

3D-ICONS: oggetti digitali archeologici 3D¹

Andrea D'Andrea

Università degli Studi di Napoli "L'Orientale", Napoli, Italia
dandrea@unior.it

Abstract. As the general public is becoming increasingly familiar with 3D content, the challenge of 3D-ICONS project was to provide high quality 3D cultural heritage content to Europeana. Particularly the project addressed to exploiting existing tools and methods and to integrate them in a complete supply chain of 3D digitisation to contribute a significant collection of 3D content. 3D-ICONS digitised a series of architectural and archaeological masterpieces of worldwide and European cultural significance and provided 3D models and related digital content to Europeana. The project has had as one of its main objectives the quality control of 3D data and establishing a metadata schema to support the provenance and paradata required for quality assurance of 3D models. The paper shows the achievements reached by the project.

Keywords: Europeana, 3DModels, Metadata, Provenance, Paradata.

1 Introduzione

Il grande pubblico oramai da tempo si mostra sempre più attento ai contenuti digitali 3D, non soltanto per gli aspetti visuali e spettacolari presenti nella ricostruzioni, ma anche per quelle informazioni supplementari che descrivono le tecniche impiegate, i modi di realizzazione, la base scientifica e ogni eventuale ulteriore elemento relativo ad ipotesi ricostruttive differenti. In rete si trovano molteplici modelli 3D interattivi - si pensi agli esemplari che riproducono i tanti edifici pubblici o privati di Pompei - e non sempre è facile comprendere quali repliche tridimensionali rispettino i monumenti originari oppure ne siano una fantasiosa rielaborazione o una delle tante versioni alternative scientifiche o parascientifiche proposte dai ricercatori. Distrarci tra differenti contenuti 3D non è semplice. Per superare queste limitazioni una illustrazione completa dell'oggetto culturale deve necessariamente accompagnare le fonti visualizzabili e consultabili; solo in questo modo è possibile garantire il corretto uso e riuso della risorsa online assicurando nel contempo una adeguata conservazione e preservazione della replica digitale nel lungo periodo.

Questo approccio innovativo, basato sulla creazione di modelli 3D altamente scientifici associati a descrizioni di elevata qualità, è stato sperimentato con successo

¹ Il contributo si basa in larga misura sul report "3D-ICONS Guidelines": <http://3dicons-project.eu/eng/content/download/5471/42086/version/1/file/3D-ICONS+Guidelines+.pdf>

nel progetto Europeo 3D-ICONS².

Coordinato dal Centro Interdipartimentale di Servizi di Archeologia dell'Università degli Studi di Napoli "L'Orientale", il progetto è stato realizzato da un ampio partenariato formato da istituzioni provenienti da nove paesi dell'Europa con differenti competenze nell'ambito della creazione di contenuti 3D. Tra i sedici partner del consorzio vi erano cinque centri nazionali di ricerca, tre università, un politecnico, due fondazioni, tre piccole imprese commerciali e, infine, due musei nazionali [1].

La proposta, ispirata alla strategia Europea 2020, si inseriva nelle tematiche contenute nell'Agenda Europea Digitale, finalizzata allo sviluppo di una economia digitale. In particolare 3D-ICONS mirava ad accrescere l'uso ed il riuso delle fonti 3D online attraverso la creazione di una ricca collezione di oggetti tridimensionali di siti, monumenti ed oggetti archeologici accessibili dal portale Europeana³.

2 Formati 3D per il WEB

Differenti metodologie e soluzioni tecniche sono state messe a punto per la pubblicazione online degli oggetti 3D, in particolare sul versante delle procedure di ottimizzazione tra quantità di dettagli da visualizzare e complessità del modello accessibile in rete. Nella valutazione del formato da utilizzare alcuni aspetti sono stati esaminati in funzione della potenziale platea di utenti. Qualsiasi opzione dovrebbe essere basata sui seguenti criteri:

1. servire una ampia varietà di utenti con differenti competenze, obiettivi e strumenti;
2. ottimizzare l'esperienza 3D del fruitore finale;
3. consentire ad utenti non esperti di accedere in modo semplice ai contenuti 3D;
4. realizzare un modello accessibile da una molteplicità di browser e dispositivi evitando installazioni supplementari di software e plug-in;
5. supportare il concetto di "risorsa esplorabile" (ad esempio url integrate nel modello).

