

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI
Corso di Laurea Magistrale in Scienze di Internet

CORTOMETRAGGIO 3D PER IL PROGETTO
CINECA MDC - MUSEO DELLA CITTÀ DI BOLOGNA
MODELLAZIONE, RENDERING
E STUDIO DELLE FONTI STORICHE

Tesi di Laurea in Applicazioni estetiche dell'informatica

Relatore:
Chiar.mo Prof.
SILVANA VASSALLO

Presentata da:
DANIELE DE LUCA

Correlatore:
Ing. ANTONELLA GUIDAZZOLI

Sessione III
Anno Accademico 2009/2010

Indice

Introduzione	9
II CINECA.....	13
1 Software e risorse	15
1.1 Ubuntu Linux.....	15
1.2 Blender.....	17
1.3 The GIMP	19
1.4 CityEngine.....	22
1.5 RapidSVN.....	24
1.6 Exr View.....	26
1.7 Google Docs.....	29
1.8 Il Blog del Progetto MDC.....	30
1.9 Facilities e Materiale a disposizione.....	31
1.10 Risorse e comunità online.....	32
1.10.1 Blender.....	32
1.10.2 The GIMP.....	33
2 Come creare le scene	35
2.1 Correttezza filologica e percorsi emozionali.....	35
2.2 Modalità di reperimento delle fonti storiche.....	37
2.3 Licenza poetica.....	38
2.4 Problematiche e difficoltà.....	39
2.5 Étiquette in Blender.....	42
2.6 Progettare in Low-Poly.....	45
2.6.1 Sketchup e Photo-Match.....	49
2.7 Modellare in Hi-Poly.....	53
2.7.1 Concetti.....	53
2.7.2 Tecniche.....	55

2.8	Elaborare immagini.....	59
2.8.1	Concetti.....	59
2.8.2	Tecniche.....	62
2.9	Texturizzare la mesh.....	67
2.9.1	Concetti	67
2.9.2	Tecniche.....	70
3	Le scene sviluppate	75
3.1	10-2 - Verso Roma.....	76
3.1.1	Il terreno.....	76
3.1.2	Mockup.....	79
3.1.3	Monte Sole.....	80
3.1.4	Nuvole.....	86
3.1.5	Skydome.....	93
3.1.6	Compositing.....	96
3.2	10-3 - Cippo.....	101
3.2.1	Alberi e vegetazione.....	101
3.2.2	L'erba.....	102
3.2.3	La pietra miliare.....	107
3.2.4	Il ciottolato.....	108
3.3	10-4 - Cartina.....	115
3.3.1	Mockup.....	115
3.3.2	Fonti.....	115
3.3.3	Ritocco in The GIMP.....	116
3.3.4	Un insieme di piani.....	117
3.4	10-5/6 - Vaticano.....	120
3.4.1	Fonti.....	120
3.4.2	Mockup.....	124
3.4.3	Modellazione.....	125
3.4.4	Texturing.....	128
3.4.5	Licenza poetica.....	132
3.4.6	Cambi di rotta.....	134
	Conclusioni e sviluppi futuri	137
	Bibliografia	139

Indice delle illustrazioni

Illustrazione 1.1: Esempio di renderfarm creata mediante Blender+Ubuntu con hardware in mio possesso. Potenza di calcolo raggiunta 16.8GHz con 7 core a disposizione.....	17
Illustrazione 1.2: Nuova UI in Blender 2.54 beta.....	18
Illustrazione 1.3: Visuale diurna della bologna attuale, utilizzata per uno studio sulla colorazione ambientale. (Enrico Valenza).....	19
Illustrazione 1.4: Mock-up di una visuale notturna della bologna attuale, coincidente con la scena iniziale del cortometraggio. (Enrico Valenza).....	20
Illustrazione 1.5: Vista scenografica delle due torri di Bologna (Enrico Valenza), coincidente con la scena 9 del cortometraggio.....	20
Illustrazione 1.6: Particolare suggestivo della chiesa del San Petronio. (Enrico Valenza).....	21
Illustrazione 1.7: La nuova interfaccia di GIMP con la modalità finestra singola.....	21
Illustrazione 1.8: Un esempio di ricostruzione procedurale di una polis greca.....	22
Illustrazione 1.9: Dati GIS utilizzati per mappare la città Romana(UT NATURA ARS - Coralini, Scagliarini Corlàita).....	23
Illustrazione 1.10: Albero di lavoro in un progetto in Version Control.....	25
Illustrazione 1.11: A sinistra: scena 3d. A destra: mappa della profondità della scena a sinistra.....	27
Illustrazione 1.12: Immagine originale che rappresenta la vista dall'occhio destro ed immagine generata per l'occhio sinistro.....	27
Illustrazione 1.13: A sinistra: evidenziati in rosso i pixel mancanti tra le due immagini precedenti. A destra: Creazione dell'anaglifo 3D visualizzabile mediante occhialini.....	28
Illustrazione 1.14: Fine tuning mediante parametri e controlli avanzati.....	28
Illustrazione 1.15: Porzione di un documento sull'organizzazione delle scene in sviluppo per il cortometraggio.....	29
Illustrazione 1.16: Homepage del blog del Progetto MDC.....	30
Illustrazione 1.17: Articoli, tutorial, news e materiale rinvenibili nel Blog.....	31
Illustrazione 2.1: Powerhouse Museum (Sydney, Australia). Sperimentazione dei QR-code in una mostra di arte contemporanea.....	35

Illustrazione 2.2: Il Norsk Telemuseum (Oslo, Norvegia). Gioco interattivo museale mediante QR-code: permette ai più giovani di apprendere nozioni con una tecnologica caccia al tesoro.....	36
Illustrazione 2.3: Fotogramma di Medieval Dublin - From Vikings to Tudors.....	36
Illustrazione 2.4: DTM(Digital Terrain Model - modello digitale di elevazione) dell'area di Monte Sole esplorabile interattivamente nel progetto "Museo della Certosa".....	38
Illustrazione 2.5: Plugin iWave combinato con Dynamic Paint per la generazione di Texture Map Normali dinamiche: le onde, così facendo, non sono deformazioni della superficie ma texture che reagiscono con luce e riflessi.....	41
Illustrazione 2.6: Nel gioco Wolfenstein 3D, eccetto mura e pavimentazione, gli oggetti di scena, dai lampadari ai soldati, sono tutti creati con Billboard 2D.....	42
Illustrazione 2.7: Mesh di un busto 3D con relativo Box in wireframe che circonda la mesh e che rappresenta il suo Ingombro.....	46
Illustrazione 2.8: In figura a sinistra il modello Low-poly con la texture applicata, a destra il relativo High-poly modellato in alta definizione.....	47
Illustrazione 2.9: Scene di esempio prese dallo storyboard.....	48
Illustrazione 2.10: Immagine renderizzata normalmente.....	48
Illustrazione 2.11: Immagine renderizzata con la tecnica edge (letteralmente "bordo") ed il compositing per simulare l'effetto disegno a mano libera.....	49
Illustrazione 2.12: Immagine di cui sono state identificate linee di fuga e punti di riferimento.....	50
Illustrazione 2.13: Modello creato con SketchUp lavorando sopra l'immagine e seguendo le linee di fuga e la prospettiva precedentemente individuati.....	51
Illustrazione 2.14: Applicazione delle texture dall'immagine al modello 3D.....	52
Illustrazione 2.15: A sinistra foto della sala Bologna, a destra trasposizione con il Match Photo di SketchUp	52
Illustrazione 2.16: In figura le coordinate normali di ogni faccia di una mesh.....	54
Illustrazione 2.17: Estrusione adoperata per creare rientranze in un cubo.....	56
Illustrazione 2.18: Uso del coltello per suddividere le facce di una mesh.....	56
Illustrazione 2.19: Ringhiera di un balcone creata mediante duplicazione istanziata di una singola barra.....	57
Illustrazione 2.20: Esempi di intersezione, unione e differenza tra un cubo ed una sfera.....	59
Illustrazione 2.21: Finestra dei livelli in The GIMP.....	60
Illustrazione 2.22: Nella miniatura, all'immagine viene associata una maschera che, colorando di nero le labbra, le rende invisibili nell'immagine risultante.....	61
Illustrazione 2.23: Alcuni effetti di distorsione o modifica dell'immagine.....	61
Illustrazione 2.24: Esempio di sfondo affiancabile a bassa risoluzione tipico dei giochi a scorrimento orizzontale anni '90. In tal modo, con lo sfondo scorrevole, la scena sembra variare anche se lo sfondo ripetuto è sempre lo stesso.....	66
Illustrazione 2.25: Lo strumento clona in azione sull'immagine di una strada da rendere Tileable.....	67

Illustrazione 2.26: Diversi algoritmi di shading combinati, definiscono l'interazione dell'oggetto associato con la luce simulata.....	68
Illustrazione 2.27: Esempio di combinazione di due colori mediante una texture stencil all'interno del material nodes editor.....	69
Illustrazione 2.28: Applicazione di una Normal Map (a sinistra) ad un piano. La mappa mostra effetti di riflesso e simula la presenza di geometria (che interagisce con la luce) mediante la semplice applicazione della texture normale.....	69
Illustrazione 2.29: Unwrap e UV Mapping di un semplice cubo.....	70
Illustrazione 2.30: Solitamente l'Unwrap viene effettuato marcando come seam le zone che con più probabilità rimarranno coperte nella scena. In un UV Unwrap di un viso, probabilmente sarà conveniente tagliare lungo la parte posteriore della testa, così da coprire eventuali punti di giunzione con copricapi e capelli.....	71
Illustrazione 2.31: Pannello Map Input con le coordinate impostate in Orco.....	71
Illustrazione 2.32: La Mappatura 'Flat' da i migliori risultati su singole facce piane.....	72
Illustrazione 2.33: La Mappatura 'Cube' (Cubo) proietta l'immagine sulle sei facce di un ipotetico cubo attorno ad ogni oggetto.....	72
Illustrazione 2.34: La Mappatura 'Tube' (Tubo) mappa la texture attorno all'oggetto come l'etichetta di una bottiglia.....	73
Illustrazione 2.35: Mappatura 'Sphere' (Sfera) è il miglior modo di mappare una sfera, ed è perfetta per fare pianeti o skydome.....	73
Illustrazione 2.36: Sopra gli oggetti completi di texture. Sotto a questi la texture completa in un'unica immagine.....	74
Illustrazione 2.37: Il projection paint risulta versatile nella difficile mappatura di volti.....	74
Illustrazione 3.1: Cineca MDC project - Shot 10 - Storyboard.....	75
Illustrazione 3.2: Cineca MDC project - Shot 10 - Breakdown.....	76
Illustrazione 3.3: Mappa dell'italia nei Musei Vaticani.....	77
Illustrazione 3.4: Texture catturata dal progetto Blue Marble (NASA Observatory).....	78
Illustrazione 3.5: Mockup 2D della scena 10-2 denominata Verso Roma.....	79
Illustrazione 3.6: I due modelli utilizzati per la ricostruzione interattiva sovrapposti.....	80
Illustrazione 3.7: Terreno trasformato da tri a quads.....	81
Illustrazione 3.8: In verde le gonnelle: gruppi di mesh che spuntano da sotto al terreno.....	82
Illustrazione 3.9: A sinistra Z-Exag=1 (oroginale). A destra Z-Exag=3 (300%).....	83
Illustrazione 3.10: Mesh multimateriale suddivisa in tiles.....	84
Illustrazione 3.11: Immagine in lontananza che mostra i confini del modello.....	85
Illustrazione 3.12: Immagine ravvicinata che mostra le texture da vicino.....	85
Illustrazione 3.13: Billboard nello stage 3D.....	86
Illustrazione 3.14: Esempio di nuvola modellata con applicato un materiale volumetrico.....	87

Illustrazione 3.15: Pregevoli nuvole volumetriche generato con lo script di generazione delle nuvole CGS..	88
Illustrazione 3.16: Esempio di nuvola in boulding box.....	89
Illustrazione 3.17: Esecuzione dello script Cloud Generator.....	89
Illustrazione 3.18: Nuvola post script nello stage 3D. È possibile distinguere al centro un sistema particellare.	90
Illustrazione 3.19: Nuvola risultante dallo script, con sfondo ed illuminazione basilari.....	90
Illustrazione 3.20: Nuvole riprese dal cortometraggio PIXAR Partly Cloudy.....	91
Illustrazione 3.21: Due luci Hemi posizionate rispettivamente sopra e sotto la nuvola.....	91
Illustrazione 3.22: Nuvola illuminata e renderizzata con sfondo di tipo “blend”.....	92
Illustrazione 3.23: Parametro “ramp” che permette di gestire la trasparenza del materiale.....	93
Illustrazione 3.24: Nuvola conclusa con i ritocchi alla densità del materiale.....	93
Illustrazione 3.25: A sinistra lo skybox, a destra il cielo risultante dall’applicazione dell’immagine allo skybox.....	94
Illustrazione 3.26: Sfera dello skydome concentrica alla camera.....	94
Illustrazione 3.27: Stage con nuvole-billboard orientate verso un oggetto centrale, che riceverà la proiezione del rendering per creare l’EnvMap.....	95
Illustrazione 3.28: Test su una sfera centrale e relativa EnvMap creata tramite proiezione del renderizzato circostante.....	96
Illustrazione 3.29: Immagine EnvMap creata ed utilizzata per la scena.....	96
Illustrazione 3.30: Scena in wireframe/solid con tutti gli elementi visibili.....	97
Illustrazione 3.31: Scena pre-compositing. Il terreno ha tonalità bluastre e non presenta atmosfera in lontananza.....	97
Illustrazione 3.32: Visione globale dei nodi di compositing utilizzati e delle finestre di preview “rendering” e “viewer”.....	98
Illustrazione 3.33: Mappa z-depth del terreno isolata dal resto della scena mediante l’uso di canali, chiamati in Blender “renderlayers”.....	98
Illustrazione 3.34: Compositing del “Renderlayer” Terreno con la gradazione prescelta lungo la sua z-depth	99
Illustrazione 3.35: Mix tramita canale alpha del terreno prima lavorato con il resto della scena.....	100
Illustrazione 3.36: Immagine finale risultante dal compositing.....	100
Illustrazione 3.37: Alberi 3D importati dal cortometraggio Big Buck Bunny.....	101
Illustrazione 3.38: Fondale costituito da un piano per le colline e da un insieme di piani per le nuvole pre- renderizzate.....	102
Illustrazione 3.39: Alberi costruiti ciascuno mediante l’incrocio longitudinale di due billboard.....	102
Illustrazione 3.40: Parametri basilari dei particle system.....	103
Illustrazione 3.41: Parametri aggiuntivi per gestire la gravità ed altre proprietà fisiche delle particelle.....	103
Illustrazione 3.42: Erba basilare, creata senza applicare un materiale alla mesh.....	104

Illustrazione 3.43: Colorazione ottenuta mediante l'editing di una colorband a 5 punti di controllo.....	104
Illustrazione 3.44: Texture di tipo Distortednoise per creare randomicità nella colorazione del prato.....	104
Illustrazione 3.45: Prato con materiale applicato.....	105
Illustrazione 3.46: Il tool children con le impostazioni per numero di fili visualizzati in stage 3D e renderizzati.....	105
Illustrazione 3.47: Prato finale, emesso mediante particle system da tutta la mesh.....	106
Illustrazione 3.48: A sinistra lo stage 3D con i colori della mappa dei pesi sotto l'erba particellare. A destra il relativo rendering.....	107
Illustrazione 3.49: Pietra miliare esposta al museo dell'Archiginnasio di Bologna, presa come modello nel set per la creazione del cippo.....	107
Illustrazione 3.50: Viste del cippo con il materiale procedurale.....	108
Illustrazione 3.51: A sinistra una texture di displacement map, a destra il relativo sbalzo della mesh.....	109
Illustrazione 3.52: Esperimenti su Suzanne, mesh di esempio in Blender, dell'applicazione del subdivision surface (SubSurf).....	110
Illustrazione 3.53: Ciottolato semplice di mattoni incastonati.....	110
Illustrazione 3.54: Primo modificatore displacement.....	111
Illustrazione 3.55: Secondo modificatore displacement.....	111
Illustrazione 3.56: Mappa di colori creata a partire da un semplice blend (sfumatura).....	112
Illustrazione 3.57: Primo livello di subdivision surface.....	112
Illustrazione 3.58: Terzo modificatore displacement.....	113
Illustrazione 3.59: Secondo livello di subdivision surface.....	113
Illustrazione 3.60: Livello con riempimento ed erba del ciottolato.....	114
Illustrazione 3.61: Scena Cippo completa (renderizzata senza alberi sullo sfondo per accelerare i tempi di rendering).....	114
Illustrazione 3.62: Mockup basilare dello shot.....	115
Illustrazione 3.63: Cartina utilizzata come fonte base per l'editing.....	116
Illustrazione 3.64: Copertura del buco centrale.....	117
Illustrazione 3.65: Livello posteriore con la cartina in toto, escluso il cielo, ad occupare la vista dell'inquadratura (a sinistra).....	118
Illustrazione 3.66: Livello secondario con il cielo immediatamente dietro alla mappa e posto parallelamente all'inquadratura.....	118
Illustrazione 3.67: Livello anteriore, con colli ed arbusti in primo piano.....	118
Illustrazione 3.68: Livello anteriore al cielo, con lo stemma della cartina portato in rilievo.....	119
Illustrazione 3.69: Mappa z-depth della scena.....	119
Illustrazione 3.70: Anteprema con trasparenza dei piani (alpha mode) nello stage 3D.....	120
Illustrazione 3.71: Piazza del Vaticano. Anni 1580-1590.....	121
Illustrazione 3.72: Antica San Pietro, con la facciata non dissimile da quelle presenti negli altri dipinti.....	122

Illustrazione 3.73: Blocco dell'antica basilica ricostruito mediante SketchUp ed il tool MatchPhoto.....	122
Illustrazione 3.74: Confronto della nuova Basilica con la silhouette della piante dell'antica San Pietro.....	123
Illustrazione 3.75: Low poly costruito sugli elementi attualmente esistenti, indicati nella mappa di wikimapia sottostante il lowpoly.....	124
Illustrazione 3.76: Mockup della scena Vaticana realizzato mediante combinazione di fonti pittoriche 2D ed elementi 3D ripresi da svariati tool online.....	124
Illustrazione 3.77: Rendering del low-poly, costruito sulla base del mockup, con piani billboard per lo sfondo e le quinte.....	125
Illustrazione 3.78: Cortile San Damaso, modellato mediante istanziazione di una singola loggia.....	126
Illustrazione 3.79: Edificio della facciata, modellato anch'esso mediante colonnati istanziati nello spazio.	127
Illustrazione 3.80: Tamburo della Basilica di San Pietro, incompleto nell'anno in cui è ambientata la scena	127
Illustrazione 3.81: Tamburo della Basilica suddiviso in spicchi istanziati grazie a un empty centrale (in verde al centro).....	128
Illustrazione 3.82: Bassorilievo decorativo della casa di una facciata, ricavato mediante billboard con l'uso di normal maps.....	129
Illustrazione 3.83: Statue ai lati della antica scalinata di piazza San Pietro.....	129
Illustrazione 3.84: Decorazioni dell'obelisco Vaticano.....	130
Illustrazione 3.85: I materiali predisposti in una singola immagine per l'utilizzo con la tecnica del projection painting.....	131
Illustrazione 3.86: Terreno risultante dal projection painting.....	132
Illustrazione 3.87: A sinistra impostazioni di simulazione del tessuto. A destra impostazioni per l'animazione e le collisioni dei tessuti.....	133
Illustrazione 3.88: Stemma papale posto sotto alla finestra designata per porre fine al volo di Apa.....	133
Illustrazione 3.89: Sinistra e centro: Antica Basilica di San Pietro e pianta del nuovo progetto. A destra la nuova Basilica, con impalcature sulla cupola che ne evidenziano la costruzione.....	134
Illustrazione 3.90: Tamburo della Basilica con le impalcature che stanno ad indicare i lavori in corso.....	134
Illustrazione 3.91: Palazzo Apostolico completato nel 1588.....	135
Illustrazione 3.92: La scena della piazza del Vaticano terminata.....	136

Introduzione

Oggetto di questa tesi è la creazione di alcuni scenari storici tridimensionali che fanno parte del set di un cortometraggio stereoscopico 3D realizzato dal CINECA, Istituzione presso cui ho effettuato un tirocinio formativo.

Il Progetto che ha portato alla realizzazione del cortometraggio, denominato MDC (acronimo di Museo della Città), si inserisce nell'ambito dell'iniziativa *Genus Bononiae* – Musei nella città (www.genusbononiae.it), patrocinata dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna con l'intento di riunire in un percorso interculturale comune (artistico e museale) alcuni edifici del centro storico di Bologna, restaurati e recuperati all'uso pubblico.

In particolare, il filmato sarà proiettato nella sala immersiva, anch'essa progettata dal Cineca, che sarà inserita al centro del percorso museale previsto per Palazzo Pepoli, attualmente in fase di restauro, dedicato appunto alla storia della città di Bologna.

Tale sala immersiva, fornita di proiettori stereoscopici di ultima generazione, è stata ideata e disegnata parallelamente allo sviluppo del Progetto MDC appositamente per ospitare il cortometraggio in produzione.

La finalità del cortometraggio è quella di arricchire il percorso museale con un'esperienza proposta nella forma di entertainment, ma che fornisca allo spettatore una vista su Bologna come molto probabilmente si suppone fosse in una data serie di epoche (le scene sono filologicamente corrette, ovvero supportate da fonti e avvallate dagli esperti del settore) e che lo spinga a cercare ulteriori informazioni all'interno non solo del museo stesso ma anche nel percorso cittadino in generale (ampio spazio è per esempio dato nel film al Museo Archeologico).

I set del cortometraggio sono pertanto scenari filologicamente corretti all'interno dei quali lo spettatore percorrerà l'evoluzione e la storia della città di Bologna, dai tempi degli etruschi ad oggi. Per affrontare una tale sfida, raccontando in soli 12 minuti circa 23 secoli, il regista del

cortometraggio -Giosuè Boetto Cohen- si è servito di un espediente narrativo, dando vita all'etrusco omino Apa (doppiato da Lucio Dalla), protagonista e narratore della nostra storia, che è stato modellato a partire da un'illustrazione presente in una situla etrusca conservata nel Museo Archeologico della città.

Da tale fantasia parte un racconto all'insegna della narrazione nei secoli, che ci vede trasportati prima nella Bologna etrusca, poi romana, medioevale, rinascimentale, fino a quella dei nostri giorni.

Come conseguenza, il progetto ha determinato una nuova pipeline di produzione che inserisce i vincoli filologici nella pipeline tradizionale di creazione di un film 3D.

Lo strumento principalmente utilizzato non solo per realizzare i modelli ma anche i personaggi, per fare le animazioni fino ad arrivare alla produzione dei fotogrammi finali sulla render farm del Cineca è Blender, software di modellazione 3D analogo ad altri prodotti quali 3D studio Max o Maya ma con la peculiarità di essere rilasciato sotto licenza Open Source. In generale, l'impiego di software Open Source rappresenta la scelta di base del progetto, fatta eccezione per City Engine (per il quale non esiste ancora alternativa Open valida).

Le scenografie (set) oggetto di questo lavoro di tesi sono quattro e fanno capo a un'unica scena (Shot 10) del cortometraggio riguardante il volo che Apa compie verso Roma, l'unico set non cittadino del film. Si tratta di un viaggio che il protagonista fa nel 1588 quando un papa bolognese, Gregorio XIII, governa in Vaticano. La Bologna rinascimentale è immortalata nella straordinaria mappa affrescata presente nella sala denominata appunto La Bologna.

La creazione di tali set ha richiesto il giusto trade-off tra grado di dettaglio (gradevole e scenografico), filologia dei modelli e coerenza con la scelta di fondo di avere uno stile cartoon in linea con la fisionomia dei personaggi. Per l'intento comunicativo del cortometraggio, infatti, si è ritenuto maggiormente adatto proporre un buon personaggio in stile fumetto piuttosto che un cattivo avatar realistico (si poteva prevedere che con le forze a disposizione vi sarebbe comunque stata un'intrinseca difficoltà a proporre personaggi realistici che reggessero il confronto anche con il più sconosciuto dei videogiochi).

Questa tesi descrive la produzione di tali set sia in termini generali affrontando le peculiarità della pipeline di produzione introdotta dal progetto MDC (di cui si accennava all'inizio), sia nel particolare, descrivendo il processo di produzione e le problematiche specifiche per i set in oggetto.

La scena 10-2 è stata, tecnicamente parlando, una tra le più difficili e sperimentali del cortometraggio. In essa vediamo difatti un lungo volo sopra un terreno molto definito poligonalmente, che corrisponde al parco del Monte Sole, coperto da nuvole volumetriche che la camera attraversa con l'inquadratura.

Questa scena si avvale della versione in sviluppo (2.5 Beta 4) del software Blender, che in versione stabile è fermo alla 2.49b, al fine di poter utilizzare una nuova tipologia di simulazioni, introdotte solo in tale versione beta, che sfruttano sistemi particellari 3D composti da particle systems con associati materiali volumetrici.

In questa scena si fa inoltre uso di una particolare tecnica per creare lo skydome, una semisfera contenente il cielo che ci circonda nel volo.

I vari elementi di scena sono stati poi montati e ritoccati direttamente nel compositor incorporato in Blender al fine di ottenere una resa dall'impatto visivo maggiore seppur volutamente non del tutto realistica, poiché questo spezzone dovrà essere montato nel corto di animazione, che come già accennato cerca di mantenere uno stile cartoon 3D.

La scena successiva vede Apa, sempre in volo verso Roma, volare ripreso da un'inquadratura in campo lungo sopra una zona collinare del centro Italia non meglio definita. In vicinanza in tale inquadratura troviamo una strada in alta definizione ed in questo caso la sfida è stata quella di rendere più verosimile possibile tale strada, includendo un effetto di erosione causato dalle ruote dei carri di passaggio, che solcano sempre le stesse linee nel ciottolato. Difatti un ulteriore incremento di complessità è dovuto, in tale scenografia, dall'uso di un complesso sistema particellare realizzato mediante lo strumento Hair and Fur di Blender. Tale tool avanzato è stato utilizzato per realizzare un prato altamente definito che affianca la strada e spunta inoltre tra i ciottoli della medesima. La scena mostra in aggiunta una folta vegetazione sullo sfondo, ottenuta mediante un abile mix tra vegetazione bi e tri-dimensionale.

Il volo del protagonista Apa continua nelle scene immediatamente seguenti: esso si ritroverà dunque a sorvolare la città di Roma nel 1588.

La scena della “caduta” nel centro della città necessitava di una soluzione “comoda”, che non obbligasse una vera ricostruzione tridimensionale dell'intero agglomerato urbano: tale costruzione sarebbe stata impossibile in tempi brevi e futile, considerando che la scena sarebbe rimasta sullo schermo solo pochi secondi.

Per fronteggiare la necessità di una vista a volo d'uccello di tutta la città, ho sperimentato una soluzione che propone di realizzare la scena con un semplice insieme di piani. Per tale scopo è stata ritoccata una digitalizzazione di un'antica cartina Romana.

Lo stage, seppur con semplici piani, è stato dunque orientato alla stereoscopia sfruttando trasparenze e sovrapposizioni, permettendo allo spettatore di percepire l'effetto di profondità e "sentire" in maniera del tutto nuova un'autentica mappa della Roma del '500.

"Andare" a Roma nel 1588 ha dato l'opportunità di creare una scena che mostri piazza San Pietro prima della costruzione del colonnato del Bernini e ancora prima del completamento della Cupola della Basilica. Mi sono dunque dovuto cimentare in un complesso studio delle fonti ed in una ricostruzione dettagliata a partire da dipinti dell'epoca, combinati con la storia della costruzione della nuova Basilica di San Pietro e con modifiche continue nella disposizione di abitazioni ed edifici nei pressi della piazza antistante.

La scena prende forma a partire dalla posizione attuale della Basilica, sulla quale ho studiato e ricostruito quale poteva essere la posizione dei vari elementi che componevano la piazza nel XVI sec, prima della effettiva modellazione in High-Poly, ossia in alta densità di poligoni al fine di raggiungere il dettaglio desiderato.

Riuscire a raggiungere un risultato il più fedele e pittoresco possibile è stata una sfida anche in termini di texturizzazione, intesa come applicazione di immagini ad oggetti tridimensionali, i quali acquistano così corposità e spessore.

Un ulteriore contributo al cortometraggio è stata la creazione di vestiario ed armature per i personaggi che popolano alcune scene Bolognesi. Guardie svizzere e centurioni sono stati creati con alla base un confronto effettuato precedentemente tra storici e disegnatori, che ha fornito gli schizzi da utilizzare come modello.

Il vestiario di altri personaggi, come passanti, donzelle e studenti universitari dell'epoca, è stato ricavato dallo studio di illustrazioni medioevali o bassorilievi.

In tal caso, la maggior parte del vestiario era composto da tuniche e sottotuniche, con drappi e cinte: tale necessità mi ha spinto a cercare soluzioni alternative alla semplice modellazione poligonale manuale, da qui sono arrivato ad utilizzare un tool, integrato in Blender, per la simulazione del vestiario che permette sulla base di alcuni parametri (con la possibilità di utilizzare preset come cotone, seta, gomma ecc..) e di simulazioni fisiche di collisioni tra gli oggetti, di creare in modo relativamente semplice, mesh drappeggianti che riproducono il più fedelmente possibile un vestito reale, soggetto a gravità e a movimenti.

Tali personaggi sono poi stati animati dall'azienda SPARK Digital di Roma la quale è una delle poche aziende, oltre al CINECA, che attualmente utilizza Blender ed altro software open-source.

La tesi risulta pertanto suddivisa in due parti: nella prima, coincidente con il capitolo 1, si introducono le tecnologie adoperate per la realizzazione dell'intero progetto, dal software utilizzato, passando per le risorse disponibili internamente al CINECA e rintracciabili in rete, sino all'hardware sul quale è stato fatto affidamento per la creazione ed il rendering del cortometraggio 3D; la seconda, costituita dai capitoli 2 e 3, è focalizzata sulle metodologie e problematiche generali correlate alla creazione di ambientazioni 3D ai fini del progetto (Capitolo 2) e, successivamente, si sposta sull'analisi delle scenografie da me create (Capitolo 3) mostrando le tecniche ed i metodi a supporto della realizzazione delle scene, le ricostruzioni 3D su basi filologiche e le soluzioni all'avanguardia adoperate, le quali hanno portato ad un sostanziale avanzamento dello stato dell'arte.

II CINECA

La tesi è stata svolta al CINECA, un Consorzio Interuniversitario senza scopo di lucro formato da 47 Università italiane, l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS, il Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR e il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca - Miur.

Costituito nel 1969 come Consorzio Interuniversitario per il Calcolo Automatico dell'Italia Nord Orientale, oggi il Cineca è il maggiore centro di calcolo in Italia, uno dei più importanti a livello mondiale.

Con più di trecentocinquanta dipendenti, opera nel settore del trasferimento tecnologico attraverso il calcolo scientifico ad alte prestazioni, la gestione e lo sviluppo di reti e servizi telematici, la realizzazione di sistemi informativi articolati e complessi per il trattamento di grandi quantità di dati.

Il CINECA ha acquisito, negli ultimi anni, un'esperienza notevole anche nel settore della computer graphic: l'esperienza del CINECA nel campo delle ricostruzioni archeologiche ha consentito di selezionare gli strumenti software più adatti per la realizzazione del progetto MDC, che si è rivelato estremamente complesso.

Un esempio significativo di progetto precedente a questo e basato su ricostruzioni archeologiche è NU.M.E. (Nuovo Museo Elettronico): si tratta di una ricostruzione interattiva 3D della città di

Bologna nel XII sec., che ha coinvolto non solo grafici 3D e storici, ma un più largo gruppo di professionisti così comprendendo anche artisti, programmatori ed esperti della comunicazione.

A partire da tali progetti e da ulteriori sperimentazioni di modellazione e rendering mediante alcuni software professionali, ed anche a seguito dell'istituzione di Scuole Estive professionalizzanti, è stato creato un comparto di professionisti affiatati e professionalmente affidabili direttamente interno all'azienda.

Le Scuole Estive organizzate all'interno della struttura, difatti, preparano e completano la formazione di studenti così da permettere loro di affrontare le più avanzate problematiche delle nuove tecnologie, acquisendo nozioni indispensabili per poter condurre con successo le proprie ricerche tramite supercomputer e strumenti di visualizzazione scientifica e grafica.

Le Scuole Specialistiche, similmente, sono corsi per completare ed approfondire gli aspetti formativi nel settore del calcolo parallelo e della grafica interattiva, mostrando al contempo le tecnologie più innovative e le metodologie più avanzate in questi campi d'indagine scientifica.

Il fine di questa logica evoluzione è quello di aiutare, a mezzo della computer grafica, la comprensione di concetti di rango scientifico-tecnico e

l'esplorazione di ricostruzioni storiche affidabili, così da rendere tale materiale intellegibile anche da un pubblico più vasto.

Un esempio di tale ampliamento degli interessi dell'azienda è stato quello, nel 2009, di partecipare alla produzione del filmato stereoscopico 3D:

“Big Bang, 14 miliardi di anni in otto minuti”

Il documentario è stato il terreno di prova degli studi e tecniche grafiche messe a punto all'interno del Consorzio, combinate agli studi scientifici alla base. Questo connubio ha difatti portato una ventata di aria fresca alla divulgazione di contenuti scientifici in ambito museale, essendo il primo documentario stereoscopico 3D per un museo italiano.

1 Software e risorse

Il progetto MDC è stato sviluppato con un banco eterogeneo di software e sistemi operativi. Principalmente sono state preferite soluzioni open source per motivi che includono un'ottima reperibilità, una buona compatibilità, la facilità d'uso e d'installazione e molto materiale documentativo gratuito costituito da risorse e da comunità online dedicate.

Alcuni tra i software usati sono dunque open source come Ubuntu Linux, Blender, The GIMP.

Usare software open-source significa essere sempre in grado di far fronte alle difficoltà, risolvendo bug o aggiungendo nuove funzionalità necessarie. Imparare strumenti open inoltre, significa apprendere conoscenze immediatamente riutilizzabili ed usare formati aperti consente di essere sempre in grado di riutilizzare i modelli prodotti, anche a distanza di anni.

Altri software utilizzati sono stati necessariamente acquistati con un contratto in licenza d'uso (EULA) in quanto non esistono ad oggi soluzioni che possano sostituire in parte o totalmente le funzionalità di tali programmi, tra questi troviamo in primis CityEngine, ma anche alcune licenze di Microsoft Windows, utilizzate alternativamente ad Ubuntu Linux.

1.1 Ubuntu Linux

Ubuntu è una distribuzione linux nata nel 2004, basata su Debian, che si focalizza sull'utente e sulla facilità di utilizzo.

È progettata per fornire un'interfaccia semplice, intuitiva e allo stesso tempo completa e potente. I punti di forza di questa distribuzione sono l'estrema semplicità di utilizzo, l'ottimo riconoscimento e supporto dell'hardware, il vasto parco software costantemente aggiornato e una serie di strumenti di gestione grafici che la rendono improntata verso l'ambiente desktop.

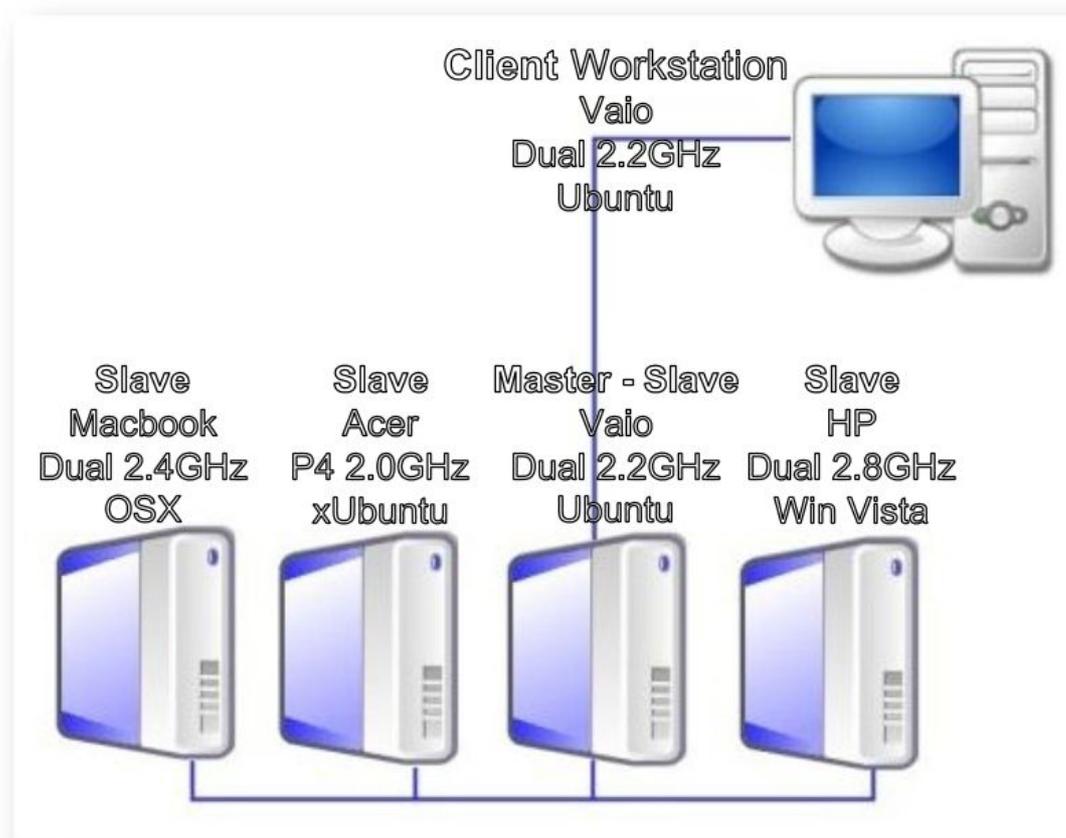
È corredata da un'ampia gamma di applicazioni libere, le quali sono scaricabili ed installabili gratuitamente e senza alcuna procedura di configurazione: sono presenti oltre 30.000 pacchetti software liberi dell'universo Linux, tra cui programmi come Inkscape (grafica vettoriale), GIMP (fotoritocco), Blender (grafica 3D) e molti altri.

