

# Involucri digitali del Patrimonio Culturale

Il design genera nuovi modelli di business

**Elisabetta Cianfanelli** *elisabetta.cianfanelli@unifi.it*

**Margherita Tufarelli** *margot.tufarelli@gmail.com*

**Gabriele Goretti** *gabriele.goretti@unifi.it*

**Ramona Aiello** *ramona.aiello@unifi.it*

Università di Firenze, Dipartimento di Architettura DIDA

Il contributo nasce nell'ambito delle attività di ricerca del REI Lab (*Reverse Engineering and Interaction Design*) che, all'interno del DESIGNCAMPUS dell'Università degli Studi di Firenze, dedica parte della sua attività di ricerca alla ricostruzione 3D e riproduzione di Opere d'Arte e artigianato artistico. In questo lavoro si indaga sulle modalità con cui le discipline del design affrontano le problematiche relative alla digitalizzazione del patrimonio artistico e alla sua diffusione e si descrive l'attività di ricerca del REI Lab volta a sviluppare un processo di scansione 3D innovativo e agile con grande attenzione alla qualità del prodotto digitale finito, alla sua comunicazione e divulgazione che generano nuovi modelli di business museali.

*Digitalizzazione, Patrimonio culturale, Scanner 3D, Cross fertilization, Nuovi modelli di business*

This project comes as part of the REI Lab's (Reverse Engineering and Interaction Design) research activities that, within the DESIGNCAMPUS of the University of Florence, devotes part of its research to the 3D reconstruction and reproduction of works of art and crafts. This paper investigates how the design disciplines face problems related to the digitization of artistic heritage and its dissemination, and describes the research and the process developed in REI lab, through practical examples of digitization of works and environment.

*Digitization, Cultural heritage, 3D scanners, Cross fertilization, New business models*

E. Cianfanelli Orcid id: 0000-0003-0241-1826

M. Tufarelli Orcid id: 0000-0003-4824-6715

G. Goretti Orcid id: 0000-0002-9662-041X

R. Aiello Orcid id: 0000-0001-7501-3074

ISBN: 978-88-940517-3-5

## Introduzione

Il patrimonio culturale per il suo valore storico ed estetico è un bene che rappresenta l'identità dell'uomo. La sua conservazione e valorizzazione necessitano di un'approfondita documentazione, sia in termini propriamente storico-artistici, «sia per quanto concerne le caratteristiche fisiche di posizione, forma, colore e geometria» (Bitelli, 2002, p. 9).

Negli ultimi anni i progressi conseguiti nel campo delle tecnologie digitali hanno aperto nuovi scenari e suggerito molteplici applicazioni. Nel settore dei Beni Culturali la diffusione e il continuo perfezionamento di strumenti per l'acquisizione e la restituzione di dati tridimensionali, permettono di documentare e comunicare informazioni, determinando nuove modalità di accesso alla conoscenza.

Le attuali tecnologie e metodologie per la documentazione del patrimonio culturale generano prodotti digitali in 3D molto realistici, che potrebbero essere impiegati per:

- creazione di archivi digitali;
- percorsi museali alternativi;
- interventi di comunicazione di opere d'arte in altri luoghi;
- esposizioni di opere o parti non disponibili;
- esposizione di opere o frammenti di esse;
- ricerca;
- supporto a diagnostica e restauro;
- comunicazione e divulgazione;
- didattica.

Tuttavia non esiste ancora un sistematico e ben strutturato utilizzo dei modelli 3D nel campo del Cultural Heritage (Remondino, Rizzi, 2010, p. 85).

Il REI Lab (Reverse engineering, Experience and Interaction Design), all'interno del DESIGN CAMPUS dell'Università degli Studi di Firenze, sviluppa processi di digitalizzazione e restituzione digitale del patrimonio culturale in chiave Design Driven in cui l'innovazione è guidata dal design, non viene dal mercato, ma crea nuovi mercati; non spinge nuove tecnologie, ma dà vita a nuovi significati (Verganti, 2009).

