

POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione**

Tesi di Laurea Magistrale

**Effetti visivi per l'envisioning di futuri desiderati:
il Solarpunk.**



Relatore

Prof. Riccardo Antonio Silvio Antonino

Candidato

Luigi Mobiglia

Correlatore

Prof. Domenico Morreale

Relatore Aziendale

Prof. Marco Negri (Exchanges srl)

Ai miei genitori, ai miei nonni e alla mia ragazza

Abstract

Gli effetti visivi sono una finestra su altri mondi, mondi che prima vivevano nell'immaginario delle persone e che oggi possono esistere su uno schermo. Il Solarpunk racconta di universi utopici, in cui si vive di energie nuove, rinnovabili, in armonia con il pianeta Terra e con gli altri esseri umani, ma non è solo una corrente letteraria, è anche uno stile artistico ed un movimento di azione. Il Solarpunk parla quindi di un'utopia che vuole esistere, in quanto potenzialmente raggiungibile, lavorando sul presente per la costruzione di un prossimo futuro. Per questo motivo è importante creare un immaginario condiviso in modo tale da progettare un orizzonte di riferimento per l'azione collettiva. Gli effetti visivi sono "strumenti magici" che permettono la creazione e soprattutto l'integrazione tra gli elementi immaginati e fantastici e le riprese del mondo reale. La presente tesi ha quindi lo scopo di applicare le tecniche degli effetti visivi al fine di costruire rappresentazioni fotorealistiche dei futuri raccontati dal Solarpunk, inserendole in un documentario che racconta le diverse anime della corrente. Il prodotto audio-visivo è stato interamente ideato, prodotto e realizzato in piena autonomia e secondo il rispetto delle regole della Green Production. Le tecniche utilizzate nel campo degli effetti visivi sono state affinate grazie alla disponibilità dello studio Exchanges VFX, presso il quale è stato effettuato un periodo di frequentazione e formazione.

Indice

INTRODUZIONE	5
1 Introduzione generale.....	6
1.1 Green Production	7
1.2 Visual Effects	8
SCENA 2.....	11
SCENA 3.2.....	12
SCENA 5.2.....	13
PRE-PRODUZIONE.....	14
2 Solarpunk	15
3 References.....	19
4 Storyboard.....	20
5 Previs.....	21
PRODUZIONE	23
6 Shooting	24
7 HDRI (High Dynamic Range Imaging)	27
8 Green screen.....	34
8.1 Scegliere il colore di sfondo.....	36
8.2 Illuminazione del green screen	38
8.3 Tracking marker	42
9 Mappatura delle distorsioni.....	44
POST-PRODUZIONE	46
10 Preparazione delle immagini	47
10.1 ACES	48
10.2 OpenEXR	51
11 Gestione dei movimenti di camera	52
11.1 Workflow 2D.....	53
11.2 Camera Tracking.....	55
11.3 Workflow 3D.....	59
11.4 Workflow 2.5D.....	60
12 Rotoscoping	63
13 Chroma Key	66
13.1 Screen correction	67
13.2 Canale Alpha.....	68
13.3 Despill	71

13.4	Composizione	72
14	CGI.....	74
14.1	Modellazione 3D	74
14.2	Texturing e Shading	76
14.3	Alberi	79
14.4	Animazione.....	81
14.5	Simulazioni dinamiche	82
14.6	Lighting	93
14.7	Rendering	96
15	Integrazione.....	101
	CONCLUSIONI	102
16	Conclusioni.....	103
	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	105

INTRODUZIONE

1 Introduzione generale

Il solarpunk è un genere letterario, una corrente estetica ed un movimento di azione che immagina un futuro migliore e costruisce strategie operative per renderlo possibile. Sebbene si parli di utopia, questo movimento cerca di ispirare e stimolare le persone ad una ricerca di cambiamento quotidiano che possa avvicinare quel futuro al nostro presente. I generi appartenenti al nuovo distopico, come il cyberpunk, sono generi “consolatori”, che adagiano la mente delle persone in un futuro catastrofico, in cui non si può fare altro che cercare di rimanere a galla pensando a sé stessi. Il solarpunk, invece, ponendo l’attenzione su argomenti come l’ecologia e l’anticapitalismo, indaga su un futuro inclusivo, in cui la collaborazione tra gli individui risulta fondamentale per il funzionamento della società e dell’umanità intera.

Il termine si compone di due parole ben distinte: solar (solare), è simbolo di vita e rappresenta le fonti rinnovabili che devono essere utilizzate in modo sostenibile e condiviso al fine di sopravvivere. Questo termine si contrappone agli scenari piovosi, chiusi e post-urbani della distopia. La parola punk, invece, rappresenta la rivolta allo stato attuale delle cose. Se negli anni ‘70 essere punk era sinonimo di anarchia, ribellione ed individualismo, oggi essere punk vuol dire essere anticapitalisti e pensare alla collettività.

In rete, oltre a racconti (solitamente raccolti in antologie) e romanzi, si possono trovare numerose immagini. Per quanto riguarda l’immagine in movimento, invece, vengono associati a questo termine pochi film (“Black Panther”, “La donna elettrica”) e addirittura dei videogiochi (è il caso di “Horizon Zero Dawn”) che, tuttavia, sono stati categorizzati come solarpunk solo a posteriori. A questi contenuti si aggiungono pubblicità animate di alcune aziende che, tuttavia, praticano greenwashing (il video “Dear Alice”, ad esempio, pubblicizza yogurt con packaging in plastica per Chobani). C’è ancora una mancanza di filmati che diano una visione concreta e fotorealistica dei mondi utopici raccontati dal solarpunk.

Questa tesi si propone di raccontare il solarpunk, con un documentario e attraverso la realizzazione di alcune raffigurazioni fotorealistiche (figura 1) composte dall’unione di riprese live action (dal vivo) con elementi sintetizzati ed animati in computer grafica, tramite le tecniche dei visual effects (VFX).



Figura 1: Frame di una scena del documentario realizzata con i VFX.

1.1 Green Production

Al fine di rimanere fedele ai principi del solarpunk, l'intero documentario è stato realizzato seguendo le linee guida della Green Production, un insieme di regole che hanno lo scopo di guidare le produzioni nella realizzazione di film e documentari ad un più basso impatto ambientale.

Ottenere la certificazione ufficiale non è particolarmente facile per una produzione piccola ed indipendente, in quanto richiede la supervisione di esperti nel settore ambientale.

L'utilizzo stesso degli effetti visivi, sebbene non contemplati nelle norme della Green Production, permette in generale di ridurre notevolmente gli spostamenti nel caso in cui, ad esempio, un elemento sia difficile da reperire o una location da raggiungere: in tal caso, invece di spostarsi o di ricostruire l'elemento sul set, si può modellare in 3D, eseguire un render opportuno e integrarlo in compositing con le riprese. Tuttavia, non sempre questa è la scelta più economica.

Come si può intuire, i trasporti sono uno dei punti fondamentali per la Green Production. Per questo motivo tutti gli spostamenti relativi al documentario sono stati eseguiti sfruttando i mezzi pubblici (figura 2).

Per le riprese, inoltre, sono state utilizzate attrezzature interamente alimentate da batterie ricaricabili e luci a led (a basso consumo). Questo ha permesso di non utilizzare generatori di corrente a gasolio, molto più inquinanti. Su un set di grosse dimensioni, oltre agli spostamenti e al pernottamento della troupe, viene posta l'attenzione sull'utilizzo di

materiale riciclabile o riutilizzabile nella ristorazione, sulla costante presenza di acqua potabile tramite rete idrica locale o boccioni e sulla presenza di bevande calde per la troupe. Altri punti fondamentali per la certificazione riguardano la raccolta differenziata e i materiali di scena che possono essere provenienti da materiali riciclati o riusabili.



Figura 2: Viaggio in treno con l'attrezzatura per le interviste.

1.2 Visual Effects

I termini “effetti visivi” ed “effetti speciali” vengono spesso utilizzati indistintamente. Questo un tempo poteva avere senso, in quanto prima del digitale la maggior parte degli effetti veniva realizzato in camera e sul set. Non c’era dunque una reale linea di separazione tra i due termini, al contrario, oggi, definiscono due realtà distinte e molto differenti. Gli effetti speciali (SFX) sono pratici, effetti nella vita reale, realizzati sul set e ripresi dalla camera. Gli effetti visivi (VFX), invece, sono manipolazioni digitali e miglioramenti delle riprese, dunque avvengono principalmente durante la post-produzione.

Ci sono tre motivi principali per scegliere di utilizzare gli effetti visivi in una produzione: il primo motivo è quando non c’è alcun modo di filmare la scena descritta dalla sceneggiatura; la seconda ragione si presenta quando la scena si può girare nella pratica, ma farlo potrebbe mettere a rischio qualcuno e la terza motivazione è economica, quando cioè la scena risulterebbe avere un costo maggiore, rispetto a quella effettuata con l’ausilio degli effetti visivi.

Gli effetti visivi sono il fulcro di questa tesi, sono gli strumenti tecnici che permettono la creazione e soprattutto l'integrazione tra gli elementi immaginati e fantastici, provenienti in particolare dall'universo solarpunk, e le riprese del mondo reale.

Il fotorealismo è sicuramente l'elemento più complesso da raggiungere durante tutto il processo di realizzazione delle scene: è necessario osservare nei minimi dettagli il mondo reale e cercare di capire come tradurlo visivamente utilizzando i linguaggi dei software. Il fotorealismo, tuttavia, non consiste tanto nel far "sembrare reali" le cose, quanto nell'integrarle realisticamente nel filmato. Il realismo nei VFX si ottiene su tre livelli: al primo livello, gli elementi devono essere costruiti e rifiniti con la giusta quantità di dettagli, proprio come qualsiasi scenografia o oggetto di scena; al secondo livello, devono muoversi in modo plausibile; al terzo livello, devono apparire fotorealistici, integrati nel filmato come se fossero stati catturati fisicamente dalla cinepresa.

Per realizzare le scene con i VFX sono stati utilizzati i seguenti programmi (figura 3):

- Autodesk Maya® e Blender per la modellazione e l'animazione
- SideFX Houdini™ per le simulazioni e alcune animazioni
- Foundry Nuke® X per il compositing
- SpeedTree Cinema™ per la creazione di elementi naturali
- Maxon Redshift™ come motore di render fotorealistico
- Adobe® Substance 3D Painter™ per la realizzazione delle textures
- PTGui PRO™ Trial per la creazione delle HDRI

Oltre a questi software è stato utilizzato Blackmagic Davinci Resolve™ Studio per il montaggio del documentario e il color grading ed il programma Affinity Photo™ per la creazione degli storyboard.



Figura 3: Programmi usati per realizzare il documentario.

Una video-realizzazione, sia essa per un film, un documentario, uno spettacolo televisivo o uno spot pubblicitario, è didatticamente scomposta in tre parti principali:

- Pre-produzione, dove tutti i design, le costruzioni e le preparazioni avvengono prima che inizi qualsiasi ripresa
- Produzione, è la fase di ripresa della live-action che avviene sul set o in una location
- Post-produzione, che comprende tutto il lavoro necessario al completamento del progetto dopo le riprese; include il montaggio, il suono, la musica, il color timing e gli effetti visivi.

Anche se la maggior parte degli effetti visivi viene svolta in post-produzione per arricchire le riprese, tutte queste tre fasi sono sostanziali per l'effettiva riuscita di una scena che ne fa uso. Per tale motivo la seguente tesi è suddivisa in tre sezioni dedicate alle macro-fasi della realizzazione del documentario più un capitolo conclusivo.

Le scene principali che fanno utilizzo dei VFX, realizzate per questo elaborato, sono tre e nel documento verranno chiamate con la numerazione utilizzata in fase di produzione. Per chiarezza vengono qui sotto illustrate con il proprio numero, una breve descrizione ed una foto del progetto di compositing in Nuke®, nonché il rispettivo link per vederle.

SCENA 2

La scena raffigura una possibile città solarpunk, osservata da una madre ed una figlia che abitano in una periferia rurale (figure 4 e 5).



Figura 4: Frame della scena 2.

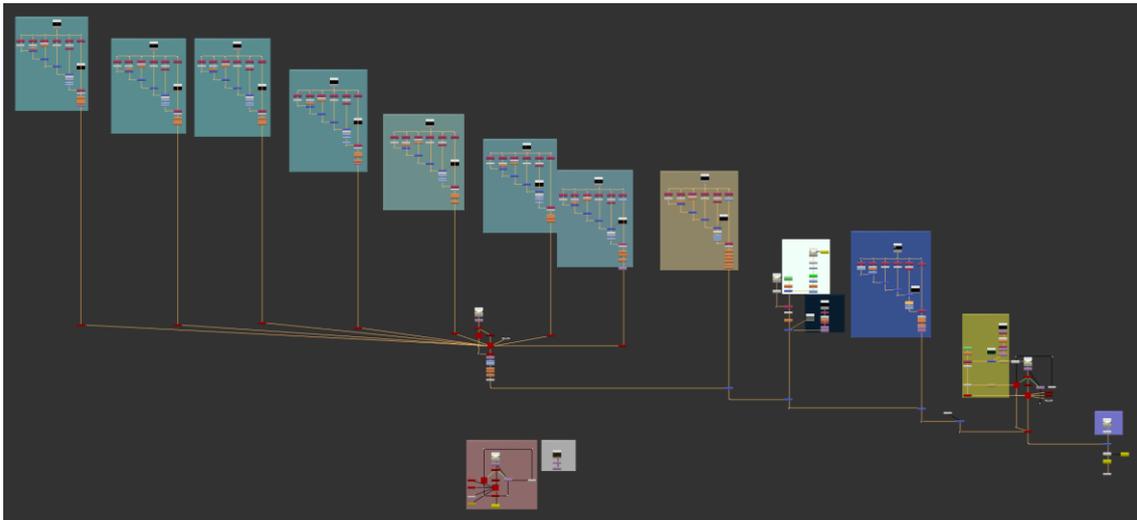


Figura 5: Progetto in Nuke® della scena 2.

Link: https://youtu.be/z4GVHgXuH_0

SCENA 3.2

Un ragazzo attende con ansia la nascita della sua nuova casa creata tramite un seme (figure 6 e 7). La scena rappresenta solo l'inizio del processo di formazione della casa ed è liberamente ispirata al racconto "La semina" di Serena M. Barbacetto, contenuto all'interno dell'antologia "Assalto al sole", casa ed. Delos Digital.



Figura 6: Frame della scena 3.2.

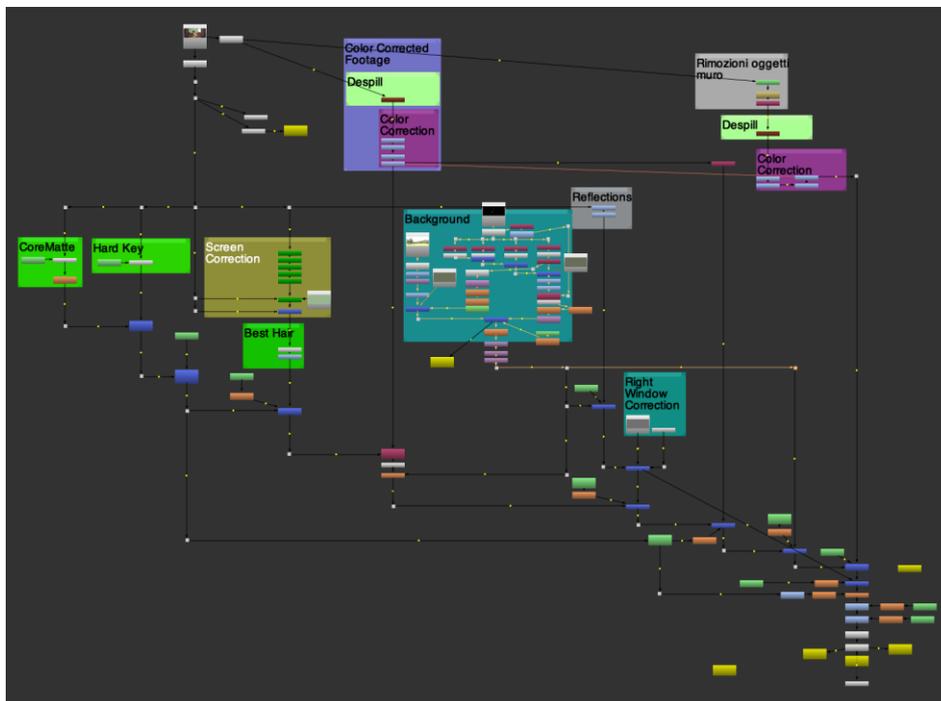


Figura 7: Progetto in Nuke® della scena 3.2.

Link: <https://youtu.be/FUX3tu1RA8M>

SCENA 5.2

La scena, liberamente ispirata allo spot animato “Dear Alice”, vuole rappresentare una nuova tecnologia di irrigazione che permette di generare all’istante nuvole cariche di pioggia (figure 8 e 9).



Figura 8: Frame della scena 5.2.

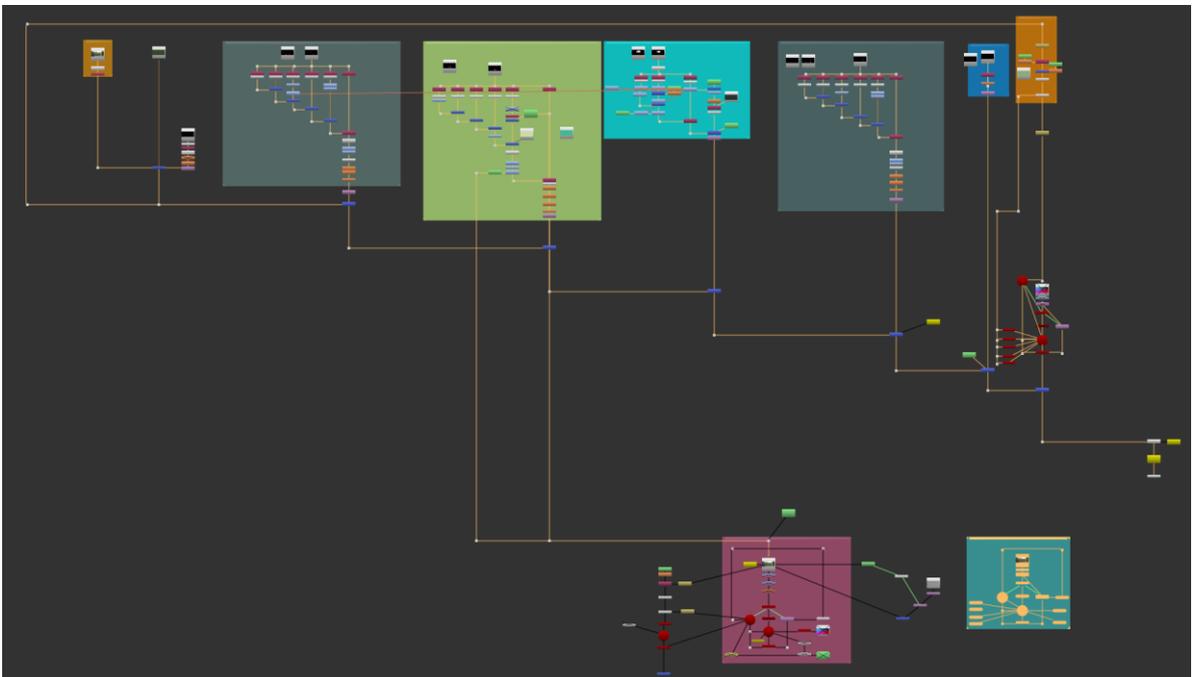


Figura 9: Progetto in Nuke® della scena 5.2.

Link: https://youtu.be/gGtDWz_A9eQ

PRE-PRODUZIONE

2 Solarpunk

Il primo step per la realizzazione del documentario è stato quello di conoscere la materia. È stato fondamentale entrare in contatto con alcune figure rilevanti nel panorama del solarpunk e più in generale della fantascienza italiana.

La prima persona incontrata telematicamente è stata Paolo Bertetti, Dottore di ricerca in Semiotica e Professore di Filosofia e Teoria dei Linguaggi all'Università di Siena. Svolge anche il ruolo di coordinatore scientifico al MUFANT, il Museolab del Fantastico e della Fantascienza di Torino.

Con Bertetti si è parlato della storia della fantascienza fino ad arrivare al solarpunk, passando dall'evoluzione del concetto di utopia e dell'opposta distopia. Nello specifico la parola utopia, coniata da Thomas More, ha un doppio significato: sia di "nessun luogo", sia di "buon luogo", rappresentando quindi un luogo bello, ma inesistente o per lo meno irraggiungibile. Negli anni, invece, l'utopia ha iniziato a riferirsi ad un "altro tempo", ad un futuro lontano, ma forse in qualche modo raggiungibile lavorando sul presente. È così che si inizia a parlare di un futuro che si costruisce. Il solarpunk, infatti, racconta di un futuro utopico, ma di un futuro a cui bisogna ambire impegnandosi nel quotidiano. Questo è il punto di contatto tra la letteratura, l'immaginario e l'attivismo solarpunk.

Il secondo esperto incontrato è stato Francesco Verso (figura 10), Dottore in Economia e Commercio, indirizzo Ambientale, e scrittore del primo romanzo solarpunk italiano "I camminatori" (2018). Svolge il ruolo di editor e di curatore del progetto editoriale "Future Fiction", che ha lo scopo di "divulgare e promuovere un approccio interdisciplinare all'idea di futuro, utilizzando fantascienza e speculazione come ponti fra oggi e domani", e l'ambizione di "mappare gli altri domani declinati da ogni cultura e tradizione". Verso si è subito reso disponibile a raccontare il solarpunk con un seminario privato su Google Meet™. La parte solar della parola solarpunk, spiega l'esperto, è una parola semplice a prima vista, ma è densa di significati. Da una parte vuole subito definire un chiaro distacco dagli immaginari cyberpunk che sono solitamente notturni, chiusi e piovosi, dall'altra vuole far riferimento alle energie rinnovabili, sia quelle di oggi che quelle che possono essere sviluppate un domani, proprio come quelle raccontate dagli scrittori e rappresentate negli immaginari solarpunk. Infine, siccome il sole colpisce tutti, anche le storie solarpunk riguardano indistintamente tutti a prescindere dal sesso, dalla razza o dall'orientamento

sessuale o religioso. Secondo Francesco Verso, però, il solarpunk non vuole creare un'utopia, ma vuole sfuggire alla distopia in quanto “l'utopia è come il sole, non puoi avvicinarti perché se la raggiungi ti bruci”.

Il termine punk, invece, è quel termine che, “fa storcere il naso a tre quarti delle persone in quanto evoca elementi rivoluzionari”. In realtà il punk vuole evocare una protesta, una ribellione rispetto lo stato attuale delle cose e oggi la situazione è cambiata rispetto al punk degli anni '70. “Oggi la società dice che si deve essere migliori degli altri, esprimere sé stessi, essere degli individui. Ci vengono proposte un set di libertà, ma non siamo realmente liberi in quanto siamo soli. Dunque oggi essere punk significa non solo non accettare le regole del mercato, della mercificazione di sé e del proprio tempo, ma significa anche collaborare, essere solidali, ascoltare ed includere il più possibile.” L'obiettivo è quindi quello di passare dall'esclusività all'inclusività.



Figura 10: Frame dell'intervista a Francesco Verso.

Di inclusività ne ha parlato anche Giulia Abbate (figura 11), editrice e coach di scrittura. Abbate spiega che l'inclusività, a dispetto di quanto viene spesso fatto dall'industria mediale, non si effettua ponendo l'attenzione su una categoria specifica di persone, continuando a focalizzare l'attenzione, ad esempio, sulla disabilità del protagonista. Si cerca invece di caratterizzare un personaggio trattando le diversità come elementi normali, sebbene specifici di quel soggetto, ma non determinanti nella storia del racconto.

“La letteratura solarpunk nasce con l'attivismo; l'intento fin da subito è stato quello di raccontare le storie in un modo nuovo, positivamente contagioso”. Per questo motivo è importante distinguere ciò che è solarpunk, da ciò che è solo un'etichetta usata per seguire una tendenza. Il problema del greenwashing è molto sentito dagli scrittori solarpunk. Il termine greenwashing, infatti, fa riferimento al trend di molte aziende ad autoproclamarsi

sensibili ai temi ambientali, che tuttavia intendono solo distogliere l'attenzione da altre dinamiche aziendali poco "green". Questo avviene spesso con l'appropriazione degli immaginari solarpunk e a volte anche del termine stesso, svuotandolo di significato. Un esempio è lo spot pubblicitario "Dear Alice", che mostra apparentemente una perfetta realtà solarpunk, se non fosse che pubblicizza prodotti Chobani®, un brand che commercia yogurt contenuti in packaging di plastica.



Figura 11: Frame dell'intervista a Giulia Abbate.

Una vera realtà solarpunk italiana è portata da Laura CZ Domingues e Guglielmo Miccolupi del Comando Jugendstil (figura 12), un piccolo collettivo di creatori che cerca di "fertilizzare il terreno culturale", imbastendo narrative solarpunk. Oltre a questo, realizzano dei laboratori con alcune comunità sia nelle periferie di Milano che a Reading (in Inghilterra), con lo scopo di aiutarle ad imparare lavori manuali e a progettare e co-creare alcuni spazi del loro quotidiano.

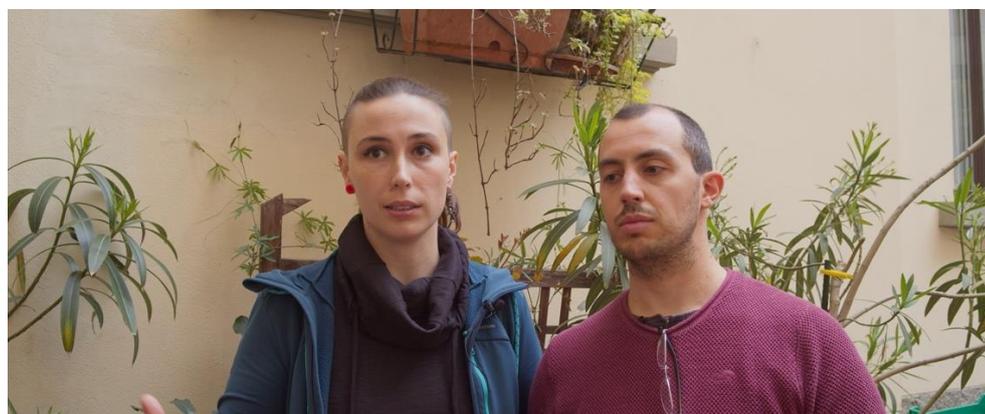


Figura 12: Frame dell'intervista a Laura e Guglielmo del Comando Jugendstil.

