioni di carattere storico, architettonico e paesaggistico anche in diverse lingue.

La società "The Big Wave", che ha realizzato questo progetto, ha provveduto ad installare i beacon strategicamente all'interno e intorno alle chiese, in modo tale che quando i visitatori si trovano nelle vicinanze del monumento l'app installata sul proprio smartphone intercetta il beacon ricevendo così le informazioni su quel monumento accedendo a immagini,



Fig. 4 - Il Centro Europeo di Documentazione sul Romanico.

testi scientifici ed informativi, virtual tour e audio guide che rendono il monumento accessibile anche al racconto delle informazioni ed alla descrizione architettonica e paesaggistica rendendole accessibili anche ai non vedenti. Inoltre il sistema dei beacon consente di raccogliere dati statistici sulle presenze dei visitatori, sui loro comportamenti e sull'utilizzo dell'App, fornendo così preziose informazioni, per migliorarne ed ottimizzarne ulteriormente l'esperienza complessiva di visita al monumento romanico, o per fornire ulteriori notizie sul patrimonio culturale sardo presente in quel territorio.

CENTRO EUROPEO DI DOCUMENTAZIONE SUL ROMANICO

Finanziato Attraverso il contributo di un progetto Europeo Interreg denominato GritAccess (Grande Itinerario Accessibile), il Centro Europeo di Documentazione sul Romanico rappresenta la sede fisica della rete articolata nel territorio e punto di riferimento dei visitatori, che all'interno della struttura possono accedere ad informazioni e a strumenti di visita virtuale della rete delle circa 100 chiese che aderiscono all'Itinerario del Romanico in Sardegna.

Attraverso la presenza di tre postazioni idonee attrezzate con "oculus" è possibile interagire con l'itinerario 3D del volo aereo simulato, consentendo al visitatore una esperienza di realtà immersiva ed interattiva molto coinvolgente e suggestiva, che consente di visitare i monumenti nell'ambiente e nel paesaggio naturale nel quale sono inseriti.

Un grande tavolo touch consente di utilizzare lo stesso programma e visitare l'itinerario manualmente.

Per la visita virtuale delle chiese è possibile attingere da un elenco dei monumenti dell'itinerario ed è possibile visitarle rappresentate in una serie di schermi Ledwall e videowall presenti in una delle sale del Centro di Documentazione.

Attraverso l'uso dei Ledwall è possibile accedere ai virtual tour delle chiese dell'itinerario, e con l'ausilio degli oculus, immergersi tra le colonne, le cappelle, le navate, i capitelli, gli affreschi e le opere d'arte presenti all'interno delle chiese, in un percorso artistico che seppur virtuale trasmette sensazioni, emozioni e suggestioni straordinarie.

Ancora attraverso i grandi schermi in alta definizione si potranno cogliere le diverse viste dei monumenti, grazie alle foto aeree panoramiche catturate dai droni, che con l'ausilio di brevi filmati integrano le informazioni visive sulle chiese.

La combinazione di queste tecnologie avanzate ci permette di offrire una rappresentazione completa e interattiva delle chiese romaniche della rete Sarda, favorendone la conoscenza e promuovendo questo straordinario patrimonio culturale all'interno di un più vasto patrimonio europeo.

In definitiva una occasione per conoscere il romanico sardo con la sua storia, la sua arte, il paesaggio, e renderlo accessibile nelle forme più diversificate, con l'utilizzo di nuove tecnologie, integrate alle forme più tradizionali di comunicazione cartacea, che consente di far conoscere ed apprezzare il Grande patrimonio culturale e monumentale legato al medioevo sardo, che attraverso la sua storia ci accompagna alla visita dei centri storici dei piccoli borghi ed alla bellezza pa-

esaggistica dei territori rurali, in cui sono incastonati gioielli architettonici romanici ricchi di fede, tradizioni e storia, ci fanno riscoprire e ripercorrere le grandi vie di pellegrinaggio, raccogliendo testimonianze di antichi villaggi medievali abbandonati o scomparsi.



ABSTRACT

The knowledge, promotion and valorisation of Italy's Cultural Heritage express an extraordinary value in the international cultural panorama. Italy contains the major sites of cultural, archaeological and landscape interest which should be accessible to all. The "Sardinia Isola del Romanico" Foundation was created with the aim of showing the great monumental heritage of the Sardinian Middle Ages, represented by over 150 Romanesque monuments located throughout the island. To increase the use of these monuments it is essential to promote their real and virtual accessibility, introducing in both cases the use of new information and digital technologies. Accessibility has therefore become the key word to achieve this objective, which allows everyone to enjoy cultural heritage, breaking down distances and barriers.

PAROLE CHIAVE

TECNOLOGIA; VALORIZZAZIONE; BENI CULTURALI; FRUIZIONE; ACCESSIBILITÀ; VIRTUAL TOUR; DIGITAL TWIN; FOTOGRAMMETRIA; LIDAR; BEACON; MODELLI 3D

AUTORE

ANTONELLO FIGUS
ANTONELLOFIGUS@TISCALI.IT

PRESIDENTE FONDAZIONE SARDEGNA ISOLA DEL ROMANICO