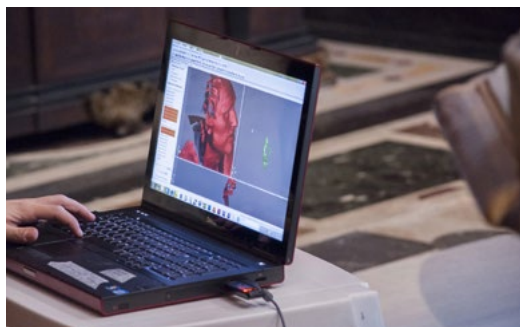
Il presente contributo intende descrivere il ruolo del Design nella valorizzazione e comunicazione del Patrimonio Culturale attraverso le tecnologie digitali. Il bene culturale nell'ambito della comunicazione, può assumere la connotazione di *prodotto culturale*, dal momento in cui il trasferimento di tecnologie e l'intero processo di digitalizzazione sono di fatto frutto di un progetto.

### Descrizione degli attori: l'operatore/designer

Una delle caratteristiche più interessanti del Design per Beni Culturali è quella di trasferire processi innovativi propri di altri settori merceologici e di altri ambiti d'applicazione (come quello delle tecnologie digitali) al settore culturale, solitamente meno disposto ad essere oggetto di progettazione in questo campo.

Tra le competenze del design c'è anche quella di dare forma ai contenuti per permettere la condivisione, la divulgazione, la conoscenza. Dare forma non solo in termini materiali, ma anche avvalendosi dell'immaterialità degli strumenti propri delle nuove tecnologie. Progettare la relazione tra bene culturale e utente, ma anche progettare il processo attraverso cui questa relazione avviene. L'azione del design per la valorizzazione del patrimonio culturale, attiva competenze specifiche per l'avvio di processi sistemici integrati. In particolare, il design, una disciplina che per operare nella complessità contemporanea si relaziona

01



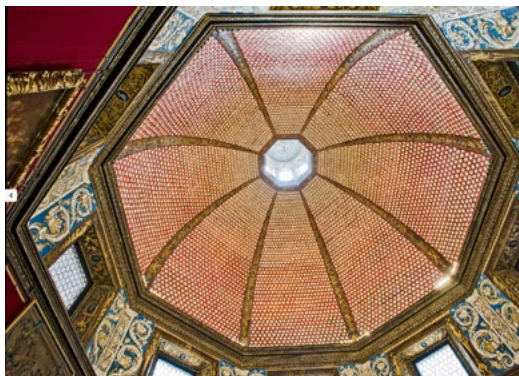
01

Esempio di  
*range image*

con diversi ambiti del sapere, può contribuire alla valorizzazione dei beni, impiegando le potenzialità offerte dalle nuove forme di comunicazione, ideando nuovi sistemi, strumenti e lessici per la costruzione di “architetture comunicative” adeguate e partecipative.

Il processo di acquisizione tridimensionale sviluppato dal laboratorio REI si avvale dell'utilizzo di uno scanner 3D a luce strutturata e a brandeggio manuale; la velocità, l'accuratezza e l'assoluta sicurezza rispetto a potenziali danni all'opera, lo rende il dispositivo ideale per la scansione di opere d'arte e manufatti artistici. Il sistema è dotato di una testa ottica con quattro telecamere, in grado di acquisire la forma tridimensionale di un oggetto con estrema precisione. La proiezione di una luce sull'opera fornisce coordinate tridimensionali che fanno riferimento ad un numero elevatissimo di punti e generano una *range image* [fig. 01]

02



02

Risultato del rilievo tradizionale per la parte architettonica della Tribuna

03

Risultato della ricostruzione in 3D della Tribuna degli Uffizi

descrivendo la superficie dell'oggetto scansionato. Lo strumento opera in un unico ambiente software di elaborazione integrato che gestisce nuvole di punti e *mesh*.

