

# Realtà aumentate

Contaminazioni digitali tra il settore dell'audiovisivo e quello del tessile e moda

testo di/text by Margherita Tufarelli, Leonardo Giliberti, Filippo Maria Disperati

**Augmented realities. Digital contaminations between the audiovisual sector and the textile and fashion sector**

## **1. Territories of production: the Prato district**

Italian fashion manufacturing is characterized by excellence rooted in the production districts: geographical and cultural territories where a significant part of the know-how, territorial craft skills and intangible knowledge connected to them is produced and nurtured, through the activities of a series of specialized companies, in terms of production and technology. The companies in these districts form a unicum - the Italian Fashion System - capable of representing an important strategic axis for the country and playing a central role in attracting other sectors (Sistema Moda Italia, 2022), defining a solid space for inter-sectoral innovation. The Prato area is one of Italy's most significant manufacturing districts (Becattini, 2000; 2015). Here, the interweaving of humanistic, technological and design knowledge converges in the industrial dimension, resulting in a plurality of conceptual, process, production and research visions. Distinguished by an ancient heritage, stratified since the Middle Ages (Melis, 1989) and closely linked to textile processing, the district currently extends over an area of 7 km<sup>2</sup>, employing 42,166 textile and clothing operators organized in 6,805 companies (Confindustria Toscana, 2021), constituting the largest textile district in Europe and the centre of gravity of Italian production. The commu-

## **1. Territori di produzione: il distretto di Prato**

La manifattura moda italiana è caratterizzata da eccellenze radicate nei distretti produttivi, territori geografici e culturali in cui si produce e si alimenta una parte significativa del saper fare, delle competenze artigianali territoriali e dei saperi intangibili ad esse collegate, attraverso le attività di una serie di imprese specializzate in termini produttivi e tecnologici. Le aziende presenti in questi distretti formano un unicum - il Sistema Moda Italiano - in grado di rappresentare un asse strategico importante per il Paese e di ricoprire un ruolo centrale di attrazione nei confronti di altri comparti (Sistema Moda Italia, 2022), rappresentando un forte spazio di innovazione inter-settoriale. Il territorio di Prato si configura come uno dei più significativi esempi di distretto manifatturiero (Becattini, 2000; 2015) sul territorio Nazionale. Qui l'intreccio di saperi umanistici, tecnologici e progettuali converge nella dimensione industriale, restituendo una pluralità di visioni ideative, processuali, produttive e di ricerca. Distinguendosi per un *Heritage* antico, stratificato fin dal Medioevo (Melis, 1989) e strettamente legato alla lavorazione tessile, il distretto attualmente si estende su un'area di 7 km<sup>2</sup>, occupando 42.166 operatori nel Tessile e Abbigliamento organizzati in 6.805 aziende (Confindustria Toscana, 2021) costituendo il distretto tessile più grande d'Europa, nonché baricentro della produzione italiana. Il distretto, e secondo una logica di governance più ampia l'intero territorio urbano di Prato, è da tempo teatro di sperimentazione di tecnologie a supporto delle filiere del tessile e della moda (Lazzaretti & Capone, 2014) coltivando una forte vocazione innovativa: scelta tra le 100 Città europee ad accogliere la sfida della neutralità climatica entro il 2030, la città di Prato è stata anche una delle 5 italiane coinvolte nella sperimentazione della rete 5G. Le dinamiche di trasformazione digitale, fortemente accelerate dalla pandemia, hanno prodotto un impatto significativo sul sistema moda, così come sulle altre industrie creative. Agendo direttamente sui linguaggi di rappresentazione della realtà e degli immaginari, il digitale sta rivoluzionando pratiche e processi di produzione, distribuzione, comunicazione e vendita proponendo nuovi spazi di espressione e territori di contaminazione tra la moda ed il settore audiovisivo. Casi studio significativi sono già rintracciabili nelle esperienze più recenti della fashion industry, si pensi alla produzione di oggetti mediatici sofisticati, quali cortometraggi e miniserie fortemente volute dai direttori creativi. Ancora rilevanti sono le sperimentazioni nella *game industry* con *in-game items*, NFTs su Blockchain e la crescente importanza del Metaverso quale nuovo spazio di socialità e per il retail e la comunicazione. Da queste esperienze emerge che l'audiovisivo è in grado di amplificare il potere espressivo e narrativo della moda, per generare nuove opportunità in merito alla rappresentazione, alla generazione di valore, mutandone la natura, le modalità di consumo e la carica simbolico-culturale. Su questo fertile terreno si pongono le fondamenta concettuali del progetto di ricerca *Prato Phygital* oggetto del presente contributo ed in particolare sull'opportunità di valorizzare

nity, and according to a broader governance logic, the entire urban territory of Prato, has been for a long time the theatre of experimentation of technologies supporting the textile and fashion supply chains (Lazzaretti & Capone, 2014), cultivating a solid, innovative vocation: chosen among the 100 European cities to take up the challenge of climate neutrality by 2030, the town of Prato was also one of the 5 Italian cities involved in 5G network experimentation. The dynamics of digital transformation, enormously accelerated by the pandemic, have produced a significant impact on the fashion system, as well as on other creative industries. Acting directly on the languages of representation of reality and imagery, digital is revolutionizing practices and processes of production, distribution, communication and sales, proposing new spaces of expression and territories of contamination between fashion and the audiovisual sector. Significant case studies can already be found in the most recent experiences of the fashion industry, such as the production of sophisticated media objects, such as short films and miniseries, strongly desired by creative directors. Still relevant are the experiments in the game industry with in-game items, NFTs on Blockchain and the growing importance of the Metaverse as a new space for sociality and retail and communication. From these experiences, it emerges that audiovisuals can amplify fashion's expressive and narrative power to generate new opportunities regarding representation and value generation, changing its nature, consumption modes and symbolic-cultural charge. It is on this fertile ground that the conceptual foundations of the Prato Phygital research project - the subject of this contribution - are laid, and the opportunity to valorize and nurture territorial know-how and its essential role in the territory's productive and cultural context. The Prato Phygital project essentially envisages three phases, carried out with the support and cooperation of partners, including universities, local authorities, telecommunication companies, research bodies, cultural institutions, and private companies. The first phase envisages the development of a process for digitizing textiles that, even without twofoldings, can make it possible to reconstruct their fundamental characteristics and convey their qualities digitally. The second phase envisages using digital models using as a basis for processing audiovisual products such as short films, films and animation aimed at textile training. Within the framework provided by the Prato Phygital project, this contribution intends to present the preliminary results of the first project actions concerning the development of a digital laboratory for archival textiles. The results of this first phase will provide a solid basis for building the audiovisual products envisaged in the subsequent steps of the project.