Inoltre le caratteristiche peculiari del kernel linux, alla base di Ubuntu, rendono qualsiasi macchina a disposizione sufficientemente performante in modo da permettere di lavorare professionalmente, con software di grafica bi e tri-dimensionale, senza subire rallentamenti o freeze del sistema.

I requisiti minimi di Ubuntu sono:

- Minimo 300 MHz per Processore x86;
- 256 MB di RAM (192 con il cd Alternate);
- Almeno 3-4 GB di spazio libero su disco fisso per un'installazione completa e per la partizione di swap;
- Scheda video VGA con una risoluzione minima pari a 640x480;
- Lettore CD-ROM.

Dunque i requisiti minimi di sistema sono relativamente bassi, soprattutto rispetto ad altri sistemi operativi a pagamento, in modo tale da dare così la possibilità a tutti di poter testare Ubuntu sulla propria macchina e creare, ad esempio, una network-renderfarm per produrre materiale con Blender 3D sommando la potenza di calcolo di macchine collegate in rete.



*Illustrazione 1.1: Esempio di renderfarm creata mediante Blender+Ubuntu con hardware in mio possesso.
Potenza di calcolo raggiunta 16.8GHz con 7 core a disposizione.*

Alcune macchine di cui si dispone, spesso, sono composte da sistemi hardware abbastanza datati.

Il sistema operativo Ubuntu Linux, con le sue derivate Xubuntu e Lubuntu, preferite grazie all'utilizzo di gestori desktop più performanti e leggeri, possono “riportare in vita” tali macchine, al fine di creare ad esempio una propria network-renderfarm per Blender.

1.2 Blender

Blender è il software maggiormente sfruttato in tale tipo di progetto. Difatti la creazione delle scenografie, dei personaggi, l'animazione, l'illuminazione, il rendering e il compositing avvengono tutti all'interno di questo potente tool 3D.

Blender è un programma open source di modellazione, rigging, animazione, compositing e rendering di immagini tridimensionali. Dispone inoltre di funzionalità per mappature UV, simulazioni di fluidi, di rivestimenti, di particelle, altre simulazioni non lineari e creazione di applicazioni/giochi 3D.

1.2 Blender

È disponibile per vari sistemi operativi, tra cui: Microsoft Windows, Mac OS X, Linux.

Blender è dotato di un robusto insieme di funzionalità paragonabili, per caratteristiche e complessità, ad altri noti programmi per la modellazione 3D come Softimage XSI, Cinema 4D, 3D Studio Max, LightWave 3D e Maya.

Tra le funzionalità di Blender vi è anche l'utilizzo di raytracing e di script (in linguaggio Python). Pur presentando funzioni per niente dissimili da quelle fornite da programmi professionali per la computer grafica 3D, Blender si distingue sicuramente per l'interfaccia: questa infatti può sembrare ostica ai principianti ed è molto diversa dalle interfacce dei programmi che si usano abitualmente e negli ultimi anni è rimasta sostanzialmente invariata.

Solo con il recente sviluppo della versione 2.5, la UI ha subito un notevole miglioramento: oltre all'ovvia introduzione di nuove funzionalità, è stato modificato il sistema di gestione (split e join) dei riquadri componenti l'interfaccia; la presenza di alcune floating windows come le Transform Properties, ora è stata integrata nella 3D View.

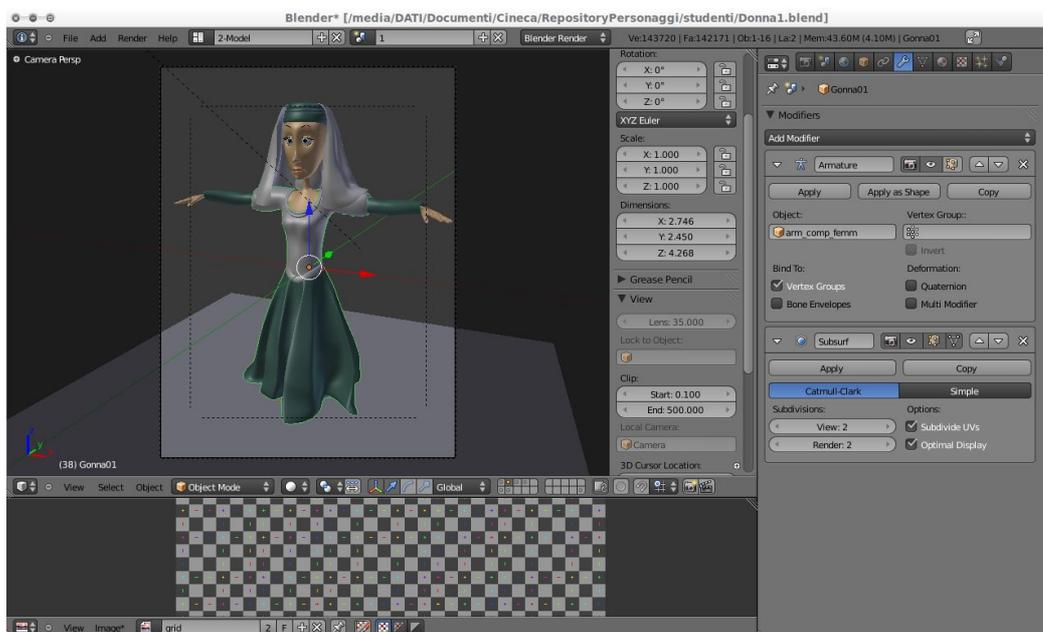


Illustrazione 1.2: Nuova UI in Blender 2.54 beta

Inoltre i menù che riassumono tutte le principali funzionalità e permettono dunque di accedere alla maggior parte delle componenti del software sono stati portati da un layout prevalentemente orizzontale ad uno totalmente verticale, uniformando così il software ai maggiori programmi 3d concorrenti (ad es 3D Studio Max).

1.3 The GIMP

The GIMP (GNU Image Manipulator Program) è un software professionale di fotoritocco ed elaborazione di immagini 2D. Esso supporta gli addons ed i plugins, così da estendere in modo teoricamente illimitato le proprie potenzialità e funzioni.

All'interno dell'elaborazione di un cortometraggio come nel progetto MDC in studio, un software di tale calibro è stato utilizzato necessariamente al fine di elaborare le texture per renderle adattabili alle mesh 3D e credibili in termini di ripetibilità, vedremo più avanti in che modo.

Inoltre tale potente strumento, ancor prima di avere una resa finale o una scena pronta alla quale applicare colori ed immagini, ha permesso di effettuare alcuni studi sui colori e sui layout finali mediante mockup, cioè raffigurazioni fittizie delle scene finali, create con strumenti differenti da quelli dell'elaborazione vera e propria, utili a “rendere l'idea” e utilizzate come linea guida per l'immediatamente successiva creazione della scena rappresentata.

Ecco alcuni mock-up, realizzati partendo da scene 3D ancora grezze o quasi, dall'Art Director del cortometraggio Enrico Valenza:



Illustrazione 1.3: Visuale diurna della bologna attuale, utilizzata per uno studio sulla colorazione ambientale. (Enrico Valenza)



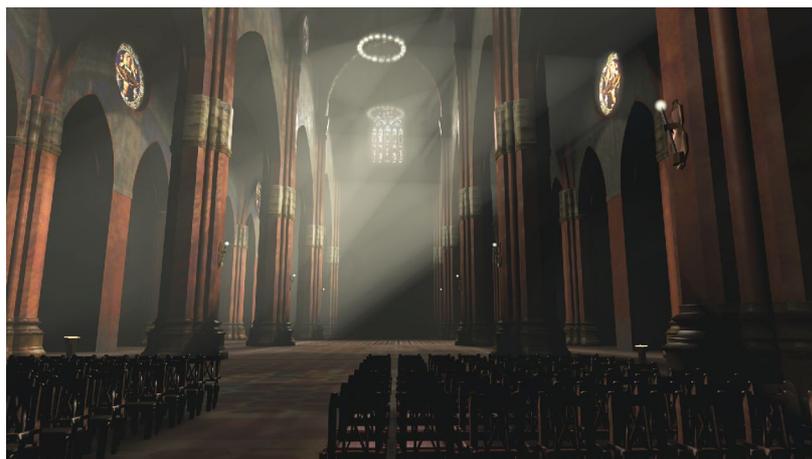
Illustrazione 1.4: Mock-up di una visuale notturna della bologna attuale, coincidente con la scena iniziale del cortometraggio. (Enrico Valenza)

In tal modo, ancor prima di intraprendere la modellazione, fin dall'inizio è stato ben chiaro il risultato da raggiungere, dal quale si è cercato di discostarsi il meno possibile, non tanto per la modellazione ed i materiali nel particolare, ma soprattutto in termini di resa, atmosfera, impatto e cromia:



Illustrazione 1.5: Vista scenografica delle due torri di Bologna (Enrico Valenza), coincidente con la scena 9 del cortometraggio.

Grazie ai giochi di colore, il software permette di ottenere un layout base sul quale adattarsi per la creazione delle scene effettive. Gimp infatti, mediante l'ausilio di speciali strumenti cromatici e tavolette grafiche, ha permesso in maniera relativamente facile la creazione di scene diurne e notturne d'effetto.



*Illustrazione 1.6: Particolare suggestivo della chiesa del San Petronio.
(Enrico Valenza)*

Attualmente The GIMP si trova in una versione stabile 2.6.x, ed una versione in sviluppo (la 2.7.x che convoglierà il suo development nella futura 2.8). Quest'ultima introduce notevoli migliorie e funzionalità, di modo tale da uniformarsi a software professionali come Photoshop e Paint Shop Pro.



*Illustrazione 1.7: La nuova interfaccia di GIMP con la modalità
finestra singola*

Oltre ad essere ampliato il comparto funzionale, vengono implementate migliorie studiate per la UserExperience e che quindi abbracciano tutta la UI: dalla presentazione dei comandi, alla immediatezza di alcune funzioni(VD SINONIMI).

Il software, pur soffrendo qualche lacuna in termini di supporto e controlli della cromia avanzata per la stampa digitale o la tipo/serigrafia, può essere definito come professionale nell'implementazione delle sue altre peculiarità.

Ultimo aspetto da non tralasciare, trattasi di un programma free ed open source, dunque modificabile ed estendibile a piacimento, in ogni sua forma e non solo mediante l'aggiunta con addons o plugins. In mancanza di una funzione necessaria ai fini del cortometraggio, tale possibilità consentirebbe l'implementazione da parte del comparto informatico, di qualsivoglia modifica o miglioramento. Le modifiche solitamente impiegano molto tempo e risorse, in quanto si andrebbe ad editare il *core* del programma, spesso molto complesso e poco comprensibile ai non addetti ai lavori; per nostra fortuna il programma non presenta lacune e, nello specifico, viene incontro alle nostre esigenze senza problemi di sorta.

1.4 CityEngine

CityEngine è un tool a pagamento che, mediante una complessa elaborazione procedurale di mappe random o di piante reali di una città, permette la ricostruzione di interi spazi urbani in pochi semplici passi.

Rilasciato per la prima volta in versione commerciale nel 2008, CityEngine è stato adottato da molti professionisti per studi sulla pianificazione urbanistica, studi architettonici, sviluppo di videogiochi, intrattenimento ed effetti speciali, studi GIS, archeologia e patrimonio culturale.

Le funzionalità estese del software inoltre consentono ricostruzioni fedeli ad un modello o ad uno studio effettuato, studio che si ripercuote sulle forme dei palazzi, sulle loro appendici (balconi, finestre ecc) e sulle peculiarità riguardanti i materiali “di costruzione” impiegati per ricostruire una precisa città.

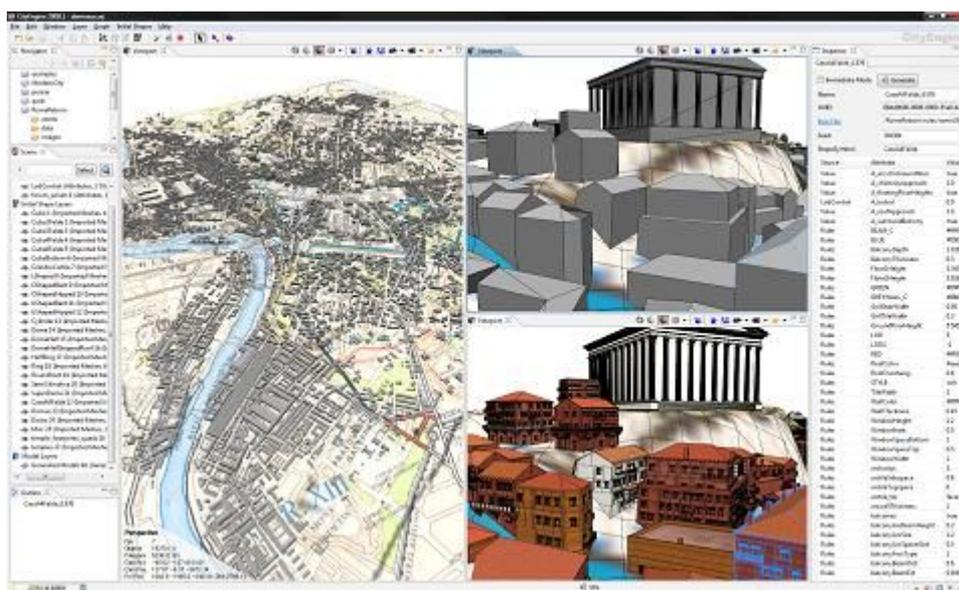


Illustrazione 1.8: Un esempio di ricostruzione procedurale di una polis greca

All'interno del progetto MDC, esso è stato massicciamente utilizzato per la ricostruzione della Bologna attuale, nonché di quella medioevale e di alcune evoluzioni tra le varie epoche.

La peculiarità del software in questione è quella di permettere una malleabilità totale del modello procedurale, anche a partire da dati GIS (Geographic(al) Information System), vale a dire un sistema che consente l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici (geo-riferiti).

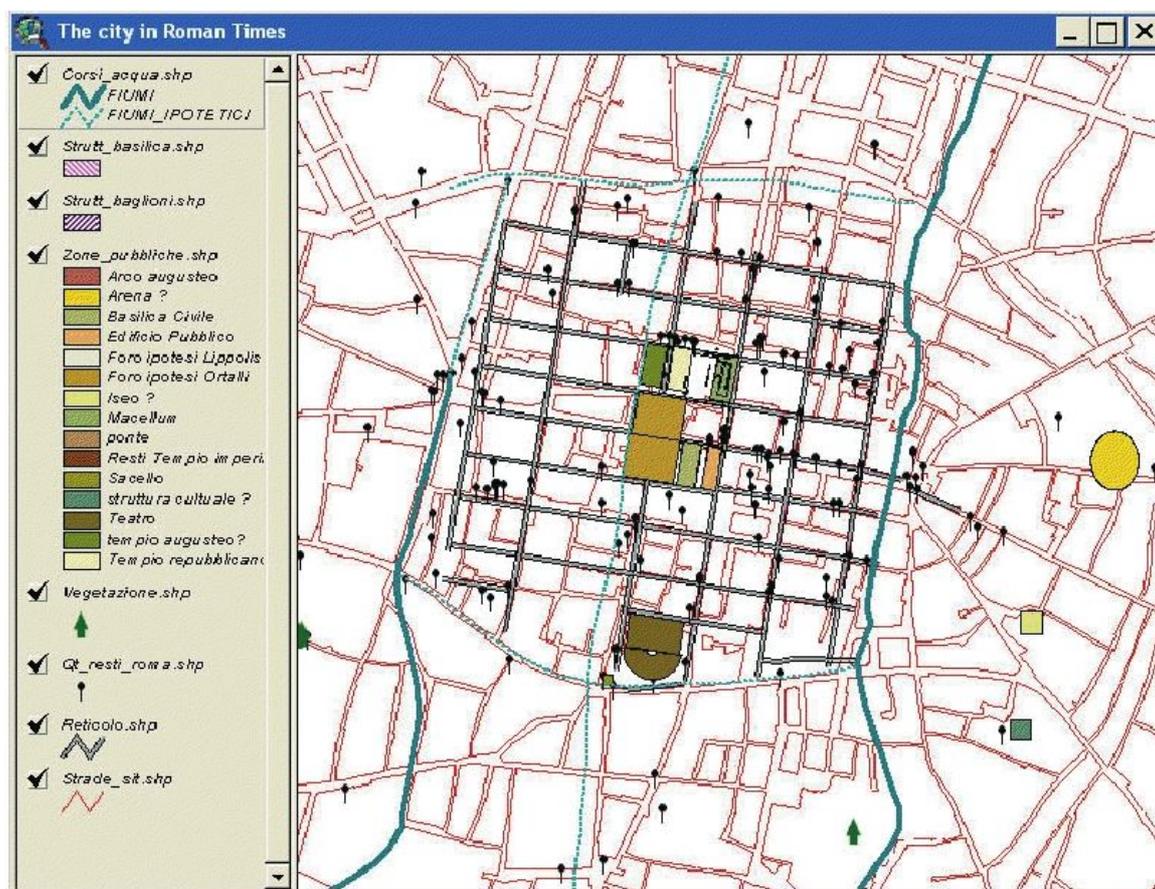


Illustrazione 1.9: Dati GIS utilizzati per mappare la città Romana (UT NATURA ARS - Coralini, Scagliarini Corlàita)

Ottenuti i dati georeferenziati storici e quelli attuali, riguardanti le principali strade, gli edifici chiave del complesso urbano e, se disponibile, anche la vegetazione presente, il software si occupa semi-automaticamente, guidato mediante un semplice linguaggio di programmazione interno, della creazione delle costruzioni, delle strade storicamente fedeli e di tutto ciò che caratterizzava effettivamente la città.

Successive manipolazioni dei dati GIS, portano all'aggiornamento da parte del programma delle zone interessate da modifiche, riprocessando e ricalcolando i parametri per adattare le costruzioni ed il resto.

Modifiche peculiari, mosse ad esempio dalla collaborazione di studiosi e programmatori, possono riguardare costruzioni chiave da inserire in zone ben definite. In tali casi CityEngine dà spazio alle personalizzazioni ed a tali rifacimenti, adattandosi a qualunque tipo di modifica intrapresa.

1.5 RapidSVN

Subversion (comunemente abbreviato in SVN), è un software gratuito e opensource per il controllo di versione . Anche se l'utilizzo prevalente di Subversion è da parte dei programmatori, la struttura e le caratteristiche lo rendono utile anche per gestire file di tipo diverso, ad esempio documentazione, manuali, e persino file binari (immagini).

Il controllo di versione è una tecnologia che è consigliabile, se non obbligatorio utilizzare in ogni progetto di medie-grandi dimensioni.

L'obiettivo fondamentale di tutti i software che si occupano del controllo di versione è permettere a diversi sviluppatori di lavorare contemporaneamente su diversi file o addirittura sullo stesso file, automatizzando compiti come:

- tenere traccia di chi sta modificando che cosa
- unire le modifiche una volta complete
- segnalare eventuali conflitti
- tenere una copia di ogni precedente versione e fare in modo che sia facilmente recuperabile

Ci sono numerosi buoni motivi per cui questo sistema dovrebbe essere usato, anche dal singolo sviluppatore: il risparmio di tempo e di problematiche durante le operazioni di salvataggio, di recupero di versioni precedenti, o di confronto tra diverse versioni, rende questo strumento prezioso per chiunque. Se poi gli sviluppatori, grafici e programmatori sono molteplici e lavorano sui medesimi file, allora diventa imprescindibile.

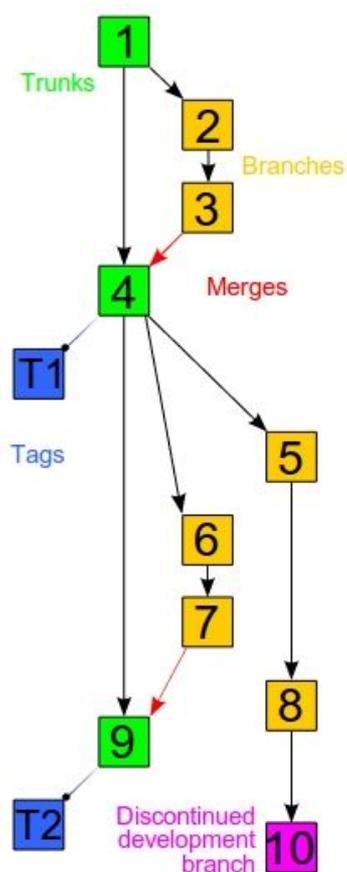


Illustrazione 1.10: Albero di lavoro in un progetto in Version Control

In figura vi è un albero di lavoro “tipo” che può venirsi a creare quando si parla di Version Control. I box verdi rappresentano la versione ufficiale detta trunk, i box gialli sono i contributi dei singoli utenti alla versione che si sono copiati dal trunk. Tali contributi vengono elaborati dai singoli sviluppatori in copie temporanee del trunk, dette branches. Quando un contributo viene fuso con il trunk principale, si dice che viene effettuato il Merge del branch.

RapidSVN è sostanzialmente un client ad interfaccia grafica per accedere ai repository (cioè al deposito centralizzato dei files) che utilizzano Subversion come strumento per il controllo di versione.

Il repository organizzato per lo sviluppo del Progetto MDC - Museo della Città, è distribuito su svariati nodi ed ha visto diversi aggiornamenti hardware, nonché trasferimenti e link di grosse quantità di dati.

La metodologia di controllo di versione adottata ha comunque permesso lo sviluppo senza problemi, tollerando anche la collaborazione contemporanea su più files, senza permettere mai di sovrapporre il proprio lavoro a quello altrui.

1.6 Exr View

Exr view è un tool sviluppato interamente al CINECA da Silvano Imboden contemporaneamente allo sviluppo del progetto MDC. Tale tool si trova ora alla versione 0.2 e permette sostanzialmente di applicare alle immagini EXR delle funzioni che consentono la simulazione e la visualizzazione di tali raffigurazioni in 3D.

Il tool in questione, denominato appunto Exr view, si orienta all'analisi ed all'esplorazione di tali immagini in quanto questo formato, l'OpenExr, contiene al suo interno anche delle mappe particolari, adatte per la ricostruzione in 3D.

L'Exr è un formato di immagine che si rifà allo standard OpenExr e contiene al suo interno alcune caratteristiche avanzate che lo rendono adatto allo scopo, tra le tante troviamo:

- Colorazione HDR (High dynamic range) con un'ampia gamma dinamica
- Informazioni avanzate sull'immagine, codificate in 16-bit e 32-bit
- Colorazione RGBA, con A che sta per canale Alpha, ossia livello della trasparenza dell'immagine per ogni pixel, presente anche nel più comune formato PNG.
- Possibilità di inclusione nel file della mappa z-depth, ossia mappa della profondità, che si estende solitamente dalla prospettiva da cui è stata ripresa un'immagine, la nostra telecamera nella scena, fino al punto con z-depth più basso, ossia il punto più distante da noi. Tra questi due punti intesi come di max e min, la mappa della profondità assume le tonalità della gradazione di grigio, partendo dal bianco per il punto più vicino, fino al nero per quello più distante.

Tale formato è particolare in quanto contiene al suo interno l'informazione sulla z-depth, necessaria per individuare la distanza e quindi la lontananza di un oggetto nella scena raffigurata.

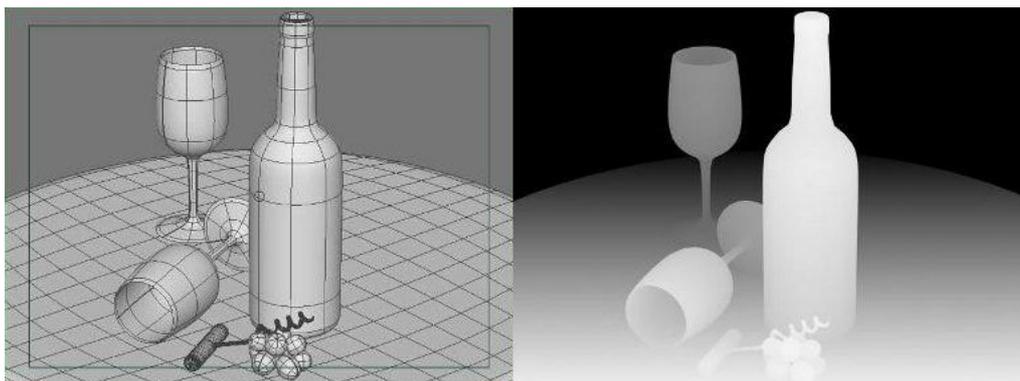


Illustrazione 1.11: A sinistra: scena 3D. A destra: mappa della profondità della scena a sinistra.

In Blender o in altri programmi 3D , per esportare correttamente le immagini Exr, occorre impostare la camera di ripresa di modo tale che abbia parametri corretti nello start e nell'end del clipping: essi rappresenteranno il più vicino punto visibile della scena e quello più lontano. Prima e dopo tali punti, rappresentati spazialmente da piani verticali, la scena non sarà visibile e verrà “troncata”.

ExrView, tramite strumenti grafici, elabora in input un'immagine Exr e su di essa simula la profondità con l'applicazione della z-depth generando quella che diverrà la seconda immagine per la generazione dell'effetto stereoscopico. Da questa, assunta come immagine vista dall'occhio destro, l'algoritmo calcola lo scostamento con l'immagine originale, assunta come quella del nostro occhio sinistro.

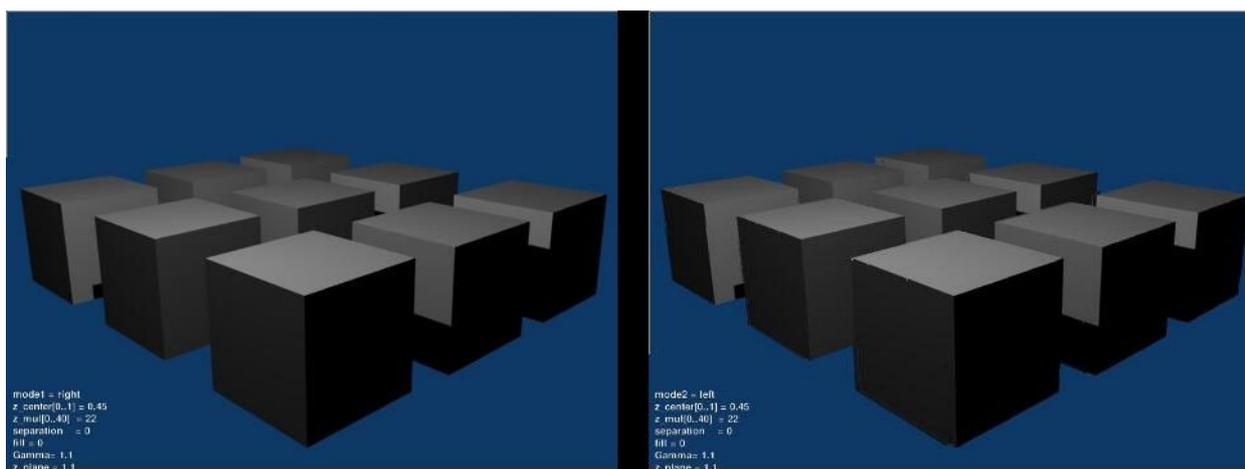


Illustrazione 1.12: Immagine originale che rappresenta la vista dall'occhio destro ed immagine generata per l'occhio sinistro.

Riempendo i pixel mancanti, dovuti allo scostamento, il sistema infine sovrappone le due raffigurazioni in modalità anaglifo, così da permetterci di osservare il risultato finale indossando occhialini 3D classici (non polarizzati).

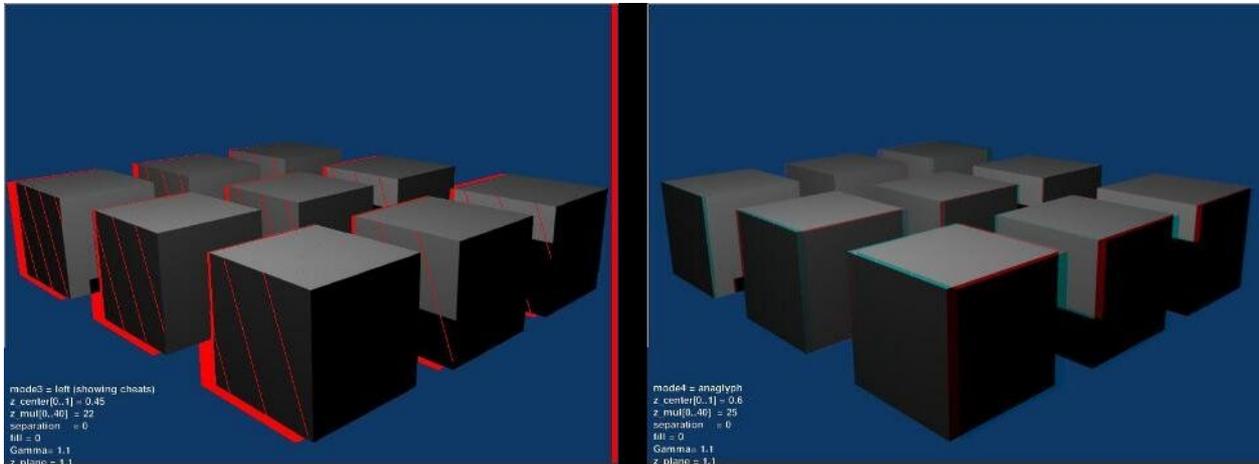


Illustrazione 1.13: A sinistra: evidenziati in rosso i pixel mancanti tra le due immagini precedenti. A destra: Creazione dell'anaglifo 3D visualizzabile mediante occhialini.

Una volta ottenuta l'immagine finale, è possibile comunque effettuare del fine tuning sulle impostazioni di scostamento, amplificazione dell'effetto e distanza del fuoco, ossia del punto in cui non vi è effetto 3D e da cui tutti gli oggetti “escono o entrano” stereoscopicamente dalla vista.

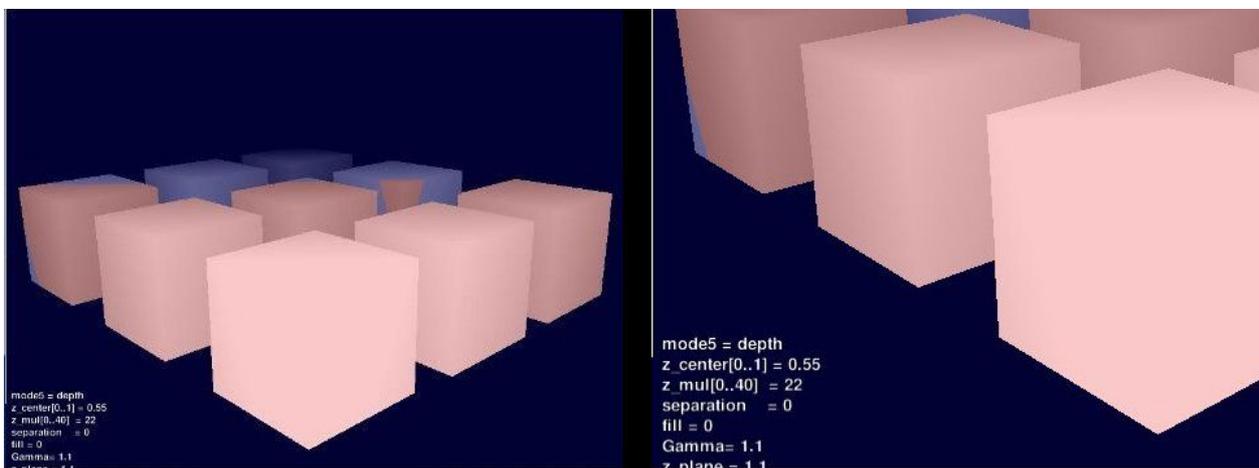


Illustrazione 1.14: Fine tuning mediante parametri e controlli avanzati

Tale software tuttavia non è utilizzabile al fine di ottenere scene stereoscopiche corrette in quanto la simulazione dell'immagine sinistra, creata mediante combinazione dell'immagine destra usufruendo della z-depth, non possiede tutti i dati, ossia i pixel necessari all'immagine effettiva. I pixel mancanti vengono difatti interpolati e ottenuti mediante algoritmi di ricostruzione che non sempre sono fedeli al risultato mirato.

Exr view serve essenzialmente agli addetti ai lavori per sperimentare e verificare l'effetto della "potenza" stereografica che ogni scena possiede, ancor prima dell'effettiva resa finale mediante la composizione di due camere separate.

1.7 Google Docs

Google Documenti (in inglese *Google Docs*) è un software di produttività personale. È un diretto concorrente del pacchetto Microsoft Office. Esso permette di salvare documenti di testo e fogli di calcolo nei formati .doc, .odt e .pdf, creare delle presentazioni, fogli di calcolo e moduli HTML.

La peculiarità dell'applicazione è di risiedere sul server Google ed essere lanciata da remoto, non richiedendo l'installazione di alcun software sul computer locale.

Diversamente da altri applicativi che lavorano da remoto, nemmeno i dati sono salvati in locale. Questo consente di condividere il file con altri utenti invitati con diversi livelli di privilegio (sola lettura, accesso in scrittura ad alcune parti o a tutto il documento) e di utilizzare il file da qualunque computer si colleghi alla casella di posta.

All'interno dello sviluppo, i google documenti hanno assunto un'importanza rilevante nell'organizzazione e nella logistica di progetto.

Alcuni file sono stati trasposti nei docs di google, così da divenire condivisi e visibili a tutti gli addetti ai lavori.

Altri file sono addirittura editabili da tutti ed ognuno ha la propria pagina, di modo tale che la gestione e lo scambio di file via altri mezzi, come mail o cartaceo, sia ridotto al minimo e che tutti sappiano i progressi ed il punto effettivo in cui si trovano gli altri membri del gruppo di progetto.

Environment	Time to LowPoly	Time to HighPoly	NOTE SIL
ENV1 Bologna Attuale	0	34	LR ok
ENV2 Museo Archiginnasio	0	80	LR ok
ENV3 Indietro nel Tempo	coincide con Env1		ok
ENV4 Necropoli	5	18	Terreno -- dubbi stradali -- dubbi vegetazione -- colori stele hires
ENV5 Acropoli	3	9	fare il punto con Daniele
ENV6 Bologna Romana	5	15	fare il punto con Daniele
ENV7 Bologna Medioevale	3	20	-- solo piazza Santo Stefano -- vedere stato modelli disponibili
ENV8 Aula Università	0	3	vedere stato modelli disponibili
ENV9 I Portici	6	25	decidere percorso
ENV10 Verso Roma	0	10	
ENV11 Roma	0	7	LR ok -- attendiamo info per misure esatte
ENV12 Il Mulino	15	114	Terreno -- Edifici -- Acqua -- Filatoio
ENV13 SAN PETRONIO	0	3,5	LR ok
ENV14 ALBERO DELLA LIBERTA'			
ENV15 PORTICO DI SAN LUCA	0	7,5	vedere stato modelli disponibili
ENV16 FINALE	10	17	RIV
ENV16 FINALE	2	3	Poco lavoro ma va fatto ---
ENV17 EPILOGO	coincide con Env2		

Illustrazione 1.15: Porzione di un documento sull'organizzazione delle scene in sviluppo per il cortometraggio.

Un'ulteriore scopo per cui sono stati adottati i Google Docs, è stato quello della possibilità di brainstorming: i docs si aggiornano in tempo reale e qualunque aggiunta di un partecipante viene immediatamente trasmessa ed aggiornata in tutti i documenti aperti da altri.

1.8 Il Blog del Progetto MDC

Il progetto in questione ha usufruito anche del supporto di un Blog: uno spazio internet pubblico, dove i partecipanti al progetto hanno autorità di editing al fine di poter condividere idee, comunicare e creare materiale di pubblica utilità.



Illustrazione 1.16: Homepage del blog del Progetto MDC

Ciò è avvenuto principalmente mediante un Blog Wordpress: una piattaforma gratuita OpenSource di CMS (Content Management System). Un CMS è un sistema di gestione dei contenuti decentralizzato, che consente la creazione di “siti internet” e WebLog senza necessariamente possedere conoscenze tecniche avanzate.

L'adozione di un “diario di bordo” web nel progetto MDC ha avuto una duplice funzione:

- Da un lato è servito a dare visibilità online ed una sorta di “facciata” al progetto, mediante la pubblicazione di news, locandine ed eventi importanti.
- Dall'altro, gli stagisti, i laureandi e chiunque avesse qualcosa da aggiungere, appuntare o semplicemente “fissare” da qualche parte, hanno potuto, con questo

strumento, contribuire con il proprio intervento mediante la pubblicazione di tutorial, guide e tricks che potessero servire a tutti coloro che sono coinvolti nel progetto.