Ogni operazione di scansione è un caso a sé. Pertanto l'esperienza, la conoscenza e la capacità progettuale dell'*operatore designer* generano delle costanti varianti del sistema. Egli si trova spesso con l'impossibilità di accesso a porzioni o all'intero oggetto, distanze non accettabili, necessità di adottare dispositivi speciali (carrelli elevatori, sopraelevate, ecc.). All'operatore/designer è dunque richiesta grande flessibilità operativa, con la consapevolezza che ogni caso richiede una soluzione specifica, *progettata ad hoc*.

### Descrizione del processo di scansione

Il processo di acquisizione è stato applicato alla Tribuna degli Uffizi di Firenze e a due sarcofagi egizi della XXI Dinastia, conservati presso il Musée Royaux d'Art et d'Histoire di Bruxelles [1], sarà pertanto descritto attraverso le due *case histories* con obiettivi e risultati differenti.

03



### Caso studio 1. La Tribuna degli Uffizi

La celebre Tribuna degli Uffizi, successivamente al restauro concluso nel 2012, è attualmente chiusa al pubblico per motivi di conservazione. Proprio in ragione della sua preziosità e per finalità di carattere divulgativo, ossia permettere al grande pubblico di goderne, è stata eseguita la ricostruzione 3D dell'ambiente e delle opere in esso contenute [fig. 03].

Grazie al processo di digitalizzazione il pubblico può visionare l'ambiente ed il suo contenuto online [2] attraverso uno schermo interattivo che permette di avvicinarsi alle opere virtualmente laddove non è possibile farlo fisicamente, ammirarne i dettagli, ottenere informazioni, osservare le opere e il loro contenitore da un punto di vista inedito.

Per la Tribuna degli Uffizi le operazioni di rilievo si sono rivelate estremamente complesse a causa della difficoltà di accesso a grosse porzioni delle opere e all'impossibilità di spostarle. È stato necessario muovere tutta l'attrezzatura al termine dell'acquisizione di ogni *Range image*, compresi i tappetini protettivi, e sistemarla nuovamente per l'acquisizione successiva.

Il primo passo è stato un rilievo architettonico tradizionale, corredato di documentazione fotografica [fig. 02], successivamente si è proceduto con la scansione delle singole opere. Sono state scansionate in 3D tutte le statue presenti nella Tribuna [fig. 04], in particolare cinque statue grandi e nove statue più piccole.

I basamenti sono stati invece identificati in due categorie: una tipologia dalla morfologia squadrata ha subito un rilievo di tipo tradizionale, e una seconda ricca di decorazioni, dettagli e superfici in sottosquadro, ha visto nello scanner lo strumento ottimale per essere rilevata.

04  
Operatori al  
lavoro per la  
Tribuna degli  
Uffizi

05  
Esempio di *range  
image* a colori



04



05

E. Cianfanelli, M. Tufarelli,  
G. Goretti, R. Aiello

06



06  
Fascio di luce  
proiettato dallo  
scanner 3D

07  
Risultato della  
scansione 3D  
della statua  
“Satiro Danzante”,  
officina Romana  
I sec. d.C

Il numero di *range image*, e quindi di acquisizioni, deve essere sufficiente a generare un modello completo [fig. 05], con la minore presenza possibile di “buchi”. I buchi che si vengono a formare sull’embrionale modello 3D, non sono altro che le zone di ombra che lo scanner non riesce ad acquisire in quanto esso registra solo i punti in cui rimbalza la luce proiettata [fig. 06]. Proprio per questo la competenza dell’operatore/designer gioca un ruolo fondamentale ai fini di ottenere un modello di qualità, l’intero processo deve essere progettato volta per volta al fine di ottenere un risultato ottimale.