## **2. Territories of contamination: Relationship between fashion and audiovisuals**

The relationship between fashion and audiovisuals is a partnership that began in the early days of cinema. Among the authors most relevant to the his-

ed alimentare il saper fare territoriale ed il ruolo essenziale che ricopre nel contesto produttivo e culturale del territorio. Il progetto *Prato Phygital* prevede sostanzialmente tre fasi svolte con il supporto e la collaborazione di un totale di dieci partner tra Università, Enti locali, imprese delle telecomunicazioni, enti di ricerca, istituzioni culturali ed aziende private. La prima fase prevede l'elaborazione di un processo di digitalizzazione dei tessuti che, anche in assenza di specifiche tecniche, possa permettere di ricostruirne le caratteristiche fondamentali e veicolarne le qualità su supporto digitale. La seconda fase prevede l'impiego dei modelli digitali ottenuti come base per l'elaborazione di prodotti audiovisivi come ad esempio cortometraggi, film ed animazione finalizzati alla formazione in campo tessile. All'interno della cornice fornita dal progetto *Prato Phygital*, il presente contributo intende presentare i risultati preliminari delle prime fasi progettuali, quelle relative all'elaborazione di una procedura di digitalizzazione per i tessuti d'archivio. I risultati di questa prima fase forniranno una solida base sulla quale costruire i prodotti audiovisivi previsti dalle successive fasi del progetto.

## **2. Territori di contaminazione: Rapporto tra moda e audiovisivo**

Il rapporto tra moda ed audiovisivo è un sodalizio cominciato fin dal cinema delle origini, tra gli autori più rilevanti per la storia del film di moda è particolarmente importante ricordare, tra il 1898 e il 1900, il pioniere del cinema d'inganno Georges Méliès che realizzò divertenti spot pubblicitari per i corsetti *Mystère*, utilizzando ballerine e l'ausilio del movimento inverso (Bessy & Duca, 1961: 142-3). Questi film venivano proiettati sulla strada all'esterno del teatro Robert-Houdin a Parigi, il che, sebbene non fosse del tutto unico all'epoca, li rende un primo esempio di presentazione extra-cinematografica di un film di moda. È particolarmente interessante che entrambi i film di Méliès promuovessero articoli già pronti, piuttosto che il lavoro di couturier, questo forse perché si considerava il cinema un abbinamento troppo industriale, democratico e non sofisticato. Uno dei primi esempi di incursione di un couturier nel cinema è il film promozionale di Paul Poiret del 1911 che ripercorre l'intera storia dei suoi modelli e include filmati dei suoi manichini dalla famosa festa "Le mille e una notte". L'idea di un'attrazione reciproca tra moda e cinema si tradusse presto nelle strategie di "soft-sell" utilizzate nei film di finzione main stream (Allen, 1980: 481-99). I produttori più prolifici di cinegiornali di moda furono Pathé-Frères e Gaumont in Francia. Pathé lanciò il suo cinegiornale settimanale *Pathé Journal* nel 1909 e nello stesso anno presentò per la prima volta un articolo legato alla moda (Evans, 2011); dal 1910-11 fu distribuito in alcuni paesi di lingua inglese tramite *Pathé Animated Gazette* e *Pathe's Weekly*, con formati che variavano da paese a paese. Accanto ai cinegiornali e alle riviste cinematografiche, negli anni Trenta emersero film documentari più consistenti su vari aspetti dell'industria della moda, che di solito ibridavano il documentario con tecniche pubblicitarie e d'avanguardia. Il film in technicolor *The Dancing Fleece* (1951) di Frederick Wilson, sponsorizzato dalla *National Wool Textile Export Corporation*, è un altro documentario pubblicitario straordinariamente sperimentale che celebra la produzione laniera britannica. Il film è un tripudio di colori che combina una coreografia di danza moderna - di Harold Turner del *Sadler's Wells* - con le affascinanti animazioni di Lotte Reiniger: una mise en scène quasi surrealista popolata da manichini e riprese dettagliate di filati e tessuti di lana (Marketa Uhlírova, 2013). Nel corso degli anni Ottanta, proprio mentre la televisione cominciava a riconoscere il fascino dei programmi dedicati alla moda, stilisti e rivenditori iniziarono a inserire video d'atmosfera nelle loro sfilate e nei loro negozi, per esempio, la boutique di punta di Jean Paul Gaultier in rue Vivienne a Parigi, aveva schermi video installati sia nelle vetrine che sul pavimento del negozio. Negli anni 2000 SHOWstudio ha ricoperto un ruolo centrale nell'emergente cultura della moda e dell'immagine in movimento. Fondata dal fotografo di moda Nick Knight e dal *graphic designer* Peter Saville, questa piattaforma è stata pionieristica nell'espressione e divulgazione del concetto di rivista di moda come sito web, sperimentando fin dall'inizio gli aspetti della "logica elettronica" come il tempo, la durata, il movimento, il suono e la partecipazione attraverso l'interattività e il dialogo. Si è trattato della prima piattaforma che ha incoraggiato i designer di moda a realizzare film come mezzo per mostrare le loro collezioni ed utilizzare i mezzi cinematografici per ripensare la rappresentazione della moda stessa. Il linguaggio dei fashion film ha dato di fatto nuova energia narrativa alla moda e ai suoi immaginari (Maria Luisa Frisa, 2022: 148). Nel 2020, durante la pandemia, il fashion film ha sostituito in alcuni casi la sfilata, basti pensare al regista italiano Matteo Garrone che ha realizzato per Dior due cortometraggi per presentare le due collezioni haute couture 2020 e 2021. Il fashion film non è più un sottoprodotto della fotografia di moda, della pubblicità o della sfilata, ma un prodotto autonomo con la propria dignità e valore (Nathalie Khan, 2012). Anche in Italia negli ultimi anni si è sviluppato un crescente interesse per i fashion film, dal 2014 a Milano si svolge ogni anno il "Milano Fashion Film Festival" fondato e diretto da Costanza Cavalli Etro, un evento internazionale ed un punto di incontro culturale dove vengono presentati fashion film provenienti da tutto il mondo. Nello scenario contemporaneo legato alla sperimentazione tra video, moda ed arte è interessante raccontare alcune esperienze collocate sul territorio toscano, come il "Teatro Studio di Scandicci", raro esempio di spazio teatrale innovativo e di sperimentazione realizzato nell'area metropolitana fiorentina. Già nel 1975, mostra una notevole vocazione per operazioni culturali di grande spessore accogliendo il contributo di gruppi quali il "Teatro Mascarà" e i "Piccoli Principi". Successivamente diventa palcoscenico di esperienze artistiche di avanguardia: negli anni Ottanta con i "Magazzini Criminali" ed in seguito negli anni Novanta e Duemila con la compagnia teatrale "Krypton" fondata nel 1982 da Giancarlo Cauteruccio. La compagnia basa la sua poetica sulla ricerca tecnologica e la sua applicazione nella scena e nelle arti, approfondendo le relazioni tra il corpo teatrale e gli ap-