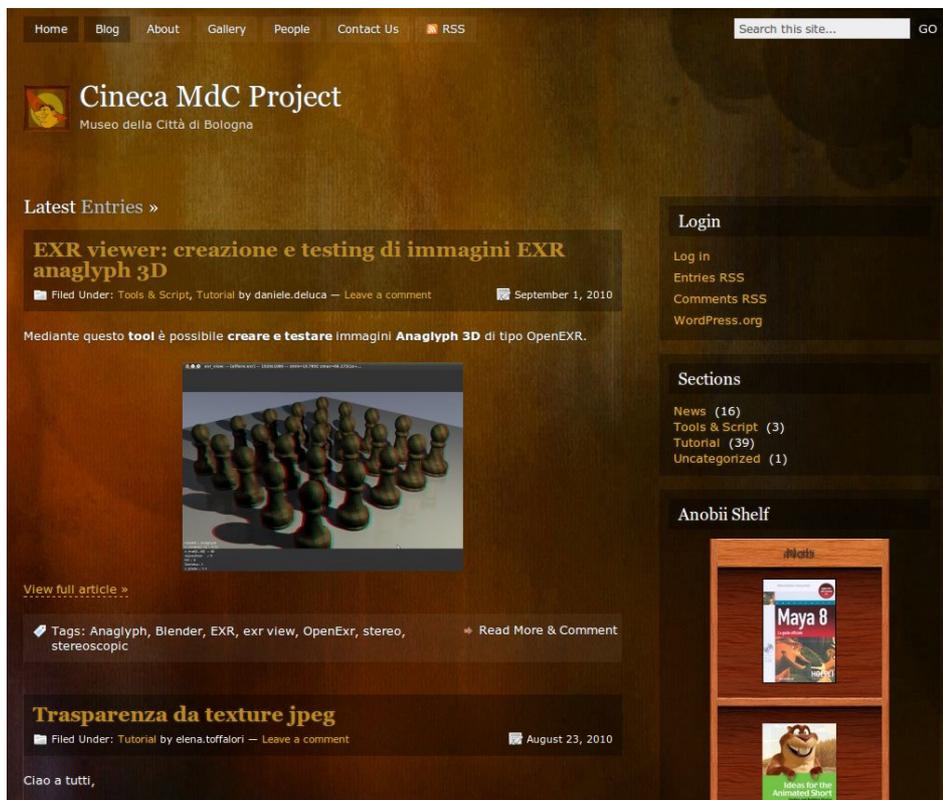


Illustrazione 1.17: Articoli, tutorial, news e materiale rinvenibili nel Blog

In tal modo, inoltre, il blog stesso si aggiunge al materiale gratuito composto da risorse e strumenti, creato da comunità grafiche online, che verranno descritte brevemente nei capitoli seguenti.

1.9 Facilities e Materiale a disposizione

Ai fini del cortometraggio, il Cineca ha messo a disposizione una saletta e dei calcolatori appositamente concepiti per lavorare a livello professionale con software free o open-source dedicati alla grafica bi e tri-dimensionale.

Le macchine su cui abbiamo svolto la maggior parte del lavoro di analisi, modellazione e texturing, erano dunque così equipaggiate:

- Processore dual CPU Pentium 4 3.2 GHz
- Memoria RAM due banchi da 1 GB DDR2 per un totale di 2 GB a computer
- Schede video dedicate Nvidia QUADRO FX 1400
- Dual Monitor Dell a 1280x1024 per una risoluzione totale di 2560x1024
- Dual Boot:

- Ubuntu Linux 10.04 LTS 32bit
- Windows XP Professional
- Software grafici inclusi di base: The GIMP, Blender 2.49.
(Con possibilità di aggiunte e di upgrade con altri software liberi)

1.10 Risorse e comunità online

Il mondo dell'informatica, evolvendosi con notevole velocità, necessita di un supporto continuo e decentralizzato. Non valgono più i vecchi paradigmi dello studio statico mediante fonti, magari cartacee, che porta alla conoscenza assoluta su di un argomento.

Le nuove tecnologie necessitano ed allo stesso tempo hanno permesso un continuo aggiornamento delle proprie competenze. Tale risultato è stato raggiungibile grazie all'avvento di Internet che, come grande collegamento di rete, ha contribuito largamente alla creazione del concetto di comunità online in tempi relativamente brevi. Tali comunità, nell'accezione comune del termine, sono composte da un insieme di persone interessate ad un determinato argomento che corrispondono tra loro attraverso una rete telematica, oggi in prevalenza Internet, e le reti di telefonia, costituendo una rete sociale con caratteristiche peculiari.

I software open source, per merito attribuibile ad internet, sono molto diffusi anche a livello non professionale e vengono rilasciati con supporto e compatibilità verso una grande quantità di sistemi e configurazioni. Tale diffusione capillare, ha portato alla necessità di documentazioni e di servizi di agglomerazione della conoscenza, che hanno mosso i singoli utenti, all'auto-organizzazione in comunità internet specifiche.

Sistemi Open source come Ubuntu Linux ad esempio hanno documentazioni globali attribuibili alla ditta distributrice del sistema, la Canonical, e comunità che forniscono documentazioni locali, sparse in tutto il mondo, come ad esempio la prolifica comunità italiana, rintracciabile all'indirizzo <http://www.ubuntu-it.org>, che ha tradotto e prodotto un grosso comparto documentativo online, sotto forma di wiki, all'indirizzo <http://wiki.ubuntu-it.org>.

Questa mobilitazione ha creato, nel corso degli anni, notevoli risorse online per software in uso in questo progetto quali Blender e The GIMP.

1.10.1 Blender

Per Blender, le principali risorse utilizzate sono state:

- <http://www.blender.org/>
Sito principale del progetto, fornisce informazioni, software e plugin (aggiunte al

software principale). Inoltre detiene la più completa documentazione disponibile sino ad ora, sviluppata dai creatori del software insieme alla comunità di utenti. Collegate alla documentazione online vi sono guide scaricabili, una lunga serie di tutorial che aiutano gli utenti a muovere i primi passi nel mondo 3d, ma anche a sperimentare features avanzate con una guida visiva che li introduca a tali funzionalità.

- <http://blenderartists.org>
Community amatoriale che fornisce supporto online mediante il sempreverde forum, dove vengono spesso annunciate nuove caratteristiche in sviluppo mediante plugins e dove vengono anche indotti contest al fine di diffondere maggiormente l'uso di software open source come Blender.
- <http://www.blenderguru.com/>
Sito internet personale di Andrew Price, ragazzo australiano che fornisce Tutorial gratuiti e risorse ben fatte dalle quali trarre spunto per ottenere gli effetti desiderati nelle proprie scene e concept 3D.
- <http://www.blender.it/>
Portale italiano che, appunto per la lingua utilizzata, permette di ottenere una maggiore comprensione dei concetti, oltre che delle tecniche esplicate nei molti tutorial esplorabili.
- <http://www.google.com/>
Le risorse online disponibili sono potenzialmente infinite e crescono di giorno in giorno. Se non è stato possibile rintracciare un'informazione sui siti sopramenzionati, una breve ricerca online ha, nella maggior parte dei casi, risolto qualsiasi problema.

1.10.2 The GIMP

The GIMP allo stesso modo di Blender, è supportato da un gran numero di community online e da numerose guide e tutorial. Tuttavia solitamente le skill necessarie all'uso di un software del genere, vengono considerate acquisite anche quando si ha un minimo di manualità con software per il fotoritocco quali Photoshop o Paint Shop Pro, in quanto basilaramente meno complessi da apprendere rispetto ad un software di modellazione 3D come Blender.

Alcune risorse online a supporto di The GIMP sono:

- <http://www.gimp.org/>
Sito ufficiale di GIMP, dove sono presenti informazioni ufficiali sulle nuove versioni rilasciate o in sviluppo, informazioni sull'installazione, l'uso ed il perfezionamento del software.
- <http://gimp.linux.it>
Il corrispettivo italiano del sito ufficiale di GIMP, mantenuto da una comunità italiana particolarmente attiva, detiene e continua ad ampliare wiki e guide per l'uso e per la descrizione delle funzioni del tool.
- <http://registry.gimp.org/>
Interessante repository di risorse, che, guidato da una fervida comunità, fornisce centinaia di plugins e addons gratuiti per aggiungere molte funzionalità indispensabili e interessanti al software in questione.

2 Come creare le scene

2.1 Correttezza filologica e percorsi emozionali

Nell'universo museale, il cultural heritage, cioè patrimonio culturale fruibile, si sta orientando dal filologico all'emozionale.

Ciò indica una volontà di rinnovamento portata avanti dai musei, che stanno cercando di organizzare i propri contenuti non soltanto dal punto di vista filologico, ma anche mediante un percorso emozionale che coinvolga l'utente e lo faccia sentire parte attiva.

Negli ultimi tempi stanno prendendo piede percorsi che adattano le nozioni ed il materiale secondo le richieste degli utenti, che possono interagire anche mediante QRCode, un tipo particolare di codice evoluzione del codice a barre, che può essere letto da quasi tutti i cellulari ed i dispositivi mobili recenti.



Illustrazione 2.1: Powerhouse Museum (Sydney, Australia). Sperimentazione dei QR-code in una mostra di arte contemporanea.



Illustrazione 2.2: Il Norsk Telemuseum (Oslo, Norvegia). Gioco interattivo museale mediante QR-code: permette ai più giovani di apprendere nozioni con una tecnologica caccia al tesoro.

L'opera d'arte, in questo universo tecnologico, non è solo fruita meglio dal grande pubblico, ma anche da studiosi ed esperti, i quali grazie alle nuove tecnologie possono analizzare e studiare nel dettaglio opere e contenuti, che altrimenti risulterebbero inavvicinabili a studi troppo approfonditi, per non correre il rischio che vengano usurati e deturpati.

Altri prodotti museali europei non sono dissimili dal nostro cortometraggio, ad esempio il film Irlandese "Medieval Dublin" mostra una fedele ricostruzione della Dublino Medioevale, unita ad una riproduzione della fervida vita cittadina, atte a coinvolgere lo spettatore anche da un punto di vista emotivo. L'opera d'arte viene proposta in maniera filologicamente corretta ma anche fortemente emozionale, accrescendo così la fruibilità da parte del pubblico.



Illustrazione 2.3: Fotogramma di Medieval Dublin - From Vikings to Tudors

Quello che vogliamo proporre con il cortometraggio, con l'inserimento del contenuto museale in un film, è una storia che racconti e faccia parlare l'opera d'arte stessa, che in sostanza è la città di Bologna, con le sue caratterizzazioni ed atmosfere, ripercorse a spasso per i secoli. La caratterizzazione dell'opera si intravede anche nella nostra guida d'eccezione, incarnata in Apa, un buffo ometto etrusco proveniente da una situla del Museo Archeologico.

2.2 Modalità di reperimento delle fonti storiche

Esistono diverse modalità ed approcci per ricostruire un ambiente 3D in maniera filologicamente corretta.

Un importante punto di partenza sono le informazioni da contatto diretto che si hanno a disposizione: è importante, in una modellazione 3D di un oggetto o ad esempio di una scena cittadina, avere contatto diretto con l'opera oggetto di studio.

Spesso però non è possibile avere a disposizione oggetti e cose andate perdute nei secoli e magari solo tramandate pittograficamente, ciò porta alla collaborazione stretta con studiosi del settore, che possono contribuire, con la propria esperienza, ad una ricostruzione più fedele possibile.

Altre fonti per corrette ricostruzioni filologiche sono rappresentate da saggi, studi ed in generale qualunque tipo di dato sostenuto da studiosi ed esperti in materia ed archiviati in libri.

In istanza successiva, ricorrendo a mezzi meno tradizionali, vi è la ricerca sui media di nuova generazione. In tal caso la tecnologia, capeggiata da Internet, fornisce possibilità di indagine storica alla portata di tutti.

Servizi come i motori di ricerca, le mappe online e tutte le fonti digitalizzate rappresentano solo una minima parte delle possibilità offerte da queste tecnologie.

Ai fini del corto sono stati utilizzati sia strumenti tradizionali che tecnologici; i servizi tecnologici utilizzati sono stati:

- Reperimento di fonti con motori di ricerca, in primis Google e Bing
- Reperimento di immagini e foto mediante Google Immagini
- Confronto di mappe e location grazie a Google Maps e Bing Maps
- Interrogazione di Wiki ed altre enciclopedie online
- Uso di Wikimapia per effettuare dei match tra le location e le relative informazioni storiche

Solo una volta preso possesso di tutte le informazioni necessarie per lo sviluppo del futuro modello si può iniziare l'effettiva modellazione. Una buona pianificazione ed una documentazione scritta servirà inoltre successivamente per scoprire e mappare cos'è stato approssimato o ricostruito e cosa invece è puramente filologico.

2.3 Licenza poetica

In alcuni casi non è stato possibile seguire una corretta ricostruzione filologica, ad esempio in una scena della mappa Bologna, dove il protagonista si catapulta in una bellissima mappa raffigurante Bologna posta nelle sale cartografiche vaticane, una ricostruzione puramente filologica avrebbe portato ad un effetto fil di ferro (wireframe) sui contorni della mappa e sulle zone della stanza sulle quali non avevamo alcun dato.

Ciò in alcuni progetti museali sarebbe utile per indicare l'incompletezza delle fonti. Ad esempio nel progetto del Cineca "Museo della Certosa" di Bologna, viene consentito all'utente di esplorare interattivamente il parco del Monte Sole, luogo delle stragi naziste di Marzabotto.



Illustrazione 2.4: DTM(Digital Terrain Model - modello digitale di elevazione) dell'area di Monte Sole esplorabile interattivamente nel progetto "Museo della Certosa"

Tale ricostruzione è navigabile liberamente a mezzo di comandi collegati all'installazione, che da la possibilità di osservare anche i confini del modello ricostruito con i dati storici, questo sta ad indicare l'incompletezza delle fonti, che non hanno permesso di ampliare lo scenario interattivo.

In contrapposizione, nelle linee guida di progettazione del cortometraggio, abbiamo voluto narrare la nostra storia in ambientazioni filologiche, ma anche credibili e scenograficamente complete, dunque le scene incompiute sono state adattate e inquadrare in maniera tale dal limitare le

modifiche e gli adattamenti necessari: le location sono state scelte ad hoc, la storia è studiata per essere il più possibile fedele e le informazioni filologiche sono determinanti per far interagire la camera con l'ambiente. Questo significa che non è possibile mostrare un'ambientazione, se non si sa com'era fatta al tempo della ricostruzione. D'altronde solitamente i dati filologici non coprono l'intera scenografia, quindi occorre comunque aggiungere informazioni non presenti, per evitare i "buchi" ed i wireframe, ma ciò deve essere effettuato limitatamente al necessario e, soprattutto, senza invadere la filologia stessa. La rete museale deve comunicare e informare su più livelli, utilizzando sia i canali tradizionali che le nuove tecnologie¹. Un caso di studio è stato condotto nel confronto di mostre museali in una collaborazione Italo-Francese sul tema "Italie 1880-1910. Arte alla prova della modernità". Ivi si evince che "lo scopo principale delle indagini sul pubblico dovrebbe quindi essere principalmente quello di individuarne le specifiche identità per poter poi valorizzare adeguatamente le singole eccellenze e proporre modelli ad hoc anche in materia di comunicazione"². Il cortometraggio, visto in questo senso, si propone come un punto intermedio nella mediazione tra la fruizione storicamente corretta dell'esplorazione interattiva e l'emozione e le sensazioni riguardanti il mondo dell'entertainment.

2.4 Problematiche e difficoltà

Il processo di creazione deve affrontare alcune problematiche che sono estese alla maggior parte delle realizzazioni di questo tipo, come il tempo o le risorse limitate, ma anche altre questioni peculiari, che riguardano e caratterizzano il CINECA MDC Project nello specifico, tra queste vediamo in primis l'adozione di software open source lungo quasi tutta la catena di produzione. Ciò ha portato ad esempio alla riutilizzabilità dei modelli passati compatibili ed alla possibilità di collaborare con altre case di produzione che si avvalgono degli stessi strumenti, ma vi è anche una serie di problematiche legata all'incompatibilità ed alla necessità di lavoro per l'importazione di modelli non compatibili e necessari.

La progettazione prende poi il via dai così detti boulding-boxes, ossia "cubotti" (a bassa suddivisione di poligoni, quindi in low poly mode,) che rappresenteranno i nostri oggetti una volta finiti di modellare. Questa fase preparatoria è necessaria ed è seguita dalla modellazione vera e propria, con la successiva applicazione delle texture. Tali tecniche sono spesso molto complesse e

¹cfr. Antinucci

²cit. E. De Filippis

sfociano a volte in complicazioni non preventivate e che possono anche causare rallentamenti e ripensamenti su un'intera scena.

Oltre a ciò, si possono sommare incompatibilità filologiche postume, dunque emerse in fase di progetto, post-pianificazione iniziale. Tali incombenze hanno un ulteriore effetto deleterio a discapito di tempi o risorse e necessitano di un'attenta analisi: preventiva per evitare che effettivamente si presentino situazioni rischiose del genere; correttiva se, nonostante la pianificazione, una scena sia sfociata in un'incongruenza storico-filologica e debba essere rivista, modificata pesantemente o totalmente ripensata.

La fase di creazione delle scene è, nella pipeline di creazione di un cortometraggio 3d, sequenzialmente propedeutica alle fasi immediatamente successive, definite nelle macrofasi di animazione, sonoro, montaggio e così via.

Questo significa che la creazione dovrà essere ben pianificata e considerare nel GANTT di progetto (ovvero il grafico che elenca attività e relativi tempi di esecuzione pianificati) sia le fasi di creazione di scene 3D che la concomitanza di ricerche e studi filologici delle fonti, da applicare alla medesima creazione di scene.

lo svolgimento di queste attività parallele richiede tempi maggiori da parte del personale impiegato, rispetto allo sviluppo puramente estetico e artistico delle scene come accade nei film di animazione tradizionali. Nella pianificazione iniziale devono essere tenuti da conto i rischi di un progetto di questo calibro, che non è solo complesso, ma anche vasto, occupandosi di molti aspetti e convogliando su di se molte figure professionali, che dovranno collaborare in più aree contemporaneamente. Tali rischi vengono trattati preventivamente mediante l'adozione di buffer, intervalli di tempo liberi alla fine di ogni attività, che probabilmente si riempiranno mano a mano che il progetto avanza.

Una delle sfide maggiori del progetto è stata quella della ricostruzione filologica mediante consulenze con esperti del settore e studiosi. Da questa collaborazione sono scaturite, anche in fasi finali del progetto, incongruenze storiche non alienabili con una mera licenza poetica, ma che necessitavano dunque di una correzione e regolarizzazione immediata per non sfociare nei buffer prima introdotti. Un approccio del genere però può essere mantenuto attivo solo quando appunto si hanno buffer a disposizione. Anche perciò una pianificazione iniziale corretta è fondamentale per il successo del progetto senza sacrifici rispetto ai tempi o alle risorse.

Dopo aver progettato a grandi linee gli ingombri del nostro ambiente 3D, un'altro decisivo arco di tempo va dato alla modellazione e texturing. Tra questi due grossi compiti, si viene a creare un tradeoff dove occorre scegliere a quale alternativa donare maggiori impegno, a discapito dell'altra.

Solitamente texturizzare bene impiega più tempo rispetto a quello di una corretta modellazione, inoltre nella quasi totalità delle scene, sicuramente in quelle dove non vi è un campo troppo ravvicinato, una buona texturizzazione può direttamente sostituirsi alla modellazione, che appesantirebbe soltanto il modello senza benefici evidenti. Inoltre le mappe Normali, descritte nei capitoli successivi, possono ad aggiungere dettaglio realistico senza creare altri poligoni.

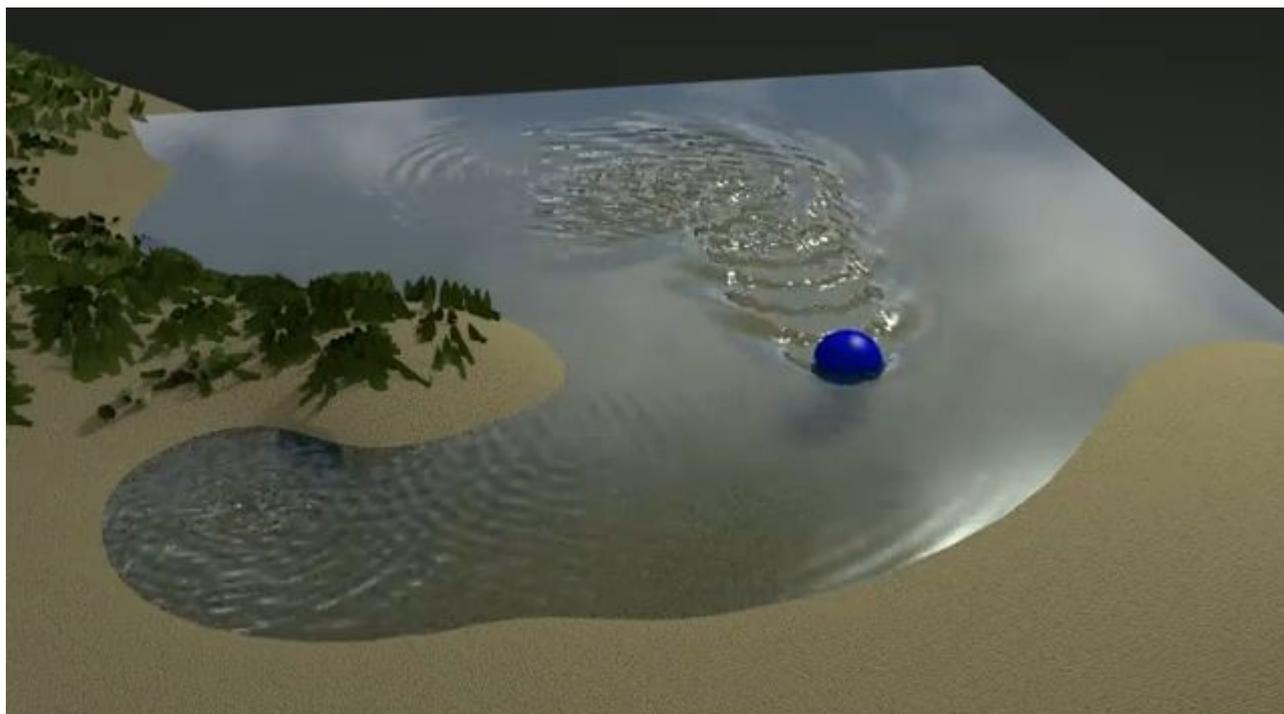


Illustrazione 2.5: Plugin iWave combinato con Dynamic Paint per la generazione di Texture Map Normali dinamiche: le onde, così facendo, non sono deformazioni della superficie ma texture che reagiscono con luce e riflessi.

Un'ulteriore esempio dell'inutilità della modellazione versus flessibilità, leggerezza e velocità del texturing, è rappresentato dalle billboard.

Una billboard (letteralmente “tabellone”) è una superficie piana texturizzata, detta sprite 2D. Questo tipo di oggetto di computer grafica veniva impiegato nella quasi totalità dei videogiochi degli anni '80-'90. Ad oggi, l'introduzione della grafica tridimensionale nell'ambiente videoludico ed in quello cinematografico e la notevole disponibilità in termini di risorse hardware, ha rivoluzionato la creazione di ambienti, personaggi ed oggetti. Ad oggi la maggior parte degli oggetti in un gioco o film 3D vengono creati in tre dimensioni, per un più corretto inserimento spaziale.

Tuttavia la modellazione a volte può risultare pesante in termini di complessità computazionale, oppure semplicemente superflua: in questi casi si ritorna spesso all'uso delle Sprite2D, che inserite in un ambiente 3D vengono denominate altresì Billboard. Tali oggetti sono dunque piani 2D che si

muovono in uno spazio 3D, mantenendosi sempre con la faccia rivolta verso la camera che inquadra.

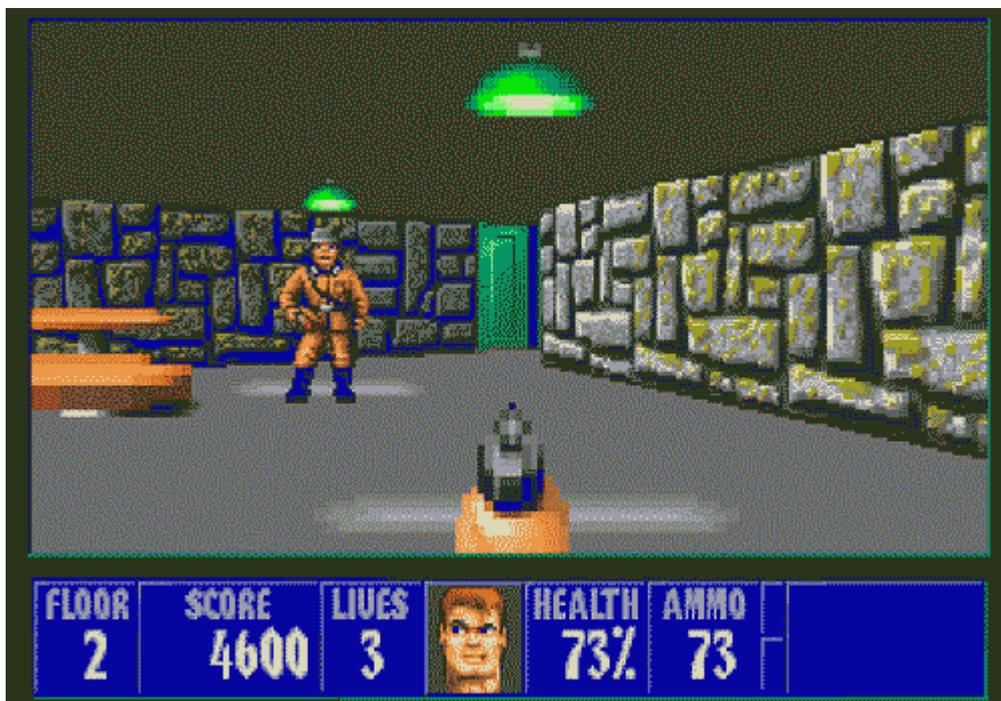


Illustrazione 2.6: Nel gioco Wolfenstein 3D, eccetto mura e pavimentazione, gli oggetti di scena, dai lampadari ai soldati, sono tutti creati con Billboard 2D.

2.5 Étiquette in Blender

Ogni grande progetto avrà un insieme di regole da seguire per favorire la convivenza e la collaborazione tra software differenti e tra figure professionali complementari.

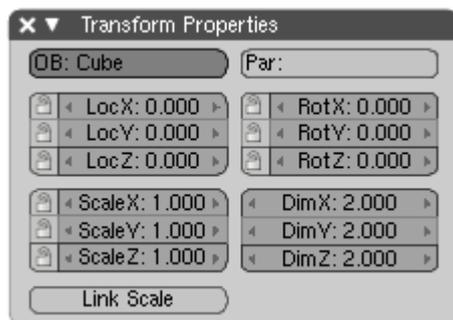
Nella creazione di una scena non coinvolta in un progetto, non occorre ricercare compatibilità e comprensibilità nell'organizzazione razionale del file Blender, poichè i creatori di una scena amatoriale saranno quasi sempre gli unici fruitori del file sorgente che la contiene.

Nel progetto MDC tuttavia abbiamo bisogno che grosse quantità di dati possano essere fuse, unite o linkate tra loro. Inoltre le Scene devono essere sempre comprensibili anche per altri collaboratori e non devono rimanere confinate in una leggibilità esclusiva per i creatori della scena.

Tali buone maniere possono essere etichettate come una sorta di étiquette di Blender, “buona educazione” da applicare ad ogni scenografia o oggetto creato.

Alcune tra le raccomandazioni fondamentali da adottare nella creazione di una scena sono:

- 1 BU = 1mt

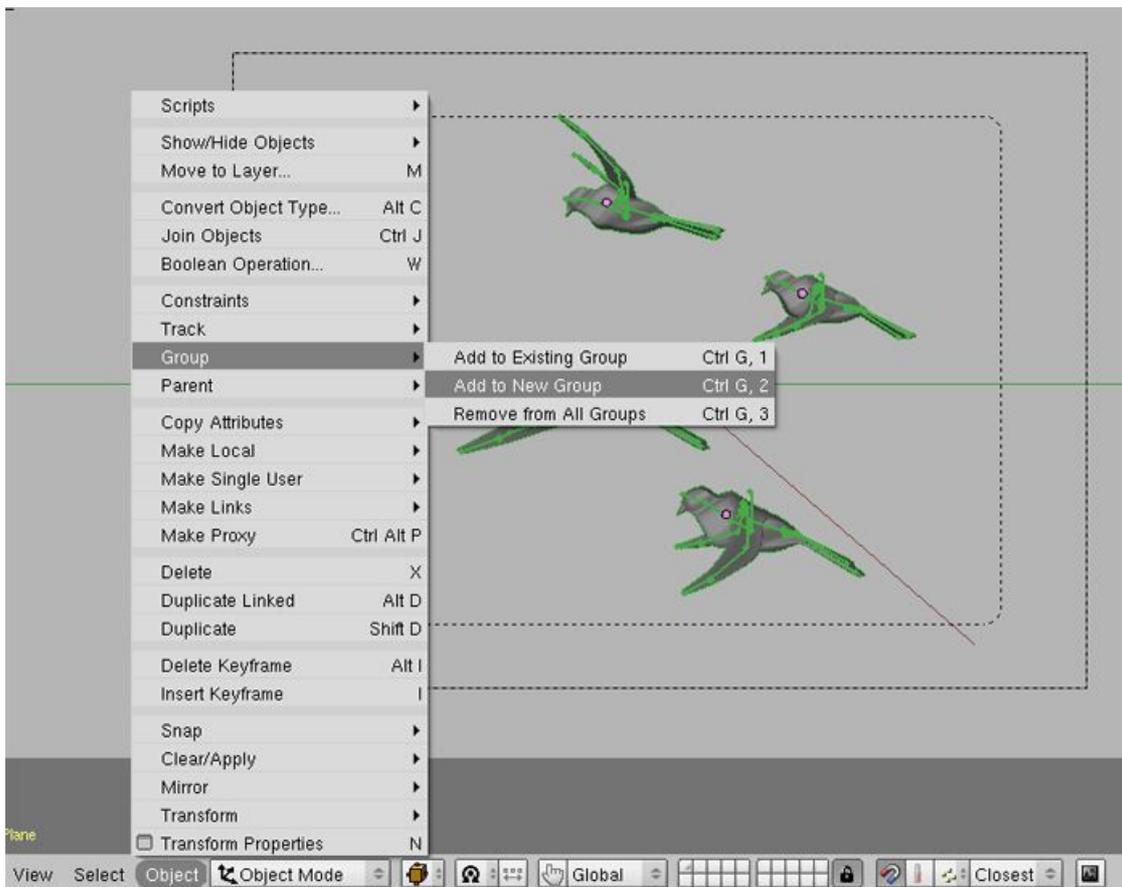


Cioè che una Blender Unit (visibile in figura nei parametri Scale e Dim) corrisponda ad 1 metro. Tale convenzione è stata decisa a priori dagli addetti ai lavori, così da avere una coerenza tra tutte le scene.

- Tutto deve essere geotaggato¹ per mantenere una correttezza con i dati GIS presi come fonte e, dove non abbiamo dati, avremo un insieme di file contestualmente corretti: cioè vuol dire che se ho alcune costruzioni in un file, il terreno in un altro e la vegetazione in terzo file Blender, dovrò poter linkare tali file in modo da costruire la scena finale, senza dover spostare oggetti o aggiustare mesh. Tale raccomandazione si soddisfa basando la costruzione di qualunque oggetto con riferimento alla griglia base di Blender, che rappresenta altresì l'origine degli assi tridimensionali ($x=0$, $y=0$, $z=0$)
- Assicurarsi che ogni oggetto all'interno di un file Blender abbia impostato il path (o percorso dei file) in maniera relativa e non assoluta della macchina dove si sta lavorando. Ad esempio se un path assoluto di un'immagine, in ambiente UNIX, è: `/home/sparazza/Scrivania/texture/terra.jpg`
Allora il path relativo rispetto alla directory Scrivania, funzionante in qualsiasi ambiente, è:
`texture/terra.jpg`
In tal modo un file blender, nella medesima gerarchia di directory, sa sempre dove acquisire tutti i file necessari, anche in caso di spostamento dell'intera gerarchia o di switch tra i sistemi operativi installati in dual boot.

¹Contenuto identificato nello spazio da coordinate univoche, come ad esempio longitudine e latitudine

- Organizzare in gruppi gli oggetti contestualmente simili.



Gruppi di oggetti consentono ad utenti esterni che stanno visualizzando il file, di capire immediatamente di che sottosezione della scena alcuni oggetti fanno parte. L'associazione a dei gruppi, evidenziata con il colore verde in Blender, può essere multipla consentendo ad un oggetto di appartenere a più gruppi, ad esempio l'oggetto Camino 01 può appartenere al "Gruppo_Case" e contemporaneamente al "Gruppo_Casa04".

Tale raccomandazione è fondamentale nel caso in cui alcuni oggetti vadano importati da un file, in tal caso infatti gli oggetti linkati devono appartenere ad un gruppo, che verrà importato interamente e che così avrà alcune libertà di modifica anche nel file finale (come modifica di rotazione e locazione)

- La suddivisione di oggetti tra i Layer non è sempre fondamentale, ma risulta consigliata per mantenere un ordine mentale simile tra tutte le scene create.



Nell'immagine vediamo il componente che mostra i layer attualmente attivi (rettangoli neri) quelli non attivi (rettangoli grigi) e la presenza di oggetti nel layer, mediante un pallino all'interno dei rettangoli. I Layer sono dissimili dai gruppi in quanto sono in numero finito (20 in Blender) e possono essere assimilati al concetto di caselle o porte: i layers selezionati sono porte aperte, che mostrano il proprio contenuto nella scena 3D e possono essere vuoti o pieni di oggetti. Se un Layer è deselezionato, il suo contenuto non viene mostrato nella scena e risulta dunque nascosto. Infine deve essere visibile, cioè selezionato almeno un layer. Alcuni dei vantaggi dati dall'uso dei layers sono:

1. È possibile lavorare solo ad una parte della scena, senza appesantire lo stage 3D ed evitando elementi di disturbo.
2. Si possono associare alcune luci di modo tale che si applichino solo ad un Layer, illuminando gli oggetti in esso contenuti
3. La suddivisione può permettere l'applicazione di Effetti grafici di compositing selettivamente su alcuni layer.

2.6 Progettare in Low-Poly

La progettazione iniziale, nella stesura delle basi grafiche di ogni scena, rappresenta le fondamenta dalle quali poi evolveranno i modelli completi che comporranno la scenografia.

Una prima progettazione, dopo aver raccolto tutti i dati filologici necessari ed aver pianificato i layout su carta o mediante software 2D, è caratterizzata dal concetto di bounding-box o bounding-volume, un parallelepipedo che circonda la nostra mesh e che viene considerato, genericamente, il suo ingombro nello spazio 3D



Illustrazione 2.7: Mesh di un busto 3D con relativo Box in wireframe che circonda la mesh e che rappresenta il suo Ingombro

L'insieme dei Bounding Boxes rappresenta un riassunto degli ingombri e del posizionamento delle mesh nella scena definito Low-Poly, vale a dire una versione della scena composta principalmente da mesh con pochi poligoni, come i bounding boxes e spesso senza texture applicate, superflue per questa fase della modellazione.

In genere vi è una duplice funzione assunta dalla modellazione LowPoly:

1. In una scena statica, a se stante, tale modellazione rappresenta, come già introdotto, gli ingombri degli oggetti che comporranno la scena, utili dunque per valutare la resa finale senza dover modellare o definire particolari superflui.



Illustrazione 2.8: In figura a sinistra il modello Low-poly con la texture applicata, a destra il relativo High-poly modellato in alta definizione.

Inoltre il modello di base in questione, avrà la funzione di guidare il/i modellatore/i nella definizione dei modelli in alta poligonazione, basandosi dunque su forme generiche e dimensioni prestudiate dei boulding boxes.

2. Una delle prime fasi nella pipeline di produzione di un cortometraggio 3D è quella della creazione dell'animatic 2D, che nel nostro progetto corrisponde allo storyboard ed al suo montaggio con la tempistica di massima già specificata nel breakdown. Uno storyboard altro non è che una serie di disegni, in genere diverse centinaia, che illustrano, inquadratura per inquadratura, ciò che verrà girato sul set. Associati ai disegni vengono indicati i movimenti della macchina da presa, ad esempio: *panoramica a destra*, oppure *carrello in avanti*, e delle frecce ne indicano la direzione. Spesso altre frecce, poste all'interno dell'inquadratura, indicano i movimenti dei personaggi e degli oggetti. A volte viene descritta la scena e vengono riportati brani del dialogo, la luce o l'atmosfera che si vuole ottenere nella resa finale. A tal fine, la creazione di scenografie mediante boulding-boxes ha consentito all'Art Director ed al regista di definire le scene nello storyboard utilizzando il modello lowpoly e lasciando al disegno solo alcune correzioni e riempimenti.