La durata totale del processo di acquisizione è stata di sette giornate di lavoro. Successivamente i modelli 3D acquisiti sono stati elaborati in collaborazione con Parallelo s.a.s., che si occupa della gestione delle reti informatiche del Polomuseale Fiorentino [3].

I modelli derivanti dallo scanner 3D sono stati trasformati in *mesh* accuratissime (milioni di poligoni) sulle



07

quali sono state eseguite una serie di operazioni volte a renderle compatibili e più precisamente utilizzabili con *Unity 3D* [4]. Il prodotto della scansione è un modello 3D ad altissima definizione (milioni e milioni di poligoni). In relazione all'obiettivo finale, il modello è stato manipolato al fine di ottenere un file leggero in misura di *mega bytes*, ma opportunamente definito in termini di qualità e particolari visibili. Prendendo quindi in prestito nozioni sulla modellazione 3D in ambito *gaming*, ciascun modello è stato trattato come segue:

- mappatura UV delle textures;
- duplicazione (il modello è stato duplicato per intervenire sulla copia, lasciando inalterato l'originale);
- decimazione (estrema riduzione di poligoni fino a perdere ogni caratteristica del modello);
- sovrapposizione (è stato attribuito il "vestito" texture in altissima definizione del primo modello a quello decimato ottenendo così un modello 3D definito ma leggero in termini di *mega bytes*) [fig. 07].

La leggerezza del modello risulta fondamentale in relazione all'output previsto dalla ricostruzione: ricreare un ambiente e il suo contenuto su supporto digitale e permettere all'utente di navigare ed esplorare, l'ambiente nei minimi dettagli.

### **Caso studio 2. Museès Royaux d'Art et d'Histoire di Bruxelles**

L'Istituto Europeo di Restauro dell'isola d'Ischia [5] ha promosso, all'interno del Museès Royaux d'Art et d'Histoire di Bruxelles, un innovativo percorso di visita che ha consentito al pubblico di poter partecipare e seguire in tempo reale le operazioni di restauro per due sarcofagi egizi della XIII dinastia, supportate dalla scansione 3D degli stessi. L'obiettivo è stato quello di coadiuvare il restauro ligneo attraverso l'utilizzo di modelli 3D al fine di generare materiale scientifico e divulgativo.

A distanza di luoghi ed epoche è stato possibile applicare lo stesso processo ai sarcofagi appartenenti al Museès Royaux d'Art et d'Histoire di Bruxelles.

All'interno del percorso espositivo del Museo Egizio di Bruxelles, è stata costruita una capsula di vetro [fig. 08] con lo scopo di ospitare i restauratori al lavoro sui sarcofagi; possiamo quindi parlare di "involucro nell'involucro", la capsula che a sua volta contiene i sarcofagi che rappresentano l'involucro intangibile del processo.

In quest'occasione è stato applicato il processo di scansione integrato dal rilievo dei colori. Questa differenza sostanziale ha permesso di rilevare, al di là della super-

ficie lignea e delle sue caratteristiche ed irregolarità, anche il rivestimento policromo dei sarcofagi.

Il processo di acquisizione ha avuto una durata di quattro giorni. Le difficoltà riscontrate dagli operatori sono state relative al rilevamento dei colori. Tale esigenza comporta delle accortezze da prendere nei confronti dell'illuminazione dell'ambiente in cui si opera, che, per non alterare il risultato della sessione, deve essere costante e preferibilmente fredda. Inoltre lo stesso processo meccanico di acquisizione subisce l'influenza della luce e dei colori propri dell'oggetto (es. il colore nero assorbe più luce degli altri); pertanto si è ottimizzato il processo di acquisizione impostando un set luminoso costante per la durata del lavoro.

Le scansioni elaborate sono state successivamente utilizzate come supporto all'intervento di restauro. Tramite i modelli 3D elaborati [fig. 09] [fig. 10] è stato possibile confrontare le opere prima e dopo l'intervento, simulare, almeno in parte, il restauro stesso. I modelli sono stati un fondamentale supporto per la redazione delle schede componenti la relazione sull'intervento di restauro.