tory of fashion films, it is essential to remember, between 1898 and 1900, the pioneer of the cinema of deception, Georges Méliès, who made amusing advertisements for *Mystère corsets*, using dancers and the aid of reverse movement (Bessy and Duke, 1961: 142-3). These films were shown on the street outside the Robert-Houdin theatre in Paris, which, although not unique at the time, makes them an early example of an extra-cinematic presentation of a fashion film. It is exciting that both of Méliès' films promoted ready-made items rather than the work of couturiers, perhaps because cinema was considered too industrial, democratic and unsophisticated a combination. One of the earliest examples of a couturier's foray into cinema is Paul Poiret's promotional film 1911, which traces the entire history of his designs and includes footage of his mannequins from the famous *Thousand and One Nights* party. The idea of a mutual attraction between fashion and film soon translated into the 'soft-sell' strategies used in mainstream fiction films (Allen 1980: 481-99). The most prolific producers of fashion newsreels were Pathé-Frères and Gaumont in France. Pathé launched its weekly newsreel *Pathé Journal* in 1909, and in the same year, presented a fashion-related item for the first time (Evans, 2011); from 1910-11, it was distributed in some English-speaking countries through *Pathé Animated Gazette* and *Pathe's Weekly*, with formats varying from country to country. Alongside newsreels and film magazines, more notable documentary films on various aspects of the fashion industry emerged in the 1930s, usually hybridizing the documentary with advertising and avant-garde techniques. Frederick Wilson's technicolour film *The Dancing Fleece* (1951), sponsored by the National Wool Textile Export Corporation, is another extraordinarily experimental advertising documentary celebrating British wool production. The film is a riot of colour that combines modern dance choreography - by Harold Turner of Sadler's Wells - with Lotte Reiniger's fascinating animations: an almost surrealist *mise en scène* populated by mannequins and detailed shots of wool yarns and fabrics (Marketa Uhlířová 2013). During the 1980s, just as television was beginning to recognize the appeal of fashion programmes, designers and retailers began to include atmospheric videos in their fashion shows and shops, for instance, Jean Paul Gaultier's flagship boutique on rue Vivienne in Paris had video screens installed both in the windows and on the shop floor. In the 2000s, SHOWstudio played a central role in the emerging fashion and moving image culture. Founded by fashion photographer Nick Knight and graphic designer Peter Saville, this platform pioneered the expression and dissemination of the concept of the fashion magazine as a website, experimenting from the beginning with aspects of 'electronic logic' such as time, duration, movement, sound and participation through interactivity and dialogue. It was the first platform that encouraged fashion designers to make films to show their collections and use film media to rethink the representation of fashion itself. The language of fashion films gave

parati tecnologici, linguistici, audio-visuali, creando pionieristicamente spettacoli affidati ad elementi scenografico-visuali in spazi virtuali. Una parte importante del loro lavoro è poi costituita dal "Teatro Architettura", ossia l'inserimento di spettacoli e scenografie in luoghi urbani preesistenti. Infine, sempre in Toscana, un'altra realtà interessante è "Manifatture Digitali Cinema", un'infrastruttura che offre servizi innovativi per le produzioni cinematografiche e audiovisive, inaugurata nella città di Prato nel 2018. "Manifatture Digitali Cinema" offre anche opportunità di alta formazione a chi vuole lavorare nel settore, riposizionando vecchi mestieri e saperi artigianali in un'industria che richiede professionalità sempre più qualificate e specializzate. Queste realtà testimoniano e rappresentano, oggi, un'opportunità di scambio e una risorsa per il sistema dei distretti tessile/abbigliamento in toscana che sempre di più necessitano di nuove tecnologie e strumenti per la comunicazione del prodotto moda.

### 3. Territori di sperimentazione

Con la diffusione degli spazi digitali e la sempre maggiore affluenza di utenti di diversa natura, la moda assume oggi un ruolo di primaria importanza nella rappresentazione virtuale (Kuijpers et al., 2020). Se inizialmente, infatti, la tecnologia digitale ha trovato largo utilizzo nelle industrie legate all'intrattenimento, si è poi diffusa anche nel resto delle industrie produttive (Westerman et al., 2011), fino a diventare oggi un asset strategico per quelle industrie legate alla sensibilità dei consumatori, come ad esempio l'industria della moda (Kim et al, 2017). Un interesse legato, da una parte alle possibilità emozionali ed immersive delle risorse digitali e ai linguaggi che ne scaturiscono, dall'altra alla maggiore efficienza raggiungibile in tutta la catena del valore: dal marketing, con la diffusione degli e-commerce e dei *social media*, alle operazioni di *back-end* con le simulazioni 3D, l'*Internet of Things*, la realtà aumentata e l'intelligenza artificiale (Mullon, 2015). Questo approccio duale tra realtà e digitale produce benefici riscontrabili sia a monte, ad esempio nella prototipazione digitale (Papachristou e Bilalis, 2015), che a valle, dove le interazioni umane su *social media*, videogiochi e realtà aumentata producono nuovi modelli di consumo e di business (McKinsey, 2022). È quindi comprensibile come la digitalizzazione del sistema abbigliativo abbia un duplice campo di applicazione, sia nelle case di produzione cinematografiche e di videogiochi, per vestire i personaggi virtuali animati, sia nell'industria dell'abbigliamento, per la prototipazione, la verifica operativa e la comunicazione e vendita dei prodotti reali. È altresì comprensibile come la resa dei capi in 3D sia strettamente legata alla resa dei tessuti in 3D e, sebbene la prima abbia avuto un opportuno studio e sviluppo, la seconda richiede oggi di essere approfondita. La resa dei tessuti in digitale non ha oggi raggiunto il suo potenziale per via del comportamento fisico del tessuto. Digitalizzare le fasi di prototipazione e sviluppo di prodotti moda ha richiesto innanzitutto la risoluzione dei problemi di simulazione dovuti alla deformabilità dei tessuti. In particolare, la simulazione deve riprodurre il comportamento meccanico non lineare delle superfici, visibile ad esempio in punti come pieghe e grinze, e l'interazione che avviene tra i vari indumenti dell'abbigliamento e il corpo (Arribas & Alfaro, 2018); texturizzazione. Ad oggi la texturizzazione dei tessuti, nella maggior parte dei casi, passa dalla fotografia o dalla scannerizzazione. Questo processo presenta alcune criticità. Le condizioni di luce falsano i colori; la qualità dell'immagine catturata non è sufficiente per dettagliare le fibre dei filati, con un conseguente appiattimento della resa; fotografare un tessuto nel dettaglio risulta molto complesso dal punto di vista sia dell'allineamento della camera al modulo, che della deformazione che il modulo subisce. Il modulo infatti deve essere successivamente ottimizzato per essere utilizzato, modificando la foto attraverso ad esempio rotazione, ritaglio e ridimensionamento. Il processo per la resa dei tessuti in 3D agisce sul secondo punto, realizza infatti delle texture progettate: le specifiche tecniche, dal titolo del filato all'armatura jacquard, producono un'immagine che simula la realtà. La ricostruzione di questa immagine è la simulazione del tessuto reale, che è possibile gestire in maniera più efficace dal punto di vista della luce, della qualità dei dettagli e della precisione del modulo. I tessuti scelti per il processo di digitalizzazione sono stati selezionati con lo scopo di coprire il più possibile le tipologie tessili esistenti. Dopo una prima scrematura ne sono stati scelti 5 della azienda Marini e 5 del Museo del tessuto: i primi sono prevalentemente prodotti con telaio a licci, e sono in parte di archivio fuori produzione e in parte attuali in produzione; quelli del Museo del Tessuto appartengono ad epoche diverse che vanno dal 1400 al 1800, presentano motivi e fantasie ben più complessi di quelli aziendali e per questo sono stati riprodotti con telaio Jacquard. Essendo antichi presentano segni del tempo e in alcuni casi parti mancanti, oltre ad essere difficilmente riproducibili con