Nel convertire i modelli, i creatori di contenuti 3D devono valutare se la pubblicazione dell'oggetto richieda particolari formati che garantiscano la corretta fruizione della risorsa. Se la complessità della replica digitale non è compatibile con le risorse della rete una eccessiva semplificazione del modello rischia di compromettere il risultato finale che non risulta utile né per lo specialista né per un pubblico di non addetti ai lavori; in tali circostanze, che sono la maggioranza per il panorama dei vasti complessi archeologici ed architettonici, vanno impiegate soluzioni innovative.

Per la pubblicazione online degli oggetti 3D, i partner di 3D-ICONS hanno utilizzato due approcci principali: il formato 3D PDF o soluzioni basate sull'HTML5/WebGL. In un numero limitato di casi sono stati sperimentati anche formati alternativi.

² www.3dicons-project.eu. Il progetto, di durata triennale, è terminato il 31 Gennaio 2015.

³ www.europeana.eu.

La tabella seguente esemplifica il *range* delle differenti soluzioni adottate dai partner del progetto 3D-ICONS per la pubblicazione dei contenuti 3D.

3D MODEL	OBJECTS		COMPLEX BUILDINGS		SITES	
	Low	High	Low	High	Low	High
3D PDF	Yes					
HTML5/WebGL	Yes	Optimised model Nexus/ point cloud		Optimised model Point cloud		Optimised model Point cloud
X3D	Yes	Optimised model	Yes	Optimised model	Yes	Optimised model
Unity3D/UnReal			Yes	Optimised model		Optimised model
Pseudo-3D	Special cases (glass etc)	Yes		Yes		Yes

Tab. 1. La tabella mostra la tipologia di software impiegata in rapporto alla complessità del modello 3D.

Il formato 3D PDF, adoperato con ottimi successi anche da altri progetti Europei⁴, offre la possibilità di integrare negli oggetti 3D anche annotazioni; esso appare, ancora oggi, il modo migliore, più rapido ed efficiente per pubblicare in rete oggetti 3D. Il 3D PDF fornisce un set di strumenti per misurare, annotare creare sezioni ed animazioni e può essere adoperato offline e online. Particolari viste possono essere predefinite per semplificare l'interazione con l'utente finale, mentre addizionali contenuti come testi, video e immagini possono essere agevolmente integrati nel PDF. I modelli non sono ottimizzati per la visualizzazione online e devono, pertanto, essere necessariamente scaricati; spesso per semplificare il download la replica digitale viene decimata con evidenti perdite di dettagli e compressione delle *texture*. Inoltre il formato non è utilizzabile per applicazioni su dispositivi mobili, mentre i *viewers* sviluppati come *plug-in* dai fornitori dei browser non hanno le funzionalità avanzate di Adobe e non consentono la visualizzazione e fruizione di contenuti 3D. Il formato 3D PDF appare di grande utilità soprattutto per oggetti poco complessi, come statue, vasellame e ambienti di dimensioni ridotte.

Altre soluzioni, basate sull'HTML5 e sul WebGL, sono state sviluppate soprattutto per consentire la visualizzazione online di file particolarmente complessi e con elevati dettagli superando alcuni dei principali svantaggi del formato 3D PDF. I formati HTML5 o WebGL sono attualmente stabili e garantiscono le funzionalità necessarie non solo alla pubblicazione, ma anche alla ottimizzazione di riproduzioni digitali di architetture e monumenti articolati. I vantaggi di questi approcci sono in estrema sintesi i seguenti:

- nessuna necessità di installare software o plug-in per visualizzare gli oggetti 3D;
- sono supportati dalla maggior parte dei browser;
- sono multi-piattaforma e sono visualizzabili sui dispositivi mobili;

⁴ www.carare.eu; www.linkedheritage.eu.

- usano in modo trasparente tutte le risorse 3D della scheda grafica.