Il solarpunk è un movimento che si è sviluppato quasi in contemporanea in più parti del mondo e, anche se le tematiche di fondo sono condivise, i racconti e gli immaginari sono delicatamente differenti in base al luogo di origine. I futuri solarpunk che vengono raccontati non vogliono, infatti, uccidere le diversità culturali, ma piuttosto si adattano alla cultura e ai fattori ambientali specifici del luogo in cui sono ambientate. Proprio a causa di queste diversità locali non è facile parlare di solarpunk in generale, tuttavia il confronto con gli scrittori e soprattutto il dialogo con Franco Ricciardiello (figura 13), scrittore e uno dei quattro fondatori del sito Solarpunk Italia assieme a Giulia Abbate, nonché curatore di tre antologie di racconti solarpunk italiani, sono stati fondamentali per definire la struttura del documentario (figura 14).



Figura 13: Frame dell'intervista a Franco Ricciardiello.



Figura 14: Scaletta definitiva del documentario.

3 References

La seconda fase è stata relativa alla raccolta di references. Il principale strumento di ricerca delle immagini legate agli immaginari solarpunk è stato Pinterest seguito da Google Immagini. È stato molto utile anche effettuare una ricerca seguendo l'hashtag #solarpunk su Instagram. Le references sono state poi raccolte in bacheche tramite l'applicazione Milanote™ (figura 15).



Figura 15: Due board di references.

4 Storyboard

Gli storyboard per gli effetti visivi sono utilizzati per definire il budget e decidere i vari elementi che devono essere registrati e creati. Sono solitamente critici per determinare le tecniche degli effetti visivi e gli asset richiesti. Rimane comunque un po' di flessibilità durante le riprese, ma dipende molto dallo shot specifico.

Nell'fase iniziale è stato realizzato, con il software Affinity Photo™ ed una tavoletta grafica, un piccolo storyboard (figura 16) esclusivamente relativo alle scene con gli effetti visivi, in modo tale da definire alcuni scenari significativi per l'envisioning di alcune realtà solarpunk. In un secondo momento sono stati scelti tre di questi concept al fine di essere realizzati nel contesto della tesi.

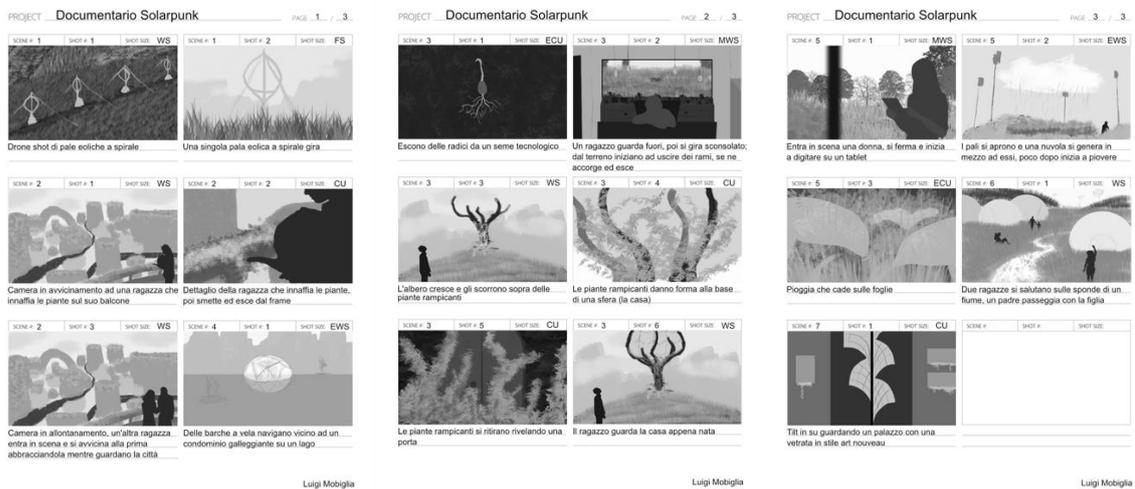


Figura 16: Storyboard.

5 Previs

Dopo lo storyboard solitamente c'è una fase chiamata di previsualizzazione: in questa fase si creano delle immagini in movimento per permettere al regista, con un metodo più preciso rispetto agli storyboard, di concretizzare la propria visione. Questo consente di realizzare il design non solo della composizione base, ma anche del timing e dei movimenti di camera. Montando le previs (o previsualizzazioni) assieme, è possibile creare un senso del design per l'intera sequenza.

Questa fase, idealmente, avviene presto nella produzione, prima che le riprese inizino, e aiuta ad immaginare l'esperienza cinematografica mentre fornisce dati chiave per la programmazione, il budgeting, la progettazione e la creazione del mondo del progetto.

Il grosso vantaggio delle previs è dunque quello di tracciare una strada comune sia per la produzione che per la post-produzione; tuttavia, essendo questo un progetto interamente gestito da un singolo individuo ed essendo le scene con i VFX a sé stanti, questa fase non è stata fondamentale: si è, però, provveduto alla realizzazione di alcuni test delle scene durante l'apprendimento dei software utilizzati per la creazione degli effetti visivi (figure 17, 18 e 19).



Figura 17: Test sul tracking 3D della scena 5.2 utilizzando delle card per i pali.



Figura 18: Test di Chroma Key per la scena 3.2.



Figura 19: Previs della composizione della città per la scena 2.

PRODUZIONE

6 Shooting

Durante questa fase sono state effettuate le riprese sia delle interviste, che la parte live action delle scene che sono poi state completate con gli effetti visivi. Sono poi state anche registrate tutte le riprese di copertura (B-Roll) per il documentario.

Per le scene con gli effetti visivi e le interviste è stata utilizzata una Blackmagic Pocket Cinema Camera 4K (anche detta BMPCC4K, cinepresa digitale con sensore 18.96x10mm, mount micro4/3 e fattore di crop 1.9x) e delle ottiche micro4/3 in versione cinema della Laowa, nello specifico un 17mm T1.9 (focale equivalente 34mm su full frame) e un 50mm T2.9 Macro 2:1 (focale equivalente 95mm su full frame). Questa attrezzatura (figure 20 e 21) è stata scelta in funzione del rispetto delle regole della Green Production in quanto le dimensioni contenute richiedono un minor ingombro e peso funzionali quindi per il trasporto con i mezzi pubblici. Inoltre, la BMPCC4K permette di registrare in BRAV, un codec RAW proprietario di Blackmagic Design, utile per la maggiore quantità di informazioni che registra rispetto ad altri formati compressi.



Figure 20 e 21: Backstage a sinistra della scena 3.2, a destra dell'evento Solarpunk Day.

La camera era provvista di un cage sul quale poter agganciare un monitor esterno, un SSD esterno (Samsung T5) collegato tramite ingresso USB-C della camera, un mattebox e un microfono direzionale (Rode VideoMic Pro+) per l'audio di backup. Il microfono principale è stato il lavalier Go della Rode, con adattatore da trrs a trs per collegarlo al registratore Zoom H1n. Sono anche stati utilizzati dei filtri Neutral Density (ND) opportuni in base alle condizioni di luce.

Le riprese delle interviste sono state effettuate tutte su treppiede fotografico con una testa fluida Manfrotto MVH502AH (figura 22), mentre per le riprese delle scene in live-action è stato anche utilizzato il gimbal DJI Ronin-S ed il follow focus wireless Tilta Nucleus Nano per avere il controllo sulla messa a fuoco durante i movimenti di camera.



Figura 22: Backstage dell'intervista a Franco Ricciardiello.

Per le scene di copertura è stata, invece, utilizzata una Fujifilm X-T4 (fotocamera digitale APS-C, con fattore di crop 1.5x) con ottiche Fujinon zoom XF 16-55mm f2.8 R LM WR (24-82.5mm equivalenti su full frame) e XF 10-24mm f4 R OIS WR (15-36mm equivalenti su full frame). In questo caso la scelta di questa attrezzatura è stata fatta per avere un kit più leggero e più versatile in quanto provvisto di sensore stabilizzato ed autofocus, molto utile in certe situazioni come la manifestazione per l'ambiente del 25-29 luglio 2022 a Torino, per non attirare troppo l'attenzione e potersi spostare velocemente (figura 23).



Figura 23: Manifestazione per l'ambiente del 29 luglio 2022.

Tutte le riprese con la Blackmagic sono state registrate in 4K DCI (4096x2160) e quelle con la X-T4 in 4K 16:9 (3840x2160), poi il formato è stato ridotto a 4096x1716 (aspect ratio 2.39:1). La scelta di esportare in 2.93:1, ma di non usare ottiche anamorfiche, è stata presa fin dalla pre-produzione, in quanto la gestione degli effetti visivi sarebbe stata molto più complessa a causa delle distorsioni maggiori e dei flares orizzontali che tali ottiche producono in certe situazioni di illuminazione contro luce rispetto alle ottiche sferiche. Sebbene la BMPCC4K permettesse di registrare direttamente in 4K 2.39:1 (a differenza della Fujifilm), si è optato per il 4K DCI in modo tale da avere un po' di margine superiore ed inferiore per effettuare piccoli aggiustamenti in fase di montaggio, se necessari. Tutte le riprese sono state registrate a 24fps.

7 HDRI (High Dynamic Range Imaging)

Far corrispondere le luci pratiche esterne ed interne, usate durante le riprese, con quelle sfruttate per illuminare gli elementi in computer grafica, è uno dei passaggi più complessi svolti dal team degli effetti visivi per rendere i propri elementi fotorealistici e coerenti con il girato.

Un metodo relativamente semplice consiste nel filmare una chrome ball (figura 24) sul set per ogni setup della cinepresa. In questo modo è abbastanza facile vedere la provenienza delle fonti di luce e come gli oggetti reagiscono ad esse. Solitamente si dipinge metà della sfera con un colore grigio opaco per vedere anche come reagiscono le superfici opache alla stessa luce. Quando si filma la sfera, si può semplicemente tenere davanti alla camera la parte cromata per pochi secondi e poi ruotarla dal lato opaco.

Il vantaggio della chrome ball è rappresentato dal fatto di essere una tecnica che richiede poco tempo per l'attuazione sul set, per questo motivo può essere realizzata in qualunque momento. Solitamente viene eseguita durante la messa in posa della scena o alla fine, dopo l'ultimo take. Lo svantaggio è che la chrome ball fornisce semplicemente una reference visiva di dove si trovano le luci sul set e come un oggetto riflettente od opaco risponde a tali luci, ma tutto il lavoro per rendere congruenti le luci in computer grafica con quelle reali, rimane da realizzare manualmente all'interno degli specifici software.



*Figura 24: Il VFX Supervisor Jesse Kawzenuk tiene in mano una chrome ball e una color chart reference per la seconda stagione della serie "The Umbrella Academy".
@ Jesse Kawzenuk*

Un'altra tecnica che fornisce molte più informazioni quando si deve ricreare una versione digitale della posizione e dell'intensità delle luci usate sul set, è quella che prevede l'utilizzo delle HDRI (High Dynamic Range Imaging).

Questa tecnica consiste nel fotografare la stessa scena a diverse esposizioni e poi combinare gli scatti in una singola immagine HDR, un'immagine quindi con un range dinamico elevato (distanza tra le parti più luminose e scure dell'immagine).

Per questo progetto ogni HDRI è stata realizzata con fotografie scattate a sette stop di differenza (in fotografia lo stop è un intervallo fra un valore di esposizione e il successivo e corrisponde ad un raddoppio della quantità di luce): partendo dall'esposizione migliore della scena e spostandosi fino a tre stop superiori e tre inferiori, sfruttando la modalità bracketing della fotocamera.

La X-T4 è stata posizionata su una testa panoramica per riprendere l'intero ambiente (figura 25).

Solitamente si utilizzano ottiche fisheye per riprendere la scena orizzontalmente oltre i 180°, in questo modo bastano pochi scatti per realizzare le fotografie necessarie alla creazione della panoramica. Nel caso di questo documentario, è stato utilizzato il Fujinon 10-24mm, mantenuto fisso a 10mm (15mm equivalenti considerando il sensore APSC). Tale assetto permette di catturare 100° orizzontali e 75° verticali circa. Dunque, sfruttando la testa panoramica, le fotografie sono state scattate ruotando ogni 60° in orizzontale e inclinando la testa in 3 posizioni rispetto all'asse verticale (figura 26): una a 90° una a 30° e una a 150°. Sono poi state scattate le 7 fotografie per ogni posizione. In totale per ogni HDRI sono stati utilizzati 126 scatti RAW.

Per decidere il grado di sovrapposizione tra una fotografia e l'altra e dunque l'angolo di spostamento della testa panoramica tra una posizione e la successiva, sono stati fatti diversi test arrivando alla conclusione che il software PTGui PRO™ preferisce bassi gradi di sovrapposizione per elaborare più facilmente le immagini.



Figura 25: Sistemazione della Fujifilm X-T4 sulla testa panoramica.



Figura 26: Realizzazione delle fotografie per l'HDRI della scena 5.

Quando si utilizza una testa panoramica, è molto importante posizionare la camera nel cosiddetto punto nodale dell'ottica, in modo tale che l'asse di rotazione sia neutrale rispetto all'immagine. Tale punto varia in base alla lente utilizzata. Un metodo per trovarlo consiste nel posizionare la fotocamera sulla testa panoramica, in modo tale che guardi verso il basso. Sfruttando poi il punto centrale dell'inquadratura, lo si allinea con il centro della croce della testa panoramica (figura 27).



Figura 27: Il punto centrale del frame è centrato con la croce rossa e bianca della testa panoramica.

Successivamente si porta la fotocamera in posizione parallela al terreno e si deve puntare a due elementi, uno vicino ed uno lontano, allineati tra loro. Ad esempio, si può usare un palo come riferimento lontano ed uno stativo come riferimento vicino, facendo in modo che l'elemento vicino sia perfettamente allineato a quello lontano, entrambi posizionati al centro del frame (figura 28).



Figura 28: Si usano uno stativo ed un palo come riferimenti (a sinistra) e si allineano al centro del frame (a destra).

A questo punto si ruota la testa verso sinistra e verso destra: se i due elementi risulteranno spostati, vorrà dire che è ancora presente della parallasse (si veda il capitolo 11) e quindi la fotocamera non si trova nel punto nodale (figura 29).



Figura 29: Quando la camera non è nel punto nodale, ci sarà parallasse ruotando la testa orizzontalmente.

Basterà far avanzare o indietreggiare la fotocamera sulla testa panoramica per trovare il punto nodale dell'ottica, in modo tale che ruotando la testa orizzontalmente non ci sia più parallasse (figura 30).

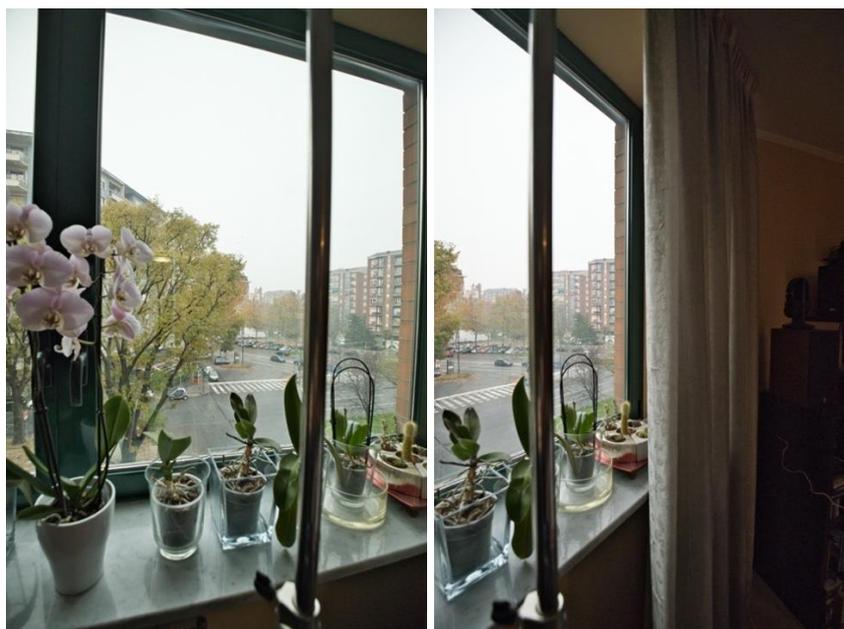


Figura 30: Quando la camera è nel punto nodale, non si noterà più parallasse ruotando la testa orizzontalmente.

È importante scattare le fotografie per le HDRI nella posizione in cui l'oggetto CG si dovrebbe trovare all'interno della scena.

Una volta acquisite le immagini, vengono caricate all'interno del software PTGui PRO™. Il funzionamento del software è abbastanza semplice se le fotografie sono state scattate correttamente: in automatico rileva i metadati della camera con le informazioni sul sensore e le ottiche (nel caso in cui non fossero presenti metadati si possono inserire manualmente) e unisce le immagini creando un'unica fotografia panoramica HDR. Tutte le HDRI sono state esportate in EXR a 32bit con profilo colore ACES2065.1.

L'immagine generata necessita poi di essere manipolata per rimuovere il treppiede e i watermark applicati dalla versione di prova del software. Questo processo è stato svolto su Affinity Photo™ (figura 31).



Figura 31: Prima e dopo la rimozione del treppiede e dei watermark tramite Affinity Photo™

Le mappe HDRI così realizzate possono essere inserite nei diversi software di modellazione (Houdini™, Maya®, Blender, ...) per calcolare dove devono essere posizionate le luci nella scena e quanto queste luci devono essere intense. Questa tecnica ha il grosso vantaggio rispetto alla chrome ball di ricreare fotorealismo e di illuminare accuratamente gli elementi degli effetti visivi nella scena. Tuttavia, non basta inserire l'HDRI all'interno del programma: è sempre necessario qualche aggiustamento all'intensità generale e l'aggiunta di alcuni punti luce di rafforzamento o di elementi invisibili che aiutino a bloccare la luce nei punti corretti.

Lo svantaggio di riprendere immagini HDR sul set, invece, è legato al fatto che possono richiedere diversi minuti per essere acquisite ed è necessario che i membri della troupe sgomberino l'area. Oltre a ciò, una difficoltà maggiore si riscontra durante le riprese in esterna, in cui l'illuminazione può variare in poco tempo. Per questo è necessario scattare quanto prima le fotografie, in modo tal che la luce non cambi rispetto a quando è stata girata la scena. A volte resta una scelta conveniente quella di usare una chrome ball durante il setup della scena e di registrare le HDR solo nelle finestre di tempo in cui è possibile farlo.

8 Green screen

Il compositing in green screen (o in blue screen) inizia con un'azione in primo piano ripresa davanti ad uno sfondo uniforme di un singolo colore primario. Per semplicità si farà riferimento alle riprese in “green screen” sottintendendo il fatto che lo sfondo può essere anche blu o addirittura rosso. A seguito delle riprese, tramite un processo digitale, l'azione in primo piano viene combinata con un nuovo sfondo. In un compositing fotorealistico lo sfondo e il soggetto devono avere un'illuminazione perfettamente coerente e la stessa prospettiva.

Questo tipo di riprese si divide in due categorie principali: soggetto/sfondo e set virtuali. Nel primo caso gli attori sono ripresi in primo piano o si trovano su un set in green screen parziale (set extension) che permette di isolare gli elementi interessati dallo sfondo (figura 32). In un set virtuale, invece, gli attori recitano in uno studio interamente verde, camminano su un pavimento verde ed interagiscono con oggetti verdi. Tutto questo sostituisce lo sfondo sul quale loro cammineranno, scaleranno, ecc (figura 33). In quest'ultimo caso la luce bianca che colpisce gli attori, colpisce anche lo sfondo verde rischiando di generare molte più dispersioni che causano riflessi e aloni verdi su alcuni elementi dell'azione. Con una buona esperienza è comunque possibile ottenere ottimi risultati anche in questo caso. In questa tesi non si parlerà degli StageCraft, ovvero di quei set virtuali che al posto del green screen utilizzano degli schermi che reagiscono a livello prospettico seguendo il movimento della camera (figura 34).

I primi due metodi di composizione vengono chiamati anche “traveling matte shots” in quanto dipendono dalla creazione di una silhouette sul canale alpha chiamata maschera o matte dell'azione in primo piano che cambia e quindi “viaggia” tra i frames. La trasparenza del soggetto è gestita dai differenti valori di grigio sul canale alpha dell'immagine. La composizione finale viene creata in post-produzione (o in real time nella produzione virtuale).



Figura 32: Set extension utilizzata durante le riprese della serie Squid Games di Netflix.
@Netflix



Figura 33: Set virtuale usato dalla BBC Sport per le Olimpiadi invernali di Beijing.
@BBC



Figura 34: StageCraft usato per la serie Disney+, The Mandalorian.
@ Industrial Light & Magic

Seguire le migliori pratiche per il green screen è abbastanza costoso: lo schermo dovrebbe essere di alta qualità, protetto dalla luce del set, uniformemente illuminato ad un livello corrispondente allo stop del soggetto e l'attore dovrebbe essere illuminato in maniera corrispondente al nuovo sfondo e protetto dalle dispersioni di luce (spill light) provenienti dallo schermo verde. Non sempre è necessario seguire le pratiche ottimali, tuttavia è bene avere in mente quali sono le limitazioni e quali sono i risultati ottenibili.

Per questa tesi è stata realizzata una set extension utilizzando un green screen dietro una finestra, per poter isolare facilmente il soggetto dallo sfondo che sarebbe poi stato sostituito (figura 35).



Figura 35: Backstage delle riprese per la scena 3.2 del documentario.

8.1 Scegliere il colore di sfondo

La scelta del colore di sfondo deve essere presa in base al colore dei costumi o del soggetto. Il range di colori accettabili in primo piano è ampio quando lo schermo può essere illuminato separatamente dagli attori e quindi può essere “più puro” (nella pratica più saturo), piuttosto che quando gli attori devono essere filmati in un set virtuale verde con illuminazione bianca. La scelta di utilizzare come colori di sfondo il verde, il blu o il rosso è dettata dalla struttura dei sensori digitali e delle pellicole, in quanto sono colori che utilizzano un singolo componente del sensore o un singolo livello della pellicola. I sensori digitali utilizzano

solitamente un filtro di Bayer (figura 36) che fornisce uno schema per la disposizione degli elementi sensibili alle tre componenti rossa, verde e blu. Dunque, se si utilizzasse uno schermo di qualche altro colore, sarebbe molto più difficile eseguire una chiave precisa. Oltre a ciò, nel filtro di Bayer, ogni cella composta da 2 fotositi per 2, possiede due elementi verdi, uno rosso e uno blu. Questo perché l'occhio umano è più sensibile alle sfumature di verde rispetto che a quelle blu o rosse e quindi si è deciso di allocare il doppio di elementi fotosensibili per la componente verde. Il livello verde dell'immagine risulta per questa ragione meno rumoroso rispetto al livello rosso o a quello blu (il più rumoroso dei tre) e pertanto l'uso del colore verde è generalmente preferibile; tuttavia, questo non è l'unico parametro da prendere in considerazione per la scelta del colore dello schermo.

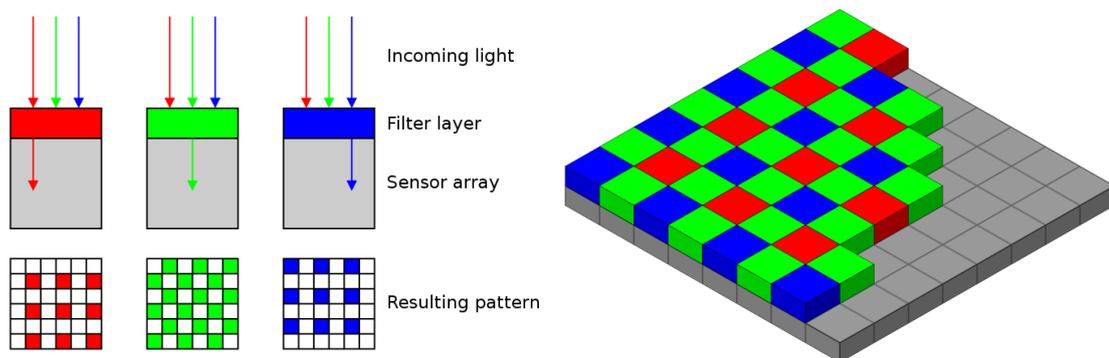


Figura 36: Schema di un filtro di Bayer utilizzato nei sensori digitali.
 @ utente Cburnett su Wikipedia

Un blue screen può essere soddisfacente nella maggior parte dei casi eccetto quando si usi in primo piano del blu saturo. Blu con bassi valori di saturazione come l'azzurro vanno bene. La soglia del colore di sfondo può sempre essere aggiustata in post-produzione per permettere ad alcuni colori in primo piano di contenere alti livelli di blu, come nel caso del magenta o del viola. Se durante il despill (rimozione della luce colorata dispersa dallo schermo di sfondo, si veda il capitolo 13.3) è stato rimosso troppo colore, si può poi aggiungere nuovamente un po' di illuminazione blu dello sfondo per ottenere colori più simili a quelli originali. Se devono essere utilizzati i colori sopra citati, è importante evitare i riflessi e i rimbalzi dello sfondo blu per ottenere risultati migliori. Per questo è fondamentale tenere gli attori ad una distanza di circa 5 metri dallo schermo e proteggere l'azione dalle dispersioni tramite delle bandiere opache. Qualora fosse presente del giallo saturo nel soggetto, produrrà ai bordi un contorno scuro dopo il chroma key, richiedendo

quindi un passaggio aggiuntivo in post-produzione per essere eliminato. Per quanto riguarda il giallo tenue questo problema non si presenta.

Un green screen, invece, è adatto per la maggior parte dei colori eccetto che per il verde saturo; anche in questo caso verdi tenui nel soggetto sono accettabili. Se sono presenti elementi di colore giallo saturo tenderanno al rosso nella composizione in quanto la componente verde nel giallo viene rimossa durante il passaggio di despill. Per ottenere il colore originale si deve riportare un po' di verde nel soggetto assieme ad alcune dispersioni. Gialli a bassi valori di saturazione sono pertanto preferibili.