a destra/on the right: Diverse visualizzazioni di simulazioni tessili / Various visualisations of textile simulations

sotto/below: Alcune texture modulari di filati scannerizzati / Some modular textures of scanned yarns

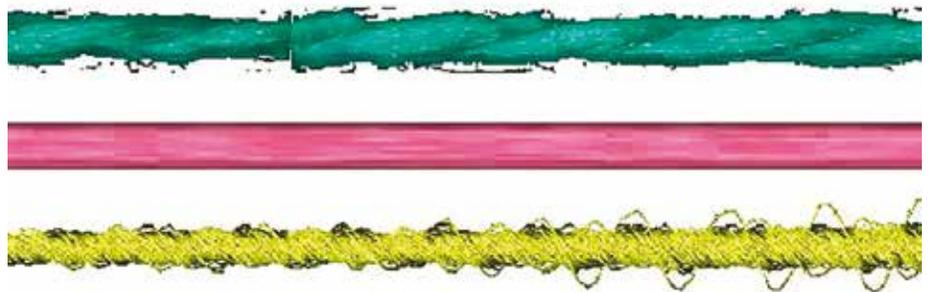
new narrative energy to fashion and its imagery (Maria Luisa Frisa, 2022: 148). In 2020, during the pandemic, fashion film had, in some cases, replaced the fashion show, think of the Italian director Matteo Garrone, who made two short films for Dior to present the two haute couture collections 2020 and 2021. The fashion film is no longer a by-product of fashion photography, advertising or the fashion show but an autonomous product with dignity and value (Nathalie Khan, 2012). In Italy, too, there has been a growing interest in fashion films in recent years. Since 2014, the Milano Fashion Film Festival, founded and directed by Constanza Cavalli Etro, has been held every year in Milan: an international event and cultural meeting point where fashion films from all over the world are presented. In the contemporary scenario linked to experimentation between video, fashion and art, it is interesting to recount some experiences located in the Tuscan territory, such as the Teatro Studio in Scandicci, a rare example of an innovative and experimental theatre space realized in the Florentine metropolitan area. As early as 1975, it showed a remarkable vocation for cultural operations of great depth by welcoming the contribution of groups such as Teatro Mascarà and Piccoli Principi. It became the stage for avant-garde artistic experiences: in the 1980s with the “Magazzini Criminali” and later in the 1990s and 2000s with the Krypton theatre company founded in 1982 by Giancarlo Cauteruccio. The company bases its poetics on technological research and its application on stage and in the arts, deepening the relations between the theatrical body and technological, linguistic and audiovisual apparatuses, pioneering performances entrusted to scenographic-visual elements in virtual spaces. An important part of their work is Architecture Theatre, i.e. the insertion of performances and stage sets in pre-existing urban places. Finally, still, in Tuscany, another interesting reality is “Manifatture Digitali Cinema”, an infrastructure offering innovative services for film and audiovisual productions, which opened in Prato in 2018. “Manifatture Digitali Cinema” also offers high-level training opportunities to those who want to work in the sector, repositioning old crafts and artisanal knowledge in an industry that requires increasingly qualified and specialized professionalism. These realities testify and represent today an opportunity for exchange and a resource for Tuscany’s textile/clothing district system, which increasingly needs new technologies and tools for communicating the fashion product.

### 3. Territories of experimentation

With the spread of digital spaces and the ever-increasing affluence of users of different natures,