HTML5 e WebGL usano una architettura di tipo *cloud*: i modelli risiedono su un server che fornisce il software necessario alla corretta visualizzazione del 3D in una normale pagina html.

Tra gli altri formati adoperati per la visualizzazione online degli oggetti si segnala in particolare l'X3D; successore del VRML, X3D è un linguaggio XML creato per descrivere ambienti virtuali interattivi che possono essere riprodotti e visualizzati in ambiente HTML5. Il formato offre straordinarie capacità di manipolazione e può essere adoperato nel WebGL; tuttavia il modello finale, basato su differenti file, non può essere referenziato ad un singolo URI. Alcuni oggetti, infine, sono stati pubblicati con le tecnologie adoperate per i video giochi (Unity3D, Unreal) oppure con sistemi di pseudo 3D (objectVR).

Nonostante il 3D PDF rimanga il formato più diffuso per la distribuzione di oggetti 3D online, nuove soluzioni sono state sperimentate con l'obiettivo di ampliare ed estendere l'interazione dell'utente con il modello 3D accessibile in rete senza limitare e ridurre la complessità dell'oggetto originale. In un futuro non troppo lontano i formati HTML5 e WebGL, trasformeranno gli oggetti 3D in elementi naturali della rete.

3 Metadati per il 3D

Considerata la varietà dei processi di digitalizzazione disponibili e la complessità - non soltanto morfologica - degli oggetti culturali da replicare in formato digitale, la produzione in larga scala di record 3D ha richiesto la creazione di un adeguato sistema di gestione per le fasi di acquisizione, elaborazione e pubblicazione dei modelli. In particolare 3D-ICONS ha sviluppato uno schema di metadati in grado di registrare l'intero ciclo di vita del record dalla fase iniziale della acquisizione dell'oggetto 3D fino alla conservazione e ai possibili riusi del modello.

Nel campo delle tecnologie per il 3D esistono numerose strumentazioni e metodologie utilizzabili per il *data-capture* e il *processing* dei dati. Differenti tecniche possono essere integrate in un unico processo oppure essere impiegate in forma alternativa per ragioni di ordine pratico, logistico o di tipo scientifico. Le motivazioni - didattiche e/o comunicative - che ispirano la creazione di un oggetto 3D rendono ancora più complesso il processo di digitalizzazione dell'oggetto culturale poiché di frequente per uno stesso record archeologico abbiamo a disposizione molteplici interpretazioni e ricostruzioni.

I modelli finali, indipendentemente dalla loro complessità e/o risoluzione e dalle tecniche più o meno sofisticate impiegate, non possono essere interpretati e correttamente riutilizzati senza poter disporre delle informazioni relative agli oggetti originari ed al modo ed alle condizioni in cui tali oggetti sono stati digitalizzati. Il ricercatore può annotare tutte le informazioni necessarie ad una completa comprensione del record digitale all'interno di un documento descrittivo in grado di registrare gli eventuali settaggi selezionati (calibrazione, tolleranza, errore strumentale), le condizioni fisiche al momento della ripresa e tutti quegli ulteriori

elementi, come le fasi di post-elaborazione, che possono contribuire al miglioramento o perfezionamento del processo.

Per rispondere alla maggiore richiesta di comprensione e trasparenza dei modelli online, 3D-ICONS ha realizzato uno schema di metadati basato sulla definizione della *provenance*, come richiamato dal W3C *Provenance* Incubator Group⁵, e dei paradati, secondo i principi contenuti nella London Charter⁶, nonché sulla descrizione dettagliata dell'oggetto culturale. Mentre la *provenance* registra il processo tecnico che al termine produce un oggetto digitale, i paradati descrivono le informazioni relative ai processi di comprensione e interpretazione dell'oggetto e anche le motivazioni alla base della realizzazione della replica digitale⁷.