Se il soggetto in primo piano non contiene né verde saturo né del blu saturo, allora lo schermo può essere scelto indistintamente. Tuttavia, come spiegato in precedenza, la grana del livello di emulsione di verde sul negativo e il rumore del sensore verde nelle camere digitali sono generalmente decisamente inferiori rispetto al livello blu o al sensore blu. Per tale motivo usare uno sfondo verde produrrà meno rumore nelle ombre e nelle semitrasparenze degli oggetti.

Per la scena 3.2 si è scelto l'utilizzo di uno schermo verde poiché lo sfondo aggiunto in compositing avrebbe dovuto contenere alti livelli di tale colore e quindi le dispersioni verdi sul soggetto sarebbero state meno significative rispetto alle dispersioni blu.

8.2 Illuminazione del green screen

Sia il livello di luminanza che la saturazione del green screen sono importanti per il software al fine di distinguere il livello di sfondo da quello dell'azione, per questo è fondamentale illuminare lo schermo in maniera il più possibile uniforme, idealmente con uno scarto di più o meno un terzo di stop. Anche se uno sfondo perfettamente uniforme è desiderabile, non è quasi mai ottenibile nel mondo reale.

I migliori illuminatori per i green screen sono banchi a fasce strette di tubi fluorescenti pilotati da alimentatori elettronici ad alta frequenza in modo tale da non generare flickering durante le riprese (figura 37). Un'alternativa altrettanto valida sono i banchi di luci led monocromatiche. Sono illuminatori che permettono di riprendere a qualunque fps (frame per

seconds). La scelta di usare questi tipi di luce è dettata dal fatto che sono sorgenti progettate per produrre lunghezze d'onda precise, in grado di esporre solo gli elementi fotosensibili al colore desiderato, senza esporre gli altri in maniera dannosa.



Figura 37: Illuminatori Kino Flo Fluorescent KF32 con il rispettivo spettro di illuminazione.
@Kino Flo Lighting Systems

Un buon schema di illuminazione frontale per un greenscreen (riportando le specifiche suggerite dal libro *The VES Handbook of Visual Effects*) è un array di luci fluorescenti verdi poste sopra e sotto lo schermo e distanti frontalmente di circa un 60% dell'altezza del fondale stesso (figura 38). Le unità possono essere distanziate della lunghezza di un tubo o unite assieme nel caso in cui serva una maggiore illuminazione. In questo caso le lampade devono sovrapporsi anche sui margini esterni dello schermo per mantenere un'illuminazione costante anche sui bordi.

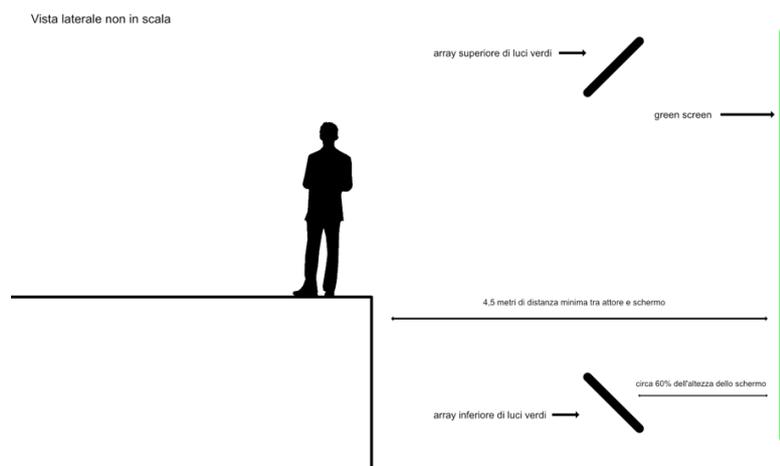


Figura 38: Schema di illuminazione frontale per un green screen.

Come detto precedentemente, l'azione deve svolgersi ad almeno 4 metri e mezzo di distanza dallo schermo per minimizzare le dispersioni di luce verde sugli attori.

Un green screen può essere anche uniformemente illuminato solo dall'alto posizionando una seconda fila di illuminatori lontani dallo schermo di circa il 30% dell'altezza dello stesso. Il vantaggio di illuminare solo dall'alto è che il pavimento risulta libero dalle luci; tuttavia, è uno schema di illuminazione che richiede precisi aggiustamenti per fornire un'illuminazione ideale.

In generale il numero richiesto di tubi fluorescenti che compongono gli array dipende dall'efficienza del fondale, dai tempi di ripresa e dall'illuminazione che si desidera ottenere.

Spesso non si dispone di luci a fluorescenza o si ha la necessità di usare luci a led bianche, come nel caso dei set virtuali in cui l'intera figura dell'attore e la sua ombra devono apparire sullo sfondo della scena. Questo tipo di illuminatori sono del tipo meno desiderabile dal punto di vista del compositing, in quanto producono grosse dispersioni del colore dello sfondo sugli attori.

Ad esempio, nel caso della scena 3.2, è stata utilizzata una luce a led da 5600K, la Nanlite Forza 60 (figura 39) con un softbox. Questa luce dal punto di vista della Green Production è risultata ottimale in quanto molto piccola e trasportabile e può essere alimentata da batterie ricaricabili, non necessitando dunque di allacciamenti alla corrente o di generatori di energia portatili. Tuttavia, essendo una luce a led bianca e non monocromatica, restituisce risultati meno ideali quando utilizzata per illuminare un green screen. Grazie a software come Nuke® è comunque possibile ottenere buoni risultati da sfondi illuminati da luce bianca, tramite l'esecuzione di una screen correction e la registrazione di una clean plate (si veda il capitolo 13.1).



Figura 39: Nanlite Forza 60.

I green screen possono essere retroilluminati (traslucidi) o illuminati frontalmente. I fondali traslucidi non vengono più utilizzati a causa del costo elevato e della dimensione limitata

nonché della loro relativa fragilità. Il vantaggio di questi fondali è il fatto che forniscono risultati quasi ideali e non richiedono spazio aggiuntivo davanti allo schermo per disporre gli illuminatori. I green screen illuminati frontalmente sono più suscettibili alle dispersioni di luce, ma usando con cura delle bandiere opache per limitare le dispersioni sul soggetto, possono produrre risultati altrettanto soddisfacenti.

Nella scena 3.2 è stato utilizzato un green screen con illuminazione posteriore (figura 40). Sebbene tale schermo non fosse realmente adatto alla retroilluminazione, si è optato per questa soluzione a causa della complessità dovuta alla location. Il motivo principale di tale scelta era dovuto al posizionamento del green screen dietro una grossa finestra. Illuminando frontalmente lo schermo le dispersioni di verde si sarebbero irradiate sulla finestra generando riflessi molto scomodi al compositing. Inoltre, non disponendo di uno schermo di grosse dimensioni, non è stato possibile allontanarlo maggiormente per fornire lo spazio sufficiente al posizionamento di illuminatori opportuni. Nonostante le condizioni non ideali, utilizzando i false color (uno strumento di verifica dell'esposizione nel frame) presenti nel monitor della Blackmagic Pocket Cinema Camera 4K, è stato possibile regolare la luce in modo tale da avere un'illuminazione adeguata e uniforme nell'area in cui si svolgeva l'azione del soggetto.

In post-produzione con alcune accortezze si è riusciti ad isolare la testa dell'attore dallo sfondo. Per tutti gli altri elementi statici all'interno della ripresa si è ricorso al roto-scoping (metodo di scontornamento manuale, descritto nel capitolo 12).

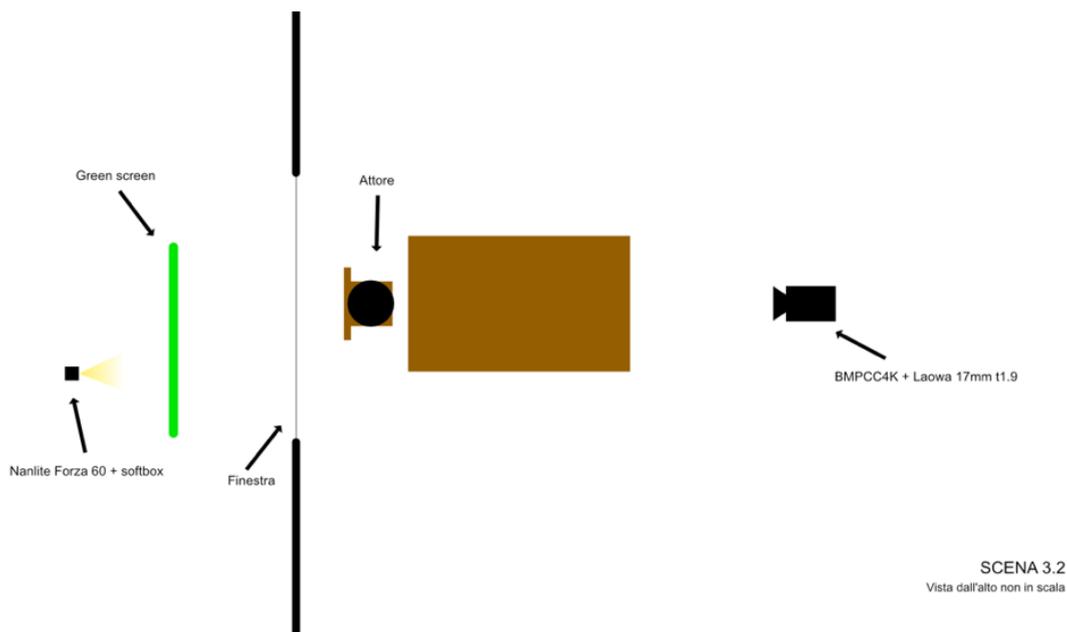


Figura 40: Schema dall'alto della scena 3.2

L'illuminazione del green screen era sufficiente uniforme anche per recuperare le zone di semi trasparenza, in particolare i riflessi dell'attore nel vetro, tuttavia, siccome la composizione finale ricrea una scena in cui fuori dalla finestra vi è una forte illuminazione rispetto all'interno (figura 41), mantenere evidenti tali riflessi avrebbe prodotto un risultato poco realistico.



Figura 41: Frame finale della scena 3.2

8.3 Tracking marker

Quando la cinepresa si muove, lo sfondo deve muoversi coerentemente. A meno che il soggetto e/o lo sfondo possano essere ripresi con una camera montata su un motion controller (un sistema che permette l'esecuzione precisa e ripetibile dei movimenti di camera), le informazioni di tracking devono essere estratte dalla ripresa e applicate al nuovo sfondo in compositing: questo processo viene chiamato matchmoving (si veda il capitolo 11.2).

È necessario in tal caso applicare sul green screen dei marker per il tracking, al fine di fornire dei punti di riferimento fissi (figura 42).



Figura 42: Tracking marker utilizzati nel film *Alice in Wonderland* (2010) della Disney.
@ Walt Disney Pictures

I marker devono essere visibili nella ripresa, ma idealmente dovrebbero trovarsi in un'area che non interferisce con l'azione degli attori, o per lo meno dovrebbero evitare di sovrapporsi all'area della testa. Il libro *The VES Handbook of Visual Effects* suggerisce di posizionarli in un pattern rettangolare, distanziati tra gli 8cm e i 12cm l'uno dall'altro, dipendentemente dall'ottica usata, dall'azione e dalla distanza dallo sfondo. Pezzi neri o bianchi di nastro adesivo o croci sono solitamente sufficienti; tuttavia, dei marker univocamente identificabili sono veramente utili se è richiesto il tracking di un movimento lungo e complesso. In alcuni casi usare dei marker verdi (o del nastro verde) su un green screen, o rispettivamente dei marker blu su un blue screen, possono rendere il lavoro in compositing molto più semplice. L'idea dietro questo approccio è quella di usare dei colori leggermente differenti dallo schermo, ma con la stessa tinta. In questo modo possono essere aggiustati per essere molto riconoscibili per effettuare il tracking e poi essere riaggiustati per essere facilmente rimossi evitando l'utilizzo di garbage matte (maschere molto approssimative utilizzate per isolare velocemente le aree in cui non si svolge la scena) e rotoscoping (si veda il capitolo 12).

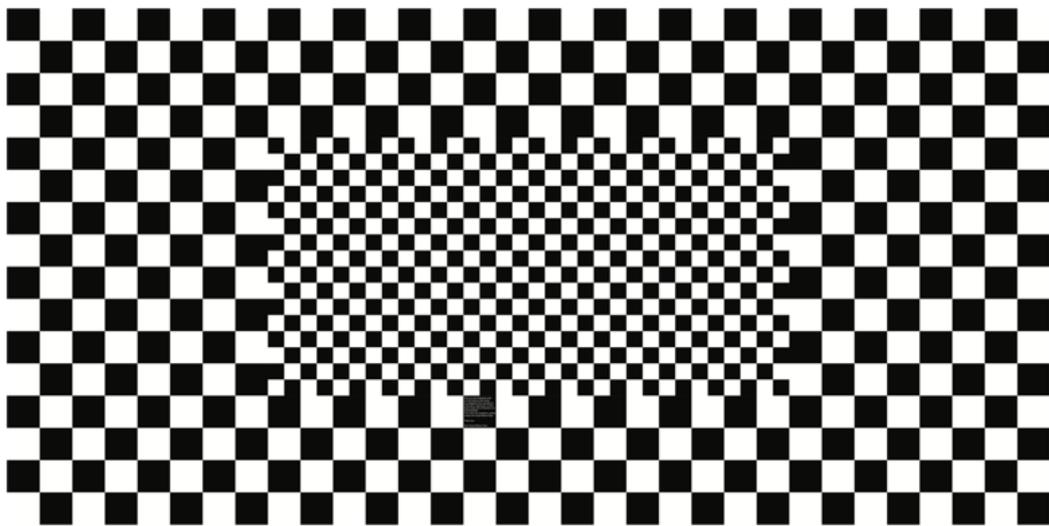
Se durante la ripresa avvengono movimenti improvvisi o la cinepresa viene scossa, il motion blur (striatura generata dal movimento relativo del soggetto rispetto alla camera durante lo scatto) può rendere totalmente inefficace il tracking dei marker. Sebbene esistano interessanti soluzioni a questo problema, l'alternativa più semplice è quella di evitare il motion blur, registrando con un angolo di ripresa più basso (aumentando la velocità dell'otturatore).

Nel contesto di questa tesi non è stato necessario utilizzare dei marker per il tracking in quanto le riprese che sfruttavano il green screen erano statiche.

9 Mappatura delle distorsioni

Siccome le ottiche generano distorsioni sull'immagine al variare della lunghezza focale, può essere molto utile filmare una carta per le distorsioni ottiche (chiamata lens distortion chart), soprattutto per una corretta gestione degli effetti visivi.

Siccome tutte le ottiche sono diverse (comprese lenti identiche sulla carta), si registra una grossa griglia a scacchi bianchi e neri (figura 43) per ogni ottica usata nella produzione. Per risultati ottimali, la griglia dovrebbe avere lo stesso aspect ratio del sensore della camera utilizzata. Si posiziona la griglia davanti ad una superficie piana, ad esempio un muro, e la cinepresa viene posta perpendicolarmente, su una rotaia, in modo tale da farla indietreggiare finché la griglia non riempie il fotogramma della camera da bordo a bordo.



*Figura 43: Lens Distortion Chart.
@ Eric Alba*

Non disponendo di una grossa carta per le distorsioni e di un carrello, ai fini di questo progetto si è utilizzato un metodo più amatoriale, ma altrettanto efficace (figura 44). Un foglio di carta con stampata la griglia di distorsione è stato quindi attaccato ad una porta e si è posizionata la camera perpendicolarmente ad esso, utilizzando un treppiede ed effettuando le misurazioni opportune per mezzo di un metro e di una livella.



Figura 44: Mappatura della distorsione per il 17mm.

In fase di compositing si deve rimuovere la distorsione della griglia fino a quando risulta completamente rettilinea. Questi dati vengono applicati alle riprese prima di effettuare il camera tracking, in modo tale da ottenere risultati migliori. Poi una volta inseriti gli elementi 3D nella scena, si deve applicare nuovamente la distorsione (l'inverso della correzione) solo sugli elementi aggiunti in modo tale che risultino coerenti con l'intera ripresa.

POST-PRODUZIONE

10 Preparazione delle immagini

Prima di poter procedere con la realizzazione degli effetti visivi, è fondamentale definire una pipeline per il trattamento delle immagini provenienti dalla cinepresa con lo scopo di poter utilizzare quel materiale nei software di compositing.

Il primo passo, dopo aver scaricato le riprese (come detto in precedenza con codec BRAV), è stato quello di inserirle all'interno di Davinci Resolve™ Studio 18 e selezionare solo le porzioni di clip necessarie, con un margine di qualche frame per lato, per poi esportarle in un formato adatto al compositing.

Sfruttando una color chart (la Datacolor SpyderCheckr 24) inquadrata all'inizio delle riprese, è stato possibile controllare ed eventualmente bilanciare i colori dell'immagine (figura 45). Per l'intero documentario si è deciso di lavorare in ACES (Academy Color Encoding System), un formato immagine ed un sistema di color management per la produzione, il mastering e l'archivio a lungo termine di un contenuto video. Con un corretto workflow basato su ACES gli artisti degli effetti visivi possono fare affidamento su risorse immagine pronte per l'integrazione ed il mastering dei VFX.



Figura 45: Datacolor SpyderCheckr 24 utilizzata nella scena 2.

10.1 ACES

Creato dall'Academy of Motion Picture Arts and Sciences, l'ACES è progettato per migliorare l'interscambio di immagini e metadati tra strutture e reparti di produzione per l'immagine in movimento e la televisione, e per mantenere la migliore fedeltà dei colori e del range dinamico sia per le camere digitali che per quelle a pellicola. Definendo uno spazio colore standardizzato e fisso ed un set di conversioni non ambigue, sia verso, che da questo spazio colore, l'ACES migliora lo scambio e la visualizzazione di un file immagine attraverso la produzione, dall'aspetto in via di sviluppo sul set, alla color correction finale, fino alla distribuzione per dispositivi multipli con diversi color gamut (la gamma di colori che può essere riprodotta), range dinamici e ambienti di visualizzazione.

L'Academy Color Encoding Specification (al quale ci si può riferire come ACES color space), utilizzato per il documentario, è il componente chiave dell'intera architettura. Definisce una codifica digitale di alta precisione, con un alto range dinamico ed un ampio color gamut (figura 46), adatto sia per le immagini fotografate sia per quelle sintetizzate al computer. L'ACES è in grado di codificare tutti i colori visibili dal sistema visivo umano, eccedendo ampiamente il range coperto dalle HDTV e dai proiettori cinematografici digitali. Per assistere alla creazione della trasformata relativa al device di input, che converte i valori RGB codificati dalla fotocamera in valori ACES RGB, l'ACES è derivato da un ipotetico dispositivo di registrazione ideale, definito come il "Reference Input Capture Device" (RICD), rispetto al quale si può confrontare il comportamento del dispositivo di registrazione corrente. Per come è concepito, tale dispositivo di confronto può distinguere e registrare tutti i colori visibili e può catturare un intervallo di luminanza superiore a quello di qualsiasi fotocamera fisica esistente al momento.

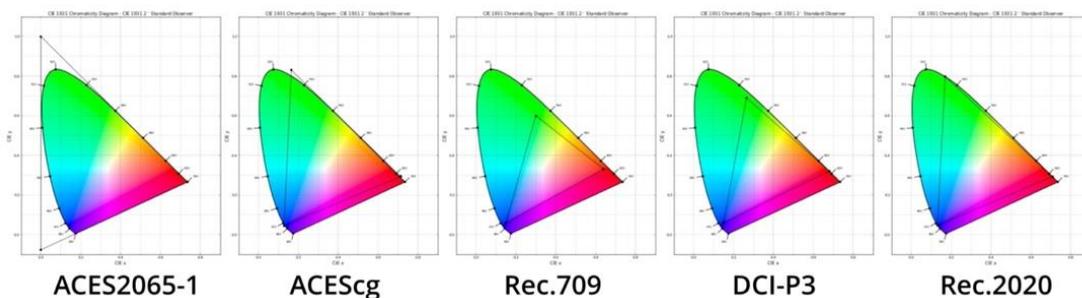


Figura 46: Confronto tra i vari spazi colore e lo spettro dei colori visibili dall'occhio umano.
@ Duiker Research Corp.

Lo scopo di questo dispositivo di riferimento è quello di fornire una relazione univoca, documentata e fissa tra i colori della scena (chiamati valori di esposizione della scena relativi) ed i valori RGB codificati. Questa relazione fornisce un punto di riferimento per portare qualsiasi forma di sorgente immagine all'interno del sistema. Quando una cinepresa registra una scena fisica, o una camera virtuale, in un programma di rendering CGI, renderizza una scena virtuale, una "Input Device Transform" (IDT) camera-specifica converte i dati immagine RGB risultanti in valori di esposizione ACES relativi, come se il soggetto fosse stato catturato dal dispositivo di cattura di riferimento (figura 47).

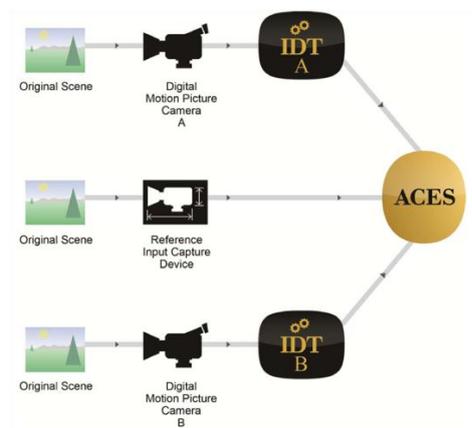


Figura 47: Conversione colore dell'immagine proveniente dalla cinepresa, all'ACES.
 @ Academy of Motion Picture Arts and Sciences

Siccome l'ACES codifica i colori della scena, i valori ACES devono essere aggiustati per le caratteristiche del dato dispositivo di visualizzazione e per l'ambiente di visualizzazione previsto affinché rappresenti fedelmente l'immagine registrata. Questi aggiustamenti vengono svolti dalla "Reference Rendering Transform" (RRT) e da una specifica "Output Device Transform" (ODT) relativa al dispositivo di visualizzazione, combinati in un'unica trasformazione (figura 48).

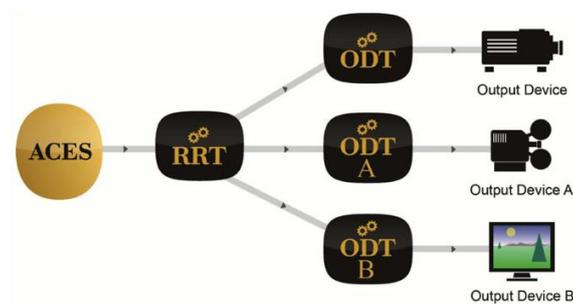


Figura 48: La Reference Rendering Transform e le Output Device Transform per diversi dispositivi di visualizzazione.
 @ Academy of Motion Picture Arts and Sciences

Per il documentario su Davinci Resolve™ Studio si è impostato l'ACESc come “color science” in versione 1.1 e come “ACES Output Transform” è stato impostato sRGB, compatibilmente con lo spazio colore del monitor di visualizzazione (figura 49). Saltando questo passaggio le immagini non avrebbero avuto un aspetto corretto sul monitor.

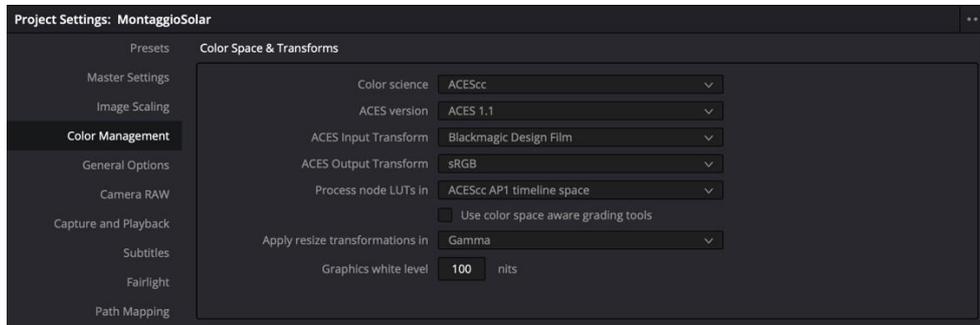


Figura 49: Impostazioni su Davinci Resolve™ Studio 18 per la visualizzazione dell'ACESc in sRGB.

Il sistema ACES permette anche di previsualizzare i cambiamenti di colore senza cambiare i valori RGB originali. Le modifiche di aspetto possono essere applicate ai dati ACES prima delle trasformazioni di visualizzazione RRT e ODT per ottenere migliori aspetti creativi. Una volta effettuate tutte le correzioni opportune all'immagine, si è provveduto a modificare la trasformata di Output in “No Output Transform” in modo tale da esportare il girato in ACES2065.1 (lineare) utilizzando il formato OpenEXR (figura 50).

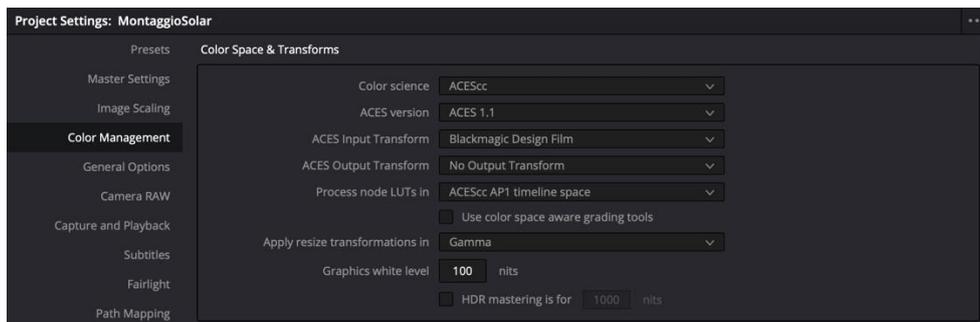


Figura 50: Impostazioni su Davinci Resolve™ Studio 18 per l'esportazione in ACES delle clip destinate al compositing.

10.2 OpenEXR

L'OpenEXR è un formato file sviluppato dall'Industrial Light & Magic per essere usato nella produzione degli effetti visivi. Lo scopo di questo formato è quello di rappresentare in maniera accurata ed efficiente i dati di una scena lineare ad elevato range dinamico, con un forte supporto ai casi d'uso multicanale e multi-parte (si veda il capitolo 14.7).