2.6 Progettare in Low-Poly

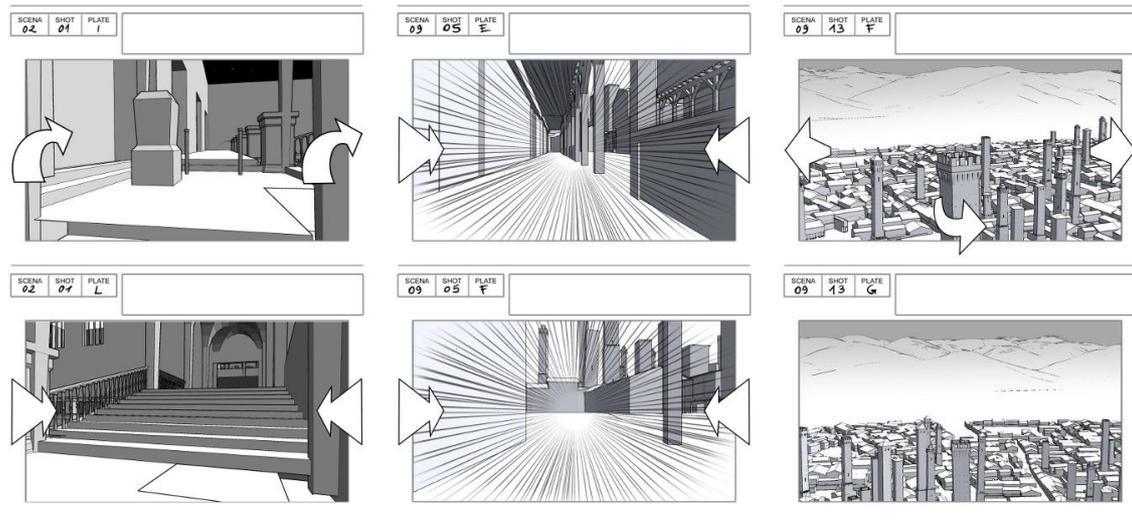


Illustrazione 2.9: Scene di esempio prese dallo storyboard.

Dunque l'animatic 2D è stato creato, diversamente da quanto avviene di norma in corti 3D, direttamente mediante il rendering di scene 3D in low poly, piuttosto che disegnato vignetta per vignetta.

La tipologia di rendering utilizzata per lo storyboard, comunque, riprende la tradizione del disegno, mediante l'edge rendering, una tecnica che simula il disegno a grandi tratti, tracciando solo contorni ed ombre.



Illustrazione 2.10: Immagine renderizzata normalmente

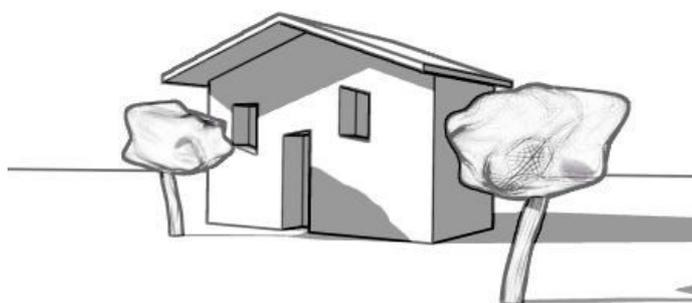


Illustrazione 2.11: Immagine renderizzata con la tecnica edge (letteralmente "bordo") ed il compositing per simulare l'effetto disegno a mano libera

2.6.1 Sketchup e Photo-Match

La progettazione in lowpoly, può essere effettuata a partire da schizzi a matita, riprese aeree (anche mediante servizi di mappe online) e qualsivoglia altra fonte di riferimento dalla quale possano essere estratte informazioni importanti per misure e proporzioni di uno modello o set.

Nel caso del Progetto MDC, dovendo ricostruire Bologna in varie epoche, Roma prima del rifacimento di piazza San Pietro e molti oggetti utilizzati poi per popolare il set una volta conclusa la modellazione, abbiamo testato una nuova tecnica di modellazione offerta dal programma in licenza gratuita SketchUp.

SketchUp è un'applicazione di computer grafica per la modellazione 3D, che mette a disposizione di amatori e professionisti molti tool per creare molto semplicemente edifici ed oggetti in poche mosse e senza essere vincolati dalla classica modellazione a poligoni come in altri software 3D. Il software si contraddistingue per le caratteristiche uniche, come la modellazione mediante il tracciamento di semplici linee, l'estrusione di facce ed il taglio delle medesime: si possono dunque creare modelli complessi e completi con questi semplici ed intuitivi strumenti.

La modellazione lowpoly che è stata affrontata mediante il software appena descritto, si basa sul plugin Photo-Match, una tecnica che sta crescendo rapidamente negli ultimi anni.

Il processo di photomatch serve, come dice il termine stesso, a far corrispondere una foto ad un modello 3D, ad esempio potremmo voler costruire il modello di una casa basandoci su una determinata foto o far corrispondere un modello già esistente alla fotografia.

SketchUp permette, mediante gestione delle linee di fuga, della prospettiva e della linea d'orizzonte, di allineare gli assi di dello stage 3D all'immagine selezionata.



Illustrazione 2.12: Immagine di cui sono state identificate linee di fuga e punti di riferimento

Una volta allineate, con gli strumenti del software possiamo iniziare a costruire, ortogonalmente agli assi, le superfici che contraddistinguono il soggetto in immagine, aggiungendo sempre più dettaglio con tagli ed estrusioni.



Illustrazione 2.13: Modello creato con SketchUp lavorando sopra l'immagine e seguendo le linee di fuga e la prospettiva precedentemente individuati

Infine, Photo-Match permette di applicare l'immagine con il modello creato su di essa: tale tecnica "spalma" dall'immagine la texture che corrisponde in prospettiva con il modello generato, permettendo di ottenere una resa realistica in pochi passi.



Illustrazione 2.14: Applicazione delle texture dall'immagine al modello 3D

Tale tecnica consente dunque una più facile individuazione delle proporzioni di immagini , ad esempio in foto storiche di edifici o oggetti di cui è necessaria una riproduzione 3D.

Un primo testing per la modellazione ed il texturing del set della Sala Bologna, una stanza degli appartamenti papali dove troviamo una stupenda mappa di Bologna risalente al sedicesimo secolo, è stato appunto condotto mediante il software sketchup, partendo da una foto in archivio.

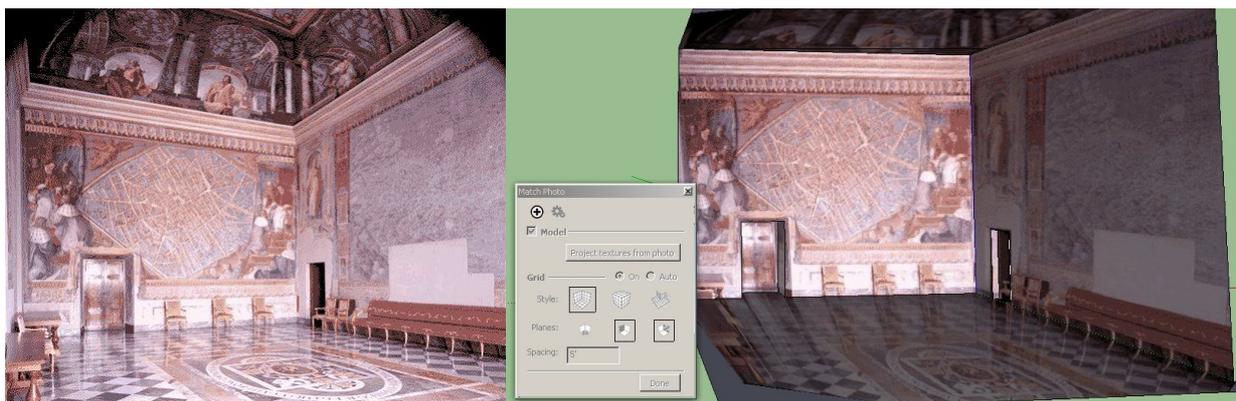


Illustrazione 2.15: A sinistra foto della sala Bologna, a destra trasposizione con il Match Photo di SketchUp

Purtroppo una problematica riscontrata nella modellazione così effettuata, è quella dell'incompatibilità di sketchup con Blender, risolta poi con l'esportazione e l'import mediante il formato Collada dae.

2.7 Modellare in Hi-Poly

Alla base della modellazione tridimensionale, vi sono dei semplici concetti che, una volta appresi, permettono di intraprendere la modellazione di scenografie ed oggetti mediante diverse tecniche.

Blender gestisce ciascun oggetto (mesh così come camere e luci) nel medesimo modo. Ciascun oggetto, cioè, presente nella nostra scena 3D può essere selezionato, spostato e modificato nella stessa maniera.

2.7.1 Concetti

Le coordinate tridimensionali

Un concetto base della modellazione in uno stage 3D è quello delle coordinate tridimensionali. Queste sono composte, come suggerisce il nome, da tre dimensioni che corrispondono ad x, y, z, che vengono solitamente indicate rispettivamente con i colori Rosso, Verde e Blu.

Sostanzialmente questa terna di vettori indica un vertice nello spazio tridimensionale e, rispetto alla visualizzazione 2D dello schermo di un pc, possiamo dire che la x indica lo scostamento orizzontale, la y lo scostamento verticale e la z la nostra profondità “dentro e fuori” dallo schermo.

Il sistema di coordinate, il Blender, si differenzia in base punto di riferimento a lui associato. Questo vuol dire che, a seconda della modalità con cui ci riferiamo ad un oggetto, avremo un posizionamento differente dei suoi assi.

Le principali modalità di riferimento che si ripercuotono sugli assi sono:

- **Coordinate Global:** gli assi mantengono sempre la stessa rotazione
- **Coordinate Local:** gli assi sono legati ad un oggetto, se esso ruota, questi lo seguono e mantengono tale rotazione
- **Coordinate Normal:** la normale a una superficie piana è un vettore tridimensionale perpendicolare a quella superficie. Le coordinate normali mantengono orientamento di uno dei tre assi (x,y o z) perpendicolare alla superficie, così che i restanti due assi siano ad essa paralleli.

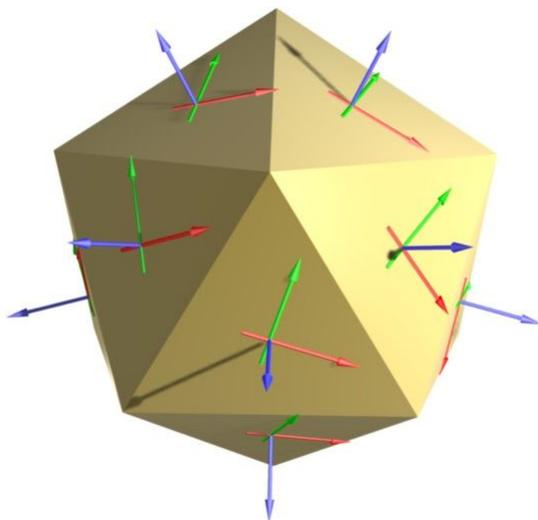


Illustrazione 2.16: In figura le coordinate normali di ogni faccia di una mesh.

Gli oggetti

In generale per oggetto in Blender si intende qualunque cosa sia visibile o riempia uno spazio nello stage 3D. Dunque un oggetto può essere una mesh, una luce, una camera, una curva, una superficie, un metaoggetto, un empty, un armature o un reticolo (lattice).

In particolare ogni mesh è composta da un insieme di vertici, due vertici formano un lato e le facce sono formate da tre o quattro lati connessi. Più facce possono formare un Fgon che sono appunto un gruppo di facce.

Grab, rotate e scale

Per ogni oggetto, è possibile eseguire le seguenti modifiche di base:

- **grab (ovvero translate, spostare): consente di spostare la selezione lungo uno o più assi**
- **rotate (ruotare): ruota l'oggetto selezionato rispetto ad uno o più assi**
- **scale (ridimensionare, scalare): cambia dimensione all'oggetto selezionato rispetto ad uno o più assi**

Ogni modifica di tipo grab, rotate e scale, può essere effettuata sulla maggior parte degli oggetti presenti nello stage. Inoltre una modifica può essere selettivamente applicata ad un sottoinsieme

delle componenti di una Mesh, in particolare si possono editare con tali funzioni insiemi di vertici, di linee e di facce.

Le modalità

Blender è inoltre un software che lavora in base a modalità: predisposizioni del programma che modificano interfaccia e caratteristiche, cambiando il modo di interazione, da parte dell'utente, con le funzionalità e gli oggetti presenti.

Le due modalità principali che rappresentano il presupposto per qualsiasi modellazione o interazione sono:

- **La modalità Object mode: ci consente di visualizzare gli oggetti nella loro forma costituente.**
- **La modalità Edit mode: consente di vedere di cosa è composto un oggetto. In particolar modo, per un oggetto 3D, mostra le singole mesh costituenti (poligoni, facce e vertici).**

2.7.2 Tecniche

Estrusioni e divisioni

Una delle tecniche maggiormente utilizzate, per apprendibilità e facile comprensione, sono le estrusioni, accompagnate spesso anche da suddivisioni dell'oggetto, che permettono di aggiungere dettaglio alla nostra mesh che compone l'oggetto 3D.

L'estrusione permette di creare cubi da rettangoli e cilindri da cerchi, così come risulta facilissimo creare cose come i rami di un albero. Benché il processo sia molto intuitivo, i principi e gli algoritmi che stanno dietro l'Estrusione sono abbastanza elaborati.

Appena completato l'algoritmo d'Estrusione, si entra automaticamente in modo Traslazione [Grab], quindi le facce, lati e vertici appena create possono essere spostate col mouse.

L'Estrusione è uno degli strumenti utilizzati più frequentemente in Blender. Esso è semplice, facile da usare e molto utile.

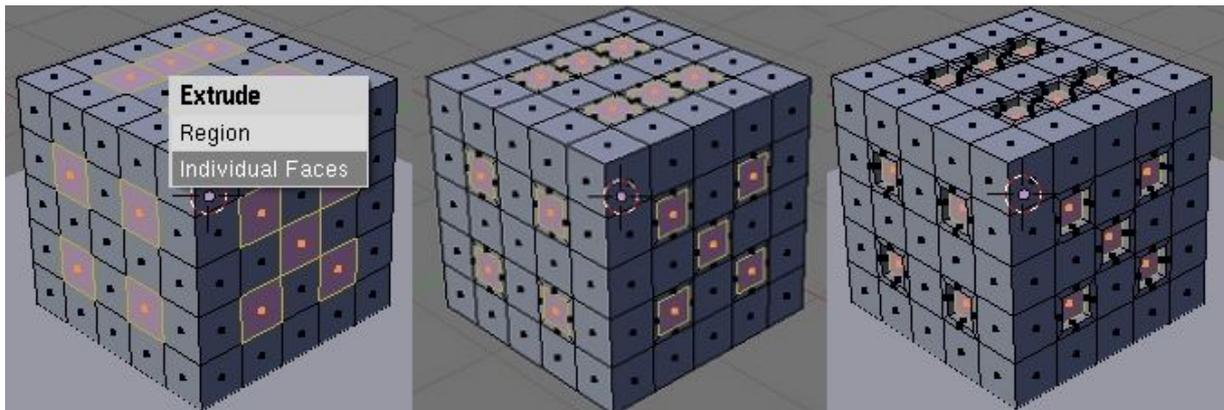


Illustrazione 2.17: Estrusione adoperata per creare rientranze in un cubo

Un'altra tecnica di modellazione, che combinata con spostamenti ed estrusioni rappresenta uno degli strumenti più potenti della modellazione 3D, è la suddivisione.

Questa può essere effettuata suddividendo una faccia in parti uguali (quadrato o triangolari) oppure mediante lo strumento knife (coltello), che taglia la mesh lungo delle linee tracciate liberamente con il mouse.

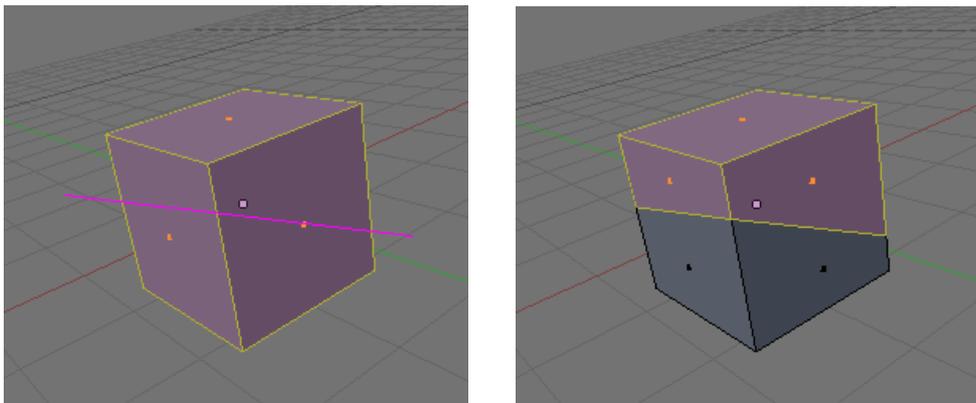


Illustrazione 2.18: Uso del coltello per suddividere le facce di una mesh

Duplicazioni

Similarmente a tanti programmi di grafica 2D e 3D, gli oggetti in Blender possono essere duplicati in due modi:

Duplicazione standard: la duplicazione in senso stretto, crea una copia esatta e separata di un oggetto, di una mesh o di parti di essa.

Duplicazione istanziata: la duplicazione istanziata crea una copia dell'oggetto contenente la stessa mesh dell'oggetto originale, questa particolarità fa sì che le modifiche effettuate su di una delle due mesh si ripercuotano anche sull'altra. È molto utile per via della leggerezza e della malleabilità:

creando 10 milioni di oggetti istanziati, basterà modificarne uno perchè gli altri subiscano le medesime modifiche ed il computer dovrà tenere caricato in memoria solo il primo oggetto e la prima mesh, avendo istanziato le altre.

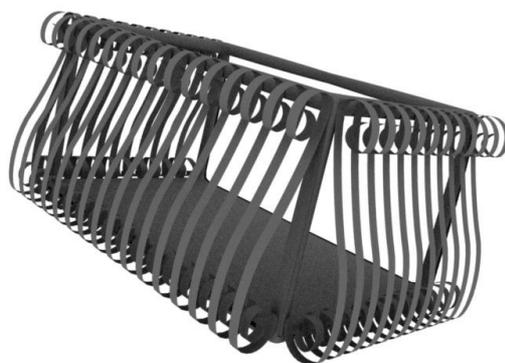


Illustrazione 2.19: Ringhiera di un balcone creata mediante duplicazione istanziata di una singola barra

Modificatori

In Blender, come in molti altri tool 3D, è possibile raggiungere particolari effetti che si ripercuotono sugli oggetti e che facilitano la modellazione di scene particolarmente complesse mediante strumenti detti modificatori.

Un modificatore è un tool o una proprietà applicata ad un oggetto, che permette a quest'ultimo di interagire in maniera particolare con altri oggetti della scena o semplicemente di ottenere un particolare effetto predefinito. Esistono decine di modificatori tra cui:

- **Mirror:** specchia e duplica un oggetto lungo un asse, molto utile per la creazione di volti o corpi umanoidi
- **Curve:** fa seguire ad un oggetto un altro oggetto di tipo curva, così da adattare il primo alla forma del secondo
- **Array:** ripete nello spazio l'istanza di un oggetto a distanze predefinite
- **SubSurf:** applica una suddivisione all'oggetto. Di base segue l'algoritmo Catmull-Clark, che applica inoltre un'interpolazione per l'arrotondamento delle superfici spigolose

I modificatori si possono applicare solo su alcuni oggetti, quelli costituiti da Mesh, ma non si possono associare ad una mesh od alle sue parti, come vertici o facce.

Una tipologia particolare e molto importante di modificatori, sono gli operatori booleani.

Modificatori Booleani

Le operazioni booleane sono particolari azioni eseguibili solo su oggetti di tipo Mesh. Mentre esse funzionano per tutti gli oggetti Mesh, esse sono predisposte in effetti per essere usate con i solidi: oggetti chiusi con una regione interna ed una esterna ben definite. Nel caso di oggetti aperti, l'interno è definito matematicamente estendendo i confini delle facce dell'oggetto all'infinito, quindi, per questi oggetti si potrebbero avere dei risultati inaspettati.

Un'operazione booleana non modifica gli operandi originali, il risultato è sempre un nuovo oggetto di Blender. Le operazioni booleane vengono invocate applicando il relativo modificatore oppure selezionando esattamente due mesh e premendo W. Ci sono tre tipi di operazioni booleane da scegliere:

- **Intersect** (Intersezione): il nuovo oggetto avrà elementi (facce, linee e vertici) che i due oggetti hanno in comune.
- **Union** (Unione): il nuovo oggetto avrà elementi (facce, linee e vertici) che corrispondono alla somma di quelli dei due oggetti originali
- **Difference** (Differenza): il nuovo oggetto avrà elementi (facce, linee e vertici) di un oggetto, senza gli elementi dell'altro.

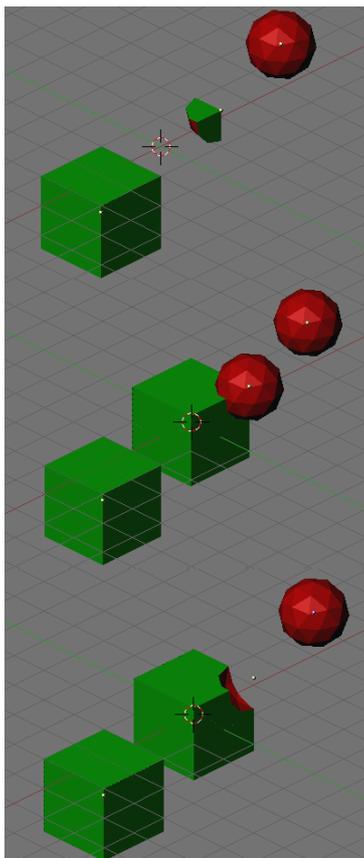


Illustrazione 2.20: Esempi di intersezione, unione e differenza tra un cubo ed una sfera

Come si vede in figura, le operazioni booleane tengono anche in conto dei Materiali e delle Texture UV, producendo oggetti con indici di materiale o oggetti con più mappature UV.

2.8 Elaborare immagini

2.8.1 Concetti

L'immagine editing, o elaborazione di immagini, è quel processo di alterazione delle immagini, siano esse fotografie digitali, analogiche o illustrazioni. L'elaborazione tradizionalmente viene intesa come come fotoritocco, nel quale si utilizzano software grafici per manipolare, migliorare e trasformare immagini immagini.

La tela

Le immagini di tipo raster sono immagini rappresentate da pixel disposti su una griglia bidimensionale rettangolare. Tale griglia rappresenta la nostra tela di editing, ed i pixel contengono informazioni sui colori e sulla luminosità dell'immagine.

Livelli e maschere

In programmi avanzati di modifica delle immagini, quali The GIMP o l'alternativa a pagamento Photoshop, esistono alcuni concetti fondamentali per il raggiungimento di buoni risultati nel fotoritocco e nell'immagine editing, come la struttura per livelli e l'uso delle maschere.

Per capire il concetto di livelli, si può immaginare di avere in mano una fotografia, e di volerla ritoccare. Se volessimo tracciarvi sopra delle linee, e commettessimo un errore, in tal caso la foto sarebbe da buttare.

Per evitare ciò, si potrebbe prendere un foglio trasparente da sovrapporre alla fotografia, e tracciare le linee su di esso. In caso di errore, basterebbe quindi buttare via solo tale foglio.

Una volta finito, incolleremmo il foglio trasparente sopra la foto, la quale diventerebbe un'immagine unica, tutto ciò senza aver corso il rischio di rovinarla durante le operazioni di ritocco.

I livelli sono assimilabili al concetto di fogli trasparenti, e la loro logica d'utilizzo è proprio quella illustrata.

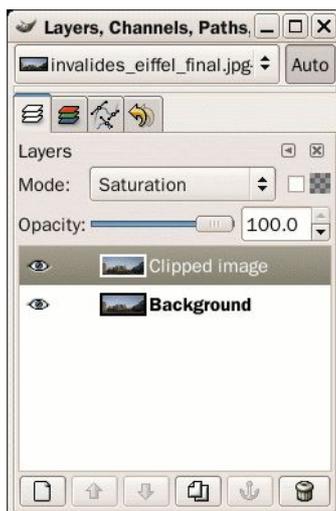


Illustrazione 2.21: Finestra dei livelli in The GIMP

Durante il lavoro, potremmo decidere se visualizzare solo il livello su cui stiamo lavorando, oppure se lavorare vedendo ciò che sta sotto e anche ciò che sta sopra di esso, di modo da poter disegnare seguendo le linee dell'immagine.

Un concetto che aumenta le potenzialità della sovrapposizione a livelli sono le maschere: una maschera è una immagine in toni di grigio associata ad un livello, che ritaglia tale livello seguendo le gradazioni di bianco e nero.

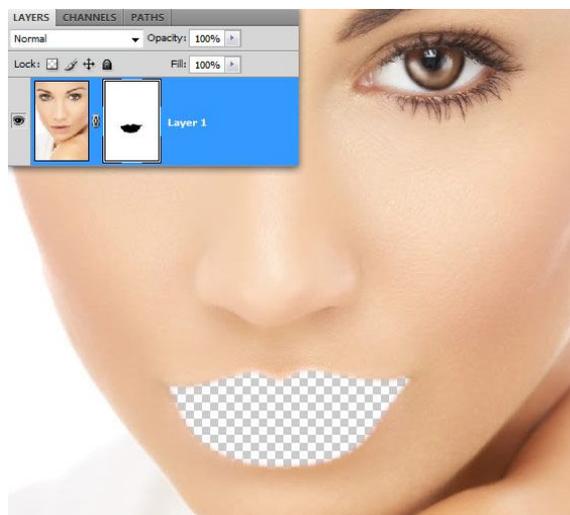


Illustrazione 2.22: Nella miniatura, all'immagine viene associata una maschera che, colorando di nero le labbra, le rende invisibili nell'immagine risultante.

Filtri

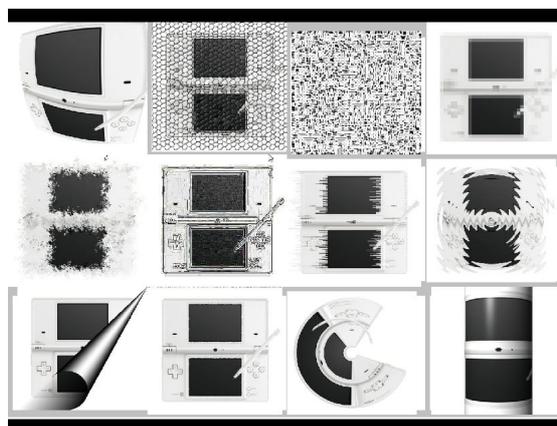


Illustrazione 2.23: Alcuni effetti di distorsione o modifica dell'immagine

I programmi di editing, soprattutto alla loro prima comparsa, vennero acclamati per la presenza di comodi filtri ed effetti preimpostati: I filtri sono algoritmi di modifica dei pixel o gruppi di pixel per il miglioramento e l'aggiunta di effetti di colore/tono/saturazione e molto altro nell'immagine.

Solitamente gli effetti disponibili sono centinaia e spaziano dalla rimozione di occhi rossi, ad effetti per simulare pittura impressionista, fino ad ottimizzazioni dell'immagine mediante rimozione del rumore o simulazione di pellicola fotografica.

Uniformità

Le immagini dalle quali ricavare texture per i nostri modelli, devono essere di buona qualità, ma soprattutto uniformi. I tool 2D introdotti fino ad ora dunque devono servire per raggiungere un'uniformità nella tonalità, luminosità e saturazione delle texture, che altrimenti sarebbero discordanti tra loro, dando alla scena un tono "a pezze", dove ogni texture è perfetta ma del tutto non omogenea con il resto delle colorazioni.

Per raggiungere tale risultato molto spesso occorre prendere una texture di riferimento, dalla quale ereditare la palette di colori: l'insieme principale dei colori che caratterizzano la tonalità di una data immagine. Per uniformare i toni si utilizzano diverse tecniche che possono andare dalla regolazione manuale di parametri, fino a tecniche di sostituzione del colore.

Fotografie

Al contrario dei modelli tridimensionali, per i quali una cattura dalla realtà (ad esempio mediante laser scanner) comporterebbe costi e tempi elevati, le texture e le immagini esistono nella realtà: la macchina fotografica è la nostra migliore fonte di buone texture. È molto più semplice dunque fotografare di nuovo e bene un materiale piuttosto che provare a riprodurlo proceduralmente nell'ambiente 3D o mediante editing digitale 2D.

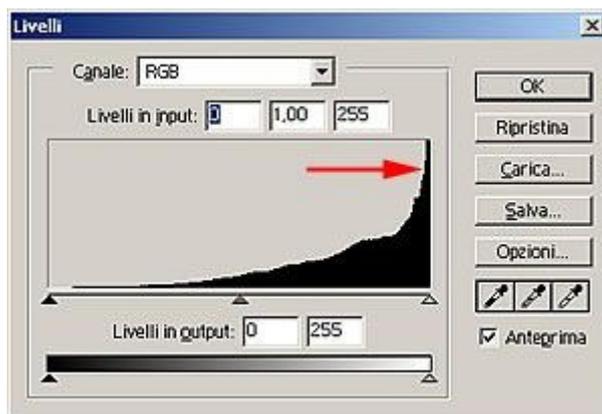
2.8.2 Tecniche

Enhancement

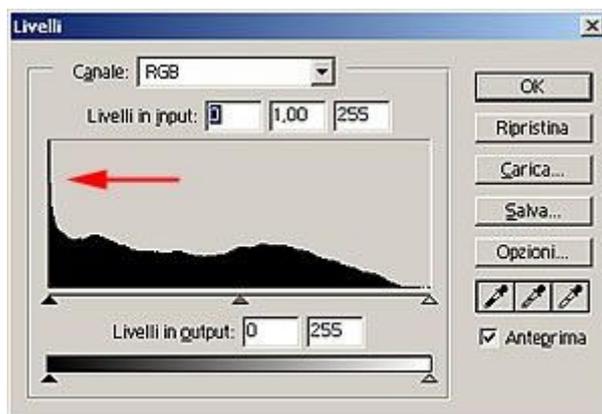
I tool di editing permettono una vasta gamma di miglioramenti, mediante l'applicazione di algoritmi e pattern da applicare all'immagine o a parte di essa.

I principali, nel campo del fotoritocco e della creazione di texture, sono quelli forniti dai pannelli di gestione dei livelli di colore e dalle curve di colore.

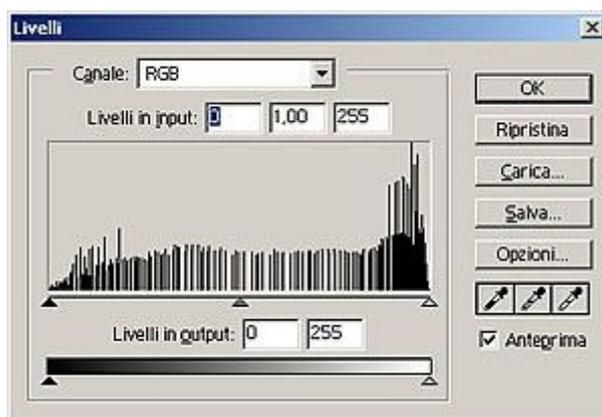
I livelli di colore sono una rappresentazione della gamma tonale che compone una foto tramite un istogramma. In pratica per ogni livello di luminosità (da 0 a 255) vengono contati quanti pixel ci sono e se ne ricava un grafico. La semplice osservazione dell'istogramma dei livelli ci permette di ottenere delle utili informazioni sugli interventi correttivi necessari.



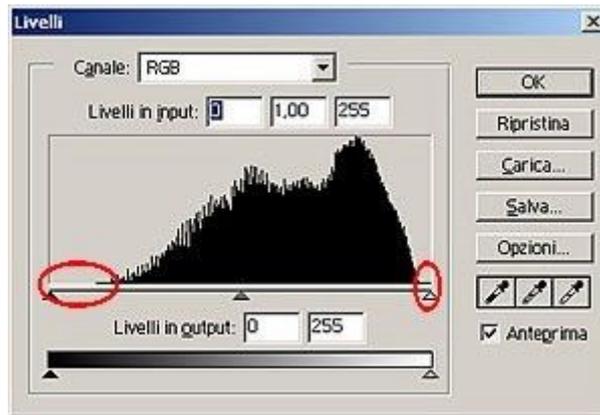
In questo caso abbiamo un rialzo dell'istogramma sulle alte luci, indice di un ritaglio di queste ultime. Probabilmente in fase di acquisizione la foto è stata sovrapposta e si sono perse tutta una serie di informazioni presenti sulle alte luci. Se l'immagine proviene da una scansione si può provare a riacquisirla di nuovo.



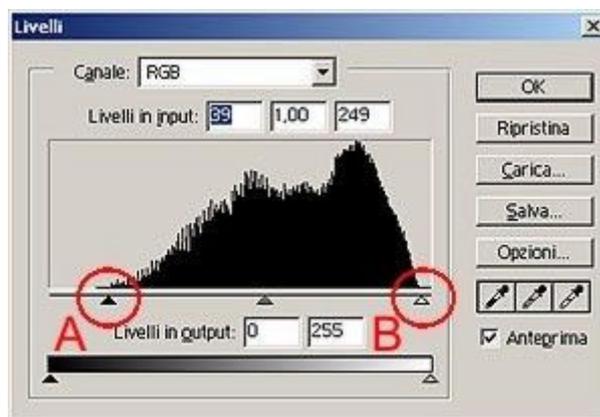
Come per l'esempio precedente ma in questo caso l'immagine è carente nelle basse luci. Se possibile meglio riacquisire.



Istogramma a pettine. Indica una immagine di qualità ridotta per mancanza delle informazioni su alcuni livelli tonali. La causa può essere un'acquisizione di bassa qualità, oppure una foto già pesantemente elaborata.

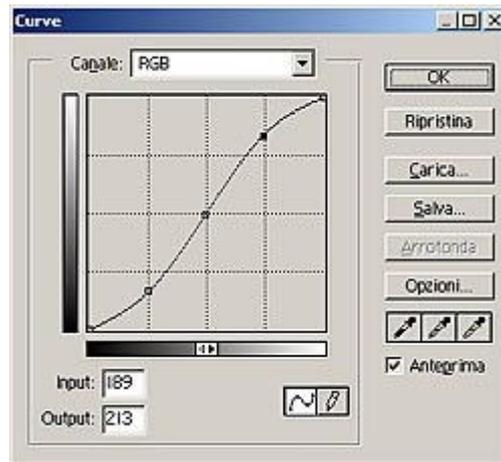


La foto presenta una buona gamma tonale anche se non è distribuita opportunamente su tutti e 256 livelli disponibili. L'immagine ci appare più piatta e meno contrastata di quello che potrebbe essere.



Per ottimizzare un istogramma come quello riportato figura, selezioniamo il canale RGB e procediamo portando il cursore di sinistra (A) nel punto in cui la curva dei livelli comincia a crescere (basse luci). Procediamo quindi con il cursore di destra (B) portandolo dove l'istogramma vede la presenza delle alte luci. Questo procedimento permette di ridistribuire la gamma dinamica su tutti i livelli disponibili e comporta un aumento del contrasto globale della nostra immagine.

I livelli di regolazione delle tonalità e della gamma complessiva dell'immagine o della selezione sono editabili anche mediante il parametro Curve.



Tale strumento mappa le tonalità della foto su una curva permettendoci di associare, ad una data tonalità di input (nero, toni di grigio, bianco), un'altra tonalità in output, permettendoci così di schiarire parti buie o di aumentare il contrasto generale.

Tale strumento inoltre può filtrare diversi canali di colorazione:

- **RGB: intera tonalità dell'immagine**
- **R: toni rossi**
- **G: toni verdi**
- **B: toni blu**

HSV

Oltre ai miglioramenti nella gamma e ai cambi di tonalità, è possibile modificare la saturazione e altri valori mediante regolazioni avanzate come Hue-Saturation-Value o luminosità e contrasto.

Queste modifiche sono necessarie se si tiene in considerazione il concetto di uniformità tra le texture introdotto precedentemente.

Tileable

Tileable è la proprietà di un'immagine o di una texture di essere affiancabile infinite volte sia lungo la x che lungo la y senza che sia visibile il bordo netto tipico di immagini normali affiancate.



Illustrazione 2.24: Esempio di sfondo affiancabile a bassa risoluzione tipico dei giochi a scorrimento orizzontale anni '90. In tal modo, con lo sfondo scorrevole, la scena sembra variare anche se lo sfondo ripetuto è sempre lo stesso.

Pulizia

Solitamente dover creare immagini in vista del modello 3D permette subito di capire quali sono le esigenze che una texture deve rispettare. Una di queste è dunque l'uniformità, intesa anche come mancanza di ombreggiature nette, imperfezioni etc.

Questo poichè nell'ambiente tridimensionale di un cortometraggio verrà simulata anche l'illuminazione, che creerà a sua volta ombre rapportate alla posizione delle luci. Dunque se sono già presenti ombre su una texture esse saranno sicuramente da camuffare o rimuovere digitalmente.

Uno dei principali strumenti per il ritocco di imperfezioni, rimozione delle ombre o mascheramento di alcune porzioni dell'immagine, è lo strumento Clona:



Illustrazione 2.25: Lo strumento clona in azione sull'immagine di una strada da rendere Tileable

Questo strumento, mediante un particolare pennello, consente di clonare i pixel da una porzione dell'immagine a quella che vogliamo mascherare o ritoccare. In tal modo il pennello consente di uniformare immagini rimuovendo ad esempio elementi di disturbo o modificando il colore di una porzione catturando quello corretto da un'altra sezione nella medesima immagine.

2.9 Texturizzare la mesh

2.9.1 Concetti

Successivamente alla preparazione delle immagini con le tecniche descritte nei paragrafi precedenti, si passa solitamente ad un processo definito come texturizzazione. Una Texture è una mappa bidimensionale, solitamente un'immagine, applicata ad una o più mesh composte da poligoni.