Lo schema adottato da 3D-ICONS si basa sulla struttura del modello realizzato dal progetto CARARE con l'aggiunta di alcune proprietà e relazioni. CARARE era stato messo a punto per assicurare l'interoperabilità tra i metadati creati e conservati da differenti istituzioni culturali europee. Lo schema aveva lo scopo di semplificare la mappatura di collezioni di metadati su un tracciato comune. CARARE si basava sulla descrizione dell'oggetto fisico, delle relazioni con le successive riproduzioni digitali e delle diverse attività, tra cui ad esempio il trasferimento di proprietà, lo spostamento tra musei, etc., che coinvolgevano il bene culturale registrato. La versione di CARARE sviluppata da 3D-ICONS aggiunge al tracciato originario un set di dati che descrive i processi impiegati a livello umano e tecnologico per la digitalizzazione dell'oggetto 3D.

Le informazioni aggiuntive sono state strutturate sulla base dello schema del CRM_{dig} [3] testato positivamente nell'ambito del progetto Europeo 3D-COFORM⁸. Il modello⁹, appariva particolarmente adatto alla rappresentazione del *workflow* per il 3D, dall'acquisizione all'elaborazione, dalla decimazione, fino alla pubblicazione e, infine, riuso della risorsa digitale. Attraverso una complessa rete semantica di relazioni connesse ad eventi differenti, lo schema consente di registrare gli strumenti adoperati e le differenti fasi del processo di elaborazione e trattamento del modello 3D; con CRM_{dig} è possibile descrivere correttamente il sistema di organizzazione delle riprese e la metodologia adoperata, ad esempio, per l'allineamento delle scansioni.

Tutti questi aspetti sono stati recepiti nel nuovo schema adottato da 3D-ICONS; con l'introduzione di alcune specifiche relazioni (*general purpose*; *had specific purpose*) è stata semplificata l'associazione tra le diverse fasi di digitalizzazione e *processing* dei dati con gli obiettivi generali e specifici delle singole ricostruzioni digitali 3D [4,

⁵ www.w3.org/2005/Incubator/prov/wiki/What_Is_Provenance.

⁶ www.londoncharter.org. La London Charter non implementa uno schema di metadata, né prescrive uno specifico metodo di registrazione; essa piuttosto stabilisce dei principi per l'uso di strumenti (concettuali e tecnologici) finalizzati ad una corretta visualizzazione delle ricostruzioni tridimensionali.

⁷ L'esigenza di inserire, in uno schema per il 3D, dati relativi alla provenance e ai paradati è affrontato anche in [2].

⁸ www.3d-coform.eu.

⁹ Il tracciato è disponibile anche in formato RDFS: www.ics.forth.gr/isl/rdfs/3D-COFORM_CRMdig_v2.7.rdfs.

5]. Leggendo i metadati è quindi possibile comprendere se, ad esempio, la bassa risoluzione di un oggetto sia stata prescelta per aumentare l'interazione e l'interattività online dell'oggetto per finalità divulgative oppure se i livelli di dettaglio riprodotti abbiano una affidabilità scientifica o siano discrezionali, arbitrari o una delle possibili ricostruzioni. I metadati contengono inoltre informazioni sull'accesso, la licenza e le possibilità di riuso dei dati e di qualsiasi altra informazione digitale associata al modello.

Per garantire la compatibilità dei metadati con Europeana lo schema è stato mappato sull'EDM che attualmente rappresenta il modello adottato dalla biblioteca digitale Europea. Poiché nello schema fisico dell'EDM non è stato ancora implementato il modello ad eventi, né alcune proprietà e relazioni presenti invece nella documentazione logica del tracciato, molte delle informazioni registrate da 3D-ICONS non sono mappate sull'EDM e pertanto non sono visualizzabili in Europeana.

Il caricamento dei metadati è stato eseguito seguendo differenti strategie. Mentre alcuni partner disponevano, già prima dell'avvio del progetto, di dati strutturati relativi agli oggetti culturali da replicare in 3D, altri soggetti non avevano alcun dato digitale di tipo descrittivo o testuale; se nel primo caso era necessario mappare i dati sullo schema adottato da 3D-ICONS consentendo eventualmente di aggiungere le voci mancanti per la *provenance* e i *paradata*, nel secondo invece si doveva mettere a disposizione un *tool* in grado di semplificare la compilazione dei dati in base al tracciato prescelto per i metadati.