Alcune delle caratteristiche principali dell'OpenEXR includono la rappresentazione dei dati a 16 bit o a 32 bit in virgola mobile e dei pixel in interi a 32 bit, compressioni lossy e lossless, un numero arbitrario di canali, il supporto alle immagini stereoscopiche e una struttura di metadati estendibile. La versione 2 di OpenEXR introduce il supporto all'immagazzinamento di immagini multiple in un singolo file (figura 51), come l'abilità di immagazzinare un numero variabile di campioni per pixel. Quest'ultimo aspetto consente l'archiviazione di campioni con relativi valori di profondità (depth) e opacità che possono essere usati in flussi di lavoro con depth compositing. Le specifiche supportano sia le superfici rigide, sia le entità volumetriche. Attualmente non c'è un sistema di gestione del colore standard per l'OpenEXR, ma sta seguendo l'Image Interchange Framework sviluppato dall'Academy of Motion Picture Arts and Sciences.

L'OpenEXR viene ampiamente utilizzato negli applicativi in cui la precisione è fondamentale come nel caso del render fotorealistico, il compositing e il deep compositing.

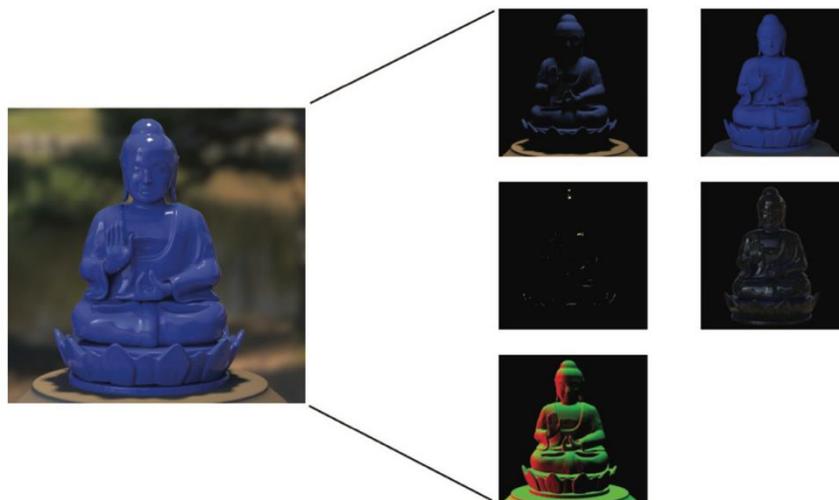


Figura 51: L'immagine di sinistra è un singolo file EXR di un render in CG che contiene 5 canali diversi (render passes).
@Eran Dinur – The Filmmaker's Guide to Visual Effects

11 Gestione dei movimenti di camera

Gli effetti visivi fotorealistici richiedono a tutti gli elementi all'interno di un'immagine, di condividere le caratteristiche riguardanti l'illuminazione e soprattutto la prospettiva comune. Dal momento che la prospettiva fotografica è strettamente dipendente dalla relazione spaziale tra la camera e il soggetto che viene fotografato, è importante che questa relazione sia registrata e applicata sistematicamente agli elementi fotografici o sintetizzati in computer grafica che vengono aggiunti nella composizione finale. Il movimento relativo e la relazione spaziale tra gli oggetti nel filmato possono essere ristretti a due fattori chiave: la parallasse e il cambio di prospettiva.

La parallasse è quel fenomeno per cui un oggetto sembra spostarsi rispetto allo sfondo se si cambia il punto di osservazione (figura 52). Un movimento privo di parallasse sembra non avere profondità, come se tutti gli oggetti si trovassero esattamente sullo stesso piano. Qualsiasi tipo di movimento orizzontale o verticale genera parallasse. È da notare, però, che tale effetto diminuisce con la distanza: gli oggetti vicini sembrano muoversi più velocemente di quelli lontani. L'unico movimento di camera totalmente privo di parallasse è una panoramica nodale perfetta: ovvero se si ruota la camera attorno al punto nodale dell'ottica (si veda il capitolo 7), gli oggetti non si sposteranno l'uno rispetto all'altro. Questo è quello che si voleva ottenere durante le riprese delle HDRI per far sì che il software fosse in grado di unire le varie fotografie riconoscendo le varie features comuni all'interno di più immagini. L'asse di rotazione nella maggior parte delle attrezzature video è solitamente al centro del corpo della fotocamera, più lontano dal punto nodale; quindi, nella maggior parte dei casi un'inclinazione o una panoramica non sono veramente nodali e si verificano alcune parallasse minori, visibili però solo su oggetti molto vicini.

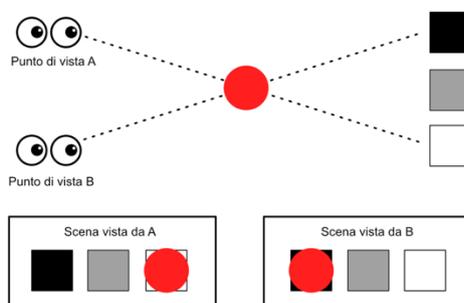


Figura 52: Schematizzazione dell'effetto della parallasse.

Il cambio di prospettiva, invece, avviene quando la cinepresa, muovendosi, rivela diverse parti o aree di un oggetto prima non visibili (figura 53). Proprio come la parallasse, il cambio di prospettiva è più pronunciato in un primo piano rispetto allo sfondo.

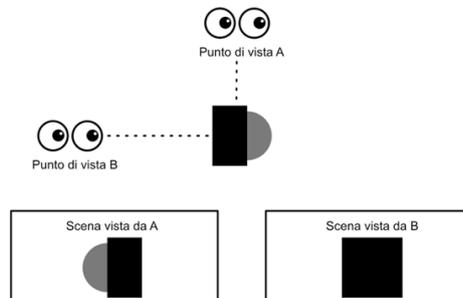


Figura 53: Schematizzazione del cambio di prospettiva.

Esistono tre tipi di workflow per la gestione degli elementi aggiunti in una ripresa: il 2D, il 3D e il 2.5D che è una via intermedia tra i primi due.

11.1 Workflow 2D

Quando si ha una ripresa statica non c'è alcun motivo di lavorare in tre dimensioni. Si può estendere un set semplicemente utilizzando diverse fotografie. Affinché il tutto funzioni, bisogna assicurarsi che gli elementi che si vogliono aggiungere corrispondano al set in primo piano e agli attori in termini di angolazione, prospettiva ed illuminazione. Lo sfondo non deve essere necessariamente completamente fermo: si possono introdurre elementi in movimento (ad esempio la pianta che cresce sullo sfondo della scena 3.2). Uno dei principali vantaggi del flusso di lavoro 2D è che si possono utilizzare fotografie e filmati reali senza dover creare tutto da zero in computer grafica. Questo garantisce che gli elementi che vengono aggiunti al filmato originale siano già fotorealistici.

Per la scena 3.2, ad esempio, si è utilizzata una ripresa effettuata con la stessa camera e la stessa ottica, come paesaggio di sfondo, dietro la finestra. È stata, però, aggiunto un layer per la pianta in crescita, realizzato a partire da una scena 3D, in quanto si tratta di un elemento di fantasia, non filmabile nel mondo reale (figura 54).



Figura 54: Diversi layer che compongono la scena 3.2: la ripresa originale, la ripresa per lo sfondo, l'albero CG ed infine la composizione finale.

Dentro la casa, invece, erano stati ripresi oggetti non voluti come la stampante ed il mobiletto sulla destra. Si è quindi utilizzato un nodo di rotopaint direttamente su Nuke® per cancellare gli oggetti non voluti. Il rotopaint ha permesso, in questo caso, di dipingere sopra la ripresa copiando altre parti della stessa immagine (è simile al timbro clone su Photoshop™). Anche in questo caso è stato relativamente facile eseguire questo passaggio in quanto la scena era priva di movimenti di camera e l'azione non si svolgeva davanti a questi elementi (figura 55).



Figura 55: Prima e dopo la rimozione su Nuke® del mobiletto e della stampante.

La sensazione di profondità, distanza e dimensione nel flusso di lavoro 2D, si ottiene allo stesso modo della pittura tradizionale, utilizzando prospettiva, dimensioni e colore. Gli oggetti diventano più piccoli con la distanza e più sono lontani, meno contrasto e saturazione hanno, ed assumono una leggera sfumatura bluastra. Inoltre, la prospettiva corretta si ottiene aderendo alle linee convergenti tracciate.

Questo tipo di workflow funziona bene con riprese statiche, ma se si ha un movimento di camera le cose si complicano. Se semplicemente si provasse a far scorrere lo sfondo nella

direzione opposta per fingere quel movimento, si potrebbe ricreare la parallasse dello sfondo, ma non degli elementi all'interno di esso. Il cervello dello spettatore istintivamente interpreterebbe la mancanza di parallasse come una mancanza di profondità. Per trasmettere realisticamente profondità e movimento ogni singolo elemento dovrebbe muoversi separatamente in base alla sua distanza dalla fotocamera. Se lo sfondo è una singola foto è evidente che non si potrà semplicemente ritagliare le diverse parti dell'immagine e spostarle per creare parallasse, perché si rivelerebbe il nulla dietro di esse.

Se lo sfondo fosse costituito da strati separati di elementi fotografici si potrebbe spostarli l'uno sull'altro, ma bisognerebbe sapere quanto sono lontani dalla fotocamera e quindi quanto dovrebbero muoversi in relazione agli altri oggetti.

Oltre a questo, se il movimento fosse ampio, non solo genererebbe parallasse ma anche uno spostamento prospettico molto evidente. Per queste situazioni bisogna sfruttare altri tipi di workflow.

11.2 Camera Tracking

Per rappresentare con precisione la parallasse e lo spostamento prospettico generati da un movimento di camera, bisogna prima ricreare tale movimento con assoluta precisione. Serve realizzare una camera virtuale che duplichi non solo la posizione, l'angolazione ed il movimento della telecamera originale, ma anche il tipo di obiettivo e le caratteristiche di distorsione.

Senza la possibilità di effettuare il tracciamento della camera, gli effetti visivi sarebbero veramente limitati e la gamma di possibilità sarebbe notevolmente ridotta. Il camera tracking è quindi il primo e più importante passaggio nel flusso di lavoro 3D in quanto apre le riprese 2D al mondo tridimensionale. Il tracciamento della camera, chiamato anche matchmove, non solo produce un duplicato della camera, ma anche uno spazio virtuale. Fornisce un'indicazione precisa di dove si trovano effettivamente gli oggetti nel filmato, nonché della loro distanza relativa dalla camera e dagli altri oggetti.

Ad esempio, per le scene 2 e 5.2 che sono in movimento, è stato fondamentale eseguire movimenti di camera in cui la parallasse e lo spostamento di prospettiva fossero evidenti, affinché fosse possibile effettuare un buon tracking 3D, per poi inserire correttamente gli elementi generati in computer grafica all'interno delle scene.

La distorsione dell'obiettivo deve essere corretta prima di effettuare il camera tracking, utilizzando la lens distortion chart (si veda il capitolo 9).

All'interno del software Nuke® si utilizza un nodo di LensDistortion per modificare la distorsione della griglia filmata (figura 56), in modo tale da renderla rettilinea (figura 57).

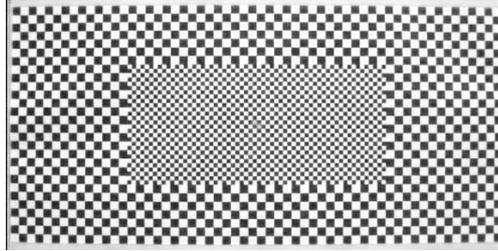


Figura 56: Distorsion chart ripresa dalla BMPCC4K con il 17mm.



Figura 57: Distorsion chart corretta dalle distorsioni.

La distorsione effettuata per correggere la griglia è stata poi applicata in maniera inversa agli elementi realizzati in CG, aggiunti alla scena. Bisogna tenere in conto in fase di render che, se uno degli elementi aggiunti si trova ai bordi nella ripresa, sarà necessario effettuare dei render con informazioni ulteriori ai bordi (overscan), in modo tale da avere un po' di margine per quando si applicano le distorsioni, altrimenti l'oggetto risulterà tagliato (figura 58).



Figura 58: Distorsione applicata alla casa senza precedentemente aver eseguito un overscan sul render.

Il camera tracking è sostanzialmente un processo di ingegneria inversa. Tracciando il movimento di un gran numero di punti nel filmato, il software analizza la parallasse per capire il movimento di camera.

La maggior parte dei pacchetti di tracking sfruttano un algoritmo con pattern di riconoscimento basato su riferimenti, che esegue una corrispondenza sub-pixel utilizzando una trasformata veloce di Fourier (FFT) su base pixel per pixel.

Per le scene del documentario è stato usato il nodo CameraTracker integrato su Nuke®, che permette di effettuare un tracking 3D automatico (figura 59).

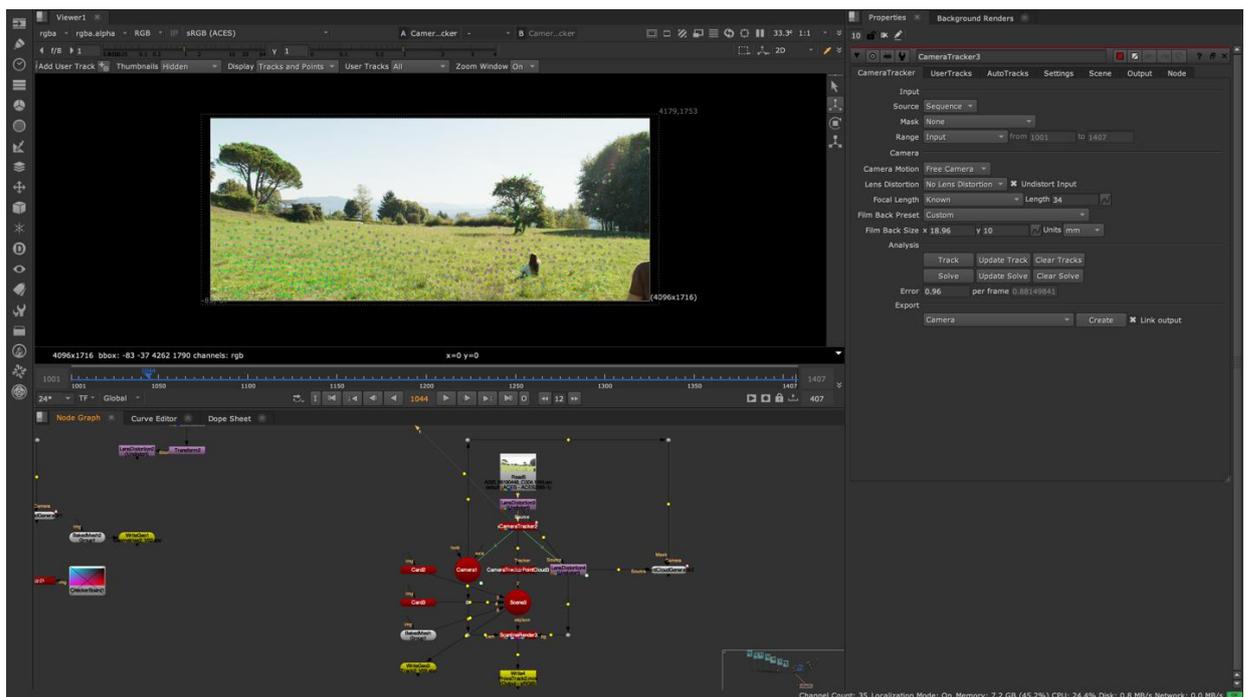


Figura 59: Tracking della scena 2.

Il primo passaggio consiste nel fornire al software le informazioni del sensore e dell'ottica utilizzata. Si decide inoltre il numero di feature che si vogliono rilevare, nel caso di queste scene sono state impostate 1000 feature. Il software, quindi, analizza i punti con maggiore contrasto e ne traccia il movimento nel tempo. In questa fase viene sostanzialmente eseguito un tracking 2D delle feature: questo poteva essere realizzato anche manualmente scegliendo quali feature tracciare ed eventualmente, in caso di errori, correggendone il movimento nel tempo. La seconda fase consiste nel "risolvere" (pulsante "solve" del tracker) la camera ed ottenere quindi un tracking 3D. Il software sostanzialmente analizza il movimento relativo dei punti tracciati, stimandone quindi la posizione nello spazio a partire dalle informazioni di camera fornite. Per questo motivo, nel caso in cui si effettuasse il tracking a mano, è

importante scegliere un minimo di 8 punti ben distribuiti nella scena: serve tracciare un maggior numero di features nella zona in cui si dovranno inserire gli oggetti, e aggiungerne delle ulteriori sia in prossimità della camera che sullo sfondo.

Per le scene 2 e 5.2 il tracking automatico ha fornito ottimi risultati. Una volta risolta la scena, viene stimato l'errore del tracking: più tale valore è basso, migliore sarà il tracking 3D (solitamente valori sotto ad 1 sono soddisfacenti). La terza ed ultima fase consiste nella pulizia del tracking. Si eliminano le features con errori più grandi, in modo tale da far scendere ulteriormente l'errore complessivo della scena. È importante suggerire al programma anche quali siano i punti del tracking che corrispondono al terreno.

A questo punto è possibile generare la camera virtuale, una scena (in cui si potranno inserire eventuali layer o oggetti 3D) e una nuvola di punti (figura 60) da cui è possibile ricreare una mesh approssimata dell'ambiente filmato (figura 61). Solitamente questa mesh viene esportata insieme alla camera virtuale, per utilizzarla come riferimento durante l'assemblamento della scena 3D su altri software.

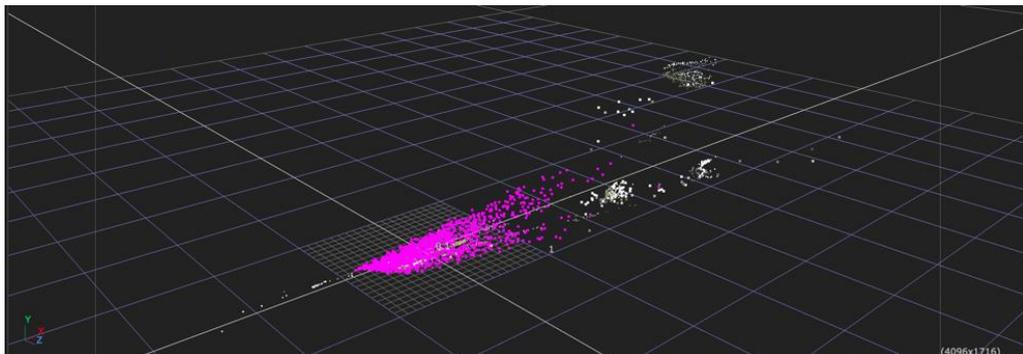


Figura 60: Nuvola di punti generata a partire dal tracking 3D per la scena 2.

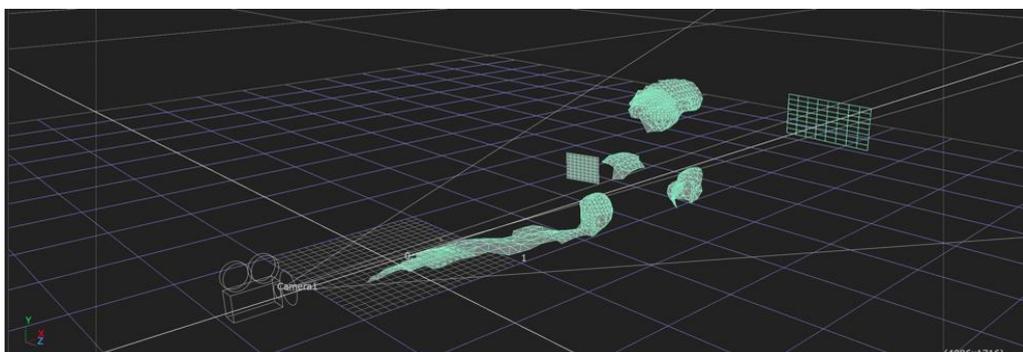


Figura 61: Mesh della scena 2 generata a partire dalla nuvola di punti.

11.3 Workflow 3D

Una volta creata una camera virtuale che imita perfettamente il movimento di quella reale, bisogna semplicemente posizionare i modelli CG all'interno dello spazio 3D per ottenere una parallasse accurata. Lavorando in 3D si risolve anche il problema del cambio di prospettiva in quanto gli oggetti sono costruiti come veri elementi tridimensionali e quindi possono essere osservati da qualunque angolazione. Inoltre, a differenza delle foto e dei filmati utilizzati nel flusso di lavoro 2D, questi oggetti possono essere illuminati in qualsiasi modo.

Questo è il workflow utilizzato per le scene 2 e 5.2. La camera virtuale creata in Nuke® è stata importata su Houdini™ assieme alla mesh generata dalla nuvola di punti tramite il formato file Alembic (.abc), sviluppato dalla Sony Picture Imagework assieme all'Industrial Light & Magic. Il principale obiettivo di questo formato è quello di favorire lo scambio di modelli animati tra gruppi di persone che lavorano allo stesso progetto su software differenti. Alembic supporta le comuni rappresentazioni geometriche utilizzate nel settore: mesh poligonali, curve parametriche, particellari, ecc. Alembic è in grado di memorizzare solo risultati “cotti” (dall'inglese baked) ovvero dati campionati in punti nel tempo, non gestisce quindi le complesse dipendenze procedurali.

Una volta importata la camera in un progetto Houdini™, è stato possibile inserire gli oggetti CG precedentemente modellati (figura 62) in Maya® e Blender (i pali nel caso della scena 5.2) o direttamente creati in Houdini™ (come la nuvola), assegnargli dei materiali, illuminarli e poi effettuare i render tramite Redshift™. Prodotti tutti i livelli necessari, sono poi stati inseriti in Nuke® per il compositing finale.

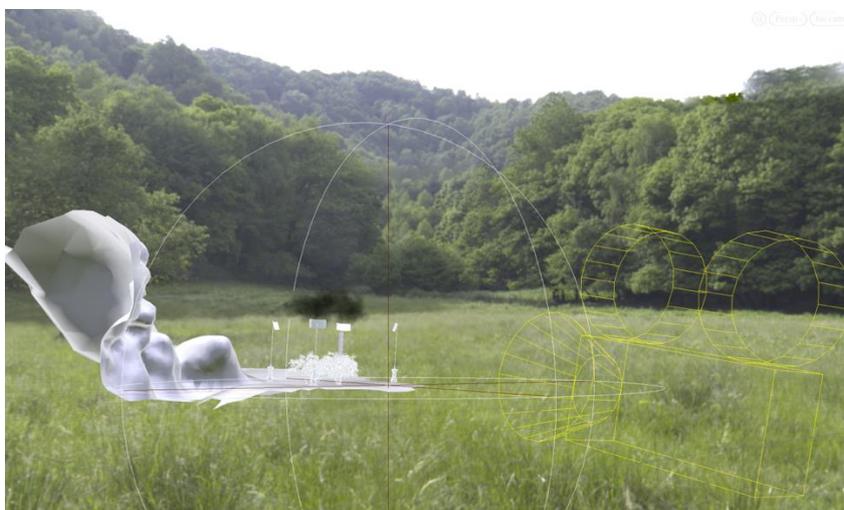


Figura 62: Scena 5.2 assemblata all'interno di Houdini™.

Il flusso di lavoro 3D è incredibilmente potente e flessibile, ma ha un costo: richiede tempo per essere creato, illuminato e renderizzato, senza contare che ottenere fotorealismo è più difficile che per una fotografia reale, che lo è per natura. Per questo motivo spesso è utile seguire un approccio ibrido.

11.4 Workflow 2.5D

In alcune situazioni il flusso di lavoro 2D non è percorribile, mentre quello 3D diventa poco pratico dal punto di vista di tempo e risorse spese per la realizzazione di una scena, per tale motivo si ricorre alla tecnica del 2.5D, anche detta della “proiezione di camera”. Ovviamente il 2.5D non esiste, è solo un termine utilizzato per descrivere in modo appropriato questa tecnica che è essenzialmente un modo efficiente per ottenere il meglio da entrambi i flussi di lavoro precedenti.

L’idea che sta alla base è semplice: consiste nel creare gli elementi in 2D, chiamati solitamente con il termine “matte painting”, e di separarli in più strati a seconda della distanza dalla camera. Dunque, ogni strato viene proiettato su una card (un piano) o un modello molto semplice che viene posizionato nello spazio tridimensionale, alla giusta distanza dalla fotocamera. Quando la scena verrà renderizzata dalla camera virtuale, ci sarà la corretta parallasse tra i diversi strati.

Questo metodo permette quindi agli artisti di creare un matte painting 2D in un software 2D come Photoshop™, per poi trasferirlo in un ambiente 3D. Ovviamente questa tecnica non è adatta a personaggi animati o oggetti in primo piano, soprattutto quando c’è un forte spostamento prospettico, ma funziona molto bene per oggetti e sfondi lontani o per oggetti in primo piano che hanno poca profondità (un muro ad esempio).

Questa tecnica è stata integrata al workflow 3D sia nella scena 2 che nella scena 5.2. In entrambe le scene gli oggetti inseriti si trovano per lo più sopra dell’erba, e non sarebbe stato realistico vedere i bordi inferiori dei pali (scena 5.2) o della casa (scena 2) totalmente scoperti da un po’ di tale erba (figura 63). Inoltre, modellare l’erba in 3D e applicare una texture adeguata avrebbe richiesto un po’ troppo lavoro che sarebbe risultato inutile. Per questo motivo si è provveduto a posizionare delle card davanti ai render realizzati in 3D degli elementi sopra citati, su cui è stata proiettata parte della stessa erba presente nella scena (figura 64). Si è poi sfruttato il canale alpha per far sfumare il livello sui bordi della card in modo tale da rendere il tutto più integrato (figura 65).



Figura 63: Scena 2 prima dell'aggiunta della card per l'erba davanti alla casa.



Figura 64: Scena 2 dopo l'aggiunta della card per l'erba davanti alla casa.