Materiali e shaders

All'interno di Blender troviamo un pannello Materiali che incorpora le proprietà fisiche generiche del materiale, come durezza, specularità, riflessività e molte altre. Tali proprietà caratterizzano lo shading del materiale che stiamo elaborando, ossia il modo in cui tale materiale interagisce con la luce simulata dal software.

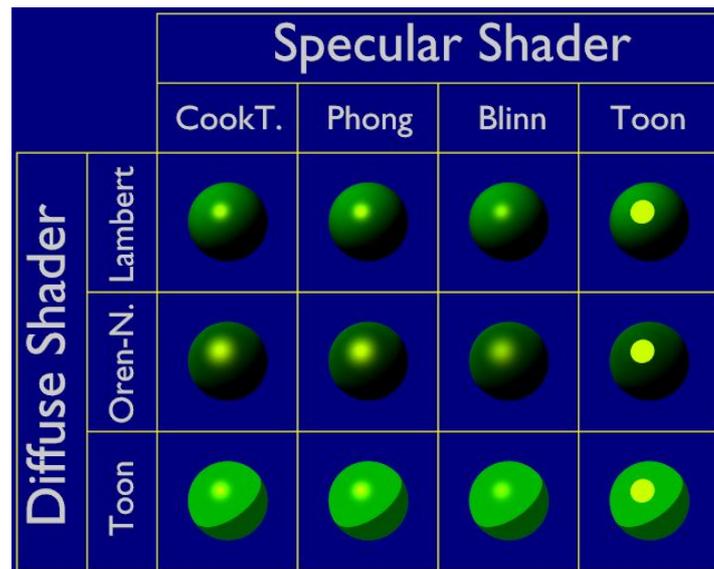


Illustrazione 2.26: Diversi algoritmi di shading combinati, definiscono l'interazione dell'oggetto associato con la luce simulata

Texture e immagini

Distinte dallo shading, vi sono le texture associate ad ogni materiale. Mentre il primo viene direttamente associato in una relazione 1:1 con il materiale, le seconde possono essere molteplici per ogni materiale e permettono di applicare diverse proprietà aggiuntive a quest'ultimo: colore, lucentezza, bump, normali, displacement e molto altro.

Le texture vengono a loro volta distinte in immagini statiche e texture procedurali: queste ultime sono textures definite matematicamente. Sono generalmente relativamente semplici da usare, perchè non necessitano di essere mappate in maniera particolare - il che non significa che le textures procedurali non possano diventare molto complesse.

Node materials

Le texture modificate con un tool di elaborazione 2D ed i materiali creati all'interno di blender, possono essere a loro volta raffinati e perfezionati mediante lo strumento material nodes di Blender. Tale modalità consente interazioni con i materiali in tempo reale mediante il meccanismo dei nodi e della loro combinazione.

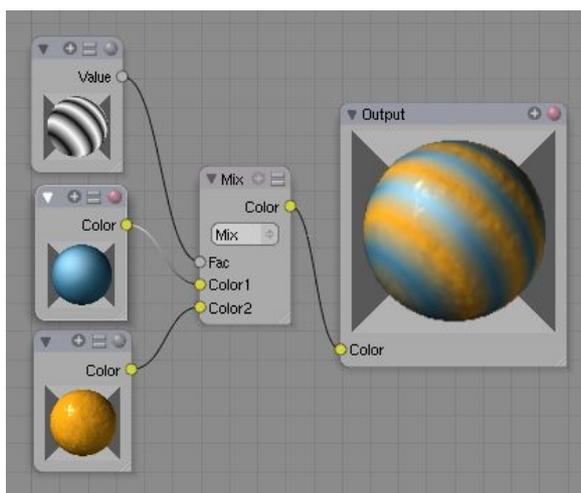


Illustrazione 2.27: Esempio di combinazione di due colori mediante una texture stencil all'interno del material nodes editor

Texture maps to

Nel pannello dei materiali, vi sono in Blender alcuni interruttori che determinano quale caratteristica del materiale sarà condizionata dalla texture. Alcuni di questi pulsanti hanno tre stati, nel senso che la texture può essere applicata sia positiva che negativa.

Le impostazioni regolabili da tali parametri sono molteplici, le più comuni ed evidenti sono:

- Col: (acceso/spento) Usa la texture per alterare il colore del Materiale.
- Nor: (spento/positivo/negativo) Usa la texture per alterare la direzione delle normali locali. E' usato per simulare le imperfezioni delle superfici o irregolarità attraverso il bump mapping, o anche per creare rilievi.

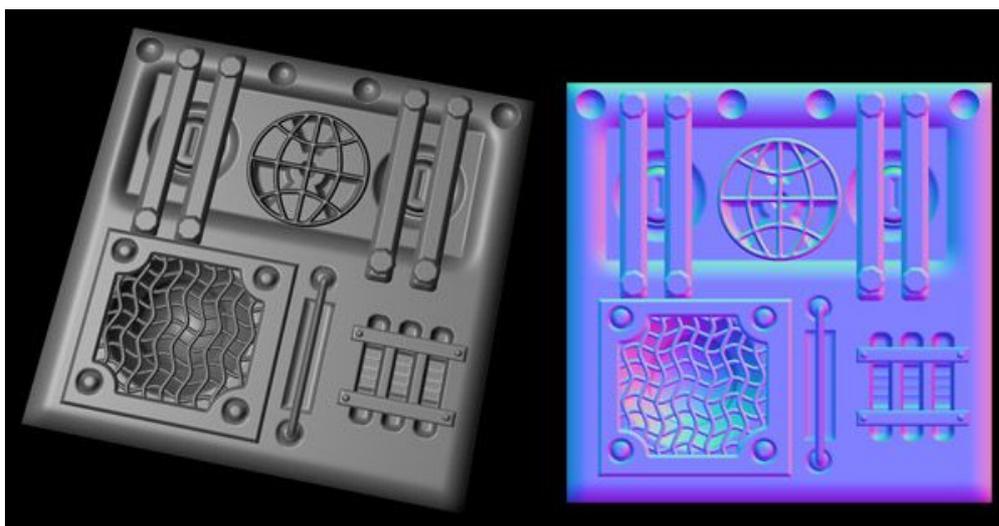


Illustrazione 2.28: Applicazione di una Normal Map (a sinistra) ad un piano. La mappa mostra effetti di riflesso e simula la presenza di geometria (che interagisce con la luce) mediante la semplice applicazione della texture normale.

- Spec: (spento/positivo/negativo) il valore della riflessione speculare.
- Alpha: (spento/positivo/negativo) la trasparenza del materiale.
- Disp: (spento/positivo/negativo) per creare Mappe Spostamento.

2.9.2 Tecniche

UV Unwrap e mapping

Una tecnica tra le più diffuse per la produzione di scenografie fotorealistiche e per la creazione di videogiochi 3D, è quella dell'UV Unwrap e del relativo Mapping.

L'Unwrap, letteralmente, indica l'apertura della mesh, che viene disfatta, scartata: tale tecnica permette così di ottenere una proiezione piana dei poligoni che compongono la mesh, così da poter posizionare tali poligoni sulla texture da applicarvi. Questa seconda parte viene definita UV Mapping.

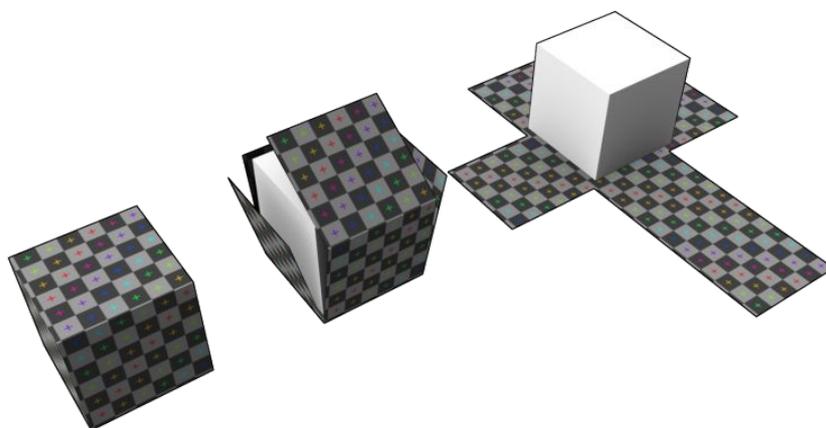


Illustrazione 2.29: Unwrap e UV Mapping di un semplice cubo

L'Unwrap viene solitamente effettuato automaticamente dal calcolatore, mediante proiezione perpendicolare alla view 3D, oppure proiezioni cubiche, sferiche e cilindriche, ma a volte può risultare difficoltoso per il computer capire dove “tagliare” una mesh per poterla aprire, così vengono usati degli edge particolari, marcati con dei Seams (cuciture), così da indicare in caso di unwrap, dove andare a scucire la mesh per aprirla.



Illustrazione 2.30: Solitamente l'Unwrap viene effettuato marcando come seam le zone che con più probabilità rimarranno coperte nella scena. In un UV Unwrap di un viso, probabilmente sarà conveniente tagliare lungo la parte posteriore della testa, così da coprire eventuali punti di giunzione con copricapi e capelli.

Il tipo di texturizzazione UV appena illustrato funziona solo con immagini e texture associate, mentre non può essere applicato alle texture procedurali calcolate matematicamente appunto perchè queste vengono generate dall'algoritmo dinamicamente.

Orco

Per proiettare texture procedurali su di un a mesh, non essendo possibile utilizzare l'UV Mapping e l'Unwrap, si sfruttano alcune coordinate particolari dette Orco.

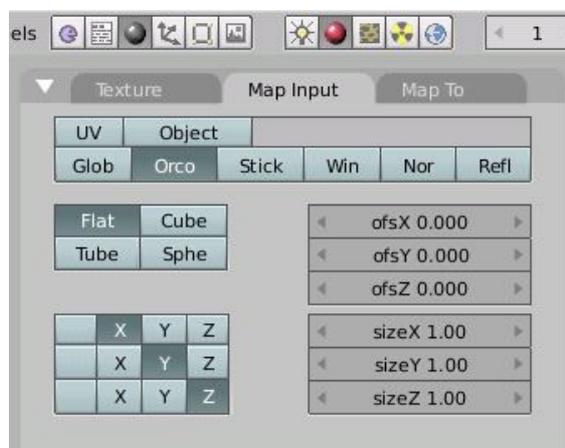


Illustrazione 2.31: Pannello Map Input con le coordinate impostate in Orco

Con le coordinate di Map Input in Orco, il sistema genererà la posizione delle texture su di un oggetto, mediante le coordinate originali locali dell'Oggetto stesso.

Ciò vuol dire che le texture applicate ad un oggetto verranno mappate a seconda della sua posizione nello spazio tridimensionale.

Dal momento che le immagini sono bidimensionali, il modo in cui le coordinate 3D della texture sono tradotte dal 2D deve essere specificato nei pulsanti di mappatura.

Le quattro mappature standard sono: Flat, Cube, Tube e Sphere. A seconda della forma globale dell'oggetto, uno di questi tipi è più consono.

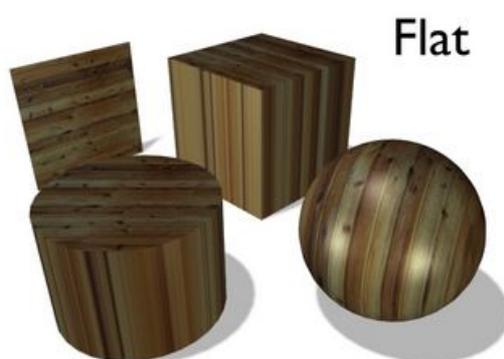


Illustrazione 2.32: La Mappatura 'Flat' da i migliori risultati su singole facce piane.



Illustrazione 2.33: La Mappatura 'Cube' (Cubo) proietta l'immagine sulle sei facce di un ipotetico cubo attorno ad ogni oggetto.

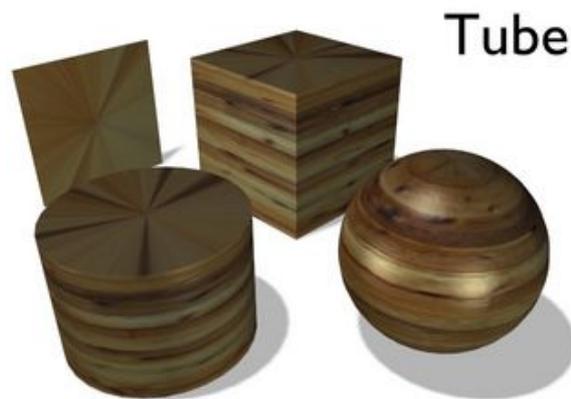


Illustrazione 2.34: La Mappatura 'Tube' (Tubo) mappa la texture attorno all'oggetto come l'etichetta di una bottiglia.



Illustrazione 2.35: Mappatura 'Sphere' (Sfera) è il miglior modo di mappare una sfera, ed è perfetta per fare pianeti o skydome.

Delle mappature può anche essere controllata la rotazione della texture rispetto ad assi precisi e la dimensione della texture, così da adattarla a quasi tutti gli oggetti da mappare.

Projection Paint

Una tecnica interessante e ottima in alcuni casi è il projection paint. In tale metodo viene definita un'immagine iniziale omnicomprensiva che include tutte le parti di un oggetto che vogliamo texturizzare.

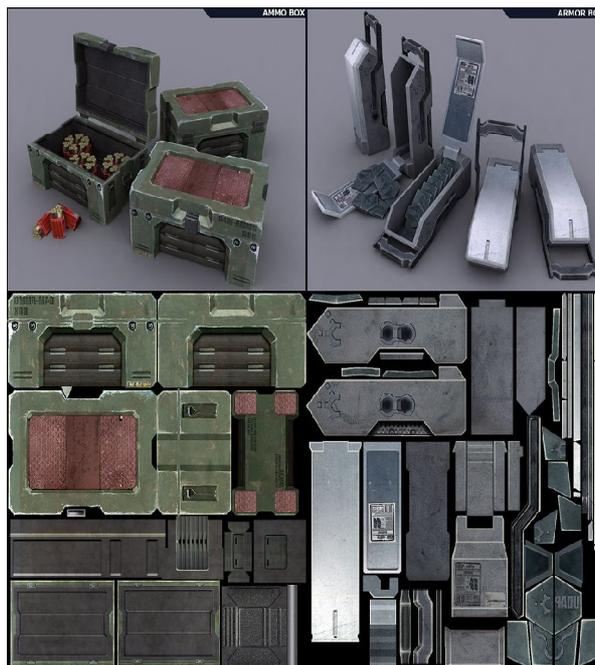


Illustrazione 2.36: Sopra gli oggetti completi di texture. Sotto a questi la texture completa in un'unica immagine.

Piuttosto che unwrap e spostare le mesh sull'immagine per ogni gruppo di poligoni che vogliamo mappare, si utilizza un pennello apposito per sfruttare l'opzione clone, che clonerà l'immagine dalla texture omnicomprensiva ad un'immagine pulita, solitamente nera. Così si arriva letteralmente a dipingere la mesh, ruotandola mano a mano ed aggiornando anche la posizione della texture base da clonare.



Illustrazione 2.37: Il projection paint risulta versatile nella difficile mappatura di volti.

3 Le scene sviluppate

Nel capitolo precedente sono stati illustrati, in termini generali, le problematiche di produzione di scene filologicamente corrette e le potenzialità e le soluzioni offerte dai software The GIMP e Blender, i principali software di produzione utilizzati nella produzione del film. È stata posta l'attenzione inoltre sui concetti e sulle tecniche di manipolazione 2D e 3D ampiamente usate nella definizione delle scenografie del cortometraggio.

Compito di questo capitolo è invece quello di descrivere il mio contributo nelle quattro scene di mia competenza, affrontate indirizzando i concetti e le tecniche illustrate nel capitolo precedente al fine di risolvere problematiche specifiche per la costruzione delle singole scenografie.

I set creati fanno capo ad un unico blocco dello storyboard, individuato in figura dallo Shot 10:

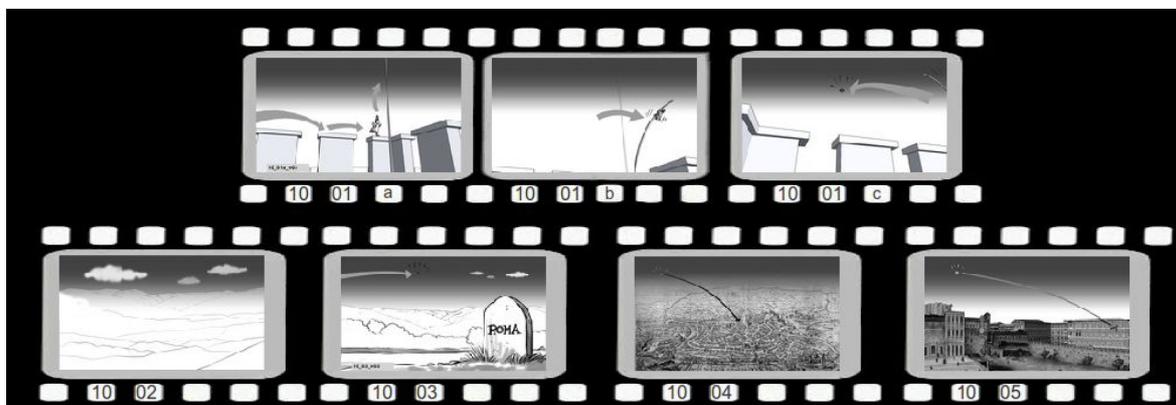


Illustrazione 3.1: Cineca MDC project - Shot 10 - Storyboard

In particolare sono stati studiati, modellati e renderizzati i set riguardanti il volo di Apa verso il Vaticano, riassunti nel breakdown allo Shot 10, denominato appunto “Verso Roma”:

10. VERSO ROMA								
SHOT	ACTION/DESCRIPTION	CAMERA	CAMERA 2	DURATION sec	Apa ANIM sec	VOCE Apa	VOCE FUORI CAMPO	NOTE STEREO
10-1	Apa si arrampica sul pennone della torre, lo flette come un'asta e spicca il volo verso l'orizzonte.	MS	Camera ferma + pan	5	5			doscreto 3D
10-2	Soggettiva di Apa che vola verso sud, appennini ecc. Nomi degli stati nel paesaggio incluso Stato Pontificio.(SIL Blender 2.5)	ELS	Effetto wescam	6				scarso 3D
10-3	Inquadratura ambientata (con più piani) da terra del paesaggio centro Italia con Apa che sorvola piccolissimo.(SIL -- cippo ROMA)	ELS	Camera ferma	7				buon 3D
10-4	Soggettiva di Roma all'imbrunire dall'alto. Apa che si avvicina a grande velocità. (SIL) inquadratura con la stampa di Roma, non e' una soggettiva	ELS	Effetto wescam	3	3			scarso 3D
10-5	Avvicinandosi si distingue il Vaticano prima della costruzione della nuova San Pietro (vedi stampe e illustrazioni).	MS	Camera ferma	4	4			buon 3D
10-6	L'angolo del Palazzo Pontificio con la finestra illuminata da cui si affaccia il Papa. Apa arriva in volo da sin fotogramma e la centra in pieno.	MS	Camera ferma	5	5			buon 3D

Illustrazione 3.2: Cineca MDC project - Shot 10 - Breakdown

Gli shot, per essere gestiti più semplicemente, sono stati suddivisi in scene così organizzate:

- **10-2 Verso Roma:** il volo di Apa in soggettiva lungo gli appennini.
- **10-3 Cippo:** inquadratura da terra che vede Apa oltrepassare i colli del centro italia con una pietra miliare in primo piano.
- **10-4 Cartina:** inquadratura di una stampa di Roma rinascimentale.
- **10-5/6 Vaticano:** volo basso del protagonista su Piazza del Vatinano nel 1588, che si conclude in una finestra del Palazzo Pontificio.

3.1 10-2 - Verso Roma

3.1.1 Il terreno

La prima delle scene da sviluppare nel viaggio da Bologna verso Roma consiste in un volo sopra il terreno del parco del Monte Sole, già creato internamente al CINECA per la ricostruzione della strage di Marzabotto, coperto da complesse nuvole volumetriche.

Inizialmente non era stato deciso quale terreno sorvolare e per facilitare tale scelta sono state vagliate alcune alternative:

- **Una cartina antica del tempo (il viaggio è ambientato intorno alla fine del XVI° sec.), comprensiva di diciture degli stati e dei confini dell'epoca.**
- **Sorvolare una cartina dell'Italia attuale, senza diciture particolari e con una mappatura fisica del terreno, piuttosto che politica**

- **Sorvolare un terreno in rilievo con mappatura fisica dell'Italia attuale**
- **Sorvolare il terreno del parco del Monte Sole, sviluppato da un team del CINECA tempo addietro per fini di ricostruzioni filologiche interattive**

La scelta sarebbe ricaduta sulla cartina antica in quanto sarebbe stata sicuramente d'effetto e semplice da gestire in quanto si sarebbe trattato di un semplice piano bidimensionale con la mappa texturizzata.



Illustrazione 3.3: Mappa dell'italia nei Musei Vaticani

Purtroppo alcune incongruenze con la scena non avrebbero mai permesso di sfruttare tale soluzione, difatti:

- **la cartina solitamente ha le diciture leggibili se la mappa è orientata con il nord Italia in alto, cambiare le diciture sarebbe stato impossibile.**
- **La mappa ha un problema di reperibilità in alta definizione, in quanto le uniche ben conservate ed adatte allo scopo si trovano nei Musei Vaticani e non vi era a disposizione una texture relativa negli archivi CINECA**

La prima motivazione per l'impossibilità dell'uso della mappa storica, si ripercuote anche sull'impossibilità di utilizzare una cartina attuale.

Eseguendo alcune prove di terreno in rilievo, estrapolando le altitudini e la mappa dell'Italia dagli archivi del progetto Blue Marble¹ è stata scartata anche quest'ulteriore ipotesi a causa della pesantezza e della complessità di un modello 3D di tali proporzioni.



Illustrazione 3.4: Texture catturata dal progetto Blue Marble (NASA Observatory)

Il progetto Blue Marble consiste in una raccolta di mappe reali catturate da satelliti in movimento e che raffigurano la terra sotto svariati punti di vista: mappa delle temperature, della vegetazione, delle coperture nevose ecc..

Fa parte di un più grande studio condotto dall'osservatorio della NASA sui cambiamenti climatici e morfologici del pianeta negli anni.

La decisione dunque è ricaduta sul terreno del parco del Monte Sole, estrapolato mediante conversioni da file del progetto DTM, a file di tipo wavefront obj, fino ai .blend che possono essere gestiti da Blender.

¹Il progetto Blue Marble consiste in una raccolta di mappe reali catturate da satelliti in movimento e che raffigurano la terra sotto svariati punti di vista: mappa delle temperature, della vegetazione, delle coperture nevose ecc..
Fa parte di un più grande studio condotto dall'osservatorio della NASA sui cambiamenti climatici e morfologici del pianeta negli anni.

3.1.2 Mockup

Uno dei primi passi compiuti antecedenti alla produzione della scena, è stato quello di creare un mockup, cioè una riproduzione di una copia verosimile di come potrebbe essere il prodotto terminato, al fine di decidere meglio i dettagli e le inquadrature.



Illustrazione 3.5: Mockup 2D della scena 10-2 denominata Verso Roma

Il mockup è stato elaborato in The GIMP partendo da un rendering del terreno di Monte Sole, da uno skydome reperito via internet e da una serie di nuvole bidimensionali utilizzate secondo la tecnica del billboard.

Già in questa veduta è possibile notare come una soluzione come quella delle billboard è sconsigliata, per quanto ben fatta, dato che al movimento della camera diverrebbe immediatamente evidente la “piattezza” di tali nuvole e la finzione sarebbe ulteriormente smascherabile in una vista stereoscopica, appunto come nel nostro cortometraggio.

3.1.3 Monte Sole

Il terreno a disposizione del CINECA appartiene al progetto del “Museo Virtuale della Certosa”, che si propone l’obiettivo di realizzare una banca dati digitale con tutte le informazioni sulla Certosa di Bologna: il rilievo digitale, il catasto e l’anagrafe delle tombe, la loro schedatura artistica. All’interno di questo progetto, è stata inclusa una ricostruzione storicamente supportata dell’eccidio di Marzabotto, compiuta dalle SS Naziste nel corso della guerra del 1939-45, proprio nella zona del parco del Monte Sole e nei territori vicini.

Il DTM è stato utilizzato all’interno di VISMAN (Virtual Scenarios Manager), un ambiente di navigazione interattivo di scenari 3D variabili nel tempo e collegabili a database multimediali sviluppato dal CINECA.

Da tali database è stato estratto e ricostruito il modello tridimensionale del parco di Monte Sole.

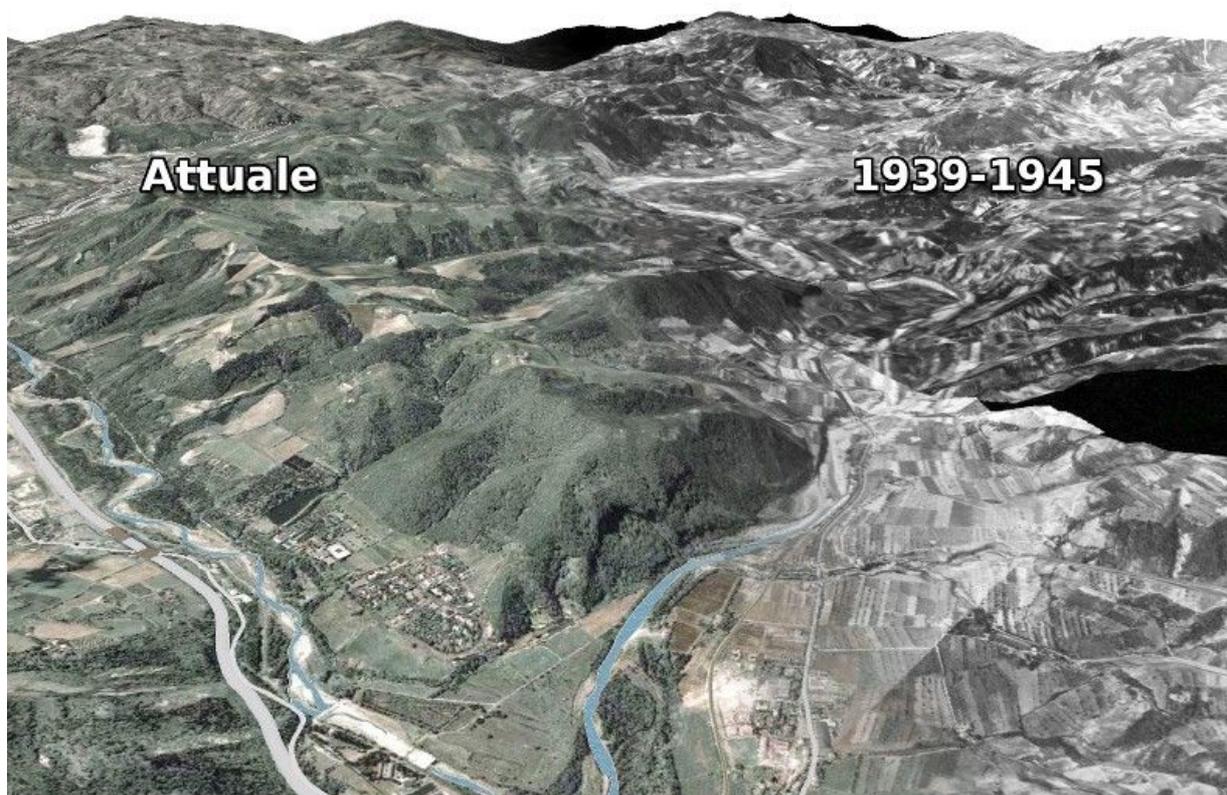


Illustrazione 3.6: I due modelli utilizzati per la ricostruzione interattiva sovrapposti

Adattamenti del modello

Solitamente l’import da modelli esterni tra differenti programmi, anche se si sono prese tutte le accortezze necessarie, hanno un problema basilare di pulizia della mesh dell’insieme di oggetti.

Nel caso di Monte Sole si tratta di un insieme di 32 tiles o tessere quadrate, che costituiscono l'intero terreno, da riadattare per consentire maneggevolezza in Blender 3D.

Uno dei problemi subito riscontrati e da considerare prassi nell'import da altri formati, è la triangolazione dei Quad nelle mesh importate. Una triangolazione è una suddivisione di ogni quad in due triangoli che mantengono uno spigolo in comune.

Il comando che permette a Blender di trasformare i triangoli in quad è detto Triangle to Quad e si può applicare alla Mesh presa in Edit Mode: occorre dunque premere TAB per accedere alla modalità di Edit e selezionare tutte le mesh presenti nell'oggetto, mediante il comando Select All. A questo punto basta applicare lo script Triangle to Quad.

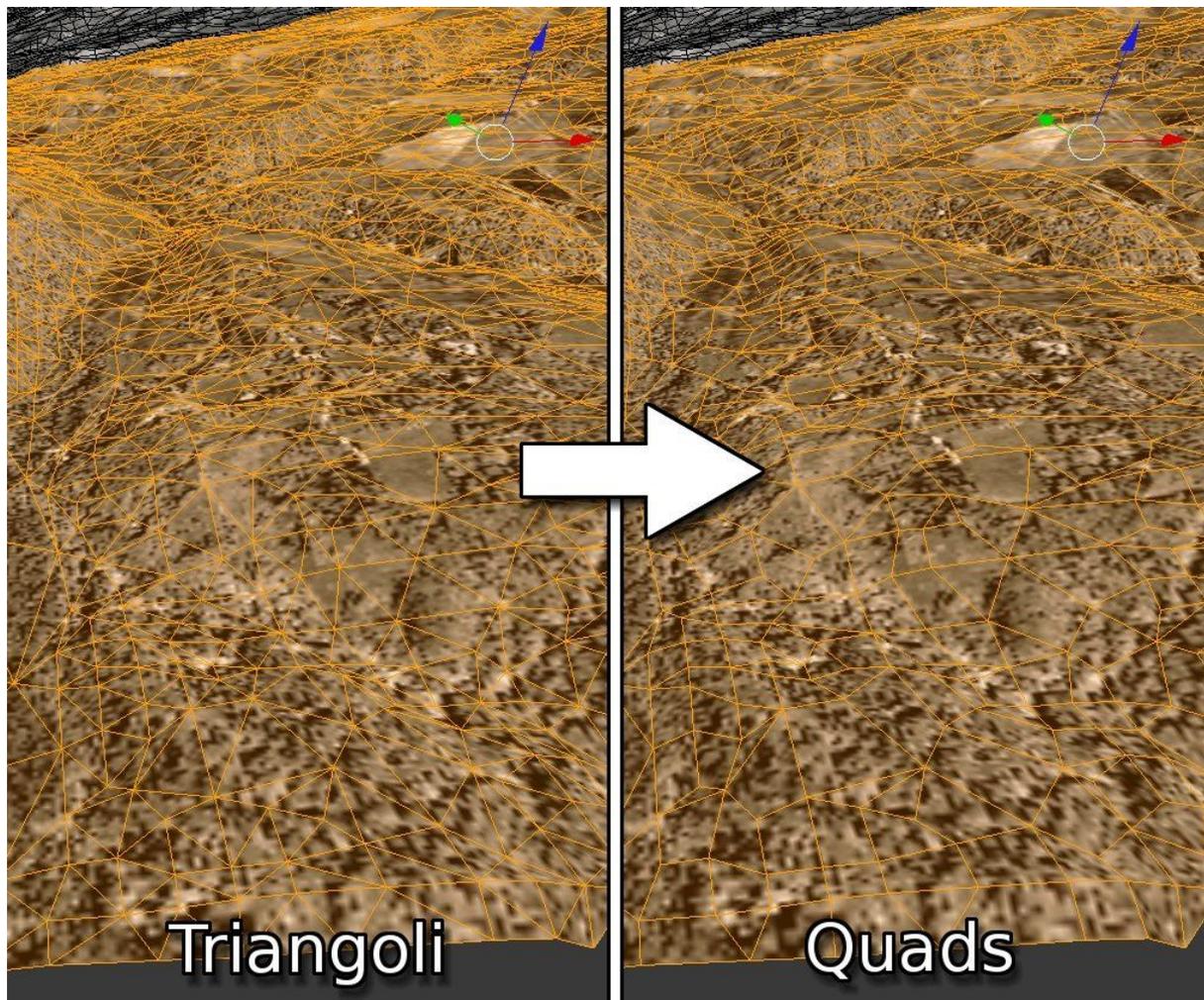


Illustrazione 3.7: Terreno trasformato da tri a quads

Il risultato dell'eliminazione non sarà solo una pulizia della mesh, ma anche un'alleggerimento notevole del file che contiene l'oggetto terreno ed un'alleggerimento computazionale dovuto alla diminuzione radicale del numero di facce che il software deve gestire.

Numero Tiles	Triangoli	Quad
1	9779	5838
32 (tutto il modello)	~310000	~190000

Tab: numero di facce, triangolari o quad, per 1 e 32 tiles a confronto

La tabella mostra chiaramente come vi sia un risparmio quasi del 40% su memoria e fabbisogno computazionale per gestire il modello una volta ottimizzato.

Una seconda peculiarità riguardante questo modello, è quella di avere, nella congiunzione fra i 32 tasselli che lo compongono, delle gonnelle, intese in campo grafico come mesh create erroneamente che si presentano lungo particolari segmenti, nel nostro caso lungo le giunture.

“Gonnelle” poichè esse pendono dalla mesh verso il basso, come se fossero appese.

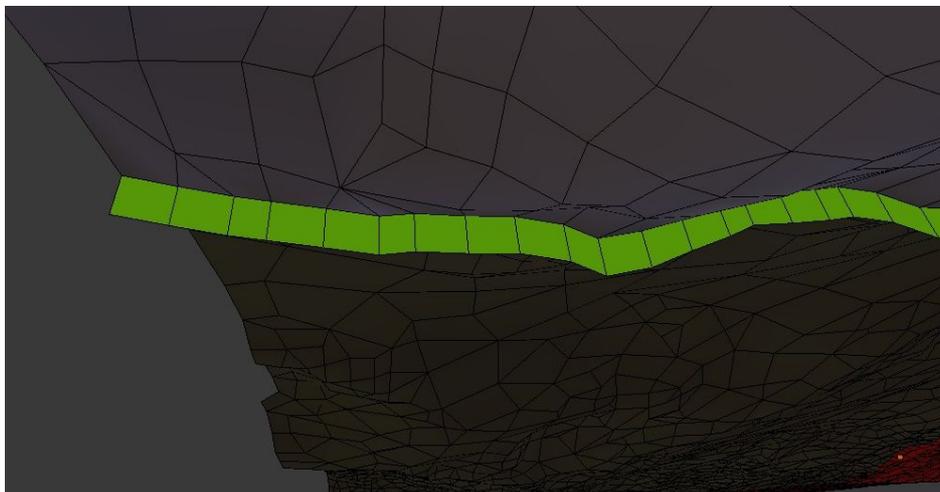


Illustrazione 3.8: In verde le gonnelle: gruppi di mesh che spuntano da sotto al terreno

L'eliminazione delle gonnelle è stata effettuata semi manualmente, in particolare dopo aver selezionato un poligono delle gonnelle, ho sfruttato un tool che permette di selezionare poligoni ad esso complanari (select similar -> Co-planar) decidendo quanti gradi di scarto vi sono tra i piani da

selezionare. Dopo aver eliminato le gonnelles, ovviamente, il modello è stato ulteriormente alleggerito da facce superflue.

Un ultimo adattamento della mesh del nostro modello, riguarda la topografia generale delle tiles. Soprattutto per terreni relativamente pianeggianti, è utile modificare interattivamente lo z-scale (di solito applicando un fattore di moltiplicazione) e visualizzare il terreno a diversi livelli di “esagerazione” verticale per ottenere un migliore "feeling" per la topografia che visualizziamo e che, con le reali caratteristiche topografiche, potrebbe essere poco evidente.

Tale fattore moltiplicativo ha preso il nome di Z-Exaggeration e permette dunque di esagerare la topografia di un terreno distorcendolo verticalmente.