Per i dati formalizzati preesistenti, come ad esempio database di collezioni museali, è stato riutilizzato uno strumento online sviluppato nel progetto CARARE¹⁰; MINT, adeguato ai nuovi obiettivi con piccole variazioni ai componenti principali del sistema, fornisce le funzioni necessarie al caricamento dei dati e al successivo *mapping*. L'utente decide come eseguire l'aggregazione tra i due schemi e quali voci aggiungere nella trasformazione. Il *tool* verifica la correttezza della procedura, la conformità allo schema, la cardinalità delle voci, l'univocità dei campi indicizzati. Al termine dei controlli viene eseguita la conversione nel nuovo tracciato e, se richiesto, sullo schema EDM adottato da Europeana.

Diverso è stato l'approccio messo a punto per i partner senza precedenti dati descrittivi e con poche competenze nella produzione di metadati. Per facilitare la creazione di record è stato sviluppato un *Metadata Editing Tool* che fornisce le funzioni base per l'editing di nuovi metadati; il sistema, disponibile online, si basa su semplici *template* o blocchi di informazioni che possono essere creati, modificati e riutilizzati per la compilazione delle schede. Allo scopo di favorire l'omogeneità nella compilazione dei record e soprattutto per promuovere l'uso di strumenti semantici gli utenti hanno utilizzato nella creazione di alcune voci i valori di vocabolari associati ad URI persistenti; in particolare per gli Attori, i Concetti e i Luoghi si è fatto riferimento, ad esempio, a risorse disponibili online come DBpedia, Getty Thesaurus, Geonames. Realizzata in parallelo con l'acquisizione, l'elaborazione e la pubblicazione degli oggetti 3D, la fase della creazione dei metadati è apparsa da subito essenziale per il successo della *pipeline*.

¹⁰ http://mint.image.ece.ntua.gr/redmine/projects/mint/wiki/Introduction_to_MINT

4 IPR e 3D

Strettamente connesso al tema della pubblicazione del contenuto 3D è il riconoscimento della proprietà intellettuale. In 3D-ICONS questo aspetto è stato esaminato considerando in primo luogo le differenti legislazioni nazionali e successivamente analizzando le varie fasi delle lavorazioni. Lo schema di IPR proposto è finalizzato a salvaguardare i diritti individuali sui metadati, sui modelli e sulle eventuali derivazioni (foto e video) e sull'integrazione dell'oggetto 3D in una differente risorsa multimediale.

Nella creazione di un contenuto 3D gli attori coinvolti sono numerosi: dal custode del bene fino al soggetto che, dopo l'acquisizione ed il trattamento dei dati grezzi, distribuisce ed eventualmente commercializza il modello finale. Un corretto modello di IPR deve quindi prevedere le fasi in cui si articola la produzione di un oggetto 3D e proteggere le competenze e gli investimenti dei differenti soggetti interessati.

Se il proprietario del bene, pur investendo poche risorse finanziarie ed umane, dispone di un grande potere di controllo sull'intero processo, il soggetto che realizza il 3D impiega attrezzature costose e un *know-how* altamente specialistico che tenderà a tutelare soprattutto nei confronti di un eventuale soggetto terzo interessato a produrre repliche dall'originario contenuto 3D.

Lo schema di IPR, proposto da 3D-ICONS, integra in un unico modello tutte le fasi del processo cercando di evidenziare il ruolo di ciascun attore nella creazione della risorsa digitale. Lo schema si rileva particolarmente utile nel caso di riuso, a fini commerciali, di oggetti 3D consentendo di allocare correttamente i diritti relativi ai diversi soggetti coinvolti nei differenti stadi dell'intera *pipeline*.

Ogni istituzione, in base alle proprie politiche e alle legislazioni nazionali, può liberamente decidere come tutelare i propri diritti. Sebbene siano disponibili licenze restrittive, che posso prevedere il pagamento per il solo accesso al modello, o accordi liberali, che al contrario offrono l'accesso senza alcuna limitazione, l'adozione di una licenza del tipo Creative Commons Attribution-Non-Commercial-No-Derivatives (CC-BY-NC-ND) consente la distribuzione non commerciale del contenuto ponendo l'obbligo, in caso di riuso, che sia sempre segnalata nei *credits* l'organizzazione e/o i soggetti che hanno creato la risorsa digitale.