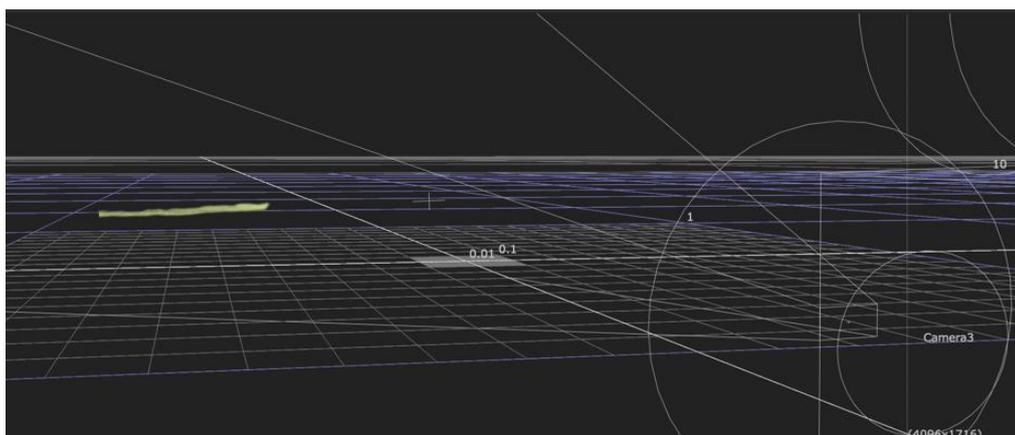


Figura 65: Card con l'erba proiettata.

Quando si ha a che fare con la proiezione di un matte painting generato a partire dalla ripresa originale è necessario trovare il cosiddetto “frame migliore”: il momento in cui la camera

mostra la maggior parte dell'oggetto che deve essere "dipinto". C'è sempre un frame migliore degli altri all'interno della ripresa. Ad esempio, nel caso sopra citato per la scena 2, siccome il movimento di camera è un avvicinamento, il frame migliore era il primo, in cui la camera riprende una maggiore porzione della scena. Una volta realizzato il matte painting finale, deve esser proiettato a quel frame specifico per coprire l'intera vista. In questo modo si è sicuri che anche i frame successivi e precedenti al frame migliore saranno coperti. Se così non fosse vuol dire che ci sono più frame migliori che rivelano alternativamente parti diverse dello stesso elemento e quindi sarà necessario realizzare patch differenti o estenderne una affinché possa rappresentare l'elemento nella sua interezza.

Il 2.5D è stato utilizzato anche per la città di sfondo della scena 2: invece di effettuare un render di ogni frame della ripresa, per far sì che la città seguisse il tracking della camera, si è deciso di realizzare il render ad alta qualità di un singolo frame e di proiettare poi il livello così generato su una card opportunamente disposta, inserita nella scena 3D, realizzata su Nuke®. Ovviamente la città è stata divisa su diversi livelli in modo tale che si mantenesse una lieve parallasse tra le varie strutture (figura 66). Questa scelta è stata incredibilmente efficiente riducendo di circa una settimana il tempo per la realizzazione della scena.

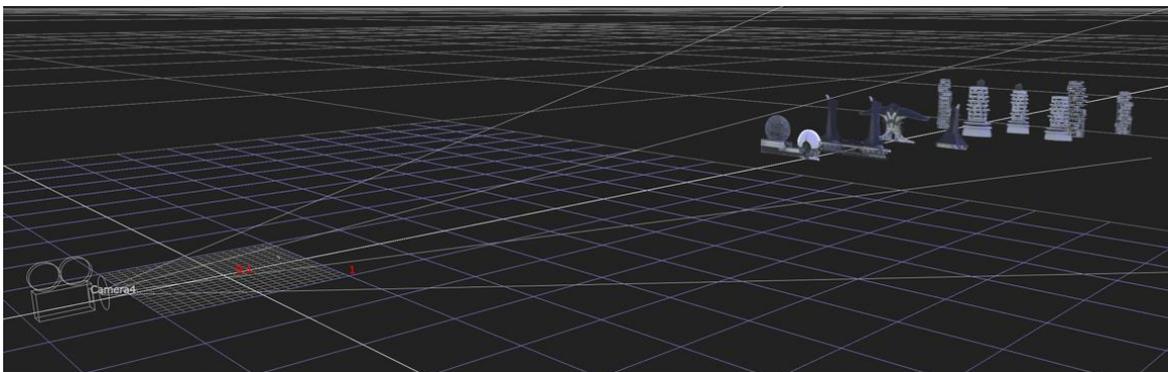


Figura 66: Disposizione dei livelli per la scena 2.

12 Rotoscoping

Quando un elemento viene aggiunto al filmato, deve essere posizionato alla giusta distanza dall'obiettivo. Spesso, però, capita di doverlo inserire dietro alcune parti del girato, a meno che tale elemento sia in primo piano davanti a tutto il resto. Questa è una sfida costante in quanto il filmato è bidimensionale e il tracking della camera 3D non è in grado di tracciare con precisione il contorno degli oggetti. La separazione non è necessaria solo per l'ordinamento in profondità, ma anche quando una specifica area della ripresa deve essere trattata (ad esempio quando si vuole cambiare il colore di un oggetto). Esistono sostanzialmente due tecniche per realizzare una separazione di un elemento dallo sfondo: il rotoscoping (roto) e il chroma key.

Il rotoscoping è una tecnica che è stata brevettata da Max Fleischer nel 1917, dopo averla sviluppata per la serie del 1915 "Out of the Inkwell". All'epoca il metodo consisteva nell'usare un proiettore da cinema, per proiettare un singolo frame su una superficie. L'immagine proietta veniva poi tracciata a mano su un foglio di carta e fotografata nuovamente frame per frame.

Negli effetti visivi di oggi il processo di rotoscoping consiste nel caricare le riprese digitali in un software in cui l'artista utilizza delle splines (un tipo di curve gestite da una funzione matematica che ha lo scopo di interpolare in un intervallo, un insieme di punti detti nodi, in modo tale che la funzione sia continua fino ad un dato ordine di derivate per ogni punto dell'intervallo) per tracciare il mascherino richiesto. Le splines possono essere convertite in immagini-maschera e lette all'interno del software di compositing.

Prima di iniziare lo scontorno è necessario valutare e studiare la ripresa del soggetto per poi articolare la maschera. Bisogna chiedersi in prima istanza se le roto possono essere eseguite in maniera procedurale, ad esempio stabilizzando l'immagine e usando poi i dati invertiti per applicare il movimento al singolo frame, oppure se bisogna seguire l'evoluzione del contorno nel tempo (non necessariamente frame per frame). Dopo che la ripresa è stata analizzata, si deve selezionare il frame che ha i bordi più complessi per usarlo come punto di partenza.

Solitamente utilizzare un'unica grande forma non è il metodo ideale, è preferibile sfruttare piccole forme chiave, una per ogni parte dell'oggetto che si muove in maniera indipendente. Ad esempio, per un essere umano, può essere utile separare il braccio superiore da quello inferiore, ogni dito, la gamba destra da quella sinistra, ecc. Questo approccio permette ad

ogni forma di essere spostata nel tempo a seconda del proprio movimento, senza subire particolari deformazioni. Una volta realizzati i mascherini, si sfocano i contorni in modo tale da non renderli troppo netti: questo provocherebbe un effetto stroboscopico tra un frame e l'altro. Se le splines dovessero contenere dati vettoriali per il motion blur, potrebbero essere attivati per fornire risultati migliori. In aggiunta un'elaborazione dei bordi tramite dithering (forma di rumore che viene aggiunta ai campioni per creare variazioni casuali più naturali) potrebbe fornire alla composizione un aspetto più naturale ed organico alle maschere basate su spline.

Per la scena 3.2 si è fatto ampio uso di roto-scoping (figura 67): il green screen è stato sfruttato principalmente per isolare facilmente la testa del soggetto, mentre tutti gli altri elementi sono stati scontornati con delle roto abbastanza semplici in quanto la ripresa era statica (figura 68). Alcune di queste sono state poi animate seguendo il passaggio del soggetto davanti agli oggetti.

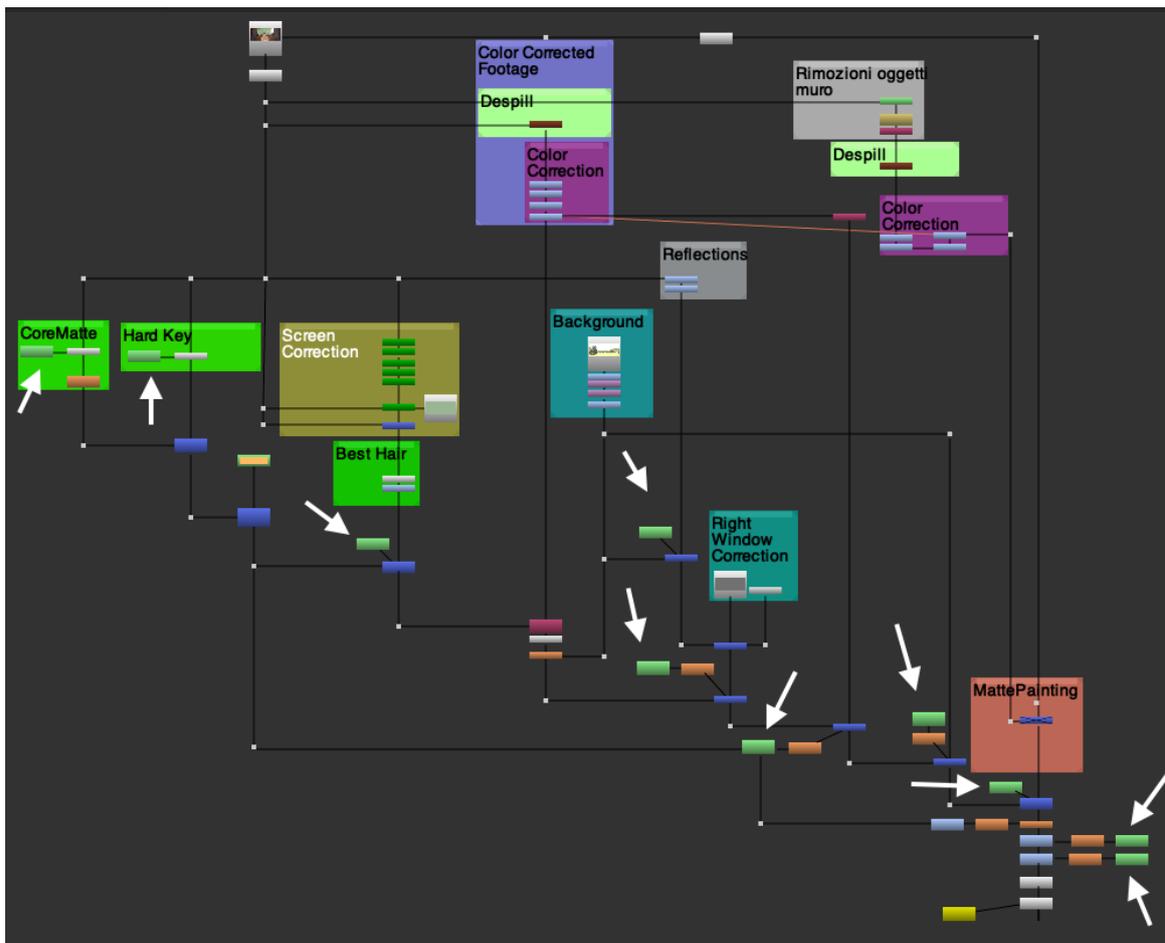


Figura 67: Parte del progetto della scena 3.2 su Nuke®, le frecce bianche indicano i nodi di roto-scoping.



Figura 68: In rosso, alcune delle maschere di roto della scena 3.2.

Anche per le scene 2 e 5.2 si è fatto largo utilizzo del rotoscoping più che altro per effettuare correzioni locali a livello di illuminazione, solitamente chiamate con il termine “re-lighting”.

Animare con precisione le spline, fotogramma per fotogramma, di elementi organici come animali o persone può essere un lavoro laborioso e dispendioso in termini di tempo. Inoltre, il rotoscoping è una tecnica che funziona bene per soggetti con bordi netti e ben definiti, ma non è altrettanto efficace per parti sottili come capelli e pelliccia, o quando i bordi sono molto sfocati. Per questo motivo, quando è possibile, è preferibile sfruttare un green screen, essendo uno strumento che, se ben utilizzato, fornisce ottimi risultati in tempi nettamente inferiori.

13 Chroma Key

Lo scopo del green screen è quello di fornire un mezzo inequivocabile con il quale il software possa distinguere tra i valori RGB del soggetto e quelli dello sfondo monocromatico. Il grado in cui il software di compositing riconosce lo sfondo determina il grado di trasparenza del primo piano nella composizione.

A volte si possono creare delle maschere di luminanza (chiamate “luma key”) sfruttando una grossa differenza di luminanza tra il soggetto e lo sfondo, tuttavia hanno usi limitati.

Per la scena 2 (figura 69) è stato eseguito un luma key su Nuke® per isolare le piante ed il prato dove si svolge l’azione, dallo sfondo (figura 70); tuttavia, essendo presenti riflessi nell’erba e nelle piante stesse, è stato necessario eseguire delle correzioni tramite i dei nodi di grade e successivamente mascherare con del roto-scoping tutte le parti appartenenti al soggetto in primo piano.



Figura 69: Ripresa originale della scena 2.



Figura 70: Maschera iniziale ottenuta con il luma key: le parti nere risultano trasparenti.

È molto importante che non siano state eseguite pesanti correzioni del colore e compressioni sul girato prima di eseguire un chroma key o un luma key: ogni informazione è preziosa affinché il software distingua bene il soggetto dallo sfondo.

La corretta esecuzione di un chroma key si può suddividere in quattro macro-operazioni:

- Screen correction: si correggono in maniera ottimale le disomogeneità sullo sfondo
- Matte: il software genera una maschera di silhouette sul canale alpha dell'azione in primo piano
- Despill: si sopprimono tutte le tracce dello sfondo sul layer in primo piano, mentre il colore del soggetto viene mantenuto intatto
- Compositing: si uniscono tutti gli elementi della composizione in maniera credibile con il nuovo sfondo

13.1 Screen correction

La screen correction è una tecnica che si effettua a partire da una “clean plate” (o reference plate), ovvero un'immagine dello sfondo priva del soggetto, registrata subito dopo che l'illuminazione sul set è stata decisa (figura 71). Tutte le imperfezioni di sfondo e di luce vengono quindi registrate in questi pochi frames e poi si registra l'attore normalmente. Il software confronta la clean plate con la ripresa e corregge il resto dello sfondo al livello misurato. Confronta quindi pixel per pixel lo sfondo pulito con quello dove c'è l'azione ed inibisce il processo di correzione nell'area del soggetto e proporzionalmente nell'area delle trasparenze.



Figura 71: Clean plate per la scena 3.2.

Quando lo sfondo non è perfettamente uniforme è possibile pulire il canale alpha aumentando il contrasto (gamma) fintanto che tutti i valori non uniformi vengano spostati (clippati). Ovviamente più si aumenta il contrasto, più anche alcuni dettagli del soggetto vengono erosi. Per tale motivo si eseguono differenti “chiavi” sulle diverse aree del soggetto (ad esempio una chiave per i capelli, la testa, il corpo, le gambe, ...).

La limitazione nell'utilizzo della clean plate è legata al movimento di camera: dovrebbe essere registrata seguendo lo stesso movimento di camera per la stessa durata. Questo solitamente richiede l'utilizzo di un motion controller. Nel caso della scena sopra citata la ripresa era statica quindi il problema non si è presentato.

Quando non è possibile registrare una clean plate, si può provare a generare sinteticamente dei clean frames tramite il software di compositing. I bordi dell'immagine in primo piano vengono rilevati e i valori dello schermo vengono interpolati verso l'interno per coprire il soggetto.

Per la scena 3.2 si sono usati in cascata una serie di nodi IBKColour (Image Base Keyer) per espandere l'area verde dello schermo a tutto il frame, anche dove il green screen non era presente (figura 72). Questo metodo è stato molto efficace per isolare con il nodo IBKGizmo i riflessi nel vetro dell'attore e degli oggetti nella casa e alcune piccoli dettagli nei capelli.



Figura 72: Clean frames generati sinteticamente.

13.2 Canale Alpha

Il concetto di “canale alpha” è stato introdotto da Alvy Ray Smith nel 1978, detto anche “matte channel”, contiene le informazioni di trasparenza. È un'immagine in scala di grigi nella quale l'immagine in primo piano è una silhouette bianca. Il livello numerico di ogni

pixel della maschera è proporzionale alla visibilità dello sfondo, dove nero equivale a trasparente e bianco ad opaco.

Per la scena 3.2 si è utilizzato principalmente il nodo Keylight su Nuke® per generare il mascherino sul canale alpha. Si è utilizzato un metodo di estrazione a tre chiavi primarie:

- Chiave interna: è una maschera solida dell'interno del soggetto che non deve fuoriuscire dai bordi (figura 73). Viene chiamata anche “core matte” e deve essere priva di trasparenze per eliminare ogni piccolo errore all'interno della figura durante il chroma key generale.
- Chiave esterna: è utilizzata per l'esterno dell'immagine e rimuove la parte esterna al soggetto (figura 74). Fornisce una buona base per i bordi sulla quale poi costruire il resto.
- Chiave dei bordi: consiste in una chiave più finemente dettagliata per i bordi del soggetto, inclusi i capelli o le fibre dei vestiti (figura 75). Queste maschere possono anche essere costituite da una combinazione di maschere di luminanza ricavate dai singoli canali RGB.



Figura 73: Chiave interna della scena 3.2 per la testa dell'attore.



Figura 74: Chiave esterna della scena 3.2 per la testa dell'attore.



Figura 75: Chiave dei bordi della scena 3.2 per la testa dell'attore.

Le tre chiavi devono poi essere usate in combinazione per preservare i dettagli fini ai bordi, mantenendo comunque una maschera al centro pulita e priva di trasparenze. Dal momento che, come detto in precedenza, il green screen è stato sfruttato solo per il soggetto, le chiavi sono state applicate esclusivamente nell'area del soggetto tramite maschere animate anche dette "garbage matte" (questo termine viene solitamente associato a maschere molto grossolane che servono per scartare alcune parti della scena).

Al risultato sono poi stati reinseriti gli oggetti e sono stati definiti con precisione i bordi della finestra, anche dove il green screen non era presente (figura 76). Per la parte di finestra sulla destra, siccome il green screen non era presente, si è provveduto ad aggiungere un gradiente in modo tale da ricreare sulla composizione finale il riflesso originale del vetro.



Figura 76: Risultato finale dopo il chroma key e il rotoscoping degli oggetti.

Quando si esegue un chroma key su immagini filmate, spesso può essere utile usare un basso livello di riduzione rumore (denoiser) prima di eseguire la chiave. L'esagerazione può corrispondere ad una perdita di dettaglio nella maschera realizzata, tuttavia a volte, il risultato può valere la perdita. L'immagine originale, però, deve essere usata per il soggetto in compositing: l'alpha generato dall'unione dei vari chroma key viene quindi applicato alla ripresa originale.

13.3 Despill

Quando il soggetto è vicino allo sfondo o si trova su un pavimento verde, esso avrà una dominante di colore verde (o blu nel caso di un blue screen) dovuta alle dispersioni di luce verde provenienti dallo schermo e dai riflessi nell'ottica. Questa luce riflessa viene chiamata "spill".

È importante ricordare di non effettuare rimozioni di questa dispersione di colore con filtri applicati sulla luce, in camera o con una color correction prima della transcodifica. Tutte le contaminazioni dovute allo sfondo devono essere rimosse dal soggetto tramite il software di compositing, solo nei passaggi finali della composizione (figura 77).



Figura 77: Scena 3.2 prima e dopo il despill.

Il passaggio di despill è stato realizzato anch'esso su Nuke® sfruttando il nodo "PxF_KillSpill", sviluppato da Pixelfudger. Sono stati testati anche altri metodi, ad esempio scrivendo delle semplici espressioni matematiche eseguite pixel per pixel. Una prima espressione consisteva nel confrontare il livello di verde con il livello di rosso per ogni pixel (figura 78): ogni volta che il verde si trovava ad un valore maggiore del rosso, il quantitativo di verde veniva ridotto allo stesso valore del rosso.



Figura 78: Despill effettuato con una semplice espressione.

La seconda espressione (figura 79), invece, confrontava il valore del canale verde con la media dei canali rosso e blu. Anche in questo caso ogniqualvolta il verde risultava maggiore, veniva ridotto al livello medio di rosso e blu.

Nonostante queste soluzioni fossero efficaci, si è optato per l'utilizzo del nodo di KillSpill in quanto è risultato leggermente più efficiente grazie agli strumenti aggiuntivi che fornisce.



Figura 79: Despill effettuato con un'espressione di confronto tra il canale verde e la media dei canali rosso e blu.

13.4 Composizione

È un'idea comune pensare che un green screen dia la possibilità di collocare qualsiasi sfondo dietro il soggetto, ma questa ipotesi è sbagliata. È molto difficile unire uno sfondo ed un primo piano che sono molto differenti in termini di illuminazione, prospettiva, valori di luminanza o tonalità. È necessario pensare in anticipo allo sfondo e all'ambiente in cui si troverà il soggetto e illuminare entrambi in maniera coerente.

Nella scena 3.2 lo sfondo scelto è molto più luminoso del soggetto all'interno; tuttavia, la composizione risulta efficace in quanto lo sfondo deve essere all'esterno di una finestra (figura 80).

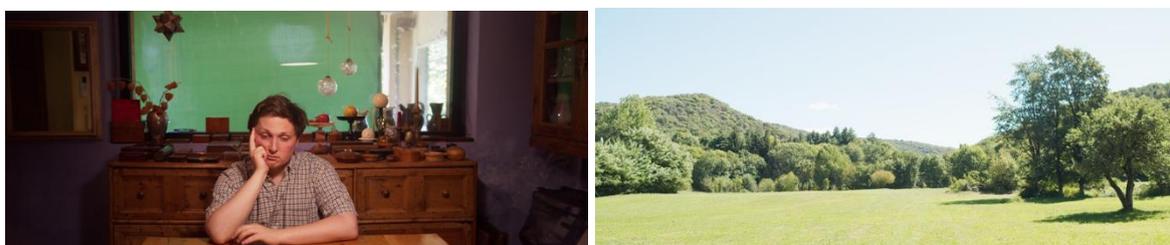


Figura 80: Sulla sinistra il soggetto della scena 3.2, sulla destra il nuovo sfondo.

È stato comunque necessario aumentare il gain della scena per ottenere una maggiore aderenza del nuovo sfondo alla luminosità di quello originale, altrimenti si sarebbe notato uno sgradevole contorno ai bordi della testa del soggetto e degli oggetti sulla finestra. Inoltre, si è dovuto provvedere a rendere coerenti anche i colori degli interni con quelli della scena esterna (figura 81).



Figura 81: Sulla sinistra la scena 3.2 senza color correction, a destra quella bilanciata.

Per quanto riguarda la coerenza prospettica, entrambe le immagini sono state registrate con la medesima ottica (Laowa 17mm t1.9) e con la Blackmagic Cinema Camera 4K posta alla stessa altezza e angolazione.

Un problema che poteva minare la credibilità della scena era legato al fatto che il green screen, posto dietro la finestra, ha bloccato parte dell'illuminazione proveniente dallo sfondo reale, diminuendo quindi l'illuminazione degli oggetti posti sul mobile davanti alla finestra. Questo è stato corretto eseguendo del re-lighting: si è provveduto a mascherare con delle roto la superficie del mobile e gli oggetti, e ad aumentare il livello di luminosità corrispondente (figura 82). In questo modo si è ottenuta una migliore credibilità della scena a livello di illuminazione e contrasti.



Figura 82: Sulla sinistra la scena 3.2 senza la sistemazione dell'illuminazione, a destra quella con il re-lighting effettuato.

14 CGI

Il termine CGI significa Computer Generated Imaginary. È uso comune sfruttare questo termine per parlare degli effetti visivi in generale, ma nell'ambito professionale il termine CGI (spesso solo CG) ha un significato molto più specifico. Viene utilizzato per fare una chiara distinzione tra gli elementi VFX creati artificialmente al computer e gli elementi del mondo reale che sono stati ripresi da una fotocamera o una cinepresa. Nonostante l'uso popolare del termine non tutti gli effetti visivi sono CGI. In questo capitolo si discuterà nello specifico della realizzazione degli elementi CGI realizzati per il documentario.

14.1 Modellazione 3D

Tutti i modelli 3D sono costituiti dagli stessi elementi di base: punti (vertici) collegati da linee rette (spigoli) per formare piccole superfici piane chiamate poligoni (facce). Sfruttando il giusto quantitativo di poligoni si può creare qualsiasi cosa (figura 83). Le superfici lisce in generale richiedono un maggior numero di poligoni (ad esempio una sfera rispetto ad un cubo), in generale più un oggetto è dettagliato e complesso, più poligoni richiede. Sebbene per gli effetti visivi non sia necessario effettuare render real-time come per i videogiochi, mantenere il numero di poligoni ragionevolmente basso è fondamentale per rendere le scene più gestibili e veloci da renderizzare.

Si distinguono solitamente due categorie di modellazione 3D: la modellazione di corpi rigidi (anche chiamata modellazione tecnica) e la modellazione organica che corrispondono rispettivamente alla costruzione e alla scultura nella vita reale.

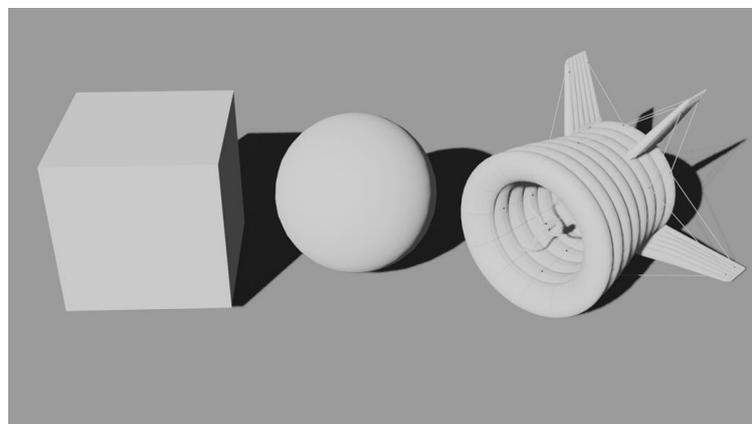


Figura 83: Esempi di modelli differenti composti da poligoni.

La modellazione rigida include oggetti come automobili, edifici, astronavi, macchine, robot, mobili e qualsiasi cosa fatta dall'uomo e che richieda tecniche di costruzione di precisione (figura 84). Questo tipo di modellazione è comunemente basata su progetti o foto di riferimento e il modello è solitamente costituito da parti più piccole. Ovviamente è una buona pratica quella di modellare solo le parti dell'oggetto che saranno effettivamente visibili dalla camera.