### **Approccio del design**

La ricerca ha quindi descritto una metodologia operativa con definizione delle procedure di digitalizzazione del Patrimonio Culturale, utilizzata in un primo momento per la realizzazione di archivi digitali di imprese manifatturiere storiche italiane, e successivamente trasferita ad oggetti di interesse storico-artistico. Questa procedura consente di sviluppare un processo di scansione 3D agile e innovativo, con un focus sulla qualità del prodotto digitale finito, sulle possibilità comunicative e divulgative di un modello digitale tridimensionale.

Quest'attenzione alle qualità percepite si incontra «nell'emergere della tematica del “design dell'esperienza” come ultima frontiera della progettazione. [...] La capacità del design di prefigurare scenari progettuali con l'attenzione a nuovi contesti d'uso diviene competenza chiave a supporto del processo di innovazione, a tal punto che assume talvolta una dimensione consulenziale ed autonoma nella quale l'oggetto del progetto non è più il prodotto ma lo scenario stesso» (Manzini, Jegou, 2004 p. 189).

Altro aspetto fondamentale integrato ai casi studio descritti è basato sul trasferimento di conoscenza da altri campi del sapere. Nel caso del lavoro presso la Tribuna degli Uffizi di Firenze, le figure coinvolte sono state programmatori, storici dell'arte e designer, con interazioni

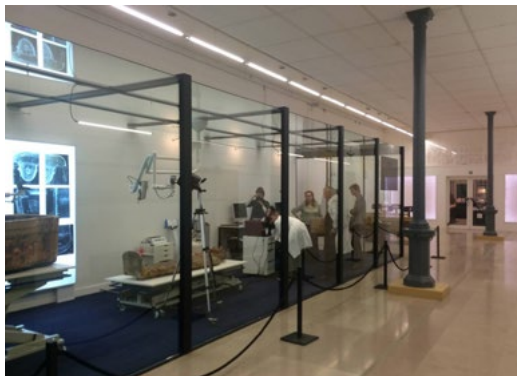


parallele e in simultanea solo nell'applicazione finale; mentre nel caso del Musée Royaux d'Art et d'Histoire di Bruxelles, che ha visto coinvolti designer, restauratori, fisici e chimici e la presenza inoltre di un egittologo, il processo si è attuato in maniera condivisa in tempi e spazi, in ogni fase, unendo le singole specificità in maniera trasversale e contestuale.

Risulta oggi sempre più necessario un coordinamento tra le discipline e un superamento dei loro confini, che dovrebbero essere considerati permeabili, espandibili e trasferibili. Solo quando siamo in grado di superare questi limiti, allora la conoscenza potrà allargarsi oltre i confini disciplinari.

All'interno de *La Carta della Transdisciplinarietà* redatta da Basarab Nicolescu, Edgar Morin e Lima De Freitas, si definisce rigore, apertura e tolleranza i tratti fondamentali dell'attitudine e della visione transdisciplinare. Il rigore di «tener conto di tutti i dati presenti», l'apertura verso l'accettazione «dell'ignoto, dell'inatteso e dell'imprevedibile» e la tolleranza verso «la constatazione che esistono idee e verità contrarie ai principi fondamentali della transdisciplinarietà» (Marzocca, 2014b) [6]. Sono sempre più attuali le discussioni, le ricerche e i dibattiti sulla metodologia dell'approccio transdisciplinare applicabile a tutti i campi della conoscenza. Alfonso Montuori nella sua visione sulla transdisciplinarietà propone un modo del tutto diverso di pensare alla conoscenza e offre una meravigliosa opportunità di indagine dei nostri assunti fondamentali circa la conoscenza, la generazione della conoscenza e la ricerca. La transdisciplinarietà non richiede una conoscenza esaustiva di tutte le discipline, ma il suo focus sta nel "comprendere come la conoscenza viene creata" [7].