Per quanto riguarda i metadati, 3D-ICONS ha adottato la strategia seguita da Europeaana che, per incrementare la visibilità dei propri dati ed il riuso delle risorse, rilascia liberamente i record con licenza Creative Commons (CC0).

5 Conclusioni

3D-ICONS ha fornito ad Europeaana, oltre 3.000 metadati relativi a circa 5.000 modelli 3D, più di 17.000 immagini ad alta risoluzione e 287 video; tutte le risorse con i relativi metadati sono scaricabili gratuitamente dal sito di Europeaana o dai differenti portali messi a disposizione dai partner. Per un numero limitato di oggetti, realizzati ad alta risoluzione, è necessario richiedere al proprietario del contenuto una specifica autorizzazione per il download.

All'interno di Europeana divengono accessibili in 3D complessi archeologici e architettonici che testimoniano la ricchezza e la varietà del patrimonio culturale Europeo; spesso si tratta di siti localizzati in aree remote non facilmente raggiungibili oppure di oggetti fragili e di non semplice comprensione da parte di utenti non specialisti. Molte ricostruzioni sono state realizzate con tecniche differenti e con diversa risoluzione per soddisfare una ampia serie di potenziali utenti. In alcuni casi i modelli sono basati su ipotesi ricostruttive alternative, mentre in altri oggetti dispersi in differenti collezioni e musei sono stati virtualmente ricollocati nel loro contesto originario.

Per raggiungere gli obiettivi definiti nella proposta progettuale 3D-ICONS ha integrato strumenti e metodi per il 3D - dalla digitalizzazione e acquisizione con differenti tecnologie fino al *rendering* finale - in una stabile *pipeline*, fornendo numerosi approfondimenti sui formati 3D per il WEB, sui metadati per il 3D e, infine, sulla tutela della proprietà intellettuale.

L'esperienza, che emerge alla conclusione delle attività, rafforza il convincimento che nella produzione di un qualsiasi oggetto 3D un passaggio obbligato sia rappresentato dalla creazione di metadati di elevata qualità che consentano un più efficiente uso e riuso delle fonti e migliorino l'accesso al contenuto 3D in rete. 3D-ICONS ha raggiunto questo obiettivo sviluppando uno schema di metadati in grado di semplificare l'archiviazione e la pubblicazione online dei modelli riprodotti.

Un portale¹¹, ideato come strumento di verifica dello stato di avanzamento della procedura di *harvesting*, è stato in seguito trasformato in sito web per la presentazione degli oggetti 3D e dei relativi metadati, ed utilizzato come *repository* dinamico. Il portale ha un motore di ricerca che consente di selezionare i modelli partendo dalla localizzazione dell'oggetto su una mappa oppure da una lista di campi predefiniti. L'utente può visualizzare l'oggetto e, grazie ai metadati associati, ottenere informazioni complete sui processi, sulle attrezzature e sulle eventuali licenze per il riuso della fonte.

Bibliografia

1. D'Andrea, A. Integrating Architectural and Archaeological 3D-Models into Europeana. Newsletter di Archeologia CISA 3, 87-109 (2012)
2. Ronzino, P., Niccolucci, F. & Hermon, S., 2012. A metadata schema for Cultural Heritage documentation. In Electronic Imaging & the Visual Arts (EVA). Florence: Firenze University Press, pp. 36-41
3. M. Doerr, M. Theodoridou, "CRMdig: A generic digital provenance model for scientific observation", Proceedings of TaPP 2011: 3rd USENIX Workshop on the Theory and Practice of Provenance, Heraklion, Greece (2011)
4. D'Andrea, A., Fernie, K. 3D-ICONS Metadata Schema for 3D Objects. Newsletter di Archeologia CISA 4, 159-181 (2013)
5. D'Andrea, A., Fernie K. CARARE 2.0: a metadata schema for 3D Cultural Objects. In Digital Heritage 2013, International Congress, IEEE Proceedings, 137-143 (2013).

¹¹ <http://3dicons.ceti.gr/>