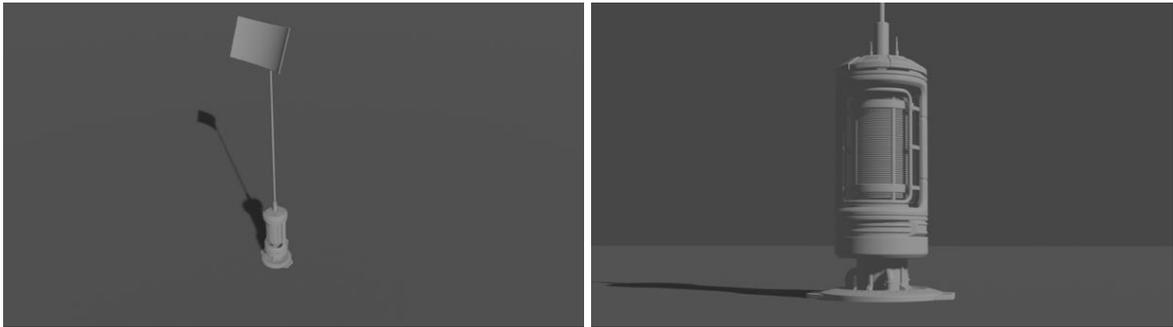
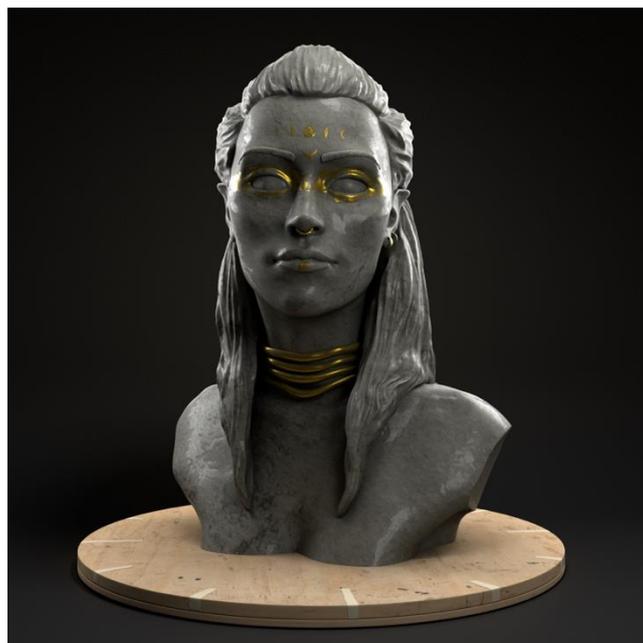


Figura 84: Mesh dei pali realizzati per la scena 5.2.

La modellazione organica è più adatta a modelli a superficie continua come esseri umani, animali e creature di ogni tipo (figura 85). In questo caso si parla meno di precisione tecnica e più di una conoscenza approfondita dell'anatomia e delle proporzioni fisiche. È fondamentale, quando si modella, la comprensione di come si muovono i personaggi.



*Figura 85: Esempio di modellazione organica.
@ Celeste Sanchini*

Per questo progetto non sono stati realizzati modelli organici. In particolare, sono stati modellati gli alberi sfruttando un software specifico (Speed Tree Cinema™) ed alcuni elementi di scena come i pali e i palazzi, tramite i software Blender e Maya®. Per alcuni elementi, al fine di ottimizzare i tempi, sono stati sfruttati dei negozi online (Turbosquid e Sketchfab) che vendono alcuni modelli con la relativa licenza per utilizzarli.

14.2 Texturing e Shading

Una volta modellato, l'oggetto 3D necessita di avere uno o più materiali. Gli shader sono materiali virtuali che descrivono le proprietà generali del materiale o più specificatamente come l'oggetto reagisce alla luce. Le textures aggiungono la superficie e i dettagli del colore. Texture e shader forniscono gli indizi visuali che trasformano il modello in un oggetto credibile nel mondo reale.

Uno shader è concettualmente un contenitore per un singolo materiale: ne definisce tutte le proprietà e contiene tutte le textures che vengono utilizzate per controllare e variare tali proprietà (figura 86). Gli shader realizzati per il motore di render fotorealistico Redshift™, appartengono alla categoria PBR (Physical-Based Rendering). Le proprietà principali di questi materiali sono:

- Diffuse (o Base Color): è il colore dell'oggetto.
- Specular: gestisce la lucentezza del materiale.
- Reflection: fornisce informazioni su come la luce viene dispersa sul modello. Le texture utilizzate per pilotare questo parametro vengono chiamate Roughness map (o Gloss Map, inverso delle Roughness map). Spesso il parametro reflection è unito a quello di specular.
- Refraction: gestisce il modo in cui materiali trasparenti piegano la luce.
- Transparency: è quanto il materiale è trasparente.
- Bump Mapping: sono mappe di rilievo che vengono utilizzate per aggiungere "rugosità" e imperfezioni ad una superficie. Non sono realmente tridimensionali ma "ingannano la luce" per creare piccoli dettagli.
- Displacement: modifica effettivamente la geometria del modello, creando piccoli dettagli senza richiedere di modellarli veramente (figura 87). Il miglior risultato di

displacement si ottiene con le Normal map che, a differenza delle Bump map che utilizzano valori in scala di grigio per definire l'altezza degli elementi, utilizzano i canali rosso, verde e blu per descrivere lo spostamento su tutti e tre gli assi.

- Translucency: gestisce la possibilità di vedere la luce attraverso gli oggetti come capita per oggetti quali la carta o le foglie.
- Subsurface Scattering: è la caratteristica di diffusione della luce a breve distanza che si verifica nei materiali come la cera o la pelle umana.
- Emission: viene utilizzato per oggetti che emettono luce.

Gli shader possono essere utilizzati anche per creare effetti volumetrici come fumo o nebbia.

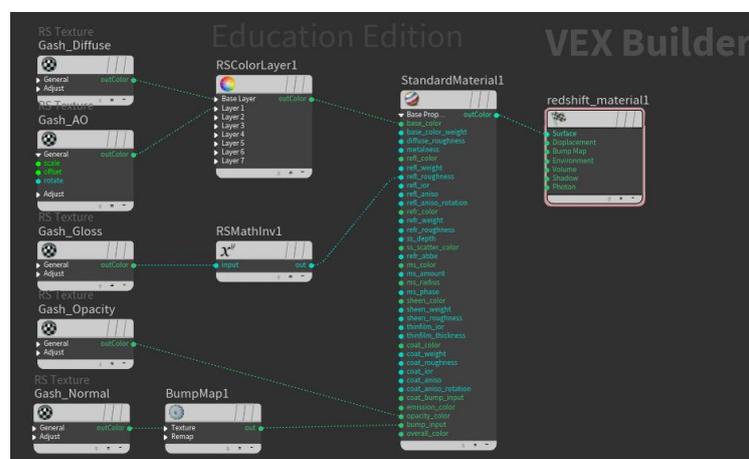


Figura 86: Shader Redshift™ realizzato su Houdini™, sulla sinistra, alcune textures connesse ai diversi input del materiale.

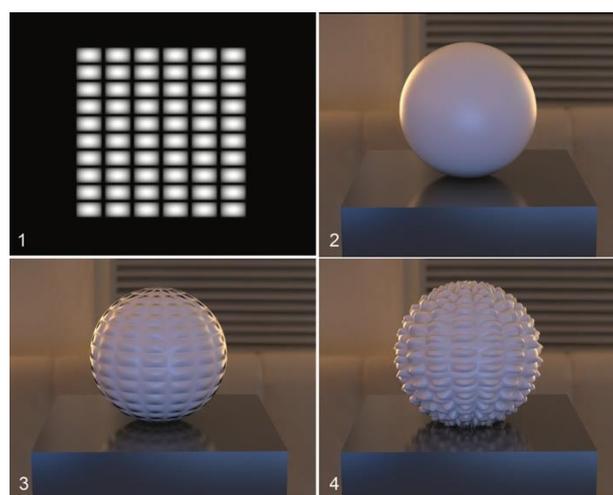


Figura 87: Mappa (1) usata sulla mesh (2) prima come Bump Map (3), poi come Displacement (4).
@Eran Dinur – The Filmmaker's Guide to Visual Effects

Le superfici perfettamente uniformi sono rare: anche una sfera cromata lucida, solitamente possiede almeno qualche traccia di polvere o delle imperfezioni sulla superficie. Le texture vengono usate non solo per i dettagli del colore, ma anche per controllare e variare altre proprietà del materiale come la lucentezza o la trasparenza. Questi piccoli dettagli sono fondamentali per rendere un modello credibile e meno sintetico.

Le texture per il progetto sono state realizzate con il software Adobe® Substance 3D Painter™ (figura 88), l'applicazione standard del settore per la realizzazione in real-time di texture su modelli 3D.

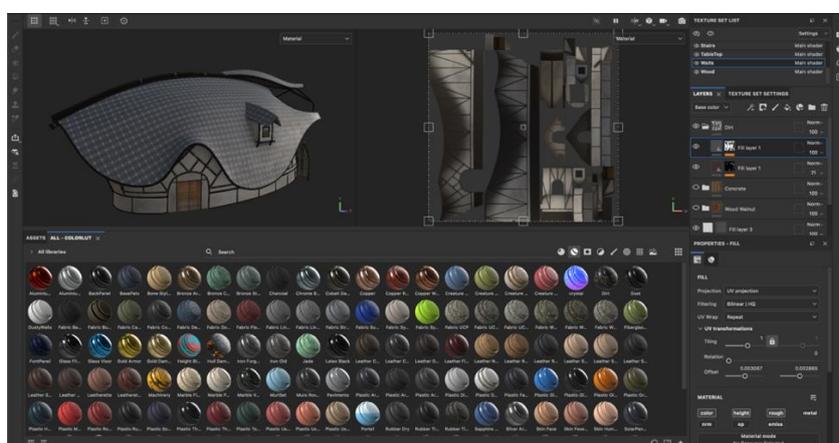


Figura 88: Realizzazione delle Texture per la casa della scena 2 su Substance Painter™.

Per avvolgere una texture bidimensionale su un modello tridimensionale il modello deve essere “appiattito”. Questo processo viene chiamato UV mapping ed è fondamentale per qualsiasi lavoro di modellazione/texture. L’UV mapping di un modello complesso può richiedere svariate ore di lavoro (a volte anche giorni), poiché il modello deve essere scomposto ed appiattito in tanti piccoli pezzi ben disposti e organizzati. L’UV mapping di ogni modello del documentario è stato suddiviso su livelli diversi in base al materiale (figura 89).



Figura 89: UV mapping dei muri della casa della scena 2.

14.3 Alberi

La natura è un elemento centrale per il solarpunk, per questo è stato necessario realizzare alcuni modelli per gli alberi. Gli alberi, in generale, hanno geometrie molto complesse e sarebbero difficili da gestire a livello computazionale se si dovesse modellare ogni singola foglia. La soluzione più comunemente usata per questo problema è quella di sostituire le foglie con delle semplici geometrie rettangolari piane (figura 90) e di applicare oltre alle texture del materiale, anche una mappa di opacità che permetta di visualizzare in fase di render la forma della foglia. Anche risolvendo le foglie in questo modo, gli alberi restano modelli molto pesanti, per tale motivo spesso (soprattutto nel mondo dei videogiochi) si ricorre a card orientate verso la camera rappresentanti l'intero albero. Ovviamente questo può funzionare solo quando l'albero è posto ad una certa distanza.



Figura 90: Un albero realizzato con Speed Tree Cinema™; a sinistra un dettaglio sulle foglie.

Nel caso della scena 5.2, gli alberi sono mediamente vicini e al centro dell'attenzione, inoltre devono reagire alla simulazione della pioggia. Per questo motivo è stato necessario creare dei modelli 3D con un buon grado di dettaglio. Per la loro realizzazione è stato sfruttato il software SpeedTree Modeler Cinema™ 9.1.2, dedicato alla modellazione di vegetazione (figura 91).

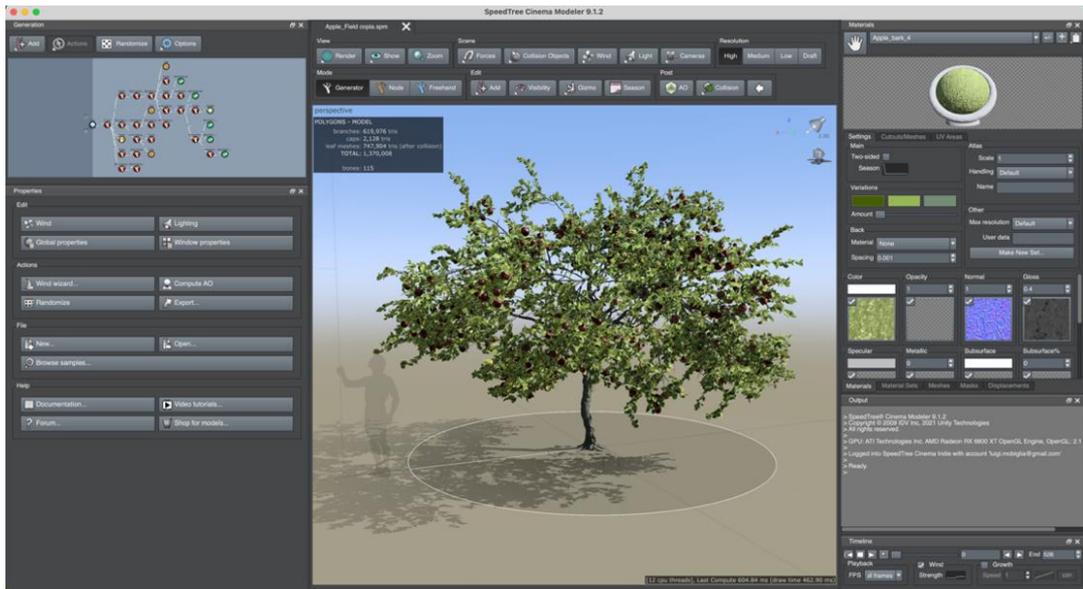


Figura 91: SpeedTree Modeler Cinema™ 9.1.2.

Tramite SpeedTree™ è possibile modellare, texturizzare e animare le piante. Il programma permette di definire una gerarchia delle parti che compongono la pianta tramite un albero visuale (figura 92) e fornisce una serie di parametri dedicati alla gestione realistica e procedurale di questi elementi naturali. È possibile anche personalizzare le piante lavorando nella modalità FreeHand che permette la gestione manuale di ogni singolo elemento (figura 93).

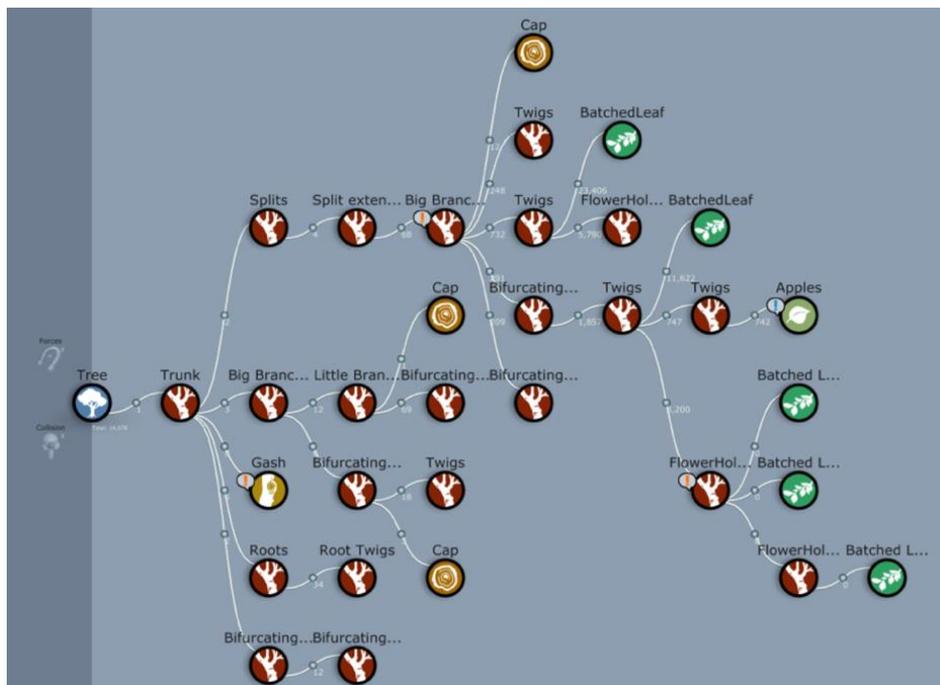


Figura 92: Visualizzazione gerarchica dell'albero.



Figura 93: Modalità FreeHand.

Le piante assieme alle textures sono state esportate in formato alembic per essere poi inserite nella scena virtuale e renderizzate con Redshift™ su Houdini™.

È stato anche simulato un vento, direttamente in SpeedTree Cinema™, attivato in corrispondenza del frame in cui la pioggia avrebbe dovuto toccare l'albero. In questo modo si è riusciti ad imitare l'interazione dell'albero con la pioggia, senza effettuare una vera e propria simulazione che avrebbe richiesto un tempo decisamente maggiore.

14.4 Animazione

L'unione tra attori e personaggi realizzati in computer grafica richiede sempre un movimento realistico e aderente alle leggi della fisica. Guardando al quadro generale dell'animazione all'interno degli effetti visivi, non riguarda esclusivamente l'animazione di personaggi. Infatti, tutto ciò che cambia nel tempo o che si interpola tra un fotogramma chiave e l'altro, è animato. I punti di una forma di roto, la posizione mutevole di un elemento in composizione, l'intensità di una luce che sfarfalla: sono tutti esempi di animazioni di basso livello che fanno parte del lavoro quotidiano di un artista VFX. Le simulazioni dinamiche e i sistemi di particelle sono esempi di animazioni di livello superiore. Sono eventi complessi ed interattivi che si verificano nel tempo e generalmente sono costruiti attorno a regole e

attrito. Gli oggetti vengono posizionati in una posizione di partenza, i parametri vengono modificati nel tempo e, quando viene avviata la simulazione, il computer calcola cosa succede esattamente agli oggetti mentre sono influenzati dalle forze e interagiscono tra loro. Solitamente si esegue un bake di questo processo in modo tale da salvare la simulazione corrente e poterla riprodurre in real time per poi decidere se necessita di correzioni o se è pronta per il render. Spesso questo passaggio richiede un numero incredibile di iterazioni prima che la simulazione possa essere considerata soddisfacente.

A differenza del rendering non si possono testare dei singoli frame arbitrari in quanto il calcolo deve iniziare ogni volta dal primo fotogramma e proseguire in modo lineare, fotogramma per fotogramma.

Per tale motivo si inizia con basse risoluzioni e poco dettaglio e si aggiunge solo man mano che la simulazione sembra funzionare. In questo modo si impiega meno tempo per eseguire le correzioni iniziali più grossolane.

La conoscenza di tutti i parametri che gestiscono la simulazione è fondamentale per ottenere i risultati desiderati, tuttavia, è importante ricordare che le simulazioni imitano le interazioni assolutamente complesse di oggetti del mondo reale e le forze fisiche; quindi, sono intrinsecamente piuttosto imprevedibili e più difficili da dirigere piuttosto che le animazioni normali.

Esistono diversi tipi di simulazioni: corpi rigidi, tessuti, fluidi (gas e liquidi), sistemi particellari, simulazioni di folle.

Le simulazioni di corpi rigidi (rigid-body simulations) sono il tipo più semplice di simulazione dinamica in quanto gli oggetti mantengono la loro forma o al massimo si rompono in parti rigide più piccole e gestiscono meno proprietà fisiche (figura 95). Gli oggetti hanno tipicamente un certo peso e tendono a cadere e le collisioni solitamente provocano spinte tra gli oggetti che rimbalzano o si rompono. Non vengono calcolate deformazioni geometriche come capita nei tessuti o nei fluidi.



Figura 95: Simulazione di corpi rigidi per il film Rampage2.
@2018 Warner Bros

I tessuti si comportano in maniera differente rispetto ai corpi rigidi, quindi, richiedono l'impostazione di parametri come l'elasticità e la resistenza alle piegature (figura 96). Queste simulazioni permettono di agganciare il tessuto ad un oggetto in punti specifici (ad esempio per appendere una bandiera ad un'asta) e persino di unire assieme diverse parti di un indumento per adattare un capo ad un personaggio CG.

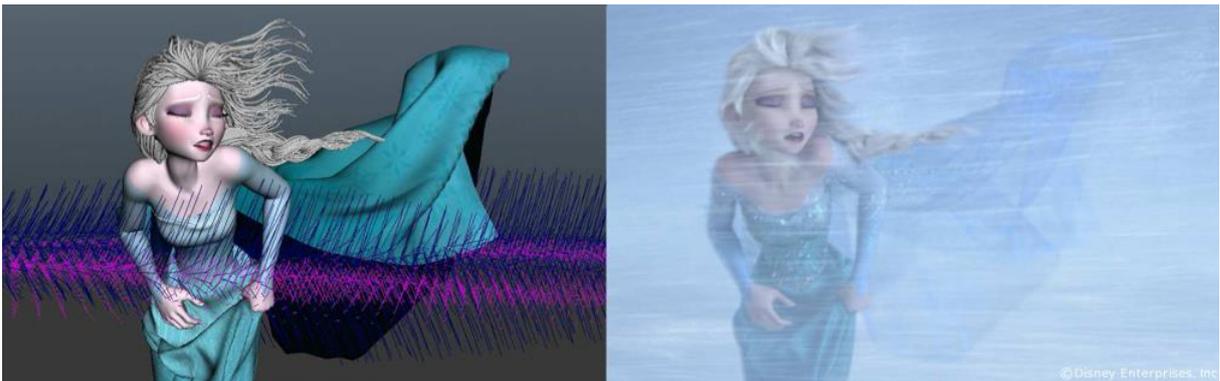


Figura 96: Simulazione di tessuti per il film Disney, Frozen e il regno di ghiaccio.
@Disney Enterprises Inc

Le simulazioni dei fluidi si dividono ulteriormente in simulazioni di gas e calore (fumo, nebbia, fuoco, esplosioni) e simulazioni di liquidi.

I gas si comportano in maniera differente rispetto ai solidi, richiedendo un diverso insieme di attributi fisici con proprietà come la temperatura, la densità e la viscosità (figura 97). Inoltre, sono decisamente più difficili e lenti da simulare. Siccome un gas tende a diffondersi nell'atmosfera, non possono essere simulati in uno spazio 3D infinito, ma necessitano di un dominio limitato, suddiviso in piccole celle chiamate voxel. Più sono piccoli i voxel, più la simulazione sarà raffinata e richiederà tempi di calcolo maggiori. Questo è il motivo per cui si usa iniziare la progettazione della simulazione con dimensioni voxel maggiori, per poi ridurle man mano che la simulazione restituisce il risultato sperato.



Figura 97: Evoluzione della simulazione della nuvola della scena 5.2.

La simulazione della nuvola è stata realizzata su Houdini™ FX 19.0.720 (figura 98) e renderizzata tramite Redshift™.

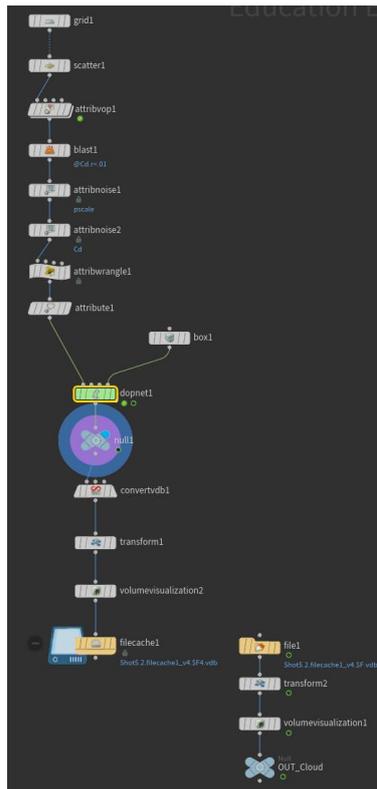


Figura 98: Progetto della nuvola su Houdini™.

Il primo passo è stato quello di creare un oggetto piano (grid1) ed emettere una serie di punti (24100 punti) tramite il nodo di scatter (figura 99). Tramite un attribute VOP (VEX Operator, dove VEX sta per Vector EXpressions) sono stati selezionati solo alcuni dei punti creati precedentemente (figura 100). Si è cercato di creare una forma ellittica aggiungendo un po' di casualità grazie a delle mappe rumore. I restanti punti sono stati eliminati con un nodo di blast (figura 101).



Figura 99: 24100 punti emessi dal piano.

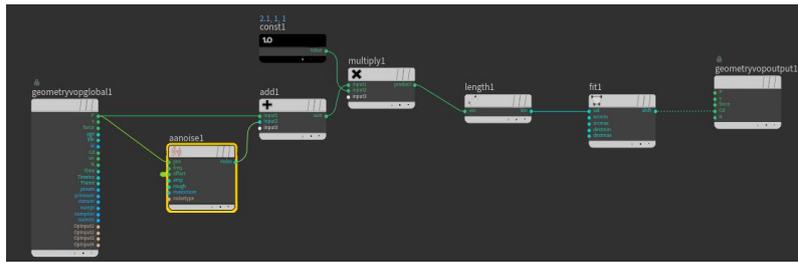


Figura 100: VOP per effettuare la selezione.



Figura 101: Punti rimasti dopo l'eliminazione di quelli non selezionati.

Ad ogni punto è stato assegnato un valore di scalamento uniforme (pscale) randomico (limitato entro un certo range) ed un valore di colore (Cd). Questi attributi sono stati utilizzati all'interno di un nodo di basso livello chiamato AttributeWrangle (figura 102) che permette di modificare degli attributi utilizzando del codice (in linguaggio VEX). È stata quindi definita una formula per la temperatura e, successivamente, è stata cancellata l'informazione di colore con un altro nodo attribute in quanto non più necessaria.

```

VEXpression
1 f@temperature = pow(v@cd.r,1.175) * 75;
2 f@pscale *= 1;
3

```

Figura 102: Definizione della temperatura tramite l'AttributeWrangle Node.

A questo punto è stato aggiunto un DOP Network (Dynamic OPERator Network), un nodo che permette di contenere una simulazione dinamica (figura 103). Al suo interno si sviluppa

la simulazione vera e propria, ma è stato fondamentale definire prima il volume in cui la simulazione doveva svolgersi (box1).