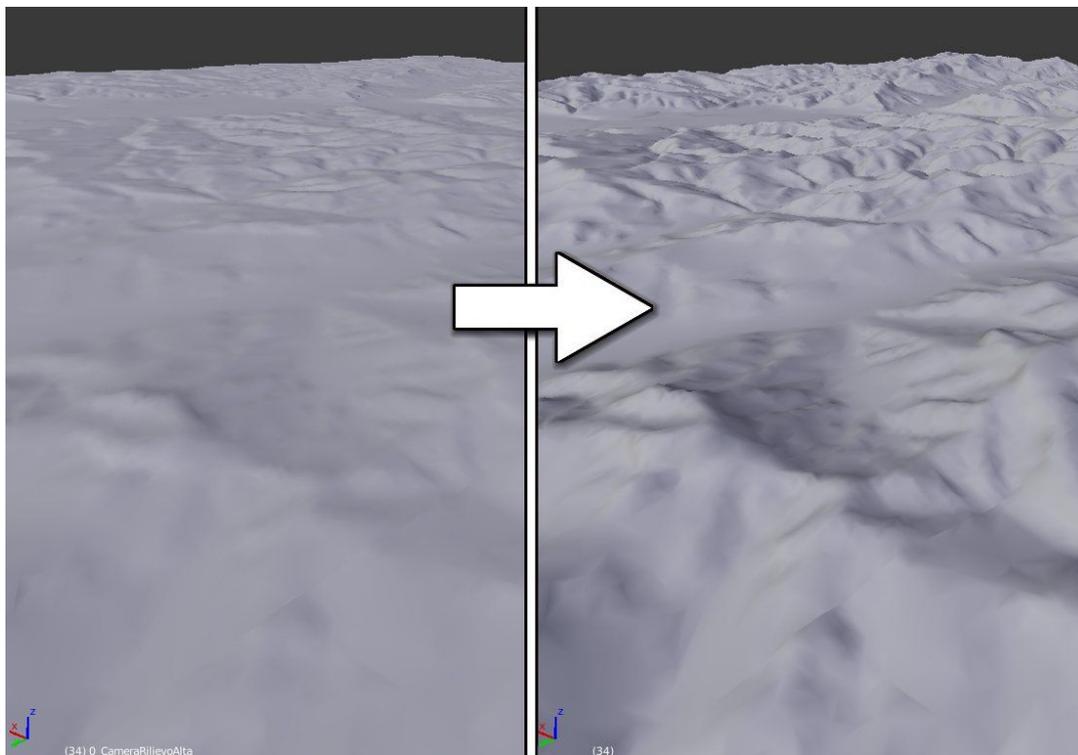


Illustrazione 3.9: A sinistra Z-Exag=1 (originale). A destra Z-Exag=3 (300%)

Questa caratteristica viene spesso anche utilizzata per evidenziare proprietà del suolo come l'erosione o la distribuzione di vegetazione. Solitamente una exaggeration della z-scale è fondamentale anche per l'analisi di possibili artefatti nei modelli DTM (o DEM Digital Elevation Model).

In generale, un moltiplicatore z-scale di 2-3 (exaggeration di 200-300%) funziona bene per i dati di elevation.

Le texture

Le immagini mappate sul modello del terreno sono state anch'esse estratte dal file importato in Blender.

Le texture, immediatamente dopo l'esportazione, erano comunque associate singolarmente alle tiles e, per migliorare la maneggevolezza del file, è stato effettuato un lavoro di join delle mesh delle 32 tiles, adottando così una singola mesh multimateriale. Ciò vuol dire che ogni texture delle 32 tiles viene rappresentata con un colore diverso nello stage di Blender, indicando così che la singola mesh ha molti materiali applicati a gruppi di poligoni.



Illustrazione 3.10: Mesh multimateriale suddivisa in tiles

Questo significa che il modello non è più suddiviso in 32 oggetti, ma ne presenta uno, all'interno del quale poligoni raggruppati hanno a se associato un diverso materiale a seconda delle proprie coordinate XY: il materiale è stato UVMappato, ma il risultato sarebbe stato il medesimo in caso di proiezione Ordo - Flat.

Close-Up o Birds-Eye: un problema di texture

Dopo aver corretto la mappatura delle texture unendole in un unico tassello, abbiamo affrontato il problema della dimensione del modello in quanto effettivamente tale terreno è limitato da bounds abbastanza restrittivi.

L'esigenza della scena è quella di un breve volo (5-10) secondi nel quale il terreno sotto la camera non può terminare inverosimilmente e non si possono neppure vedere i confini del "mondo" in lontananza.

Queste esigenze hanno portato ad uno studio dell'inquadratura che ha contrapposto due scenari:

- **Birds-Eye:** Una visuale a volo d'uccello mostrerebbe con qualità elevata le texture in quanto la relativa densità di pixel, a tale distanza, sarebbe sufficiente a mostrare

immagini nitide anche per una risoluzione FullHD.

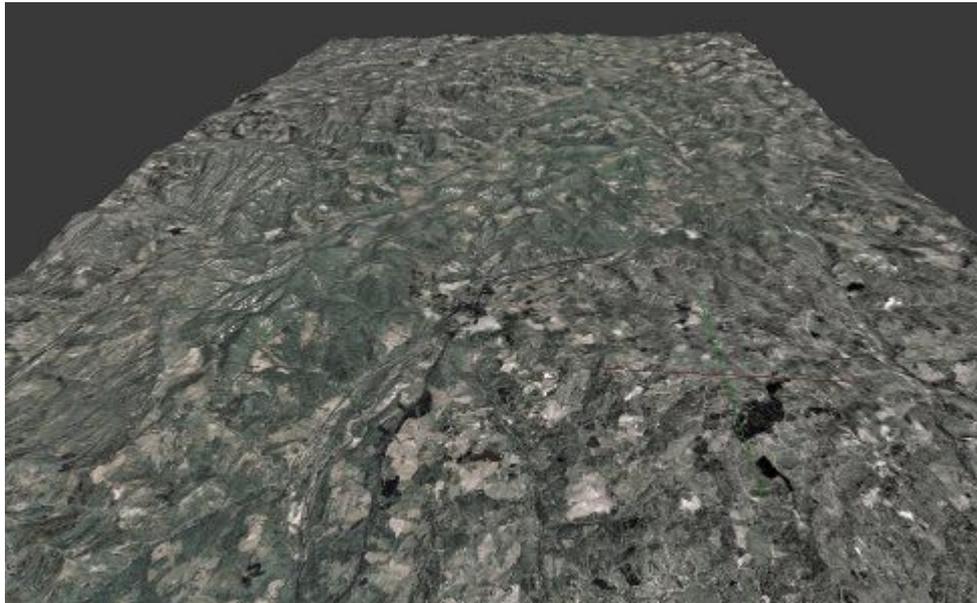


Illustrazione 3.11: Immagine in lontananza che mostra i confini del modello

Purtroppo è stata immediatamente scartata dato che il modello è dimensionalmente limitato e, in tal modo, dopo pochi secondi di “volo” sarebbero stati evidenti i confini della mesh, togliendo verosimiglianza allo shot.

- **Close-Up:** una visuale ravvicinata che mantiene la camera sufficientemente bassa da evitare che si vedano i confini. Non è necessaria una velocità esagerata in quanto lo scorrimento del terreno sotto la camera viene moltiplicato in velocità dalla sua vicinanza.

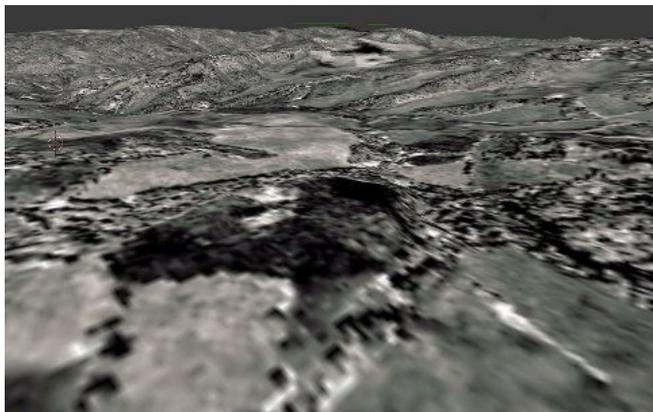


Illustrazione 3.12: Immagine ravvicinata che mostra le texture da vicino

problema di questa vista è la qualità delle texture, che nella visualizzazione FullHD del corto causerebbe sgranature e una sfocatura generale.

II

La scelta dell'inquadratura è ricaduta su di una vista ad un'altezza media tra le due sopra analizzate, così da ottenere una qualità sufficientemente alta nelle texture ma evitando problemi di visibilità dei confini del modello.

3.1.4 Nuvole

La volontà di effettuare un cielo verosimile per il volo verso Roma, includendo con ciò anche nuvole e particelle, ha evidenziato un problema che fino ad ora non si era affacciato neanche nelle scene più complesse o pesanti da manipolare: non essendoci mai addentrati in simulazioni complesse di particelle, fumo o oggetti volumetrici, la questione se Blender è adeguato per sviluppare effetti del genere non si era mai presentata.

A seguito di approfondimenti nelle comunità online specializzate, sono state ipotizzate alcune alternative per la creazione delle nuvole:

- **Billboard:** La prima scontata soluzione verso una problematica di questo tipo è stata quella di testare l'environment mediante l'inserimento di nuvole create a mezzo di billboard. La tecnica del billboard consiste essenzialmente nel dare un'immagine ad un piano posto nello spazio 3D, molto spesso inoltre i piani in questione ruotano in modo tale da mantenere sempre l'immagine rivolta verso la camera, così da amplificare l'illusione della loro tridimensionalità

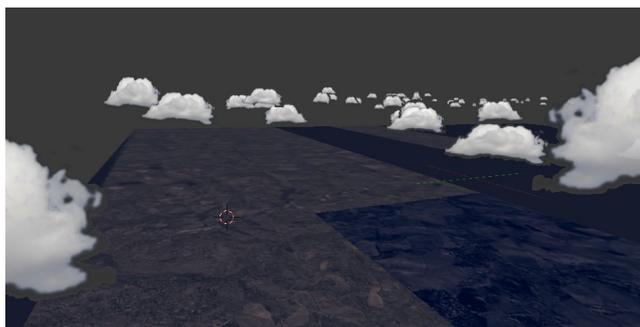


Illustrazione 3.13: Billboard nello stage 3D

Come evidenziato anche dal mockup, questa soluzione è sconsigliata, per quanto possa essere ben fatta, dato che al movimento della camera diverrebbe immediatamente evidente la “piattezza” di tali nuvole e la finzione verrebbe amplificata in una vista stereoscopica a causa dell'effetto tridimensionale appunto non presente.

- **Modellazione con materiali volumetrici:** Questa alternativa proposta presuppone l'uso dell'ultima versione disponibile della unstable di Blender, ossia la versione 2.5x beta (al momento del test 2.54beta) per la presenza di materiali volumetrici non presenti nel Blender 2.49 in uso per le altre scene. La modellazione di mesh che avessero forme e fattezze delle nuvole è stata difficoltosa fin da subito sia per la quantità di mesh con subsurf (suddivisione) e displace (simulazione di rilievo da texture) da gestire, ma anche a causa dell'uso di complessi materiali volumetrici con simulazione dello scattering interno della luce (riflessione e rifrazione della luce internamente al corpo con materiale volumetrico). Queste particolari difficoltà hanno influito pesantemente sui tempi di rendering, che

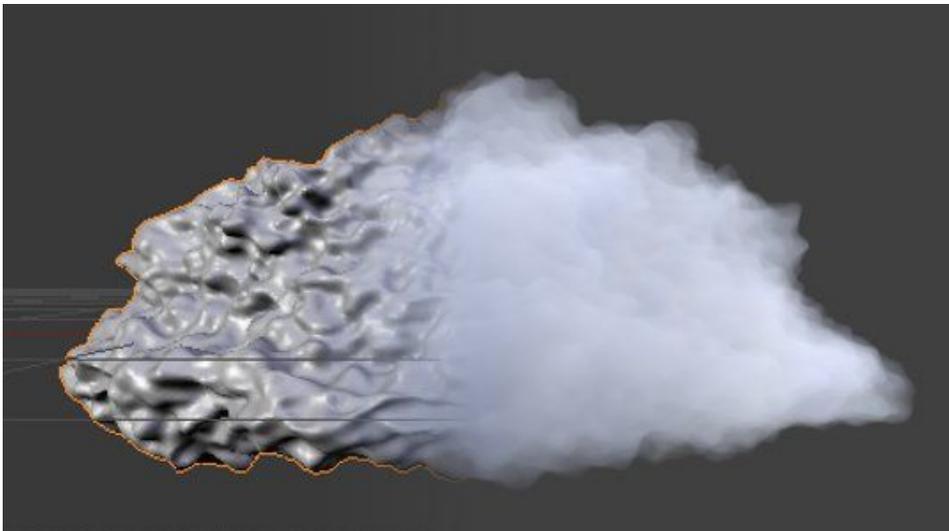


Illustrazione 3.14: Esempio di nuvola modellata con applicato un materiale volumetrico

- per un qualsiasi test si sono rivelati eccessivi: una sola nuvola impiegava, su una macchina di media potenza e ad una risoluzione media, circa 1 ora per il rendering con lo stage vuoto. Tale inconveniente ci ha spinto dunque a ricercare altre soluzioni.
- **Script di generazione:** Una volta iniziati i testing con la nuova Blender 2.5, abbiamo constatato la presenza di plugins ed addons non presenti nella vecchia versione. Nel nostro caso, un add-on aggiuntivo tuttora in sviluppo alla versione 0.7 ha richiamato la nostra attenzione. Si trattava in effetti di una feature denominata CGS - Cloud Generator Script che, mediante uno script semiautomatico, si occupava di creare nuvole particellari e volumetriche allo stesso tempo, ma senza appesantire eccessivamente i tempi di rendering.



Illustrazione 3.15: Pregevoli nuvole volumetriche generato con lo script di generazione delle nuvole CGS

L'adozione è ricaduta sull'ultima alternativa che mostra effettivamente una resa maggiormente gradevole, ma soprattutto tempi di rendering ridotti.

La creazione delle nuvole volumetriche mediante lo script sopracitato, si compone di tre semplici fasi (più una opzionale): creazione dei boulding boxes, esecuzione dello script, illuminazione delle nuvole. La fase opzionale riguarda correzioni manuali alle nuvole create o ad i materiali che le compongono.

Creazione dei boulding boxes

I boulding boxes si rifanno al concetto di mesh semplici utilizzate per “rendere l'idea” di come sarà la scena una volta terminata la lavorazione. Similarmente alla progettazione LowPoly, si piazzano box incolore all'interno della scena in modo tale da creare, mediante i cubi, una forma base per la nostra nuvola.

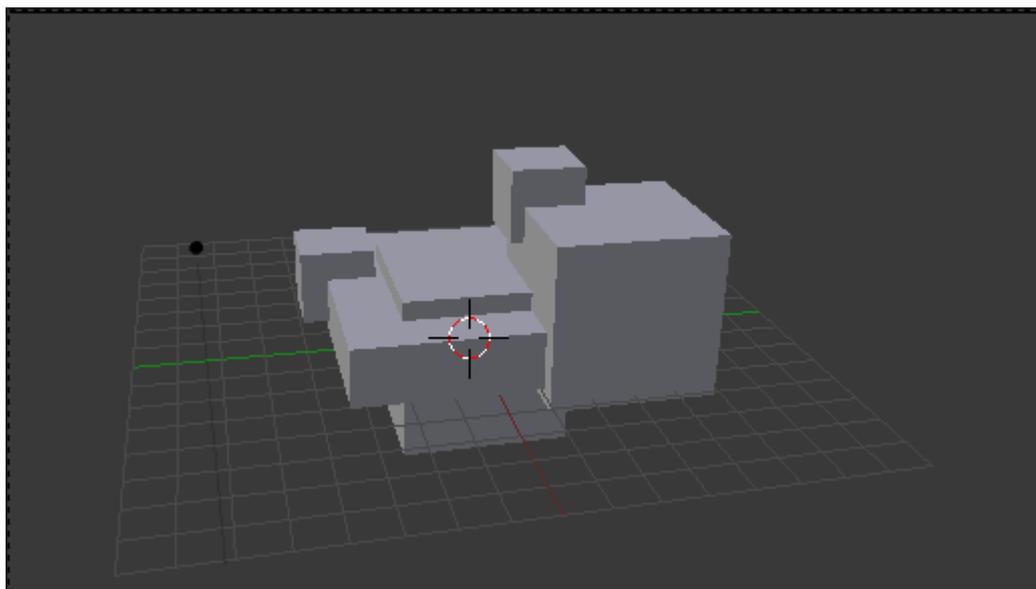


Illustrazione 3.16: Esempio di nuvola in boulding box

I box possono compenetrarsi e subire distorsioni, ma non è consigliabile eccedere le dimensioni, in quanto le nuvole volumetriche si basano su coordinate globali, non locali: ciò significa che raddoppiando la dimensione dei box, incrementerà esponenzialmente il tempo richiesto per il futuro calcolo dei particellari della nuvola.

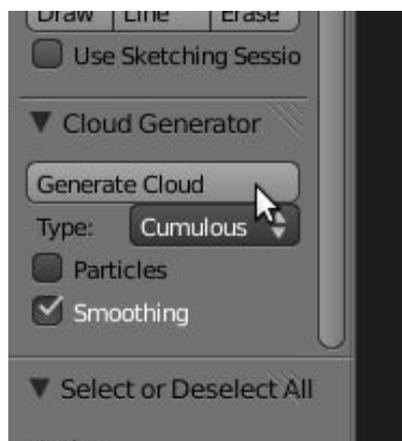


Illustrazione 3.17: Esecuzione dello script Cloud Generator

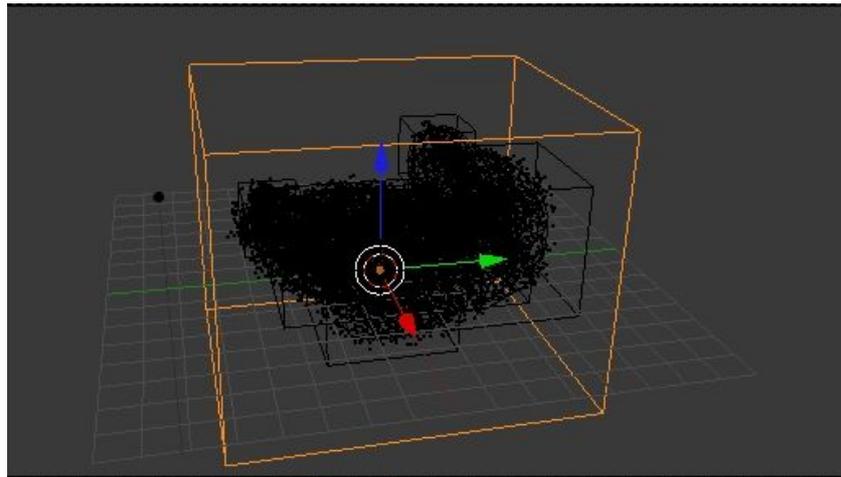


Illustrazione 3.18: Nuvola post script nello stage 3D. È possibile distinguere al centro un sistema particellare.

lo script utilizzato permette di selezionare la tipologia di nuvole desiderata tra:

- **Cumuli**
- **Cirri**
- **Strati**

Inoltre è data la possibilità di effettuare automaticamente delle procedure di smoothing e di poter editare le nuvole post creazione.

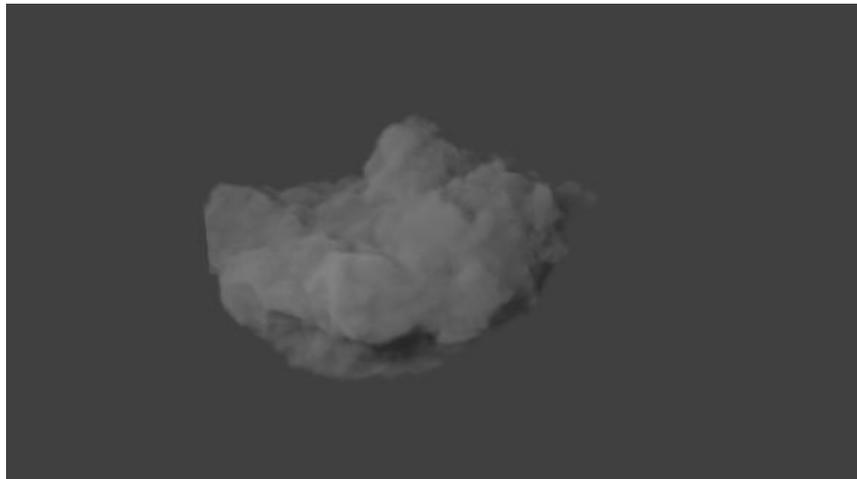


Illustrazione 3.19: Nuvola risultante dallo script, con sfondo ed illuminazione basilari

Il nostro cortometraggio deve mantenere un'atmosfera cartoon e, per quanto riguarda le nuvole, ci siamo basati sulle soluzioni proposte dalla Pixar nel cortometraggio Partly Cloudy, che propone un

corto 3D totalmente incentrato su delle nuvole animate. Queste da forma e densità sono riconducibili ai dei cumuli.



Illustrazione 3.20: Nuvole riprese dal cortometraggio PIXAR Partly Cloudy

Illuminazione delle nuvole

Le nuvole così create, con la luce base di Blender, non rendono giustizia alla volumetricità del materiale di cui sono composte. Per ovviare a tale problema è necessaria un'illuminazione particolare, creata mediante luci di tipo Hemi.

Una luce Hemi riproduce una calotta emisferica illuminata, all'interno della quale tutti gli elementi verranno irradiati da ogni punto.

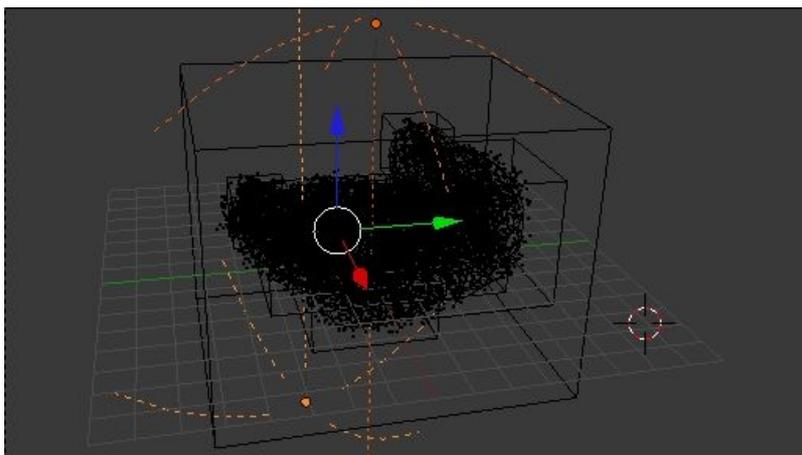


Illustrazione 3.21: Due luci Hemi posizionate rispettivamente sopra e sotto la nuvola.

Tale metodo permette di evitare zone di ombra, difficilmente rinvenibili in banchi di nuvole, proiettando ombre molto soft ed evidenziando ancora meglio ogni insenatura del materiale volumetrico.



Illustrazione 3.22: Nuvola illuminata e renderizzata con sfondo di tipo "blend"

Un ultimo ritocco

Le nuvole così create risultano essere sufficientemente dettagliate e scenografiche ma, seppur ben illuminate, presentano una densità particellare eccessiva e non permettendo di osservare in trasparenza, neanche nei punti di minore volume. Non potendo intervenire sullo script, siamo intervenuti sul materiale volumetrico che lo script ha associato alle particelle.

Per modificare la densità del materiale volumetrico abbiamo agito sul parametro Ramp all'interno di una texture che contraddistingue la "pesantezza" della nuvola influenzando la trasparenza del volume.

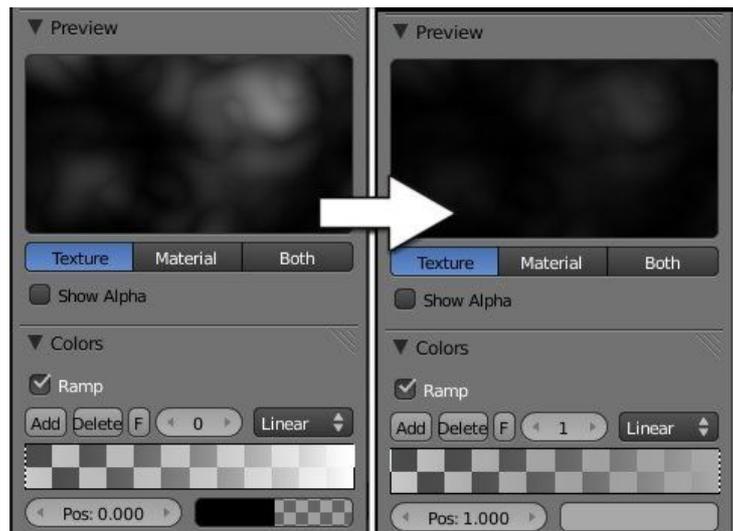


Illustrazione 3.23: Parametro “ramp” che permette di gestire la trasparenza del materiale

In tal modo la texture ha modificato l’alpha (trasparenza) della nuvola in ogni particella, senza intaccare proprietà riguardanti lo shader, ossia la diffusione della luce, del materiale volumetrico.



Illustrazione 3.24: Nuvola conclusa con i ritocchi alla densità del materiale

3.1.5 Skydome

Lo skydome è, letteralmente, la “volta del cielo”.

Molto spesso all’interno di giochi, scene e mondi tridimensionali, occorre creare un cielo fotorealistico in tema per il nostro lavoro: quando vi è tale necessità si utilizzano molto spesso Skydome o Skybox. Il secondo, a differenza del primo, non utilizza una semisfera o una sfera per simulare la presenza del cielo in un mondo tridimensionale, bensì si avvale di un box, ossia di un cubo.

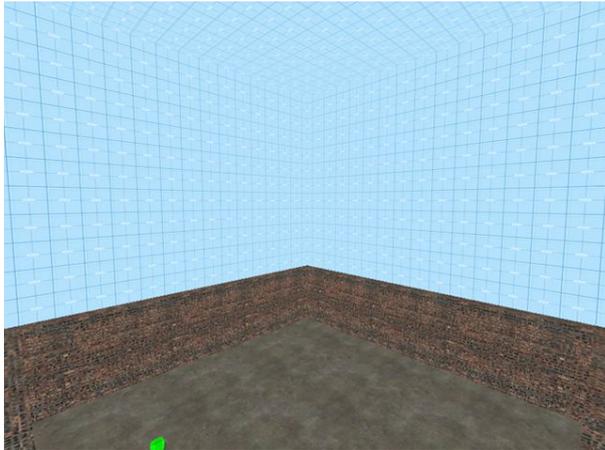


Illustrazione 3.25: A sinistra lo skybox, a destra il cielo risultante dall'applicazione dell'immagine allo skybox

Predisposizione camera in scena

Abbiamo creato la nostra sfera che conterrà lo skydome, e mediante dei constrain l'abbiamo posizionata concentricamente alla camera che inquadrerà la scena. Un constrain è una costrizione spaziale di un oggetto rispetto ad un altro, in questo caso dello skydome rispetto alla camera lungo le coordinate XY. Ciò significa che se la camera si muove lungo quegli assi, lo skydome la seguirà in maniera perfettamente concentrica.

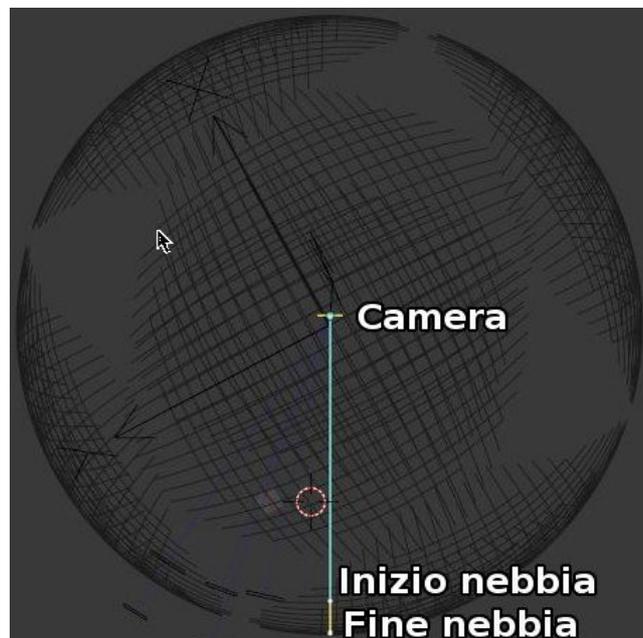


Illustrazione 3.26: Sfera dello skydome concentrica alla camera

Questo è stato necessario poichè la camera ha su di se applicato l'effetto nebbia, che inizia e finisce poco prima dello skydome, evitando così una linea dell'orizzonte troppo netta. Inoltre al successivo ed ultimo step della creazione, il compositing, alcuni effetti applicati saranno prevalentemente riferiti alla z-depth, ossia alla distanza di ogni oggetto dalla camera. Ciò permetterà di aggiungere ulteriore nebbia o atmosfera alla nostra scena, ma se lo skydome fosse decentrato dalla camera, alcune sue zone risulterebbero più distanti di altre nella z-depth e gli effetti finali non sarebbero omogenei.

Nuvole Billboard

Al fine di creare uno skydome convincente ed in tema con le nuvole volumetriche precedentemente impostate, è stato creato un set di nuvole prerenderizzate, salvate in immagini ed impostate in billboard.

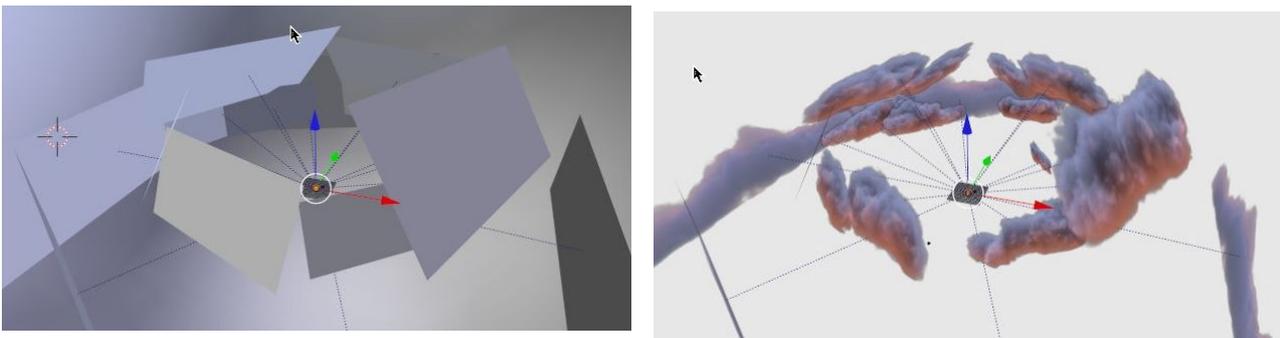


Illustrazione 3.27: Stage con nuvole-billboard orientate verso un oggetto centrale, che riceverà la proiezione del rendering per creare l'EnvMap

Fig:

A tali billboard è poi stato applicato un constrain per far sì che rivolgersero la propria faccia verso un unico oggetto al centro della scena, così è stata creata una EnvMap, una mappa cioè riferita all'oggetto centrale, che proietta su di se tutti il rendering di tutti gli oggetti che lo circondano.

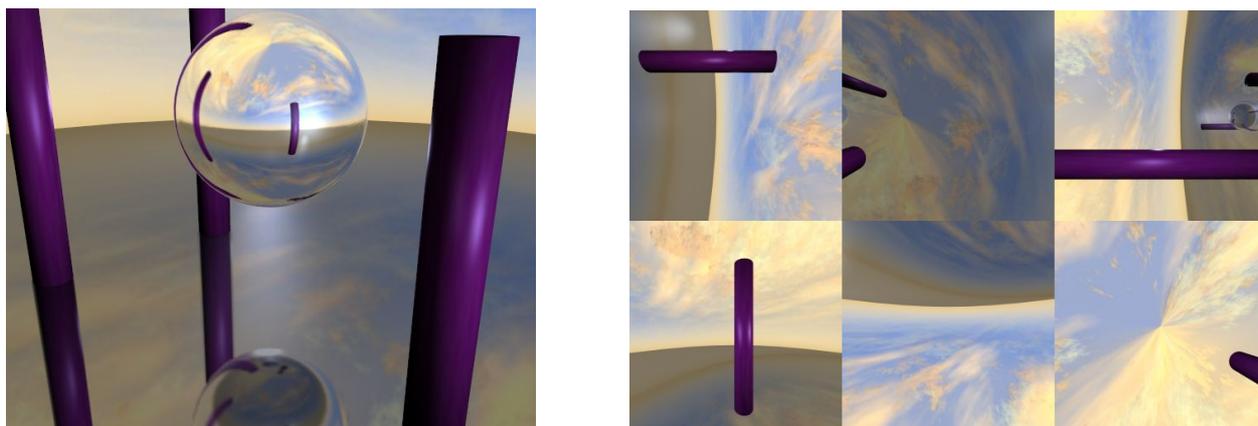


Illustrazione 3.28: Test su una sfera centrale e relativa EnvMap creata tramite proiezione del renderizzato circostante

Applicando l'EnvMap risultante allo skydome concentrico creato nella scena madre, otterremo, posizionando la vista sulla camera, l'effetto di essere circondati da un cielo realistico.



Illustrazione 3.29: Immagine EnvMap creata ed utilizzata per la scena

3.1.6 Compositing

Mediante il compositing, è possibile renderizzare non solo la normale immagine, ma anche i singoli canali. In pratica posso scegliere di renderizzare solo "alcune parti della scena" ad esempio la luce diretta, le riflessioni o solo le ombre. In tal modo, all'interno del node editor, avrò tutti i canali separati e li potrò comporre amplificando o limitando particolari effetti.

Sul terreno del Monte Sole, il compositor è stato ampiamente utilizzato per donare un effetto nebbia e un'atmosfera alla scena del volo.

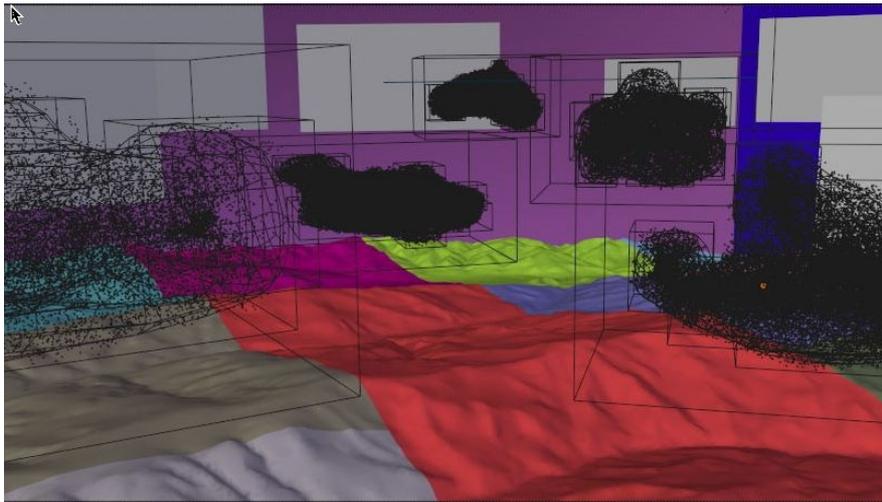


Illustrazione 3.30: Scena in wireframe/solid con tutti gli elementi visibili



Illustrazione 3.31: Scena pre-compositing. Il terreno ha tonalità bluastre e non presenta atmosfera in lontananza

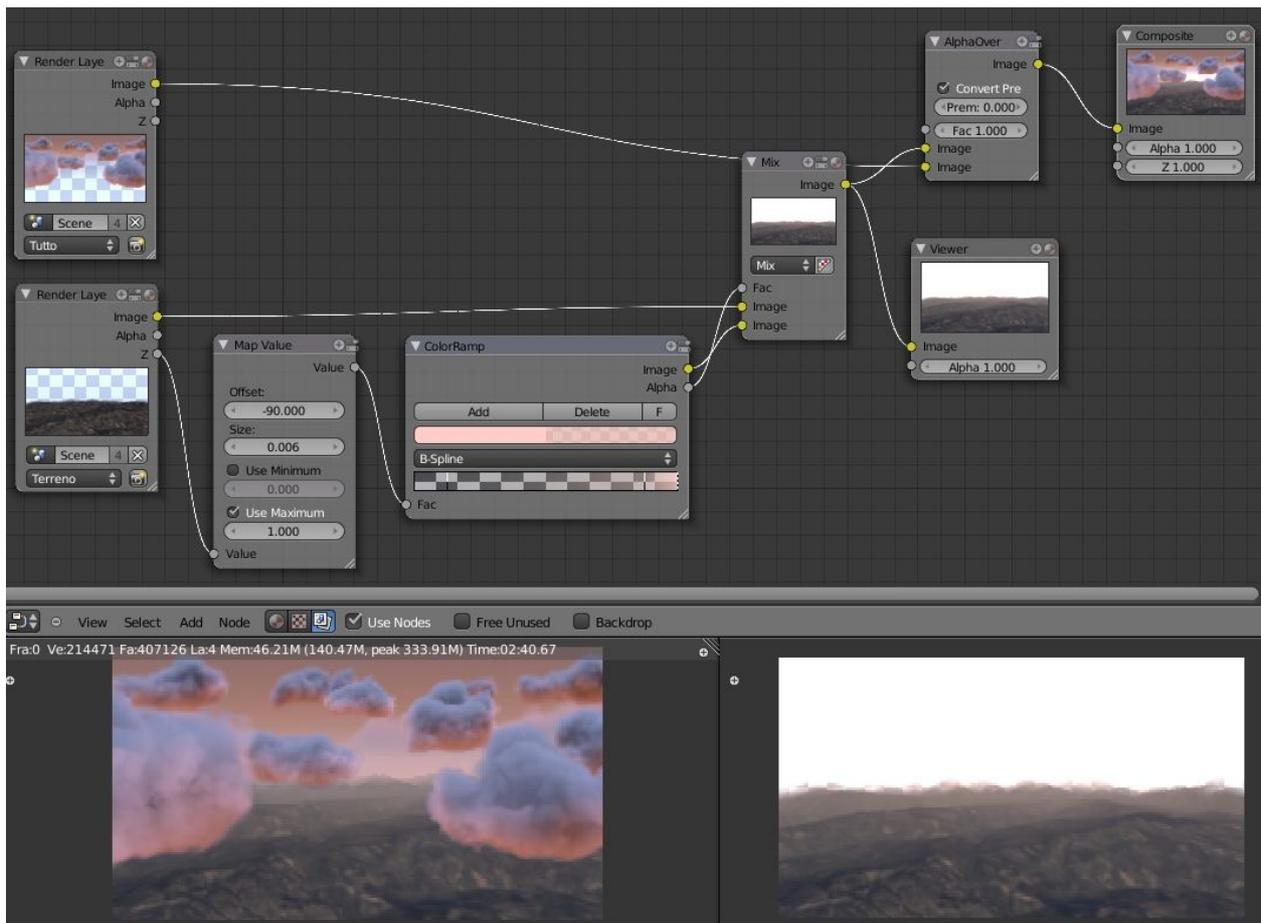


Illustrazione 3.32: Visione globale dei nodi di compositing utilizzati e delle finestre di preview “rendering” e “viewer”

Tali impostazioni si sono basate principalmente sulla z-depth: è stata dunque amplificata la nebbia circostante mano a mano che il terreno si distanzia dalla camera.