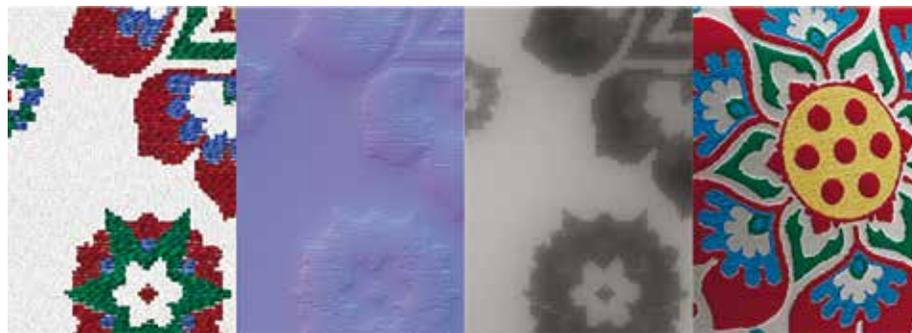


le tecnologie attuali. Date le evidenti differenze tra i tessuti provenienti dall’azienda e dal museo, le procedure di acquisizione e di rilievo dei tessuti sono state svolte in maniera differente. I tessuti di Marini sono stati fotografati e accompagnati dalla scheda tecnica di progetto, invece i tessuti del museo sono stati fotografati, ma soprattutto scampionati per redigere la scheda di ricostruzione. Dopo aver rilevato e raccolto le dimensioni, le armature, il tipo di filato e le altre informazioni utili alla ricostruzione dei tessuti è iniziato il processo di digitalizzazione. Una ricerca di mercato sulle possibilità presenti sul mercato ci ha permesso di acquistare una piattaforma di software che, oltre al CAD classico, permette di simulare tessuti in 3D. La digitalizzazione dei tessuti prodotti con telaio a licci e jacquard, come nella realtà, ha richiesto strumenti e procedure diverse. Per la tecnologia Jacquard si inizia con la disegnatrice, ovvero comporre un’immagine in cui ad ogni area, distinta per colore e racchiusa in un contorno, corrisponderà una certa armatura e quindi un certo effetto dovuto all’intreccio dei fili. Poiché i colori delle aree non sono i colori definitivi del tessuto, ma semplicemente il modo per assegnare le armature, il disegno necessita di una riduzione dei colori, specialmente se si parte ricalcando una immagine true color. Si inseriscono tutte le informazioni tecniche riguardanti le dimensioni, la densità, il rapporto tra il numero dei fili di ordito e quelli di trama: in questo modo il file output è anche producibile a telaio. Su un altro software si assegnano le armature alle aree per passare infine alla simulazione del tessuto. Il flusso di lavoro a telaio a licci è costituito dalle stesse fasi, seppure su diversi software, ad eccezione di quella iniziale, la disegnatrice, poiché il rimettaggio dei licci e l’armatura bastano a produrre un certo motivo. La simulazione, sia a licci che jacquard, permette di ricostruire il tessuto e quindi generare una texture realistica. Il vantaggio è che può essere gestita più agilmente di una foto dello stesso tessuto reale, per tutto ciò che riguarda le luci e l’allineamento ortogonale del tessuto alla fotocamera. La simulazione è dovuta sia alle armature, che ad ogni incrocio espongono o nascondono trama e ordito, che ai filati utilizzati. Questi devono essere



opportunamente caratterizzati dalle proprietà specifiche dei filati, come la torsione, e vengono visualizzati sotto forma di texture modulare. La texture simulata contiene ombre che restituiscono la tridimensionalità del filato originale ma, per essere applicata su oggetti in 3D e non risultare una stampa su una superficie piatta, deve essere accompagnata da mappe multivello che, stratificandosi, aggiungono informazioni alla “superficie del tessuto”. Oltre all’informazione colore, che è la texture simulata, viene esportata anche una versione con i filati bianchi, che funge da informazione grafica non-colore. Questo tipo di informazione grafica, attraverso l’utilizzo di un altro software, può mappare caratteristiche estetiche e fisiche come il comportamento alla luce e la perturbazione della superficie, per restituire ad esempio la sezione tonda del filato. Il risultato è una cartella di immagini che hanno lo stesso disegno modulare ma le cui aree sono campite in modo diverso, a seconda appunto della caratteristica da mappare. Le mappe multivello, applicate ad una superficie di qualsiasi tipo, si stratificano per restituire dettagliatamente le informazioni estetiche del tessuto. Ci sono due aspetti della texture da considerare per poter migliorare le simulazioni attuali: le texture sono scannerizzazioni 2D di filati reali, che quindi nel caso di bouclé o comunque di torsioni non lineari non riescono a rendere l’altezza del filato, il secondo è la qualità di queste texture. Queste, infatti, per funzionare correttamente devono essere convertite in file .bmp, un formato che richiede la riduzione di colore, un procedimento che a sua volta fa perdere qualità e dettaglio al filato. Su entrambe queste criticità si è innestata una linea di ricerca e sperimentazione per migliorare al massimo della resa. Per migliorare la qualità della texture del filato, e quindi il risultato della simulazione, stiamo producendo i modelli 3D delle varie tipologie di filato che, una volta renderizzate,

a destra/on the right: Da sinistra verso destra: la texture simulata di uno dei tessuti del Museo del tessuto; 2 mappe multilivello, Normale e Ruvidità; applicazione delle mappe su una superficie 2D in ambiente 3D / From left to right: the simulated texture of one of the fabrics in the Textile Museum; 2 multi-level maps, Normal and Rough; application of the maps on a 2D surface in a 3D environment



fashion now plays a major role in virtual representation (Kuijpers et al., 2020). If initially, in fact, digital technology found wide use in entertainment-related industries, it then also spread to the rest of the production industries (Westerman et al., 2011), until today it has become a strategic asset for those industries linked to consumer sensitivity, such as the fashion industry (Kim et al., 2017). This interest is linked, on the one hand, to the emotional and immersive possibilities of digital resources and the resulting languages and, on the other, to the greater efficiency that can be achieved throughout the value chain: from marketing - with the spread of e-commerce and social media - to back-end operations with 3D simulations, the Internet of Things, augmented reality and artificial intelligence (Mullon, 2015). This dual approach between reality and digital produces benefits that can be seen both upstream, e.g. in digital prototyping (Papachristou and Bilalis, 2015), and downstream, where human interactions on social media, video games and augmented reality produce new consumption and business models (McKinsey, 2022). It is, therefore, understandable how the digitization of the clothing system has a dual field of application, both in film and video game production companies, to dress the virtual animated characters and in the clothing industry for prototyping, operational verification and communication and sale of real products. It is also understandable how the rendering of garments in 3D is closely linked to the rendering of textiles in 3D, and although the former has been studied and developed, the latter requires further study today. For two reasons, fabric rendering in digital has not reached its potential today: Physical fabric behaviour. Digitalizing the prototyping and development phases of fashion products required, first, the resolution of simulation problems due to the deformability of fabrics. In particular, the simulation must reproduce the non-linear mechanical behaviour of surfaces, visible, for example, in points such as creases and wrinkles, and the interaction that occurs between the various garments of the clothing and the body (Arribas and Alfaro, 2018). Texturization. To date, the texturing of textiles, in most cases, is through photography or scanning. This process presents some criticalities: the light conditions distort the colours; the quality of the captured image is not sufficient to detail the fibres of the yarns, resulting in a flattening of the rendering; photographing a fabric in detail is very complex from the point of view of both the alignment of the camera to the module and the deformation that the module undergoes. The module must be subsequently optimized for use by modifying the photo through, e.g. rotation, cropping and resizing