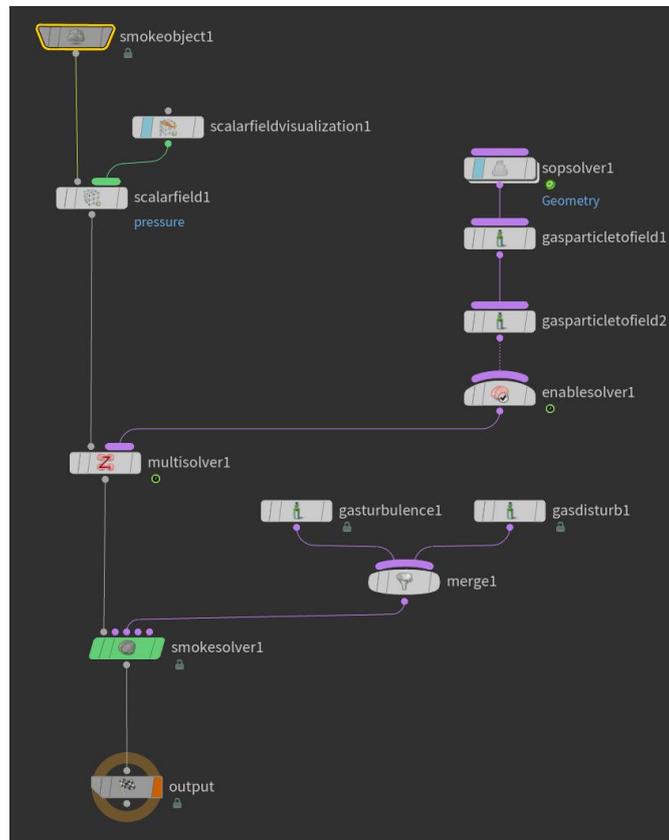


Figura 103: Simulazione della nuvola all'interno del DOP Network.

La simulazione di un gas in Houdini™ solitamente viene realizzata a partire da uno “smoke object” a cui vengono applicate delle forze e uno “smoke solver” permette di risolvere le interazioni tra il gas e le forze. In questo caso il gas è stato realizzato a partire dai punti precedentemente definiti e sono state applicate delle turbolenze (gas turbulence) e dei disturbi (gas disturb) al fine di creare irregolarità nella simulazione. Il SOP Solver (Surface Operator Solver) e i nodi successivi sono stati utilizzati per definire l’espansione del gas. Di per sé avrebbe in poco tempo riempito l’intero volume, ma, lavorando su parametri come temperatura e densità e sulla loro variazione temporale, si è riusciti a creare un volume che, dopo una più rapida formazione iniziale, rallenta il suo movimento mantenendo abbastanza stabile la forma per i frames necessari.

Tornando al livello superiore (uscendo dal DOP Network), si è convertita la simulazione in OpenVDB (Volume Database File), in modo tale che fosse in un formato riconoscibile da

Redshift™. Si è poi eseguito un bake della simulazione in modo tale che fosse visualizzabile in real-time.

Una volta ottenuto il risultato sperato, è stato assegnato uno shader speciale volumetrico che imita accuratamente il modo in cui la luce colpisce e attraversa entità amorfe come il fumo e il vapore (figura 104).

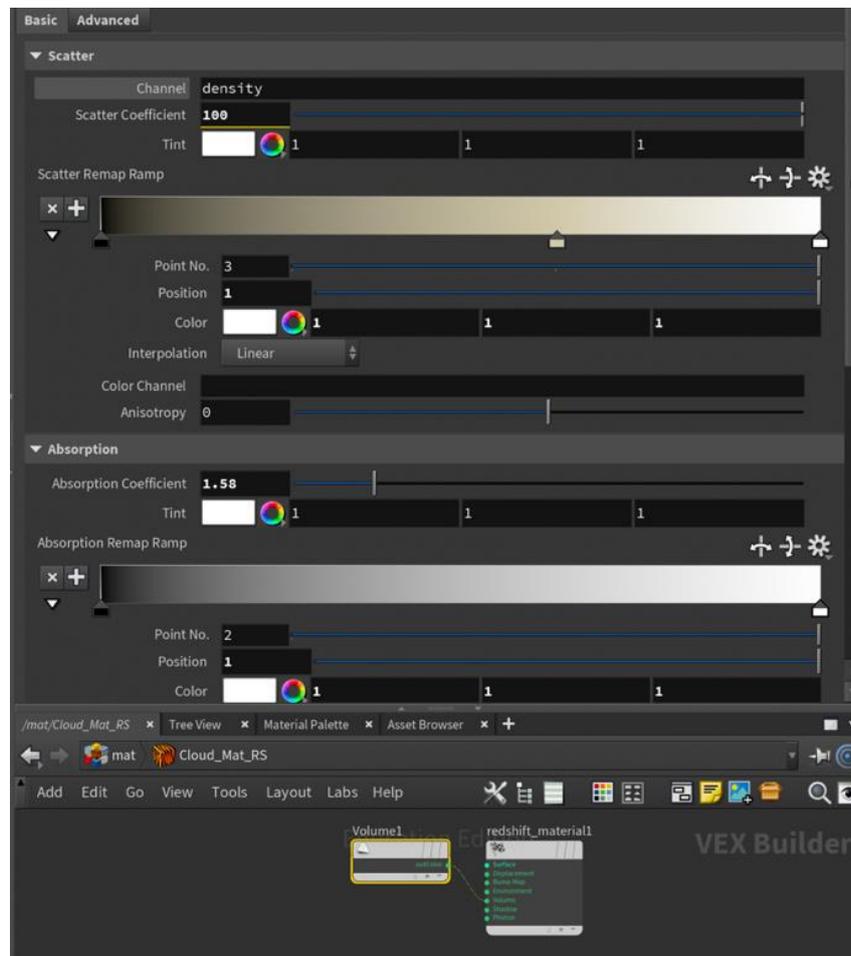


Figura 104: Shader volumetrico della nuvola.

I liquidi sono le simulazioni più complesse: il comportamento dell'acqua e il modo in cui interagisce con gli oggetti è estremamente variabile in quanto guidato da onde, turbolenze, correnti, spruzzi, schiume, scie e bolle (figura 105). Per realizzare questo tipo di simulazioni vengono usate delle nuvole dense di particelle. Il risultato viene poi mescolato in una superficie continua a cui viene assegnato uno shader adatto.



*Figura 105: Simulazione di una cascata per la serie Lost In Space.
@ILP VFX*

I sistemi particellari consentono di controllare l'animazione di un numero elevato di oggetti che interagiscono e hanno comportamenti che seguono un insieme di regole predefinite. Effetti come la neve o la pioggia possono essere facilmente creati con sistemi semplici di particelle generate da un unico grande piano tenuto in alto (figura 106). La forza di gravità attira le particelle verso il basso e un eventuale forza del vento aggiunge una spinta direzionale.

Nel caso della pioggia per la scena 5.2 si è anche creato un sistema di collisione che simulasse l'interazione della pioggia con gli alberi ed il terreno. In generale all'impatto le particelle possono scomparire, rallentare, rimbalzare, cambiare direzione o dividersi in più particelle.

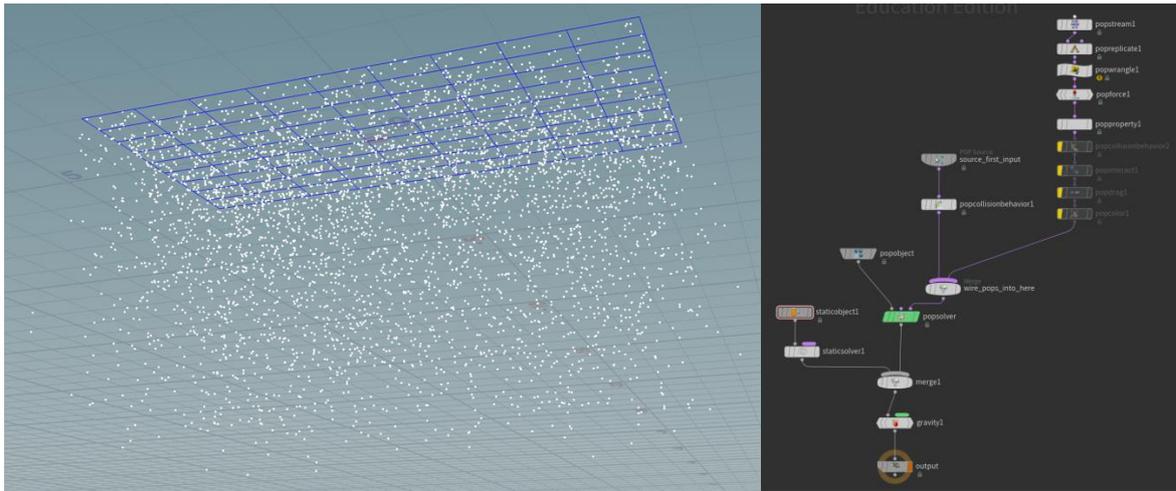


Figura 106: Pioggia della scena 5.2 generata da un piano (sulla sinistra) e relativo progetto della simulazione in Houdini™ (sulla destra).

Le particelle che simulavano le gocce di pioggia sono state realizzate con una forma sferica e gli è stato assegnato uno shader con le caratteristiche dell'acqua. In compositing è stato aggiunto del motion blur affinché la forma della pioggia risultasse allungata coerentemente con quanto sarebbe successo se fosse stata filmata nel mondo reale (figura 107).

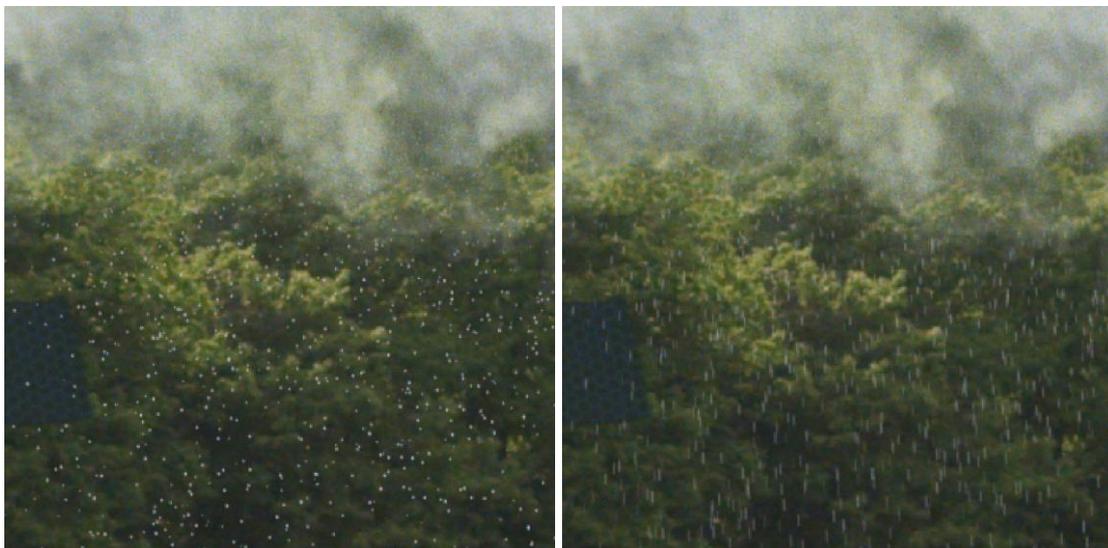


Figura 107: Pioggia della scena 5.2 senza motion blur (sulla sinistra) e dopo l'aggiunta del motion blur (sulla destra).

Quando si combinano sistemi di particelle, una simulazione fisica e l'intelligenza artificiale si può realizzare una “simulazione di folla” (crowd simulation). Questi sistemi consentono di controllare in maniera procedurale il comportamento di un numero elevato di personaggi CG (figura 108). Vengono solitamente utilizzati per scene che replicano campi di battaglia

molto ampi. Il processo inizia con la creazione di personaggi provvisti di rigging (un insieme gerarchico di ossa interconnesse utilizzato per animare) e di una libreria di azioni e reazioni animate. Successivamente viene stabilita una serie di regole procedurali che controllano quale azione deve essere attivata in base alle azioni circostanti e al modo in cui i personaggi reagiscono e interagiscono con l'ambiente (figura 109). A tutto questo si aggiungono simulazioni di tessuti e di corpo rigido per le interazioni fisiche.

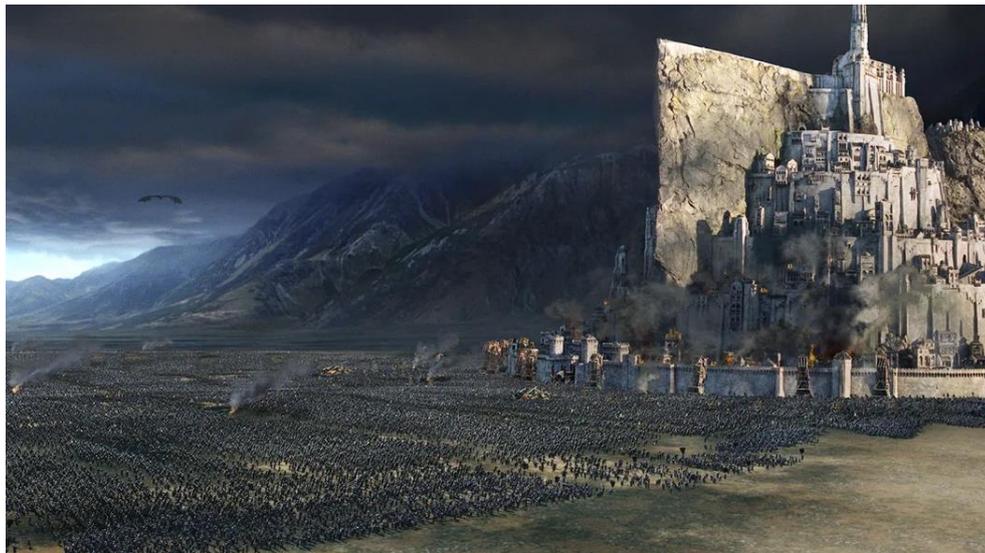


Figura 108: Scena della battaglia dei Campi del Pelennor ne "Il Signore degli Anelli - Il ritorno del re".
@ MMIII, New Line Productions, Inc.

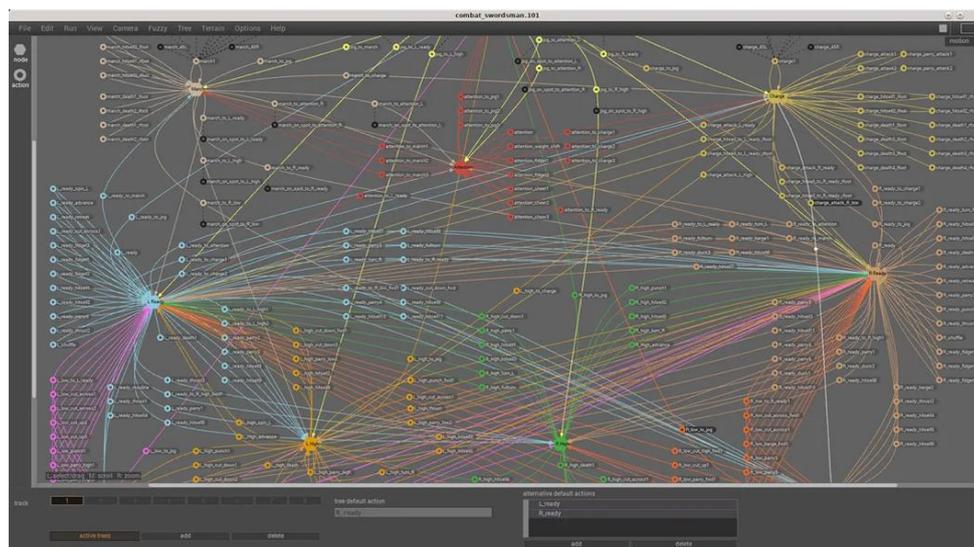


Figura 109: Gestione del comportamento degli agenti in Massive.
@ Massive™

14.6 Lighting

L'illuminazione CG, sebbene sia un compito complesso, segue gli stessi principi base dell'illuminazione del mondo reale e quindi le stesse regole della fotografia. La principale differenza è legata a tutti quegli effetti collaterali fisici che vengono dati per scontati nella vita reale (come il riflesso della luce indiretta e le ombre morbide), che sono per altro i più difficili da simulare in CG e richiedono tempi di render più lunghi.

I tipi più semplici di luci in CG sono le luci puntiformi (omnidirezionali) e le luci spot. Il problema di queste luci è legato al fatto che la luce proviene da un unico punto infinitamente piccolo, mentre nel mondo reale la luce è sempre generata da una sorgente che ha dimensione e forma. Queste luci, quindi, producono ombre perfettamente nitide, senza ammorbidimenti sui bordi, e riflessi perfettamente circolari su superfici lucide e riflettenti.

Per questo motivo sono preferibili le cosiddette area light, che producono risultati più naturali a discapito di tempi di render più lunghi: sono luci che possono avere qualsiasi forma e dimensione. Poiché i raggi di luce sono generati da una superficie, le ombre sono morbide e diffuse, e i riflessi sulle superfici lucide appaiono come forme distinte e varie.

Il terzo tipo di luci sono quelle direzionali che vengono spesso utilizzate per simulare la luce solare. A differenza degli altri tipi, emanano raggi paralleli, quindi le ombre sono rivolte uniformemente nella stessa direzione. Ovviamente il Sole è una fonte di luce sferica, ma a causa della sua distanza dalla Terra, i suoi raggi risultano nella pratica paralleli.

Una sky light (chiamata anche skydome o spherical light) è un grosso emisfero che circonda l'intera scena CG e la illumina da tutte le direzioni. Questa è una componente fondamentale per fornire una luce ambientale soffusa nelle scene all'aperto (figura 110).

Spesso si parla di Image Base Lighting (IBL) quando si mappa un'immagine sferica a 360 gradi su una skydome. È qui che vengono utilizzate le HDRI (di cui si è parlato al capitolo 7), delle immagini HDR (High Dynamic Range) registrate direttamente nell'ambiente delle riprese, nella posizione in cui circa si devono trovare gli oggetti in CG (figura 111). Queste immagini fungono da fonti di luce fotorealistiche e, poiché circondano l'intera scena, si riflettono efficacemente sulle superfici lucide.

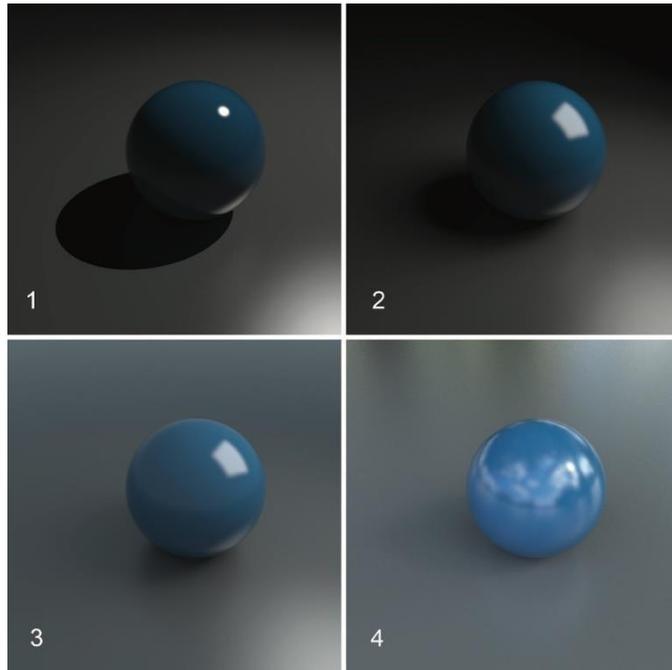


Figura 110: Luce puntiforme (1), area light rettangolare (2), area light e dome light (3), skydome con una HDRI (4).
 @Eran Dinur – The Filmmaker’s Guide to Visual Effects



Figura 111: Skydome con l’HDRI della scena 5.2:
 la visualizzazione su Houdini™ mostra sullo sfondo l’immagine mappata sulla sfera.

Quando i raggi di luce colpiscono una superficie, parte della loro energia viene assorbita e parte rimbalza indietro e contribuisce all’ambiente circostante con ulteriore luce riflessa. La quantità di tale luce dipende dal materiale, dal suo colore e dall’intensità delle luci. Gli oggetti con colori forti e brillanti fanno rimbalzare parte del loro colore sulle superfici vicine,

creando un leggero effetto di dispersione del colore. In un ambiente 3D si utilizzano algoritmi specifici per ricreare questo effetto che contribuisce enormemente al realismo, allungando i tempi di render. Questi algoritmi rientrano sotto il nome di Global Illumination (GI) e sostanzialmente tracciano ogni raggio di luce mentre rimbalza numerose volte finché tutta o la maggior parte della loro energia non è esaurita (figura 112).

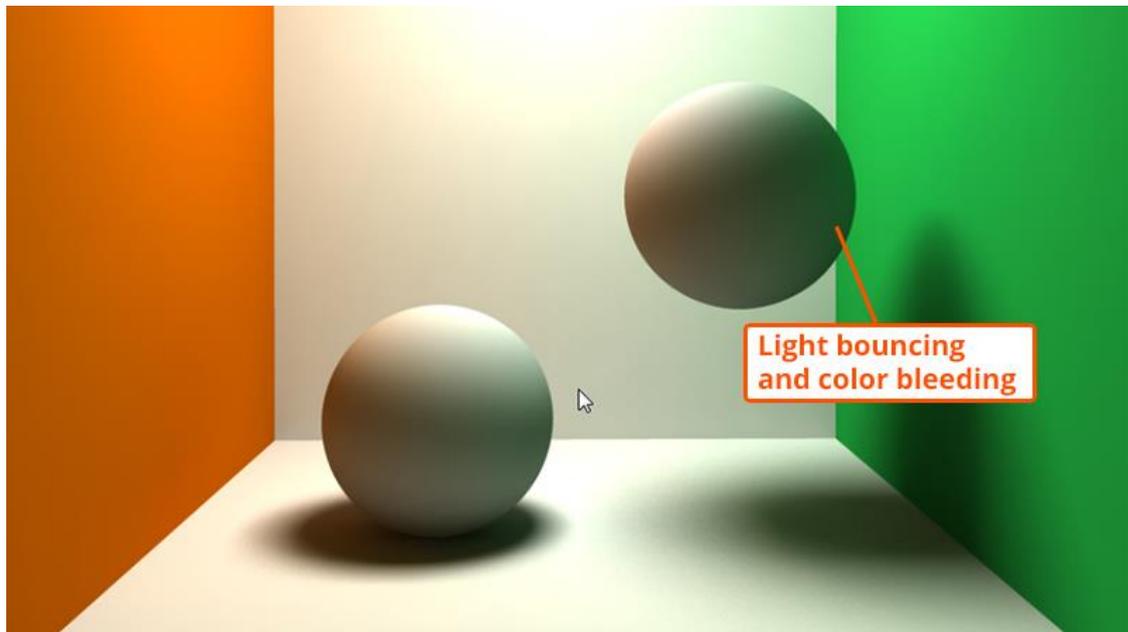


Figura 112: Effetti della Global illumination.
@Pluralsight

Tutte le scene con elementi CG realizzate per il documentario si svolgono in esterna, ad eccezione della 3.2, dove però i modelli aggiunti si trovano comunque fuori dalla finestra. In generale tutto quello che serve per simulare una luce in esterna è una luce direzionale che simuli il sole e una luce ambientale, ma se il cielo è nuvoloso può bastare lo skydome. Nel caso di queste scene, infatti, sono state usate delle HDRI registrate in location e poi applicate allo skydome. È bastato regolarne poi l'orientamento e l'intensità e aggiungere in alcuni casi delle luci di supporto per l'illuminazione solare. Ovviamente, se sul set fossero state usate delle luci pratiche per aumentare i contrasti nella fotografia, queste sarebbero state ricreate anche nell'ambiente virtuale se lo skydome non fosse stato sufficiente.

14.7 Rendering

Una volta che le scene sono state allestite e le luci posizionate, si passa alla fase di rendering: il processo in cui il computer traccia con precisione il percorso di ogni raggio di luce che entra nell'obiettivo della camera virtuale e colpisce il sensore (ray-tracing). Alla fine di questo processo viene generata un'immagine finale che dovrebbe produrre risultati simili a quello che sarebbe successo nella realtà scattando una fotografia. Per questo la camera virtuale deve avere gli stessi parametri usati dalla cinepresa durante le riprese. L'intero processo viene ripetuto per ogni fotogramma. Il ray-tracing è un processo computazionalmente complesso soprattutto per scene come la 5.2 che utilizzano shader volumetrici (per la nuvola) o quando si rappresentano superfici trasparenti, riflettenti e rifrangenti o elementi come pellicce e capelli.

Considerando anche che tutte le scene sono state renderizzate ad una risoluzione 4K, è stato fondamentale fare alcuni test per decidere il miglior rapporto qualità dell'immagine/tempo richiesto per ogni frame. I primi test effettuati richiedevano circa 10 minuti a frames per elementi come la nuvola. Considerando che ogni scena aveva una durata di circa 400-500 frames e che questo processo doveva ripetersi per ogni layer di ogni scena, il tempo richiesto sarebbe stato ingestibile soprattutto poiché quando il computer è in render non è possibile sfruttarlo per avanzare con altre scene o svolgere altre mansioni. Alla fine, si è trovato un compromesso che permettesse di eseguire il render di ogni frame tra gli 1 e i 2 minuti in base al tipo di scena, utilizzando una scheda grafica AMD Radeon RX 6800 XT collegata in esterno ad un MacBook Pro con processore Intel i7 6-core (figura 113). Il denoiser è stato applicato direttamente in compositing sempre per non sovraccaricare i tempi di calcolo computazionale.



Figura 113: Postazione da cui sono stati eseguiti i render.

Ogni scena è stata esportata in sequenze EXR composte da diversi render passes (chiamati anche AOV) e seguendo sempre la pipeline ACES.

I render passes sono fondamentalmente diversi layer che si possono salvare all'interno di un file EXR per suddividere i diversi aspetti dell'illuminazione che compongono l'immagine finale completa (chiamata Beauty pass) oltre che immagazzinare una serie di altri livelli utili a svolgere compiti specifici (mascherini, informazioni di profondità, ecc.). La scelta di utilizzare i render passes è legata al fatto di poter avere un maggior controllo in post-produzione. Ad esempio, se si vuole modificare esclusivamente il colore delle ombre per integrarlo meglio con le ombre degli altri oggetti ripresi dalla cinepresa, si può lavorare sfruttando il singolo AOV legato alle ombre. Consentono quindi una sistemazione molto dettagliata degli elementi CG in 2D senza dover tornare al processo di rendering 3D molto più lento.