08



08

Capsula  
dell'Istituto  
Europeo del  
Restauro  
all'interno del  
Musée Royaux  
d'Art et d'Histoire  
di Bruxelles



09-10  
Risultato della  
scansione 3D

### Nuove esperienze

I sostanziali progressi nell'ambito della digitalizzazione dei Beni Culturali hanno permesso l'acquisizione attraverso prodotti digitali di un ricchissimo archivio di ricchezze e di saperi specialistici. Questa acquisizione risulta quindi un passaggio determinante per fare del patrimonio culturale italiano non solo un'eredità da conservare ma anche un bacino di valori su cui sviluppare modelli culturali ed economici, sia a supporto della ricerca, della conservazione e del restauro, che di modelli di fruizione dei Beni stessi. Come emerge dai casi studio presentati, uno dei settori che principalmente offre la possibilità di creare nuovi modelli di fruizione e consultazione del Patrimonio storico-artistico è sicuramente quello dell'interazione user-Bene Culturale. I supporti digitali possono quindi permettere un nuovo accesso dell'utente alla conoscenza, all'esperienza e a nuove occasioni di consultazione di opere a grande valore evocativo, anche se a volte di difficile comprensione. La procedura descritta ha permesso di diffondere i valori della conoscenza e la fruizione delle opere attraverso nuovi modelli interattivi design-oriented, per la loro conservazione, divulgazione e valorizzazione. La ricerca, condotta attraverso la cultura progettuale propria delle discipline del design, porta a comporre nuovi servizi riguardanti la valorizzazione del patrimonio, nonché di delineare nuovi scenari museali e nuovi modelli di gestione del patrimonio artistico.

Allo stesso modo, in ambito archeologico, le contemporanee tecniche di restauro supportate da tecnologie digitali possono definire nuovi livelli di conoscenza e di coinvolgimento emozionale del pubblico. Se importanti musei come il Musée Royaux d'Art et d'Histoire di Bruxelles sviluppano "restauri in diretta" in appositi spazi vetrati visibili al pubblico dei visitatori, si potranno anche realizzare visualizzazioni interattive di come il museo è cambiato o migliorato dal restauro. Si potranno quindi sviluppare esperienze di approfondimento o di didattica che portino pubblico di studenti o di visitatori incuriositi a comprendere l'importanza del lavoro del restauratore e magari anche a conoscere storie meno conosciute relative a un'opera di cotanto valore.

#### NOTE

[1] <http://www.kmkg-mrah.be/fr/node/3353>

[2] [www.tribunadegliuffizi.it](http://www.tribunadegliuffizi.it)

[3] Lavoro svolto in collaborazione con [www.parallelo.it](http://www.parallelo.it)

[4] Unity 3d software generalmente utilizzato per il gaming  
<https://unity3d.com>

[5] <http://www.istitutoeuropeodelrestauro.it>

[6] <http://www.atopon.it/il-manifesto-della-transdisciplinarita/>

[7] Montuori (2015) propone cinque dimensioni che costituiscono il percorso di una ricerca transdisciplinare e possono rappresentare un'euristica per il lavoro transdisciplinare.

#### REFERENCES

Bauman Zygmunt, *Liquid Modernity*, 2000 (tr. it. *Modernità liquida*, Roma-Bari, Laterza, 2002, pp. 272).

Godin Guy, Rioux Marc, Beraldin J-Angelo, Levoy Marc, Courmoyer Luc, "An assessment of laser range measurement of marble surfaces", pp. 49-56, in *Proc. of the 5<sup>th</sup> conference on optical 3-D measurement techniques*, Vienna, 1-4 Ottobre 2001.  
<https://graphics.stanford.edu/papers/marble-assessment/>  
[2 giugno 2016]

Bitelli Gabriele, "Moderne tecniche e strumentazioni per il rilievo dei beni culturali", pp. 9-24, in *Geomática per L'Ambiente, il Territorio e il Patrimonio Culturale*, Atti della 6 Conferenza Nazionale ASITA, Perugia, 5-8 novembre, 2002, Vol. 1.