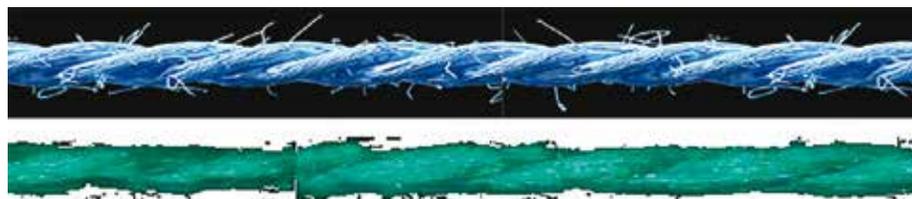
possono sostituire quelle in uso prodotte tramite scannerizzazione. Nell'immagine a confronto la texture renderizzata del modello 3D e una delle texture in uso. Sostituendo le texture in uso con quelle renderizzate il risultato è notevolmente migliore, per il dettaglio e la definizione dell'immagine. Nell'immagine, tessuti simulati che hanno la texture renderizzata in trama e la texture default del software in ordito. Per quanto le texture renderizzate del filato restituiscono una qualità più dettagliata, sono pur sempre immagini applicate su spline tubolari. Se si considera inoltre che il tessuto simulato viene poi esportato a sua volta sotto forma di texture per essere applicato su superfici in 3d è possibile capire come le informazioni sulla setosità dei filati, sul loro diverso spessore, e in generale sulla reale tridimensionalità, vengano perdute. È su questa criticità che interviene la seconda linea di ricerca: sviluppare un sistema 3D che



sfrutta i filati ricostruiti digitalmente, gli stessi utilizzati per renderizzare le texture di cui sopra, che assegnati alle armature opportune siano in grado di replicare realmente la tridimensionalità di un tessuto. I filati 3D sono procedurali e possono essere configurati con parametri specifici, come ad esempio la torsione, il numero e il diametro, sia dei capi, che delle singole fibre che formano ogni capo, ma anche la frequenza con cui le fibre si rompono fuoriuscendo dal volume del filato e la forma che ne risulta. Con questa procedura, in fase di sviluppo e per la quale si rimanda a future trattazioni, il tessuto digitale non sarebbe più reso tramite texture su superfici piatte, ma geometricamente tramite trama e ordito in 3D. Ottimizzare la resa dei dettagli come la fibra che si rompe e si dirama intorno al filato e la differente composizione strutturale ed estetica dei filati, potrebbe apportare innovazione nel campo delle Visual Haptics, riuscendo forse a trasmettere in parte la mano del tessuto attraverso il senso della vista.

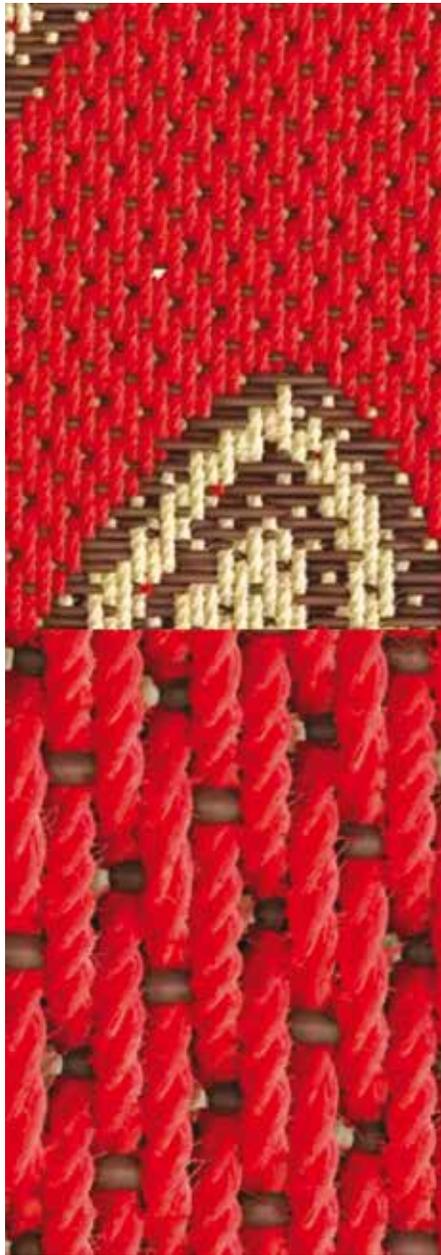
#### 4. Convergenze e sviluppi futuri

La convergenza tra sistema moda e settore audiovisivo si connota con un forte approccio "phygital", per il quale reale e digitale si ibridano nella conversione di prodotti, servizi ed esperienze. La crescente diffusione dei fashion film della moda dimostra, attraverso l'energia narrativa, come il linguaggio audiovisivo sia in grado di veicolare non solo messaggi di tipo culturale o evocativo, ma anche informazioni legate alla valorizzazione del prodotto e del processo. Queste informazioni possono essere organizzate e fruite grazie all'audiovisivo anche in archivi operativi e integrati di modelli digitali. La versione digitale permette visualizzazioni tridimensionali difficilmente apprezzabili nel reale, operazioni di variantatura, animazioni 3D. In questo scenario gli archivi possono innescare nuove dinamiche di generazione e di trasmissione di valore; essere utilizzati nel campo della didattica, per la formazione e la sperimentazione in ambito tessile con gli studenti, ma anche come strumento strategico aziendale per la sperimentazione, la creazione



al centro/in the centre: Alcune applicazioni delle texture multilivello su oggetti 3D / Some applications of multilevel textures on 3D objects

sotto/below: (in alto) Modello 3D renderizzato di un filato; (in basso) Una texture scannerizzata in uso nei software / (top) Rendered 3D model of a yarn; (bottom) A scanned texture in use in software



ing. The process for 3D fabric rendering acts on the second point, it creates designed textures: the technical specifications, from the yarn count to the jacquard weave, produce an image that simulates reality. The reconstruction of this image is a simulation of the real fabric, which can be handled more effectively in terms of light, quality of detail and accuracy of form. The fabrics for the digitization process were selected to cover as many existing textile types as possible. After an initial skimming, five were chosen from the Marini company and five from the Textile Museum: the former are mainly produced with heald looms and are partly from archives that are no longer in production and partly current in production; those from the Textile Museum belong to different eras ranging from 1400 to 1800, have much more complex motifs and patterns than those of the company and have therefore been reproduced with a Jacquard loom. Being ancient, they show signs of time and, in some cases, missing parts and are difficult to reproduce with today's technology. Given the obvi-