Esistono due workflow che prevedono l'utilizzo degli AOV: il primo, chiamato raw workflow, consiste nell'utilizzo di un numero maggiore di render passes e permette un maggior controllo. Quello di cui si parlerà in questo documento, invece, è il metodo standard anche chiamato "non-raw" workflow, più semplice, ma comunque efficace nel fornire risultati soddisfacenti.

Gli AOV utilizzati sono (figura 114):

- Diffuse Lighting AOV: contiene le componenti diffuse e di traslucenza.
- Reflections AOV: contiene le componenti di riflessione. È importante notare che questo non contiene le riflessioni delle luci (conosciute anche come riflessioni speculari).
- Specular Lighting AOV: contiene solo l'illuminazione speculare, ovvero solo le riflessioni delle luci.
- Refraction AOV: contiene le componenti di rifrazione.
- Global Illumination AOV: contiene le luci indirette di illuminazione globale dei materiali.
- Volume Lighting AOV: è un layer aggiuntivo che contiene solo le informazioni di illuminazione dei volumi, separate dal resto della scena. È stato utilizzato solo per i render della nuvola (figura 115).
- Shadows AOV: è un AOV che fornisce le informazioni sulle ombre create dagli oggetti. Il livello è in scala di grigio e le ombre sono bianche.

- Z Depth AOV: è un layer che contiene le informazioni sulla profondità per ogni pixel dell'immagine (figura 116). Redshift™ memorizza le informazioni di profondità solo sul canale rosso.

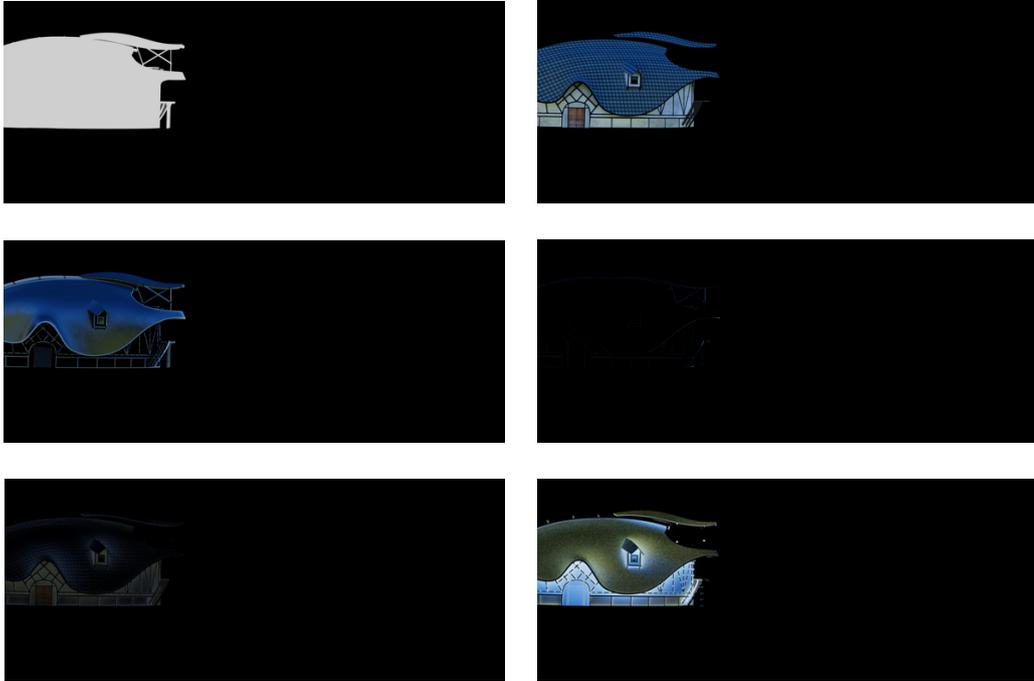


Figura 114: AOV della Casa della scena 2: mascherino (1), diffuse lighting (2), specular lighting (3), reflections (4), global illumination (5), shadows (6).



Figura 115: Volume Lighting AOV per la nuvola della scena 5.2.

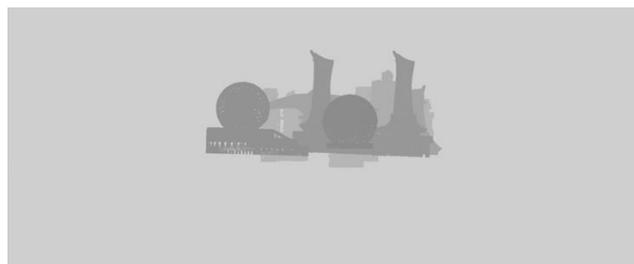


Figura 116: Z Depth utilizzato per impostare la nebbia e la sfocatura sui palazzi della scena 2.

In compositing i diversi render passes sono stati collegati tramite nodi di merge con metodo di fusione di tipo “plus”, ad eccezione delle ombre che richiedono un metodo di fusione di tipo “multiply” (figura 117). È importante controllare sempre che il risultato di fusione dei vari livelli, senza correzioni o modifiche, sia uguale al Beauty pass, altrimenti in fase di render o in compositing sono stati commessi degli errori.

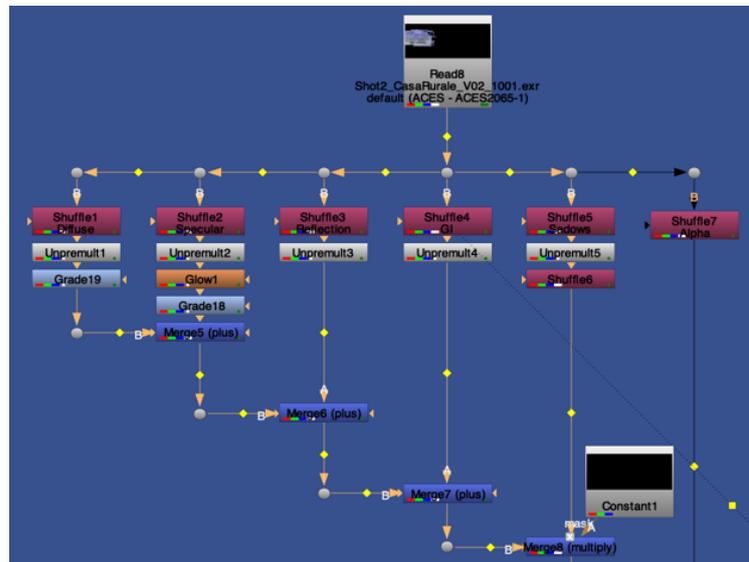


Figura 117: Ricomposizione dei vari AOV su Nuke®.

Il layer di Z Depth, è stato utilizzato esclusivamente nella scena 2 per gestire la sfocatura dei palazzi e le nebbie (figura 118).

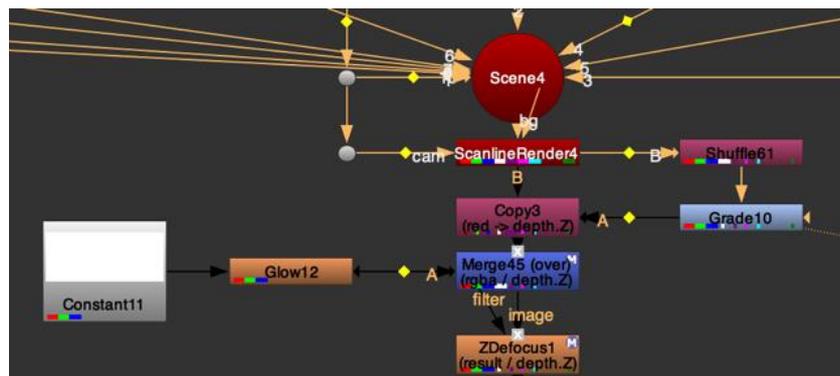


Figura 118: Utilizzo dello Z Depth su Nuke® per la scena 2.

Estrapolata, tramite un nodo di “Shuffle”, l’informazione di profondità proveniente dal nodo “ScanlineRender” (è un nodo su Nuke® che esegue il render della scena 3D in cui sono inseriti oggetti e matte painting), si è sfruttato un nodo di “Grade” per regolare il range

dinamico dello Z Depth (spostando la soglia di bianco e di nero) e si è poi reinserito nel flusso immagine il valore di profondità così modificato. A questo punto, tramite un nodo di “Merge” con metodo di fusione overlay, si è fatto in modo di coprire la città con lo stesso colore del cielo (nodo di “Constant”), in maniera graduale rispetto all’informazione di profondità. In tal modo più i palazzi si trovano lontani, più risultano chiari (figura 119). Lo stesso procedimento è stato utilizzato per applicare una sfocatura coerente con il girato (nodo di “ZDefocus”).

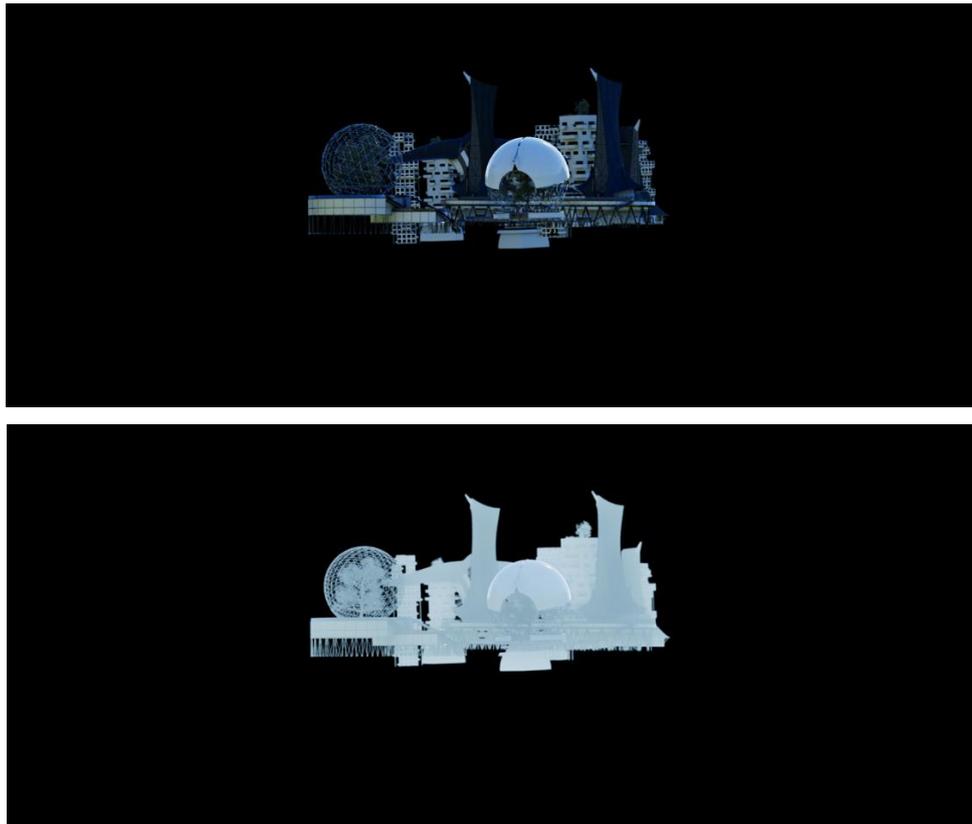


Figura 119: Città di sfondo della scena 2 prima e dopo l’applicazione della nebbia e della sfocatura sfruttando l’informazione di profondità.

15 Integrazione

Gli ultimi ritocchi prima di concludere le scene vengono fatti in compositing, dove è possibile integrare finemente tutti gli elementi: dalle riprese, alle fotografie, ai render CGI. Sono stati usati nodi di “Grade” e “Color correct” (su Nuke®) per portare i vari layer ad avere una congruenza tra loro a livello di colori, saturazione e contrasti. Inoltre, come già spiegato nei capitoli precedenti, a tutti gli elementi in computer grafica viene aggiunta la distorsione dell’ottica utilizzata per le riprese.

Altri elementi che vengono aggiunti, sempre in compositing, per una migliore integrazione sono il motion blur e gli effetti di bagliore (glow) su elementi emissivi o in presenza di forti controtuce e riflessioni.

Spesso sono stati usati nodi di defocus, blur e soften per sfocare e ammorbidire gli elementi CG coerentemente con le riprese, e nodi di edge blur affinché i pixel ai bordi di questi elementi si fondessero in maniera più naturale a quelli dello sfondo.

Infine, è necessario far sì che la pasta dell’immagine sia coerente su tutta la scena.

Per farlo si può procedere in due modi: il primo è il metodo utilizzato per le scene del documentario e consiste nel rimuovere il rumore digitale dalla ripresa e dai render tramite dei nodi di “Denoise” e aggiungere la grana desiderata a fine del compositing (figura 120); con il secondo metodo, invece, si aggiunge rumore ai livelli che non provengono dal girato originale, cercando di ricreare lo stesso rumore della cinepresa utilizzata. Questo metodo viene utilizzato soprattutto quando si filma con una cinepresa a pellicola in quanto la grana analogica è solitamente più organica e apprezzata del rumore presente in un metraggio digitale.



Figura 120: Dettaglio della scena 5.2 prima e dopo l’aggiunta della grana su Nuke®: l’immagine mostra esclusivamente il canale blu, il più rumoroso, al fine di mostrare meglio la differenza.

CONCLUSIONI

16 Conclusioni

Gli effetti visivi sono ormai uno strumento fondamentale nella produzione di un contenuto multimediale. Non bisogna pensare che siano utilizzati solo nei videogiochi o nei film di fantascienza: l'uso più frequente, infatti, avviene per scene in cui l'incredibile e l'immaginario non sono presenti, ma è necessario manipolare le immagini per correggere un difetto della scenografia o togliere un elemento non voluto.

L'apprendimento delle tecniche citate in questo documento, non è frutto solo dello studio individuale dei manuali e dei software, ma anche dell'incredibile esperienza formativa effettuata durante la frequentazione presso l'azienda Exchanges VFX, che ha stimolato la ricerca di soluzioni più efficienti ed efficaci da applicare nello sviluppo del progetto.

In generale, l'evoluzione in campo informatico ha fornito l'accesso a potenti mezzi di produzione anche a studi indipendenti o a studenti che vogliono approcciare il mondo dei VFX. In questo ambito gli effetti visivi possono diventare strumenti potentissimi per un movimento come il solarpunk, i cui immaginari non hanno ancora uno spazio nel panorama mediale. La possibilità di vedere un'immagine in movimento che rappresenta qualcosa di incredibile e attualmente inesistente, permette al pubblico una maggiore immedesimazione e un ampliamento del proprio immaginario, più di quanto una fotografia statica o un prodotto animato possano fare.

La realizzazione del documentario oggetto di questa tesi, a mio avviso, rappresenta un buon esempio delle potenzialità applicative di una produzione così snella nel contribuire a diffondere prospettive futuribili e ad ampio contenuto anche sociale, come il messaggio solarpunk.

Tuttavia, se da un lato è stato facile avere una piena direzione artistica del prodotto finale, i tempi realizzativi si sono dilatati.

Anche dal punto di vista dell'aderenza alle norme proposte dalla Green Production si è sicuramente avvantaggiati rispetto ad una grossa produzione, tuttavia, diventa quasi impossibile riuscire ad avere la certificazione ufficiale, senza il supporto di una figura esperta ed esterna alla produzione stessa, addetta al controllo del rispetto di tali regole.

Il prodotto finale della tesi è stato realizzato in tre forme:

- un trailer mostrato al Politecnico di Torino in concomitanza all'evento solariseCON 2022 organizzato da Future Fiction il 28 maggio 2022 (figura 121): <https://youtu.be/DTfv3F0Ilg8>
- un documentario di circa 25 minuti
- una forma breve di 10 minuti del documentario, presentata il 13 novembre 2022 al Mufant per la Biennale Tecnologia OFF del Politecnico di Torino (figura 122): <https://youtu.be/W7XNIC9ISyk>



Figura 121: Presentazione del progetto di tesi e di una versione del trailer del documentario al Politecnico di Torino, in concomitanza al solariseCON 2022.



Figura 122: Presentazione del progetto di tesi e del documentario breve al Mufant durante la Biennale Tecnologia OFF 2022 del Politecnico di Torino.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Bibliografia

1. **Abbate, Barbacetto, Braggion, Carducci, Fambrini, Conforti, Del Popolo Riolo Kremo, Martino, Ricciardiello, Treves**, Assalto al sole: la prima antologia solarpunk di autori italiani, Delos Digital, Milano, 2020.
2. **Thomas More**, Libellus vere aureus, nec minus salutaris quam festivus de optimo rei publicae statu, deque nova insula Utopia, 1516.
3. **Francesco Verso**, I camminatori: Vol.1–Pulldogs, Future Fiction, Roma, 2018.
4. **Francesco Verso**, I camminatori: Vol.2–No/Mad/Land, Future Fiction, Roma, 2018.
5. **Del Popolo Riolo, Carducci, Fambrini, Braggion, Drago, Franco, Treves, Ricciardiello**, Ancora il mondo cambierà: la seconda antologia solarpunk di autori italiani, Delos Digital, Milano, 2022.
6. **Barbacetto, Daniel, Di Fazio, Jugendstil, Martino, Ricciardiello, Silvestri, Tabacco**, Archeologie del basso futuro: la terza antologia solarpunk di autori italiani, Delos Digital, Milano, 2022.
7. **Jeffrey A. Okun e Susan Zwerman**, The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures, Routledge, 52 Vanderbilt Avenue, New York, NY 10017, 2021.
8. **Eran Dinur**, The Filmmaker's Guide to Visual Effects: The Art and Techniques of VFX for Directors, Producers, Editors, and Cinematographers, Routledge, 711 Third Avenue, New York, NY 10017, 2017.

Sitografia

1. Exchanges VFX: <http://www.exchangesvfx.com>
2. Black Panther: https://www.imdb.com/title/tt1825683/?ref=nm_sr_srsrg_2
3. La donna elettrica: <https://www.imdb.com/title/tt7279188/>
4. Horizon Zero Dawn: <https://www.playstation.com/it-it/games/horizon-zero-dawn/>
5. Dear Alice: <https://www.youtube.com/watch?v=z-Ng5ZvrDm4>
6. Green Production: <https://www.greenproductionguide.com>

7. Autodesk Maya®: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
8. Blender: <https://www.blender.org>
9. SideFX Houdini™: <https://www.sidefx.com>
10. Foundry Nuke®: <https://www.foundry.com/products/nuke-family/nuke>
11. SpeedTree Cinema™: <https://store.speedtree.com/cinema>
12. Maxon Redshift™: <https://www.maxon.net/it/redshift>
13. Adobe® Substance 3D Painter™: <https://www.adobe.com/products/substance3d-painter.html>
14. PTGui PRO™: <https://ptgui.com>
15. Blackmagic Davinci Resolve™ Studio:
<https://www.blackmagicdesign.com/it/products/davinciresolve>
16. Affinity Photo™: <https://affinity.serif.com/it/photo/>
17. Mufant: <https://www.mufant.it>
18. Google Meet™: <https://meet.google.com/>
19. Commando Jugendstil: <https://it-it.facebook.com/CJugendstil/>
20. Solarpunk Italia: <https://solarpunk.it>
21. Pinterest: <https://www.pinterest.it>
22. Google Immagini: <https://www.google.it/imghp?hl=it&tab=wi>
23. Instagram: <https://www.instagram.com>
24. Milanote™: <https://milanote.com>
25. Blackmagic Pocket Cinema Camera 4K:
<https://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicpocketcinemacamera/techspecs/W-CIN-12>
26. Laowa 17mm t1.9: <https://www.laowa.it/Cine/17mm+t-1+9+Cine+MFT/LWA17MFTC/>
27. Laowa 50mm t2.9: <https://www.laowa.it/Cine/50mm+t-2+9+Macro+Apo+Cine+MFT>
28. Samsung T5: <https://semiconductor.samsung.com/consumer-storage/portable-ssd/t5/>
29. Rode VideoMic Pro+: <https://rode.com/it/microphones/on-camera/videomic-pro-plus>

30. Rode Lavalier Go: <https://rode.com/it/microphones/lavalier-wearable/lavalier-go>
31. Zoom H1n: <https://zoomcorp.com/en/jp/handy-recorders/handheld-recorders/h1n-handy-recorder/>
32. Manfrotto MVH502AH: <https://www.manfrotto.com/it-it/testa-video-con-base-piatta-1-leva-fissa-mvh502ah/>
33. Dji Ronin-S: <https://www.dji.com/it/ronin-s/info>
34. Tilta Nucleus Nano: <https://tilta.com/shop/nucleus-nano-wireless-lens-control-system/>
35. Fujifilm X-T4: <https://fujifilm-x.com/it-it/products/cameras/x-t4/>
36. Fujinon XF 16-55mm f2.8 R LM WR: <https://fujifilm-x.com/it-it/products/lenses/xf16-55mmf28-r-lm-wr/>
37. Fujinon XF 10-24mm f4 R OIS WR: <https://fujifilm-x.com/it-it/products/lenses/xf10-24mmf4-r-ois-wr/>
38. Umbrella Academy S2 BTS: <https://www.vfxvoice.com/rise-of-the-on-set-vfx-supervisor/>
39. Squid Games BTS: <https://www.youtube.com/watch?v=PzD6Xa2VpSQ>
40. BBC Sport BTS: <https://www.sportsvideo.org/2022/01/31/vizrt-powers-xr-virtual-set-for-bbc-sport-at-beijing-winter-olympics/>
41. The Mandalorian BTS: <https://www.youtube.com/watch?v=gUnxzVOs3rk>
42. Filtro di Bayer: https://en.wikipedia.org/wiki/Bayer_filter
43. Kino Flo: <https://kinoflo.com>
44. Nanlite Forza 60: <https://www.nanliteitalia.it/product/20877812/luce-led-forza-60-adattatore-bowens-maniglia>
45. Alice in Wonderland (2010) BTS: <https://www.youtube.com/watch?v=891zKx2Fvfg>
46. Lens Distortion Chart: <https://24liespersecond.com/VFX-Lens-Distortion-Grids>
47. Datacolor SpyderCheckr 24: <https://spyderx.datacolor.com/wp-content/uploads/2020/03/Spyder-Checkr-24-UserGuide.pdf>
48. ACES: <https://acescentral.com>
49. Colorspace: <http://duikerresearch.com/tag/colorspace/>
50. OpenEXR: <https://www.ilm.com/openexr-joins-academy-software-foundation-projects/>
51. OpenEXR GitHub: <https://github.com/AcademySoftwareFoundation/openexr>

52. Photoshop: <https://www.adobe.com/it/products/photoshop.html>
53. Alembic: <https://www.alembic.io>
54. Max Fleischer rotoscope: <https://www.fleischerstudios.com/mrotoscope.html>
55. Out of the Inkwell: <https://www.imdb.com/title/tt0156224/>
56. Alvy Ray Smith "The Alpha Channel":
<http://alvyray.com/Awards/AwardsAcademy96.htm>
57. Pixelfudger: <http://www.pixelfudger.com>
58. Celeste Sanchini: <https://www.linkedin.com/in/celestesanchini/>
59. Turbosquid: <https://www.turbosquid.com>
60. Sketchfab: <https://sketchfab.com>
61. Rampage 2 BTS: <https://www.awn.com/news/weta-digital-and-sidefx-bringing-houdini-cloud>
62. Frozen e il regno di ghiaccio BTS:
https://media.disneyanimation.com/uploads/production/publication_asset/115/asset/cloth_hair_wind.pdf
63. Lost In Space BTS: <https://www.cgmeetup.com/project/lost-in-space-vfx-breakdown-32c907e4-6af9-4cb4-b770-45ae830a3eff>
64. Il Signore degli Anelli - Il ritorno del re BTS:
<https://www.cnet.com/culture/entertainment/features/how-lord-of-the-rings-used-ai-to-change-big-screen-battles-forever/>
65. Massive™: <https://www.massivesoftware.com>
66. Pluralsight Global Illumination: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-global-illumination>
67. Ray-tracing: https://it.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing
68. AMD Radeon RX 6800 XT: <https://www.amd.com/en/products/graphics/amd-radeon-rx-6800-xt>
69. Redshift AOV's:
<https://docs.redshift3d.com/display/RSDOCS/Integrated+AOVs#IntegratedAOVs-AOVWorkflow>
70. Intervento alla Biennale OFF: <https://www.biennaletecnologia.it/sessioni/estetica-resistenza-utopia-le-citta-di-domani-raccontate-dal-solarpunk>

Ringraziamenti

Questo lavoro non sarebbe stato possibile senza l'accoglienza e la guida del Team di Exchanges VFX: Gabriele Sina, Giuseppe Moro, Roberta Longo; devo ringraziare in particolare Marco Negri e Mirko De Angelis per la loro incredibile disponibilità ed i preziosi consigli che mi hanno costantemente fornito, e Luca Loschi per avermi introdotto ed accolto in questa realtà.

Uno dei ringraziamenti più grandi va al Prof. Domenico Morreale che ha riposto la più totale fiducia nel progetto della mia tesi offrendomi spunti di riflessione, possibilità e continuo supporto, e naturalmente al mio relatore Riccardo Antonino, che ha il merito di avermi fatto apprezzare il mondo dei VFX con il corso "Effetti Visivi" tenuto al Politecnico di Torino.

Ringrazio la comunità solarpunk per avermi accolto a braccia aperte ed essere stati disponibili ad ogni confronto. In particolare, ringrazio gli scrittori Franco Ricciardiello, Francesco Verso, Giulia Abbate, Laura e Guglielmo del Commando Jugendstil e il Professor Paolo Bertetti, per aver preso parte al mio documentario ed avermi insegnato la loro materia. Ringrazio anche Edoardo, Paola, Giacomo ed Arianna per il loro gentile contributo durante la realizzazione del documentario.

Ringrazio i miei amici e colleghi cinemini che mi hanno accompagnato durante gli studi ed i lavori di gruppo, in particolare Giulia, Silvia, Simona, Benedetta, Flavia, Niccolò e Giuseppe.

Infine, ringrazio i miei genitori Emanuela e Alberto che mi hanno fornito il loro continuo supporto non solo durante la tesi, ma anche nell'intraprendere questo magnifico percorso universitario; e Bianca, la mia ragazza e compagna di studi che è stata incessantemente al mio fianco.