Illustrazione 3.33: Mappa z-depth del terreno isolata dal resto della scena mediante l’uso di canali, chiamati in Blender “renderlayers”

Le operazioni compiute con i nodi mediante compositing sono principalmente due:

- **Sovrapposizione di una sfumatura di colore, mediante il nodo “ColorRamp” sul terreno. Tale sfumatura è stata adattata lungo alla lontananza del terreno dalla camera mediante sovrapposizione, a mo’ di maschera, sulla z-depth.**

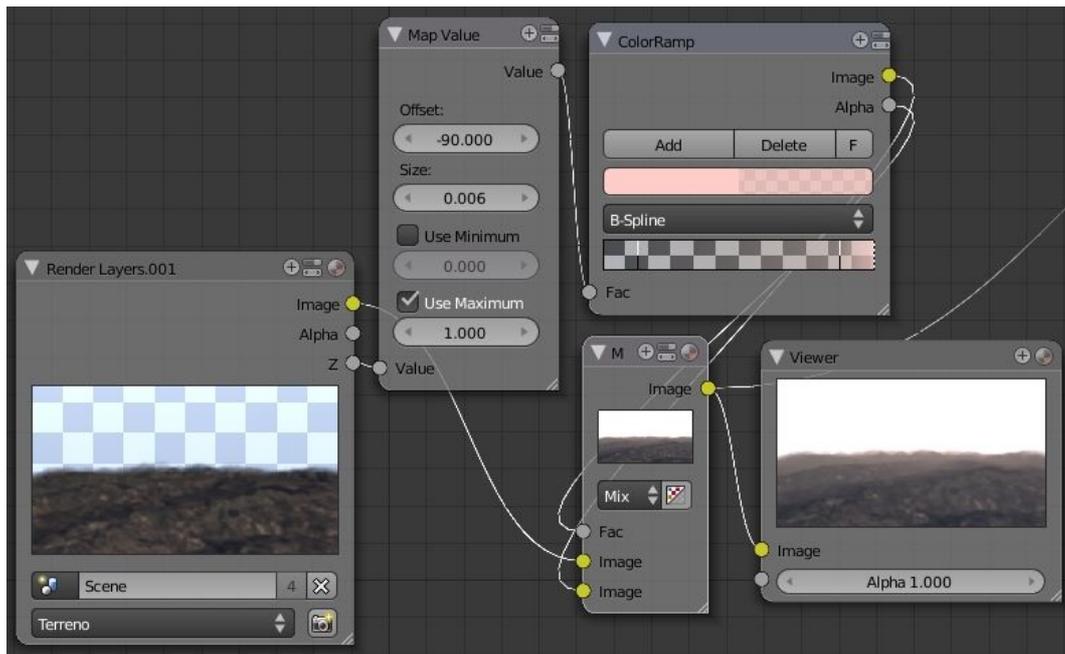


Illustrazione 3.34: Compositing del “Renderlayer” Terreno con la gradazione prescelta lungo la sua z-depth

- **Mix tramite canale alpha dall’immagine composta risultante dal passaggio precedente con l’immagine originale delle componenti restanti della scena, come le nuvole e lo skydome**

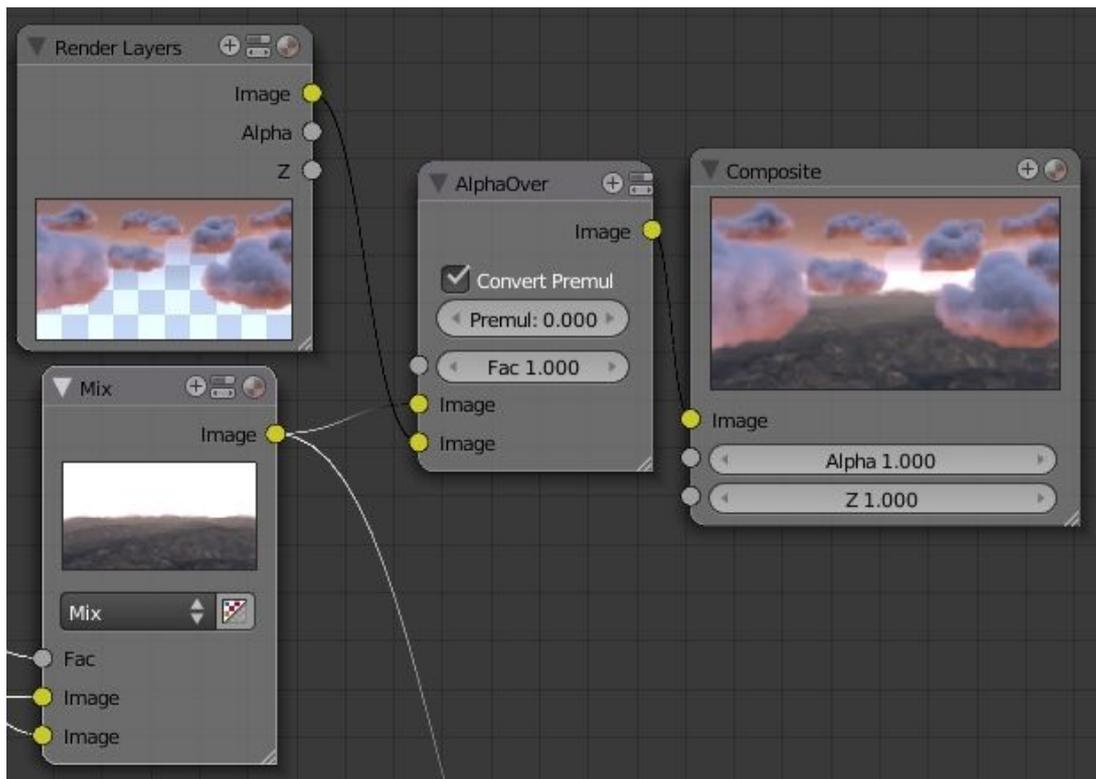


Illustrazione 3.35: Mix tramite canale alpha del terreno prima lavorato con il resto della scena

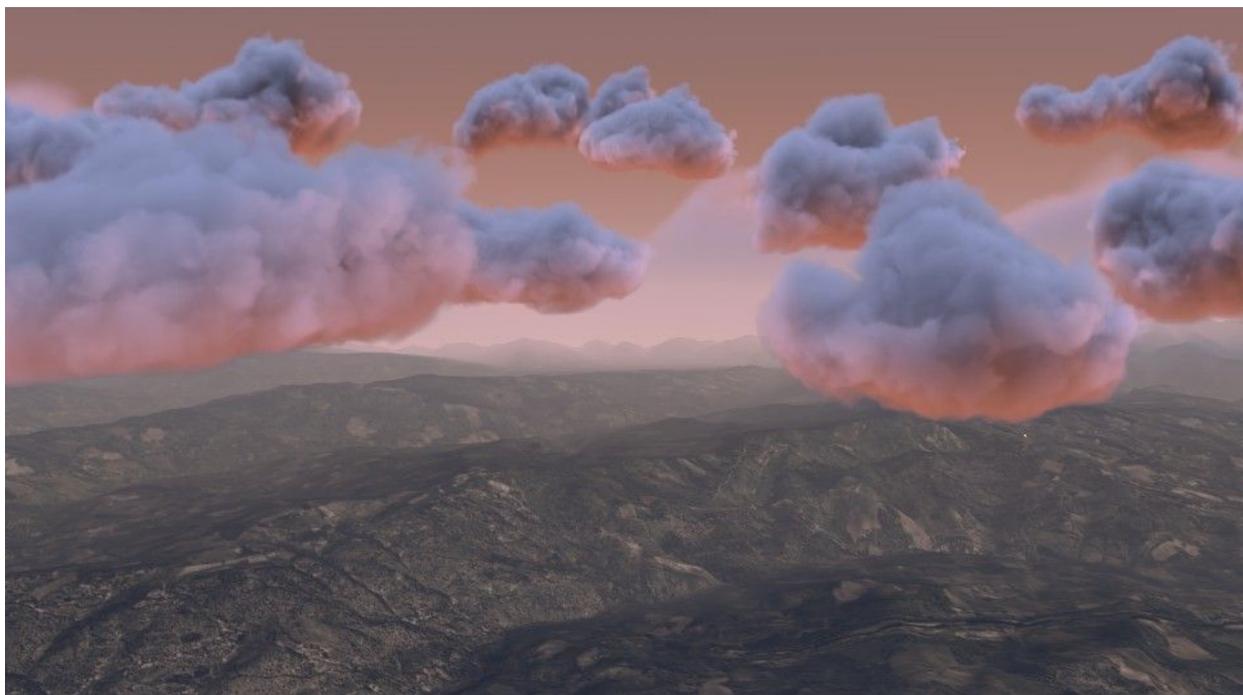


Illustrazione 3.36: Immagine finale risultante dal compositing

3.2 10-3 - Cippo

Nel set 10-3 viene raffigurata una pietra miliare posta a bordo di una strada in ciottoli che conduce a Roma; questo ambiente è stato sviluppato affidandosi ad una combinazione di tecniche semplici e di strumenti invece molto avanzati, così da ottenere scene malleabili per futuri ritocchi (da parte ad esempio degli illuminotecnici che imposteranno le luci nei set) ma al contempo sufficientemente dettagliate e particolareggiate.

3.2.1 Alberi e vegetazione

In questa scena vi sono modellazioni complesse, come quelle che contraddistinguono gli alberi 3D presenti sullo sfondo, in connubio con effetti ottenuti mediante i sistemi particellari di Blender, utilizzati per definire l'erba che si estende su tutto il terreno.

Una scena come questa, seppur di grande effetto, non è prioritaria ed essenziale per la narrazione della storia, dunque non doveva occupare troppo tempo nella pipeline (dalla progettazione alla realizzazione sino alla resa finale): per alleggerire il carico lavorativo sono stati infatti adottati alcuni modelli provenienti da progetti esterni, come “Big Buck Bunny” o BBB, un cortometraggio della Blender Foundation i cui contenuti (scene ambientate in un bosco, fitte di vegetazione particolareggiata) sono stati rilasciati gratuitamente alla comunità per fruizione e studi.

Dai complessi file Blender di questo capolavoro d’animazione, sono stati estratti ed importati nei nostri file gli alberi 3D che ritroviamo sul fondale della scena del cippo.



Illustrazione 3.37: Alberi 3D importati dal cortometraggio Big Buck Bunny

L’ambientazione così definita, è contornata da un insieme di soluzioni più convenzionali e “semplici”, come la scelta di usare billboard per lo sfondo e per le nuvole che popolano il cielo. Il fondale collinare è stato reperito da siti di texturing specializzati ed applicato ad un singolo piano, mentre le nuvole che si intravedono sopra al cielo, sono state pre-renderizzate a partire dalle esperienze maturate con la creazione della scena “Verso Roma”, con il volo nelle nuvole

volumetriche. Dopo la renderizzazione, la loro immagine è stata a sua volta applicata su dei piani billboard e posizionata nella scena in questione.



Illustrazione 3.38: Fondale costituito da un piano per le colline e da un insieme di piani per le nuvole pre-renderizzate

Un'altra metodologia sfruttata, soprattutto nei videogiochi per la creazione di vegetazione e piante in lontananza, è quella della combinazione di due o più billboard raffiguranti il medesimo albero, incrociate lungo l'asse Z (l'altezza), così da permettere allo spettatore di osservare comunque l'albero anche in caso questo sia ruotato. Tale metodologia, poichè non appesantisce la scena ed è abbastanza semplice da mettere in pratica, è stata ripresa ed applicata in massa ad una serie di alberi e vegetazione che compone lo sfondo, insieme al background collinare.



Illustrazione 3.39: Alberi costruiti ciascuno mediante l'incrocio longitudinale di due billboard

3.2.2 L'erba

L'erba è stata creata interamente con il sistema particellare integrato in Blender. È stata presa ispirazione dal già citato cortometraggio Big Buck Bunny, che ambienta molte scene in un bosco folto di vegetazione complessa, comprensiva anch'essa d'erba.

Mediante il tool particle system è possibile definire la mesh ed il tipo di emissione generato da questa: particellare o filiforme. Per la creazione di erba è stato ovviamente usato il tipo filiforme.

Dopo aver applicato alla mesh un sistema particellare, l'abbiamo configurato selezionando la tipologia filiforme (Hair, capelli), aumentando l'ammontare totale di particelle a 6000, i nostri fili d'erba e scegliendo un'emissione random ed even, che assicura un'emissione randomica ed equidistante allo stesso tempo.

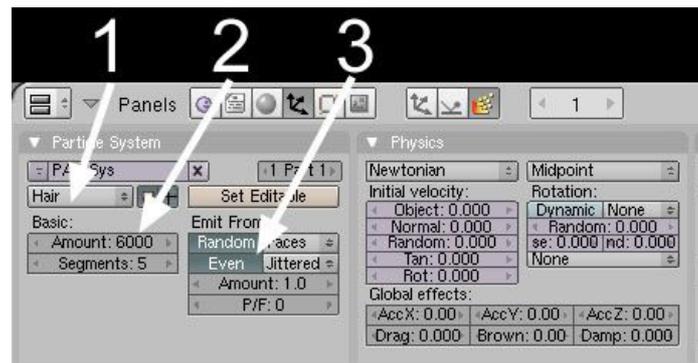


Illustrazione 3.40: Parametri basilari dei particle system

Abbiamo poi proceduto con la definizione dei parametri avanzati:

- **Normal Velocity:** la velocità rispetto alle normali della mesh, indica quanto saranno lunghi i fili d'erba a partire dalla mesh che li genera
- **Random Velocity:** aggiunge casualità all'erba generata, evitando l'effetto "prato rasato", cioè che sembri troppo perfetta
- **ZAcceleration:** cambiando questo parametro, si aggiunge gravità all'erba generata
- **Emitter:** comunica a Blender di renderizzare la mesh su cui appoggia il sistema particellare, oltre al sistema stesso.

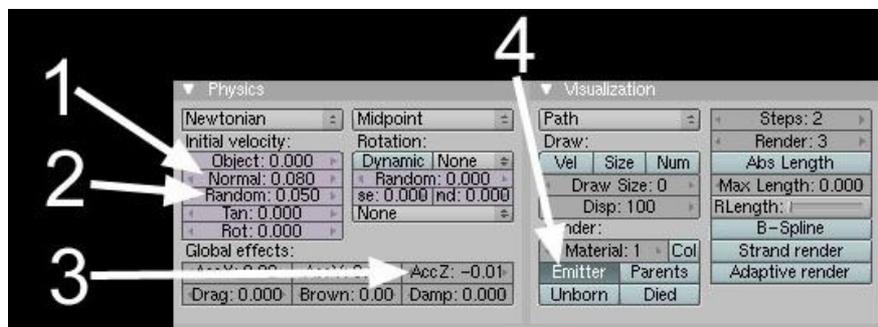


Illustrazione 3.41: Parametri aggiuntivi per gestire la gravità ed altre proprietà fisiche delle particelle

L'erba così realizzata non ha ancora un materiale applicato a se e apparirà grigia e lucente, come il materiale base di Blender.

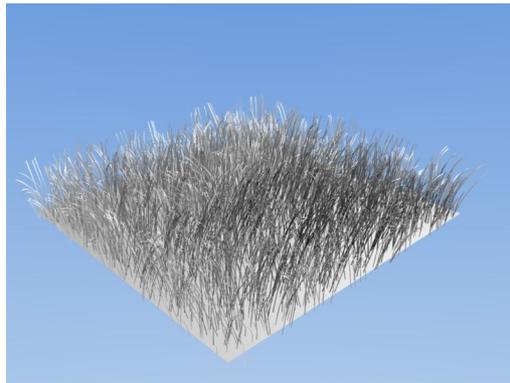


Illustrazione 3.42: Erba basilare, creata senza applicare un materiale alla mesh

La gradazione di colori applicata si è servita di due texture sovrapposte, la prima permette ai fili d'erba di avere, singolarmente, una gradazione di colore sfumata più naturale possibile:



Illustrazione 3.43: Colorazione ottenuta mediante l'editing di una colorband a 5 punti di controllo

La seconda introduce un ulteriore elemento di casualità, mediante una texture definita dots, composta da puntini che creano ciuffi più chiari nel nostro prato:



Illustrazione 3.44: Texture di tipo Distortednoise per creare randomicità nella colorazione del prato

Il nostro prato, seppur con una materiale, manca ancora di corposità e gli steli permettono di vedere cosa c'è sotto, sul terreno, cosa che solitamente non accade.

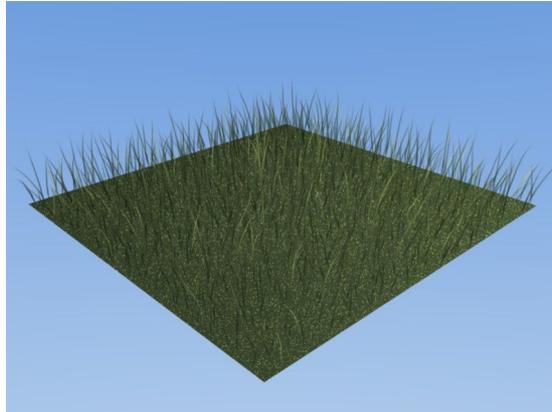


Illustrazione 3.45: Prato con materiale applicato

Perciò è stato introdotto nel sistema particellare il sistema di children o “figli” per far sì che, una volta impostati correttamente i parametri del nostro system, questi possano essere estesi a “ciuffi” di particelle figlie legate tutte alla stessa particella madre.

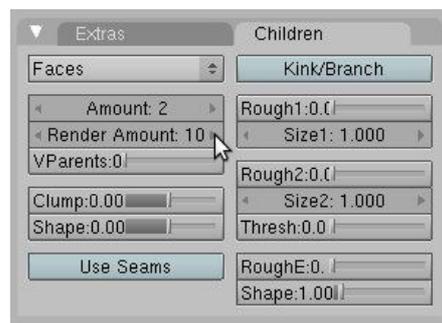


Illustrazione 3.46: Il tool children con le impostazioni per numero di fili visualizzati in stage 3D e renderizzati

Tale parametro permette di dare corposità e forma al nostro prato, che adesso assumerà sicuramente un aspetto maggiormente realistico.

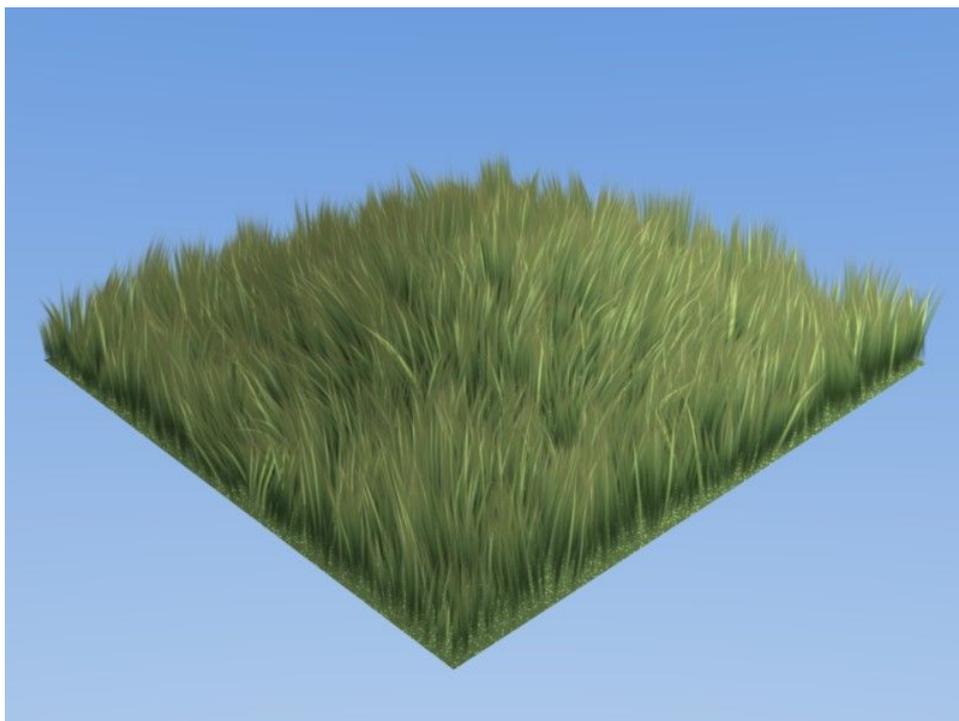


Illustrazione 3.47: Prato finale, emesso mediante particle system da tutta la mesh

Un ultimo ritocco per ottenere un prato realistico, utilizzato prevalentemente in questa, ma anche in altre scene (ad esempio nello shot 11 di via delle Moline e nella scena del Vaticano) è quello di variare lunghezza e densità dell'erba, basandoci su di una mappa apposita definita "weight map". Blender ci viene incontro mediante i "vertex group": insieme di vertici raggruppati e con un "peso" attribuito a ciascun gruppo.

Mediante l'uso combinato dei vertex group ai sistemi particellari, è possibile dunque controllare l'emissione di particelle da parte delle mesh.

Il tool permette comodamente di effettuare tale operazione, è il "weight paint" e, proprio come in un programma di disegno, presenta una tavolozza di colori corrispondente al relativo peso:

- **Blu: peso 0**
- **Azzurro: peso $\frac{1}{4}$**
- **Verde: peso $\frac{1}{2}$**
- **Giallo: peso $\frac{3}{4}$**
- **Rosso: peso 1**

All'aumentare del peso, il sistema particellare associato fa comparire erba più alte a più folta.

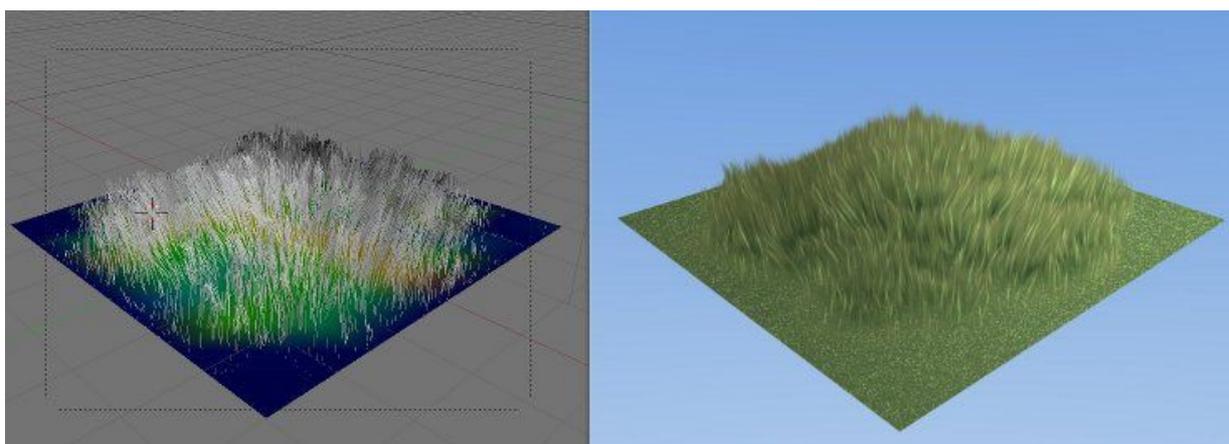


Illustrazione 3.48: A sinistra lo stage 3D con i colori della mappa dei pesi sotto l'erba particellare. A destra il relativo rendering

3.2.3 La pietra miliare

La scena non è filologicamente validata ma, inserita nel contesto del viaggio verso Roma, è stata sviluppata in maniera coerente con l'epoca storica analizzata.

Perciò abbiamo modellato la pietra miliare basandoci su reperti esposti ad oggi nel museo dell'Archiginnasio a Bologna.

Il cippo ricostruito segue le indicazioni degli storici collaboratori al progetto, che hanno fornito foto a supporto della modellazione.



Illustrazione 3.49: Pietra miliare esposta al museo dell'Archiginnasio di Bologna, presa come modello nel set per la creazione del cippo

Questi contenuti ci hanno anche permesso di sperimentare sui materiali della mesh sezionando porzioni di immagine dalle foto, al fine di isolare texture “rocciose”. Cercando di riprendere fedelmente il materiale che costituiva il modello, abbiamo abbandonato i tentativi di texturizzazione mediante foto e si è arrivati invece alla definizione di una texture del tutto procedurale, calcolata cioè matematicamente dal computer, che simula l’effetto pietra adatto allo scopo.



Illustrazione 3.50: Viste del cippo con il materiale procedurale

3.2.4 Il ciottolato

Una delle componenti maggiormente articolate della scena, è il complesso ciottolato, nel quale è stato fatto largo uso di modificatori di forma, aggiunti e sovrapposti, al fine di raggiungere il risultato desiderato. Un modificatore è uno strumento che si applica ad un intero oggetto 3D e che può influenzare la forma, la dimensione, la definizione e molte altre proprietà della sua mesh poligonale.

Ogni modificatore solitamente aumenta il livello di complessità di calcolo necessario a visualizzare ed a renderizzare una scena, motivo per cui è possibile solo teoricamente applicare decine di modificatori, ma la scena diventerebbe troppo complessa ed esigente in termini di risorse per essere sostenuta dal calcolatore, motivo che ci ha spinto a non esagerare nel dettaglio di sovrapposizione di tali modificatori.

I modificatori utilizzati sono di due tipi:

- **Displacement Map:** La mappatura dello spostamento è una potente tecnica che permette ad un input texture, sia procedurale che immagine, di manipolare la posizione delle facce renderizzate. A differenza delle mappature Normal e Bump, dove le normali sono stirate per dare un'illusione di rilievo, questo crea dei rilievi reali. Essi proiettano ombre, coprono altri oggetti e fanno ogni cosa che una normale geometria può fare.

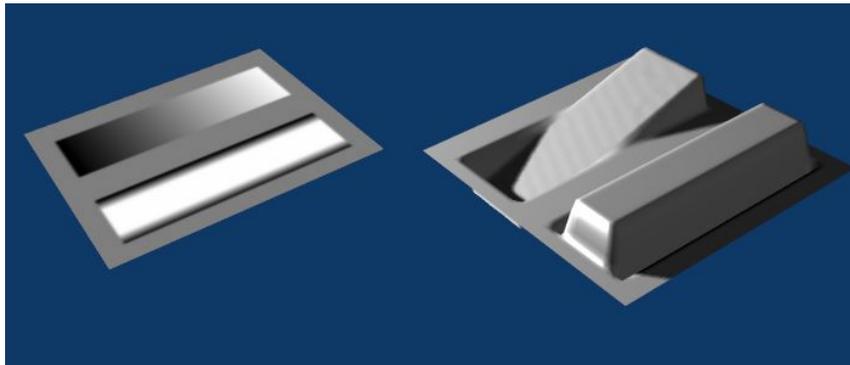


Illustrazione 3.51: A sinistra una texture di displacement map, a destra il relativo sbalzo della mesh

- **Subdivisio Surface:** Con una qualsiasi Mesh normale come punto di partenza, Blender può calcolare al volo una suddivisione morbida, mentre si modella o durante il rendering, tramite la Suddivisione delle Superfici mediante l'algoritmo Catmull-Clark o in breve SubSurf. Il SubSurf è un algoritmo matematico per calcolare una suddivisione "levigata" di una mesh. Questo consente un'alta risoluzione della Mesh nella modellazione, senza dover mantenere e salvare una gran quantità di dati. Permette di avere un aspetto "organico" liscio per i modelli.

Dopo aver creato un ciottolato molto semplice con una serie di mattoni incastonati, ripetuta lungo il percorso, la scena risultante era un terreno totalmente piatto come raffigurato in figura:

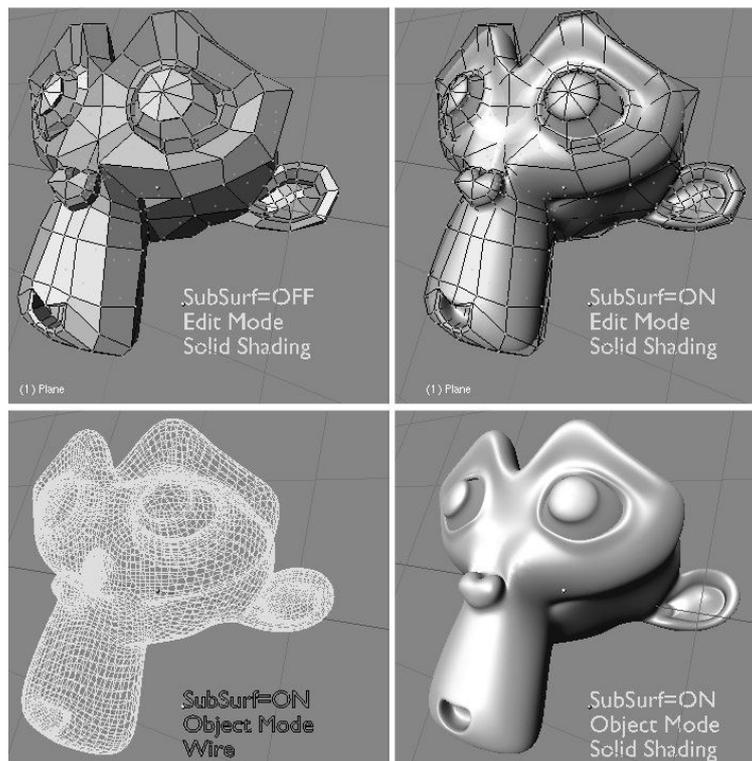


Illustrazione 3.52: Esperimenti su Suzanne, mesh di esempio in Blender, dell'applicazione del subdivision surface (SubSurf)



Illustrazione 3.53: Ciottolato semplice di mattoni incastonati

Sono stati dunque sovrapposti 5 modificatori a cascata.

Modificatore 1:



Illustrazione 3.54: Primo modificatore displacement

La displacement map applicata con il primo modificatore distorce casualmente la mesh mediante l'applicazione di una mappa noise(mappa di rumore) procedurale.

Modificatore 2:



Illustrazione 3.55: Secondo modificatore displacement

La displacement map applicata con il secondo modificatore distorce ritmicamente (a dente di sega) la mesh lungo la coordinata x, ossia la larghezza del percorso. La mappa è stata ricavata dall'applicazione di una texture di colori costruita ad-hoc nello strumento colorband.



Illustrazione 3.56: Mappa di colori creata a partire da un semplice blend (sfumatura)

Modificatore 3:



Illustrazione 3.57: Primo livello di subdivision surface

Con il terzo modificatore, applicato “sopra” ai due precedenti, si va ad utilizzare un primo livello di Subdivisio Surface, o SubSurf. Tale tool permette di ingentilire gli spigoli vivi del ciottolato, a discapito della leggerezza poligonale della mesh

Modificatore 4:

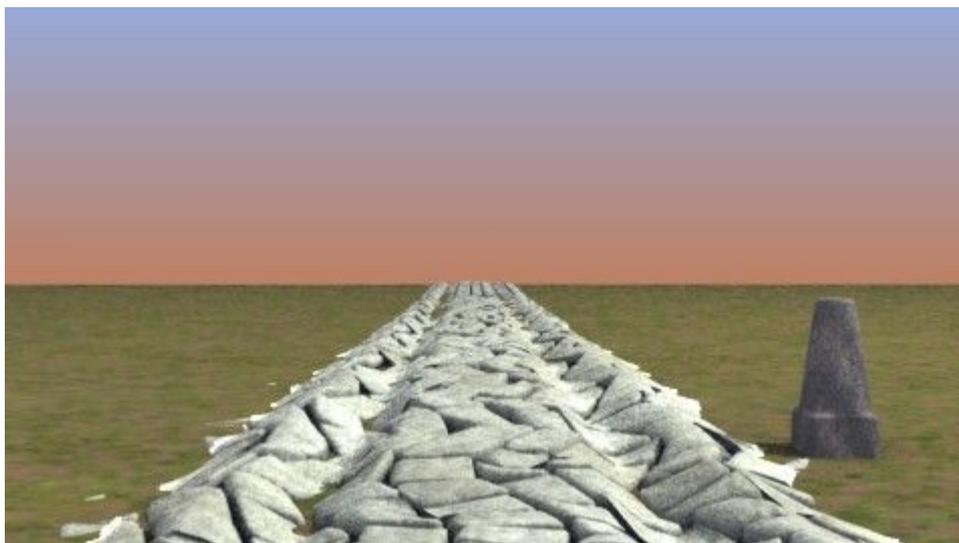


Illustrazione 3.58: Terzo modificatore displacement

La displacement map applicata con il quarto modificatore va a creare i solchi che stanno ad indicare il punto di passaggio di carri. Qui i ciottoli sono più consumati, quindi più sottili. Il displace in questo caso è stato applicato lungo la lunghezza della mesh, cioè lungo la coordinata Y. La texture utilizzata è una modifica di quella sfruttata nel modificatore 2.

Modificatore 5:

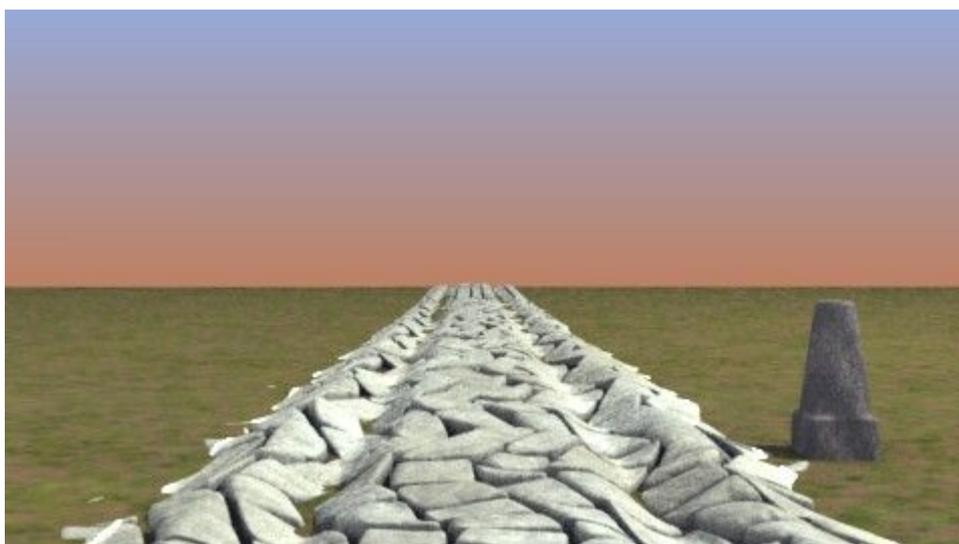


Illustrazione 3.59: Secondo livello di subdivision surface

Un ultimo livello per aggiungere dettagli a mezzo del SubSurf permette di ottenere superfici perfettamente levigate e attribuibili a ciottoli consunti dal tempo.

Alcuni di questi modificatori sono stati altresì applicati a dei piani sottostanti al ciottolato. Ciò è servito per permettere l'aggiunta di un riempimento e di ciuffi d'erba che spuntano correttamente tra i ciottoli, evitando che essi spuntino dal corpo delle pietre



Illustrazione 3.60: Livello con riempimento ed erba del ciottolato

Questa scena, nella sua semplicità, è stata una dura prova per la realizzazione complessa di mesh e, grazie anche al particle system usato nella creazione del prato, ha rappresentato un'ardua sfida nella creazione ed integrazione di vegetazione complessa in un software 3D.

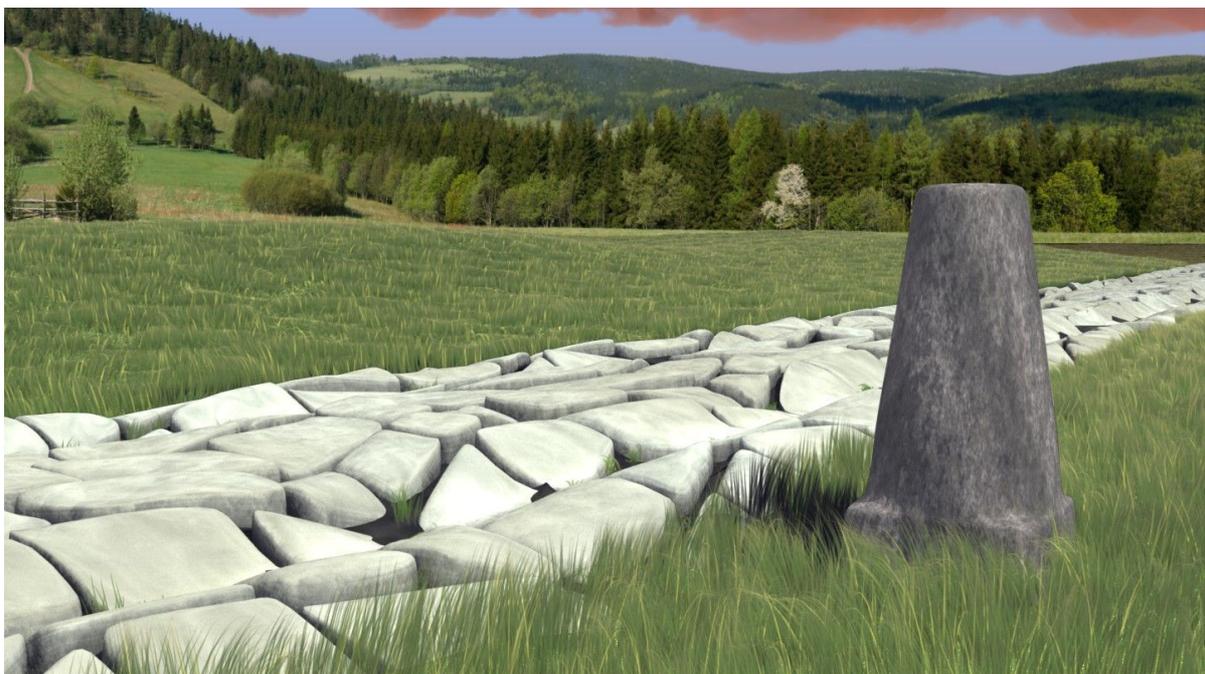


Illustrazione 3.61: Scena Cippo completa (renderizzata senza alberi sullo sfondo per accelerare i tempi di rendering)

3.3 10-4 - Cartina

Nella scena 10-3 Apa scende verso il centro della città di Roma nell'anno 1588: a tal proposito avremmo dovuto ricostruire l'intera cittadina in 3D, tuttavia questa sarebbe stata una soluzione logisticamente poco conveniente, data anche la breve durata dello shot.