ous differences between the fabrics from the company and the museum, the procedures for acquiring and surveying the fabrics were done differently. Marini's fabrics were photographed and accompanied by the design data sheet, whereas the fabrics from the museum were photographed but, above all, sampled to draw up the reconstruction data sheet. After surveying and collecting the dimensions, weaves, yarn type and other useful information for fabric reconstruction, the digitization process began. Market research into the possibilities on the market enabled us to purchase a software platform which, in addition to classic CAD, allows us to simulate fabrics in 3D. The digitization of heald and jacquard fabrics, in reality, required different tools and procedures. For Jacquard technology, one starts withdrawing, i.e. composing an image in which each area, distinguished by colour and enclosed in an outline, corresponds to a certain weave and thus a certain effect due to the interlacing of the threads. Since the colours of the areas are not the vivid colours of the fabric but simply the way to assign the weaves, the design needs to be reduced in colour, especially if you start by tracing a true colour image. You enter all the technical information regarding dimensions, density, and the ratio between the number of warp and weft threads: in this way, the output file is also loom-producible. On another software, you assign the weaves to the areas and finally move on to the fabric simulation. The heald-frame workflow consists of the same steps, albeit on different software, except for the initial one, the drawing-in, as the drawing-in of the healds and the weaving are sufficient to produce a certain pattern. Simulation, whether heald or jacquard, allows the fabric to be reconstructed and thus generate a realistic texture. The advantage is that it can be handled more easily than a photo of the same real fabric, for all that concerns lighting and orthogonal alignment of the fabric to the camera. The simulation is due to the weaves, which expose or conceal warp and weft at each crossing, and the yarns used. These must be appropriately characterized by the specific properties of the yarns, such as twists, and are displayed in the form of modular textures. The simulated texture contains shadows that restore the three-dimensionality of the original yarn, but to be applied to 3D objects and not result in a print on a flat surface, it must be accompanied by multi-colour maps that, as they layer, add information to the 'fabric surface'. In addition to the colour information, the simulated texture, a version with white yarns, is also exported, serving as non-colour graphic information. Using another software, this type of graphical information can map aesthetic and physical characteristics, such as light behaviour and surface disturbance, to return the round section of the yarn, for example. The result is a folder of images with the same modular design but whose areas are sampled differently, depending on the feature to be mapped. Multilevel maps, applied to a surface of any type, are layered to return detailed aesthetic information about the fabric. There are two aspects of textures

to consider in improving the actual simulations: the textures are 2D scans of real yarns, which, therefore, in the case of bouclé or non-linear twists, cannot render the yarn's height, the second is the quality of these textures. The second is the quality of these textures. To function correctly, they must be converted into .bmp files, a format that requires colour reduction, a process that causes the yarn to lose quality and detail. A line of research and experimentation was grafted onto both critical issues to improve performance to the maximum. To improve the quality of the yarn texture and, thus, the simulation result, we are producing 3D models of the various yarn types, which, once rendered, can replace those in use produced by scanning. The comparison image shows the rendered texture of the 3D model and one of the textures in use. Replacing the in-use textures with the rendered ones results in significantly better detail and image definition. In the image, simulated fabrics with rendered texture in the weft and the software's default texture in the warp. Although rendered yarn textures are more detailed, they are still images applied on tubular splines. If we also consider that the simulated fabric is then, in turn, exported in the form of textures to be applied on 3D surfaces, it is possible to understand how information on the silkiness of the yarns, their different thicknesses, and in general, on their real three-dimensionality, is lost. It is on this criticality that the second line of research intervenes: to develop a 3D system that exploits digitally reconstructed yarns, the same ones used to render the textures mentioned above, which, when assigned to the appropriate weaves, can truly replicate the three-dimensionality of a fabric. The 3D yarns are procedural and can be configured with specific parameters, such as the twist, the number and diameter, both garments and the individual fibres that make up each garment, but also the frequency with which the fibres break out of the yarn volume and the resulting shape. With this procedure under development and for which we refer to future discussions, the digital fabric would no longer be rendered via textures on flat surfaces but geometrically via 3D warp and weft. Optimizing the rendering of details such as the fibre breaking and branching around the yarn, and the different structural and aesthetic compositions of the yarns, could bring innovation to the field of Visual Haptics, perhaps succeeding in partly conveying the hand of the fabric through the sense of sight.

#### 4. Convergences and future developments

The convergence between the fashion system and the audiovisual sector is characterized by a robust 'phygital' approach, whereby real and digital hybridize in converting products, services and experiences. For example, the growing popularity of fashion films demonstrates through narrative energy how audiovisual language can convey cultural or evocative messages and information related to product and process enhancement. This information can also be organized and enjoyed thanks to audiovisuals in operational and integrated ar-

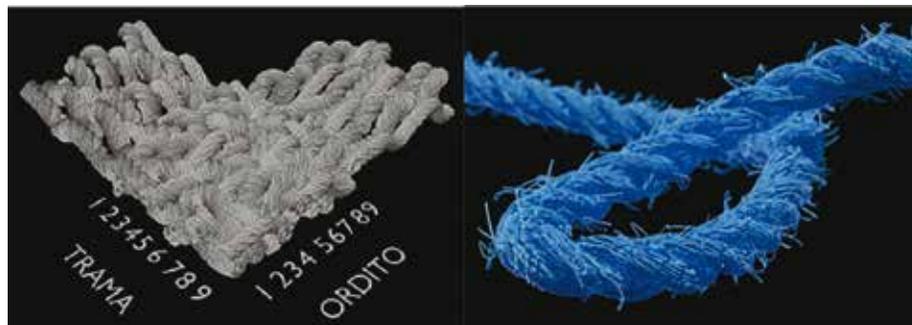
a sinistra/on the left: Tessuti simulati che hanno la texture renderizzata in trama e la texture default del software in ordito / Simulated fabrics that have the texture rendered in weft and the software's default texture in warp

a destra/on the right: Prototipo di tessuto 3D in fase di sviluppo / 3D fabric prototype under development