Manzini Ezio, Jegou Francois, "Design degli scenari", pp. 189-207, in Paola Bertola, Ezio Manzini, *Design multiverso. Appunti di fenomenologia del design*, Milano, Polidesign, 2004, pp. 253.

Peloso, Daniela, "Tecniche laser scanner per il rilievo dei beni culturali", *Archeologia e Calcolatori* n. XVI, 2005, pp. 199-224.

Branzi Andrea, *Modernità debole e diffusa*, Milano, Skira, 2006, pp. 180.

De Luca Livio, Veron Philippe, Florenzano Michel, "Reverse engineering of architectural buildings based on a hybrid modeling approach", *Computer & Graphics*, Volume 30, Issue 2, April **2006**, pp. 160-176.

Ikeuchi Katsushi, Miyazaki Daisuke, *Digitally archiving cultural objects*, New York, Springer, **2008**, pp. 503.

Sacco Pier Luigi, "L'accesso alle opportunità culturali nell'economia dell'esperienza", pp. 23-38, in Francesco De Biase, *L'arte dello spettatore*, Milano, Franco Angeli, **2008**, pp. 480.

Trocchianesi Raffaella, "Strutture narrative e metalinguaggi design-oriented per la fruizione del patrimonio culturale", *Tafterjournal* n. 10, **2008**.

<http://www.tafterjournal.it/2008/12/22/strutture-narrative-e-metalinguaggi-design-oriented-per-la-fruizione-del-patrimonio-culturale/> [23 Gennaio 2016]

Remondino Fabio, Girardi Stefano, Rizzi Alessandro, Gonzo Lorenzo, "3D modeling of complex and detailed cultural heritage using multi-resolution data", *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)* JOCCH Homepage archive, Volume 2, Issue 1, July **2009**, art. n. 2.

Verganti Roberto, *Design-driven innovation. Cambiare le regole della competizione innovando radicalmente il significato dei prodotti e dei servizi*, Milano, Etas, **2009**, pp. 282.

Remondino Fabio, Rizzi Alessandro "Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites - techniques, problems, and examples", *Applied Geomatics*, Volume 2, Issue 3, September **2010**, pp. 85-100.

Russo Valentina, *Giulio Carlo Argan, Restauro, critica, scienza*, Firenze, Nardini, **2010**, pp. 216.

Remondino Fabio, "Rilievo e modellazione 3D di siti e architetture complesse", *Disegnarecon, Università di Bologna*, Volume 4, Issue 8, **2011a**, pp. 90-98.

Remondino Fabio, "Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning", *Special Issue Remote Sensing in Natural and Cultural Heritage*, **2011b**, pp. 1104-1138.

Conti Giovanni Maria, *Cross fertilization: Un approccio al progetto per la Moda*, Milano, Mondadori, **2012**, pp. 93.

Marzocca Fabio, "Il nuovo approccio Scientifico verso la transdisciplinarietà", *Quaderno Mythos* (supplemento rivista *Átopon*), n. 10, **2014a**, pp. 41.

Marzocca Fabio, "recensione de il manifesto della transdisciplinarietà di Basarab Nicolescu", *Átopon, centro studi Mythos – Psicologia analitica – Psicoantropologia simbolica*, **2014b**.

<http://www.atopon.it/il-manifesto-della-transdisciplinaria/> [2 Febbraio 2016]

Montuori Alfonso, "The Perils of Pernicious Polarities: Contemplating Creativity, Collaboration, and Complexity", *Integral Leadership Review*, **2015**.

<http://integralleadershipreview.com/12951-47-the-perils-of-pernicious-polarities-contemplating-creativity-collaboration-and-complexity/> [2 febbraio 2016]