archives of digital models. The digital version allows three-dimensional visualizations that are difficult to appreciate in real life, variant operations, and 3D animations. In this scenario, archives can trigger new dynamics of value generation and transmission; they can be used in the field of didactics, for training and experimentation in the textile field with students, and as a strategic corporate tool for experimentation, creation and communication of new products. The project is currently at an initial checkpoint, the future developments of which include further processing of the selected fabrics in the form of 'material' applicable in a digital environment. The following objectives are divided into the medium to long term, as they concern, on the one hand, the optimization of existing files and, on the other hand, the experimentation of new best practices. Thus, for representation in the virtual reality theatre, it is necessary to optimize the existing files, in format and size, for real-time rendering, as, for actual effectiveness, it will be necessary to validate the procedure in the corporate environment. The long-term objectives concern using the elaborated procedures and the resulting materials to offer new educational experiences; to produce multimedia material, such as 3D animations and catalogues, using digitized fabrics. The project aims to experiment with the opportunities that may lie in the convergence of the fashion and audiovisual sectors, opening up genuine possibilities for its application to the textile and fashion sector, openings that, if stimulated and systematized, could have an impact on research, training, production and the retention of skills in the world of work. Real and digital seem to be mixing in phygital - i.e. hybrid - dimensions through the conversion of products, services and experiences. This has the potential to trigger new dynamics of value generation and transmission, to stimulate the emergence of new models for education, as well as new communication and distribution dynamics that could then impact new business and consumption models, channelling and catalyzing the contribution of other Cultural and Creative Industries - such as those related to the audiovisual sector.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Il progetto su cui questo contributo si innesta è stato finanziato dal MISE - Ministero dello Sviluppo Economico nell'ambito del programma di finanziamento per il 5G e l'audiovisivo. Il progetto prevede la partnership tra Fondazione Sistema Toscana, Università di Firenze, Comune di Prato, Museo del Tessuto di Prato, Marini Industrie, PIN-Polo Universitario Città di Prato, Immerxive s.r.l., Indiana Production e Wind Tre. / *The MISE financed the project from which this contribution originates - the Ministry of Economic Development within the framework of the 5G and audiovisual funding programme. The project envisages the partnership between Fondazione Sistema Toscana, University of Florence, Municipality of Prato, Prato Textile Museum, Marini Industrie, PIN-Polo Universitario Città di Prato, Immerxive s.r.l., Indiana Production and Wind Tre.*



e la comunicazione di nuovi prodotti. Il progetto attualmente è ad un primo checkpoint, i cui sviluppi futuri prevedono un'ulteriore elaborazione dei tessuti scelti sotto forma di "materiale" applicabile in ambiente digitale. I prossimi obiettivi si dividono in medio-lungo termine, poiché riguardano da una parte l'ottimizzazione dei file esistenti e dall'altra la sperimentazione di nuove buone pratiche. Quindi, per la rappresentazione nel teatro in realtà virtuale è necessario ottimizzare i file esistenti, nel formato e nelle dimensioni, per la resa real-time, come, per la effettiva efficacia, sarà necessario validare la procedura in ambiente aziendale. Gli obiettivi a lungo termine riguardano invece l'utilizzo delle procedure elaborate e dei materiali ottenuti per offrire nuove esperienze didattiche; produrre materiale multimediale, come animazioni 3D e cataloghi, utilizzando i tessuti digitalizzati. Il progetto mira a sperimentare le opportunità che possono risiedere nella convergenza tra il settore moda e l'audiovisivo aprendo fondamentali possibilità per la sua applicazione al settore del tessile e della moda, aperture che, se stimolate e sistematizzate, potrebbero avere un impatto sulla ricerca, sulla formazione, sulla produzione e sul mantenimento delle competenze nel mondo del lavoro. Reale e digitale sembrano mescolarsi in dimensioni phygital - ossia ibride - attraverso processi di conversione di prodotti, servizi ed esperienze. Questo ha il potenziale di innescare nuove dinamiche di generazione e di trasmissione di valore, stimolare l'emergere di nuovi modelli per la formazione, così come nuove dinamiche comunicative e distributive che potrebbero quindi incidere su nuovi modelli di business e di consumo, canalizzando e catalizzando il contributo di altre Industrie Culturali e Creative come quelle relative al settore audiovisivo.

#### References

- Allen, J. (1980). The film viewer as consumer. *Quarterly Review of Film & Video*, 5(4), 481-499.
- Becattini, G. (2000). Il brucio e la farfalla: Prato nel mondo che cambia, 1954-1993.[Prato; una storia esemplare dell'Italia dei distretti]. Le Monnier.
- Becattini, G. (2015). La coscienza dei luoghi: Il territorio come soggetto corale. Donzelli editore.
- Bessy, M., & Duca, L. (1961). Georges Méliès, mage. JJ Pauvert.
- Evans, C. (2011). "The Walkies." In Adrienne Munich, Bloomington and Indianapolis, IN: Indiana University Press, 110-34.
- Diderich, J. (2007). "Flamboyant Paris Shows Turn Fashion into Theatre." *The Associated Press March 3*. www.lexisnexis.com
- Frisa, M. L. (2022). Le forme della moda. *Il mulino*, 149-150.
- Iannilli, V. M., & Spagnoli, A. (2021). Phygital Retailing in Fashion. Experiences, Opportunities and Innovation Trajectories.
- Igoe, E. (2020). Where surface meets depth: virtuality in textile and material design. In Y. Lee (Ed.), *Surface Apparition: The Immateriality of Modern Surface* (pp. 77-90). Bloomsbury Publishing Company
- Kim, S. H., Kim, S., & Park, C. K. (2017). Development of similarity evaluation method between virtual and actual clothing. *International Journal of Clothing Science and Technology*.
- Kuijpers, S., Luible Bär, C., & Gong, H. (2020). The measurement of fabric properties for virtual simulation—A critical review. *IEEE SA INDUSTRY CONNECTIONS*, 1-43.
- Lazzaretti, L., & Capone, F. (2014). Cluster evolution in mature Industrial cluster. The case of Prato Marshallian ID after the entrance of Chinese firm populations (1945-2011).
- Lean, M. H. (2020). Materialising data experience through textile thinking. Royal College of Art (United Kingdom)
- McKinsey, BOF - Business of Fashion (2022) The state of Fashion 2022
- Melis, F. (1989). *Industria e commercio nella Toscana medievale*(Vol. 3). Mondadori Education.
- Mora, E. (Ed.). (2005). *Gli attrezzi per vivere. Forme della produzione culturale tra industria e vita quotidiana*. Vita e Pensiero.
- Montilla, M., Orjuela-Vargas, S. A., & Phillips, W. (2014). State of the art of 3D scanning systems and inspection of textile surfaces. *Measuring, Modeling, and Reproducing Material Appearance*, 9018, 69-75
- Mullon, E. (2015). Technology can transform the operational backbone of fashion. *The business of Fashion*.
- Papachristou, E., & Bilalis, N. (2015). How to integrate recent development in technology with Digital Prototype textile and apparel applications. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 27, 32-39.
- Sistema Moda Italia (2022). *L'industria tessile-moda in Italia - rapporto di settore 2021/2022*, Centro Studi Confindustria Moda.
- Uhlirva, M. (2013). 100 years of the fashion film: Frameworks and histories. *Fashion Theory*, 17(2), 137-157.
- Westerman, G., Calmèjane, C., Bonnet, D., Ferraris, P., & McAfee, A. (2011). *Digital Transformation: A roadmap for billion-dollar organizations*. MIT Center for digital business and caggemini consulting, 1, 1-68.