Si è deciso quindi di risolvere evitando l'uso del 3D per la ricostruzione della città, ad esempio mediante CityEngine, optando per l'applicazione di un'autentica mappa del XVI sec.

3.3.1 Mockup

Apa si tuffa dunque al centro della cartina in uno shot con camera ferma.

Tali direttive ci danno già un'idea sulla possibile creazione della scena, in quanto Apa non viene coperto da nessun oggetto, dunque lo stage potrebbe essere composto da un semplice piano che riproduca la cartina su di una texture.



Illustrazione 3.62: Mockup basilare dello shot.

3.3.2 Fonti

A partire dai primi anni del XV secolo Roma torna a riprendersi quella supremazia che negli anni precedenti era venuta a mancare. Roma divenne dunque il centro mondiale del Cristianesimo e ciò è tutto a nostro vantaggio dato che abbiamo senza complicazioni una mappa romana digitalizzata in buona qualità.



Illustrazione 3.63: Cartina utilizzata come fonte base per l'editing

La mappa in questione ha una buona risoluzione: 2059x1150 pixel

Ciò significa che è altresì adatta per una visualizzazione all'interno di scene in fullHD (a 1920x1080 px) senza sgranature o sfocature.

3.3.3 Ritocco in The GIMP

Alcuni elementi della mappa sono irrimediabilmente mancanti, vi è dunque un buco centrale e delle linee che indicano punti di piegatura, oltre ad altri buchi o piccoli tratti consunti. Queste situazioni sono state corrette mediante l'uso del software di elaborazione di immagini The GIMP.

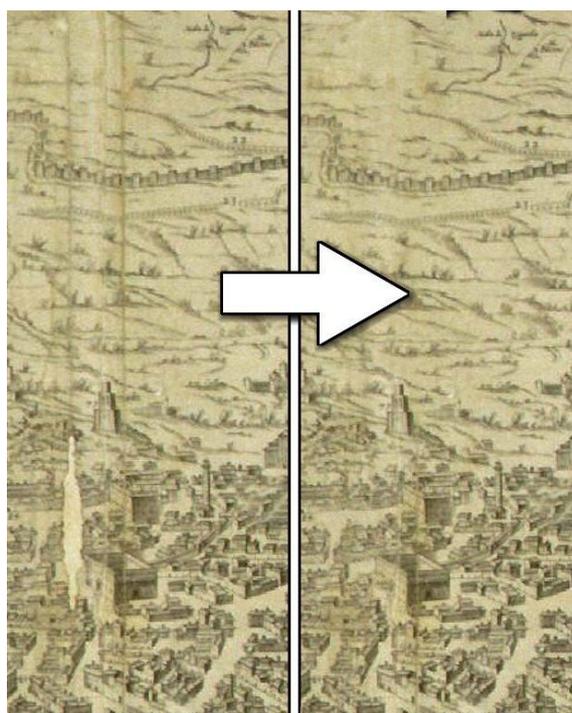


Illustrazione 3.64: Copertura del buco centrale

La correzione è avvenuta in prevalenza mediante l'uso dello strumento “Clona”, tramite il quale sono state prelevate porzioni di immagini contestualmente simili e applicate sulle porzioni da correggere.

Inoltre in alcuni punti è stato necessario rimuovere linee verticali dove probabilmente vi è la linea di piega della mappa cartacea. Perciò tramite una selezione mirata ad evitare elementi corretti ed a riquadrare solo zone da correggere, è stato applicato lo strumento “sfumino” per limitare l'evidenza di tali linee.

Un altro strumento utilizzato è stato quello di pulizia dal rumore che, assieme alla filtro “Gaussian Blur”, hanno permesso di ottenere un risultato maggiormente omogeneo, libero da imperfezioni del tempo.

3.3.4 Un insieme di piani

La scena, limitata all'uso di un solo piano per la mappa, sarebbe comunque risultata troppo piatta per un ambiente stereoscopico. Da tale osservazione si è pensato di incrementare il numero di livelli in sovrapposizione, così da avere comunque semplici piani, ma in multilivello.

Le immagini in questo caso sono state tutte elaborate a partire dalla cartina romana.

Livello 1:

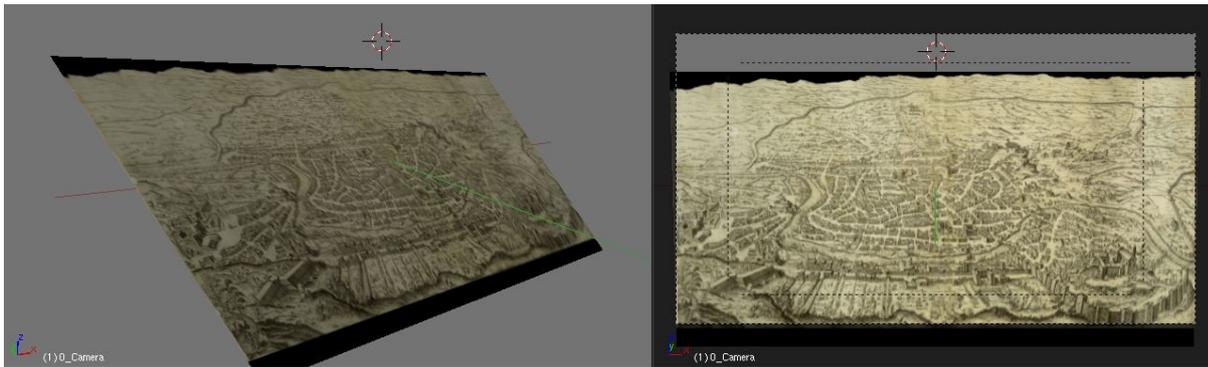


Illustrazione 3.65: Livello posteriore con la cartina in toto, escluso il cielo, ad occupare la vista dell'inquadratura (a sinistra)

Livello 2:

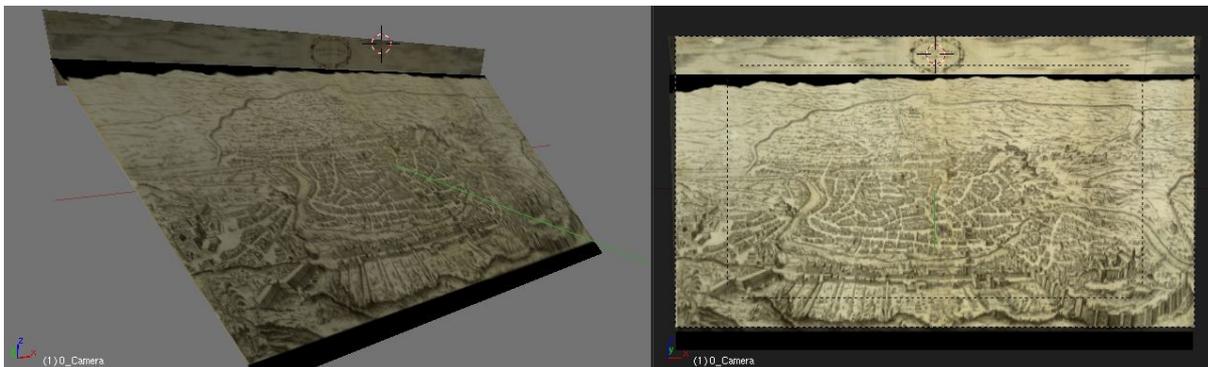


Illustrazione 3.66: Livello secondario con il cielo immediatamente dietro alla mappa e posto parallelamente all'inquadratura

Livello 3:

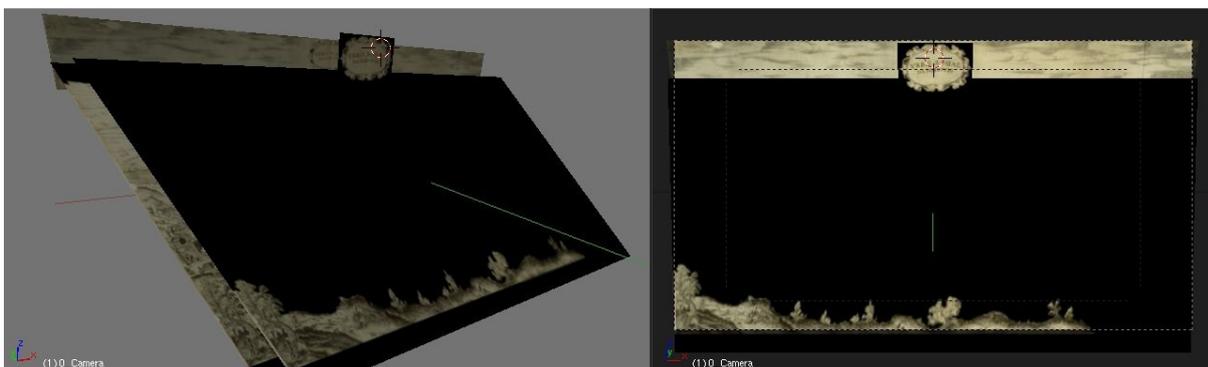


Illustrazione 3.67: Livello anteriore, con colli ed arbusti in primo piano.

In questo caso il piano anteriore degli arbusti oscura quello posteriore con una porzione di immagine nera (visibile in figura), questo poichè nella previsualizzazione dello stage 3D, di norma,

non è abilitato l'effetto di trasparenza che queste texture possiedono in corrispondenza del colore nero.

Livello 4:



Illustrazione 3.68: Livello anteriore al cielo, con lo stemma della cartina portato in rilievo

Z-Depth della scena:



Illustrazione 3.69: Mappa z-depth della scena

Com'è possibile notare dalla mappa z-depth, la scena si presenta con un'inclinazione che vede la parte inferiore dell'inquadratura, protendere verso lo spettatore, mentre mano a mano che si sale il piano si allontana sino al cielo, il piano più distante dalla camera. Sporgono inoltre visibilmente lo stemma in alto, che amplificherà l'effetto tridimensionale e, non visibile nella z-depth, gli arbusti in primo piano, utili anch'essi a creare contrasto spaziale.

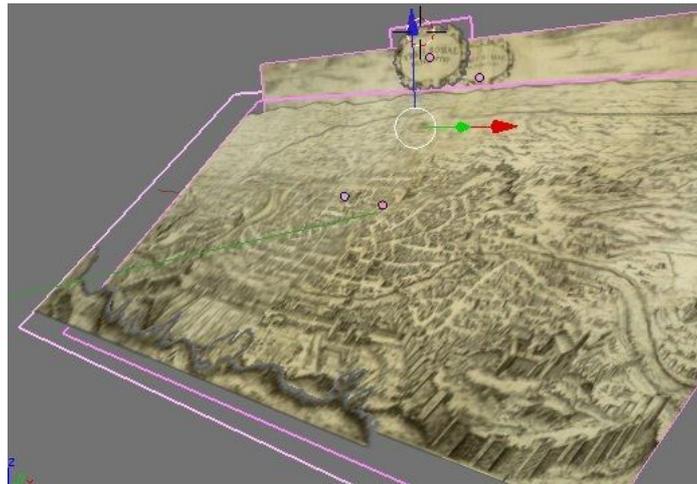


Illustrazione 3.70: Anteprima con trasparenza dei piani (alpha mode) nello stage 3D

La sovrapposizione è stata effettuata nello spazio 3D mediante piani inclinati, così da amplificare l'effetto di tridimensionalità che verrà messo in atto unicamente dalla riproduzione stereoscopica del corto, difatti osservando il prodotto finito in un rendering 2D, ritroviamo semplicemente la proiezione della mappa iniziale.

3.4 10-5/6 - Vaticano

Dopo il tuffo nel reticolo urbano, Apa fa la sua comparsa in piazza del Vaticano. Lo shot 10-4 è ambientato anch'esso nel 1588 e perciò il nostro protagonista non trova il colonnato del Bernini o la facciata della Basilica ad attenderlo, bensì un Vaticano ampiamente differente da ciò che vedremo ora. Da ciò è partito uno studio portato avanti mediante strumenti informatici ed analisi di fonti pittoriche.

3.4.1 Fonti

Una prima indagine sull'aspetto della piazza, ci ha permesso di definire linee guida sulle possibili inquadrature: alcuni dipinti dell'epoca erano infatti già presenti in forma digitale negli archivi cineca.

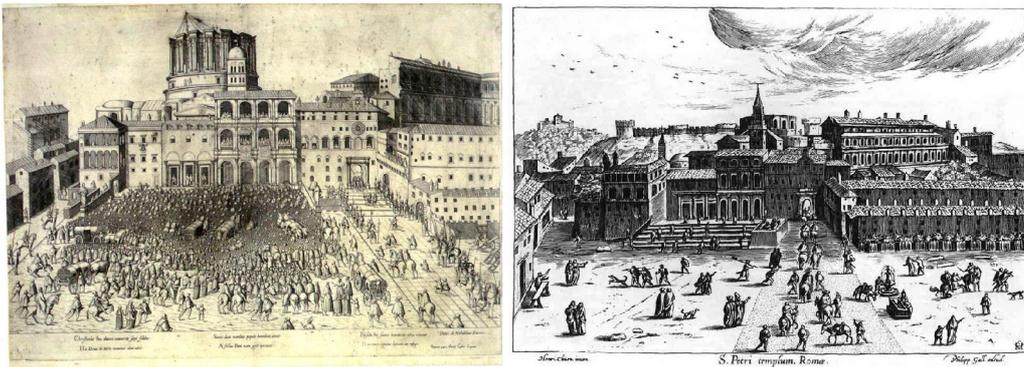


Illustrazione 3.71: Piazza del Vaticano. Anni 1580-1590

Da tali dipinti è stata subito chiara la conformazione della piazza e delle costruzioni circostanti, mentre rimaneva da indagare sulla posizione di tali costruzioni. Piazza del Vaticano, infatti, vide cambiamenti radicali riguardanti la disposizione dei palazzi circostanti e, dopo la rinascita della chiesa avvenuta proprio intorno al XV, XVI sec, vi fu un vero e proprio “boom edilizio” che portò i Papi di quel periodo a voler imprimere il proprio nome nella storia con la creazione di meravigliosi edifici e con imponenti modifiche alla geografia del luogo. Fu così ad esempio che si decise di spazzare via la vecchia San Pietro per costruirne quella che è arrivata fino ai nostri giorni.

Se da un lato avevamo chiare informazioni sulla conformazione della piazza, non era ben definita la posizione della vecchia facciata rispetto a quella attuale. A tal proposito, abbiamo effettuato indagini sulla vecchia basilica di San Pietro ricostruendo mediante SketchUp un blocco della medesima, ripreso da un'antica raffigurazione.

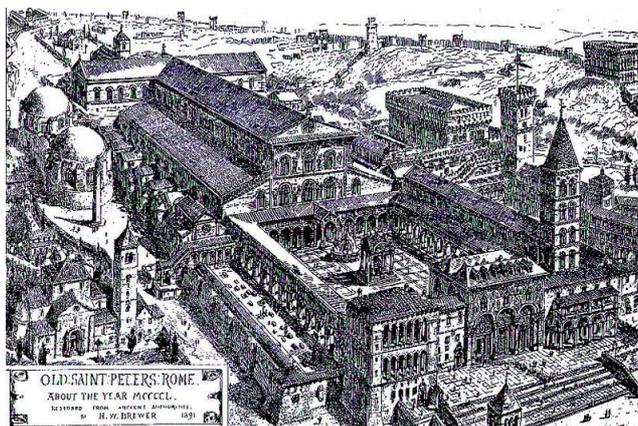


Illustrazione 3.72: Antica San Pietro, con la facciata non dissimile da quelle presenti negli altri dipinti.

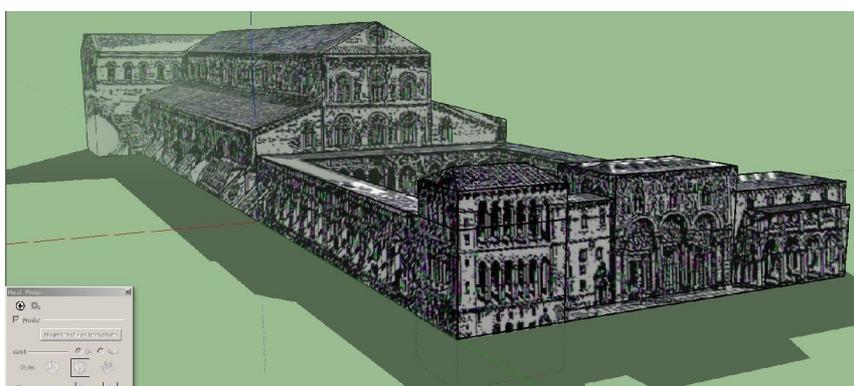


Illustrazione 3.73: Blocco dell'antica basilica ricostruito mediante SketchUp ed il tool MatchPhoto

Da tali ricostruzioni è stato possibile risalire alle dimensioni occupate dalla vecchia basilica e, mediante un confronto con wikimapia, un tool di mappe online georeferenziate, abbiamo stimato la posizione della vecchia facciata sulla mappa del Vaticano odierno.



Illustrazione 3.74: Confronto della nuova Basilica con la silhouette della piante dell'antica San Pietro.

Tale silhouette esclude il chiostro con fontana, che si trovava dinnanzi alla basilica precedente, raffigurando la chiesa a partire dalla navata centrale. Da ciò abbiamo calcolato le proporzioni spaziali, per scoprire infine che la nuova facciata si trovava in mezzo alla piazza del Vaticano e da questa ultima misurazione abbiamo iniziato a disporre geograficamente gli oggetti della nostra scena.

Inoltre le scene analizzate precedentemente (Il volo verso Roma, il cippo e la mappa romana) sono fuori scala, ciò significa che non rispettano la convenzione che ci siamo imposti di seguire dove 1 Blender Unit = 1 metro. Le soluzioni precedentemente proposte non seguono tale convenzione poiché ritraggono paesaggi fittizi o troppo vasti per permettere una misurazione precisa.

Questo shot invece doveva avere la scala corretta, dunque ci siamo basati sulla mappa attuale del Vaticano e sulla posizione effettiva della vecchia basilica per tracciare quale fu la posizione della facciata del 1588 rispetto agli elementi oggi esistenti.

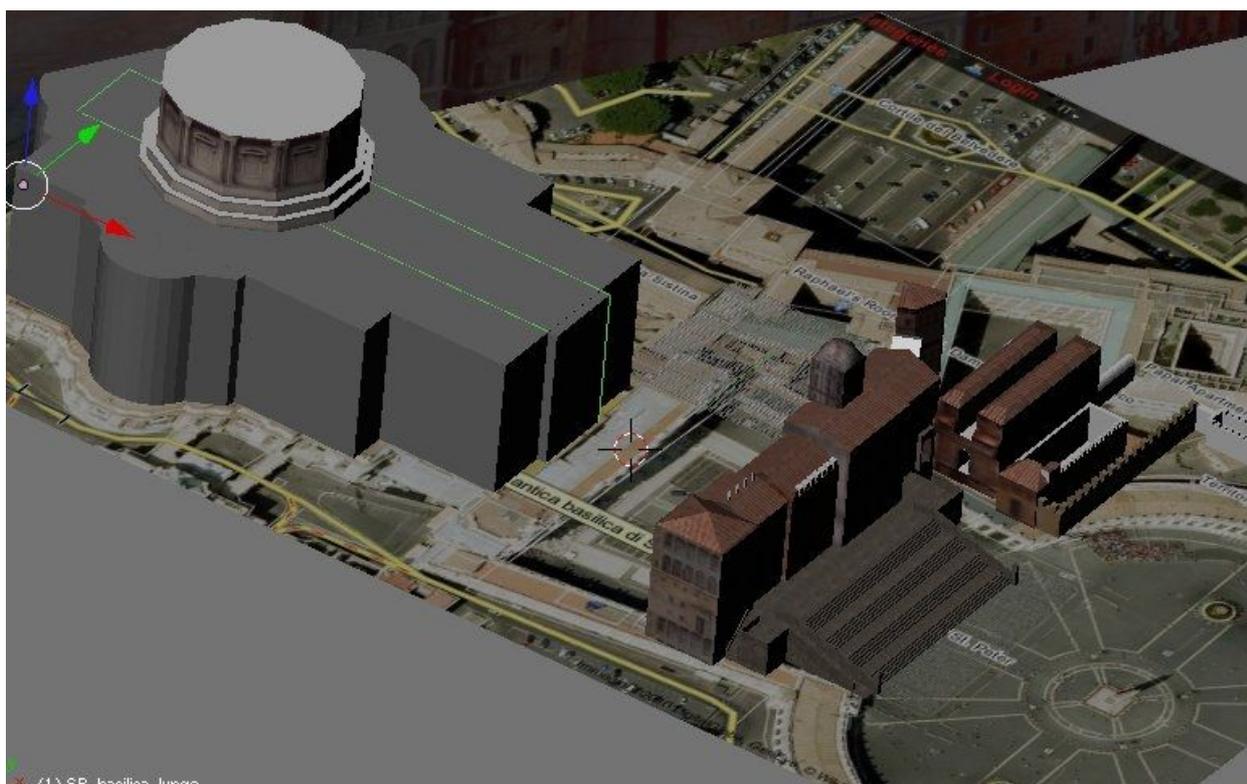


Illustrazione 3.75: Low poly costruito sugli elementi attualmente esistenti, indicati nella mappa di wikimapia sottostante il lowpoly

3.4.2 Mockup

Il mockup è servito ad incorporare le informazioni filologiche, rintracciate mediante le ricerche precedentemente esposte, nell'inquadratura dettata dal breackdown e dallo storyboard.

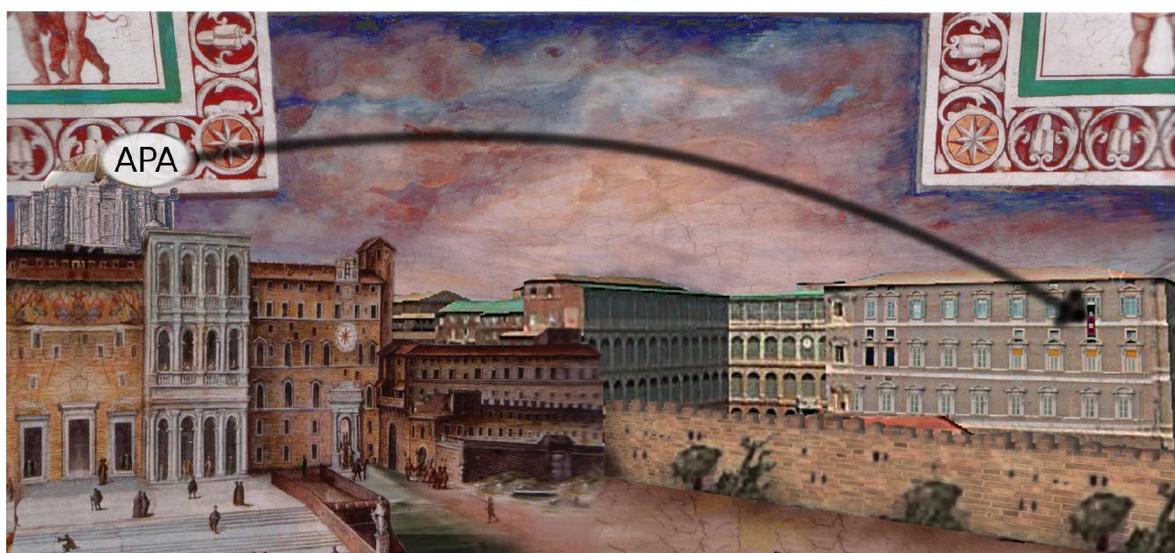


Illustrazione 3.76: Mockup della scena Vaticana realizzato mediante combinazione di fonti pittoriche 2D ed elementi 3D ripresi da svariati tool online

Tale pratica è stata molto utile nel restringere il campo visivo, restringendo di conseguenza il campo di indagine, poiché ci ha permesso di scartare elementi da ulteriori ricerche storiche: la pavimentazione ed il livello terra del cortile San Damaso, il corpo della basilica e le case al fianco della piazza sono state tutte eliminate dagli studi in quanto non comparivano visivamente nello shot. Il mockup è stato realizzato mediante una combinazione di elementi bi e tridimensionali: la piazza e le case nella facciata del San Pietro sono state direttamente tratte da una fonte pittorica, mentre il cortile San Damaso ed il Palazzo Apostolico sono frutto dell'editing di una vista di Google Earth (con prospettiva orientata similmente allo shot).

Il Palazzo Apostolico è stato poi modificato sovrapponendo una foto in alta qualità al fine di osservare meglio l'obiettivo del volo di Apa, ossia la finestra con lo stendardo papale.

Il cielo e gli elementi di sfondo sono anch'essi ripresi da una pittura.

3.4.3 Modellazione

Da questa disposizione ha preso il via la definizione del lowpoly, mediante i “cubotti” che dispongono nella scena 3D gli ingombri e gli edifici principali. Da ciò gli animatori potranno tracciare i cammini della camera e dei personaggi e vi saranno inoltre le basi per la modellazione high poly



Illustrazione 3.77: Rendering del low-poly, costruito sulla base del mockup, con piani billboard per lo sfondo e le quinte

Successivamente alla modellazione a bassa poligonazione, abbiamo sperimentato una texturizzazione preliminare, avvenuta mediante ritocco ed applicazione di ritagli di uno dei dipinti utilizzati in primis per lo studio delle fonti: tale texturizzazione primordiale si è rivelata utile al fine di teorizzare ancor meglio la disposizione delle palazzine occupanti la facciata della SanPietro dell'epoca, ad esempio mediante test sulle ombreggiature degli edifici.

La modellazione definitiva high poly, ha preso il via a partire dai bounding boxes del low poly, i quali sono divenuti i confini effettivi di ogni casa e palazzina.

Alcuni palazzi della facciata sono stati modellati scolpendo a partire da un'unica mesh, altri invece hanno preso forma prima dalla modellazione di un singolo elemento, come una colonna o una loggia che poi, mediante lo strumento array, è stato riprodotto e istanziato per formare un colonnato o un loggiato.

L'array permette di spostare le istanze ripetute nello spazio, indicandoci lo step spaziale dopo il quale riprodurre l'istanza successiva. È possibile ovviamente inserire il numero di istanze ed altri parametri avanzati come la funzione di "merge" tra istanze vicine, che permette di evitare la comparsa delle righe di giunzione fondendo tutte le istanze in un singolo oggetto raccordato.



Illustrazione 3.78: Cortile San Damaso, modellato mediante istanziazione di una singola loggia



Illustrazione 3.79: Edificio della facciata, modellato anch'esso mediante colonnati istanziati nello spazio

Una tecnica simile, ma con un'ulteriore particolarità, è stata adoperata per la definizione in alta poligonazione del tamburo della Basilica di San Pietro, allora incompleta e senza cupola.

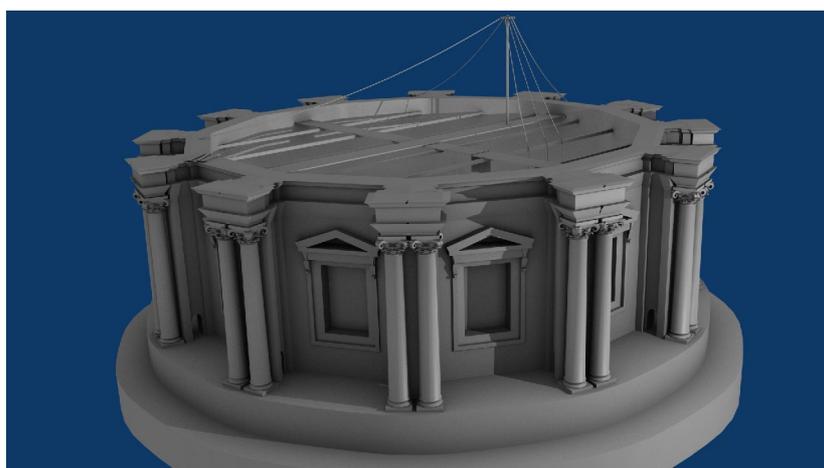


Illustrazione 3.80: Tamburo della Basilica di San Pietro, incompleto nell'anno in cui è ambientata la scena

Qui la creazione della mesh presupponeva la modellazione del tamburo composto da dodici “spicchi” identici.

Tale esigenza ci ha portato a sperimentare una nuova metodologia di modellazione tramite array, usando l'array istanziato rispetto ad un oggetto: è stato creato un empty, un oggetto di riferimento vuoto (appunto "empty") da inserire al centro del tamburo; abbiamo poi associato l'array all'empty e, ruotando quest'ultimo di $360^\circ/12$ gradi, abbiamo formati i 12 spicchi a partire da uno unico lato editabile.

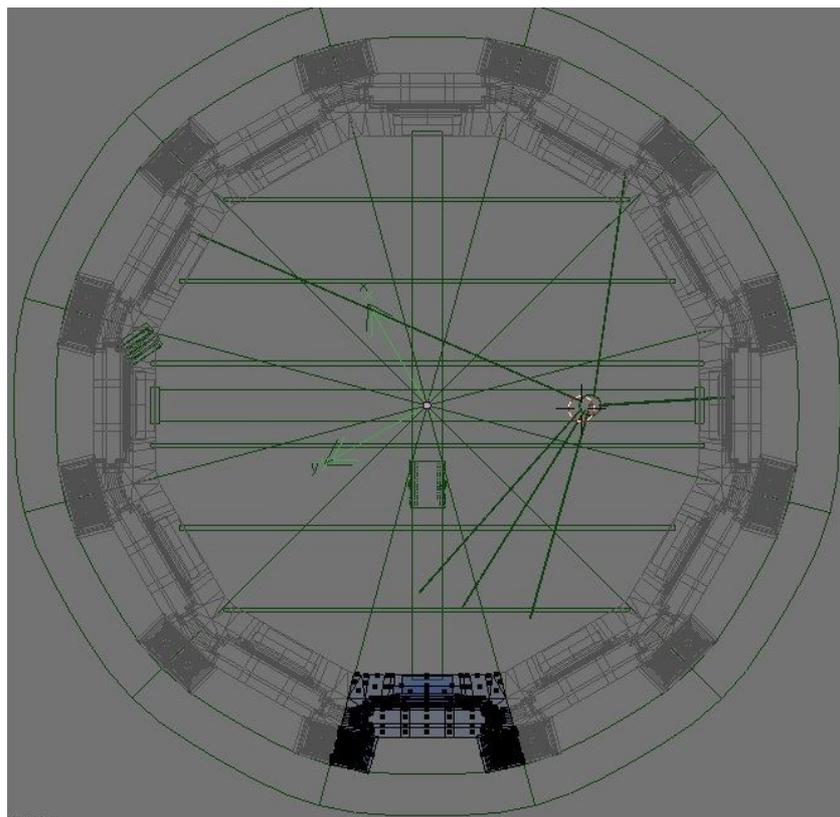


Illustrazione 3.81: Tamburo della Basilica suddiviso in spicchi istanziati grazie a un empty centrale (in verde al centro).

3.4.4 Texturing

Nella scena sono stati utilizzati svariati materiali, per la maggior parte associati ad immagini, per dare colore e "vita" agli edifici rappresentati. Sono state elaborate infatti oltre 100 texture, prevalentemente a partire da fotografie o da immagini di materiali, al fine di decorare tutti gli oggetti di scena.

In alcuni casi il texturing ha alleggerito notevolmente la scena in fase di modellazione, questo poichè sono state adoperate delle billboard per oggetti complessi come statue, decorazioni e bassorilievi, che altrimenti avrebbero richiesto molte ore ed impegno nella modellazione.

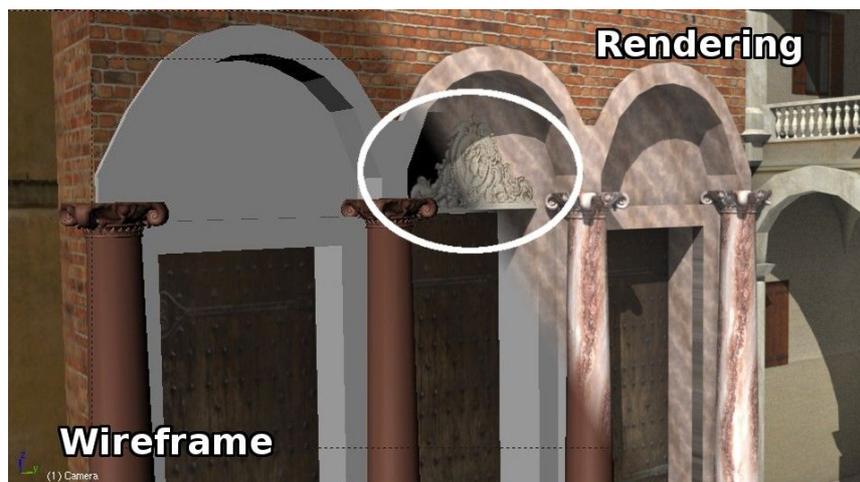


Illustrazione 3.82: Bassorilievo decorativo della casa di una facciata, ricavato mediante billboard con l'uso di normal maps

Le statue in figura sono state direttamente ricavate da un dipinto dell'epoca, applicate poi ad una billboard e rafforzate mediante le normal maps per incrementare l'effetto rilievo.



Illustrazione 3.83: Statue ai lati della antica scalinata di piazza San Pietro

Le decorazioni dell'obelisco sono state riprese direttamente dalle decorazioni attuali e modificate in The GIMP, inserendo trasparenza e riprendendo la doratura, ad oggi scomparsa. Sono state poi inserite nello spazio 3D mediante l'incrocio complesso di billboard alla base ed alla punta dell'obelisco.

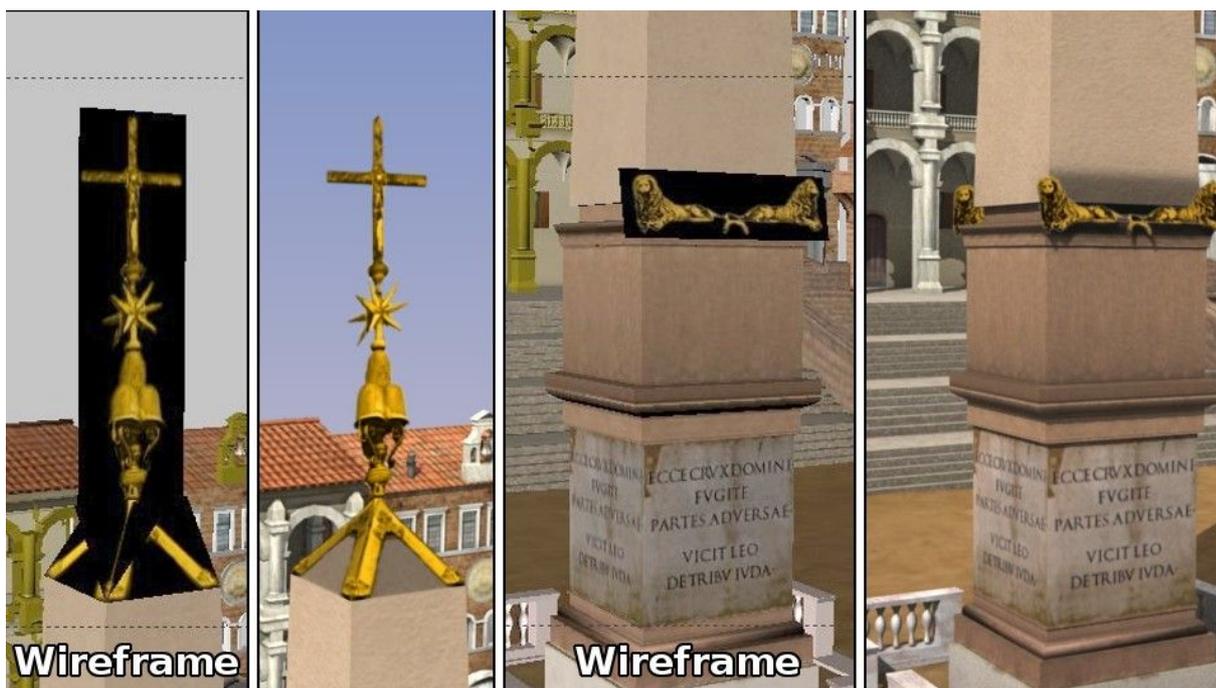


Illustrazione 3.84: Decorazioni dell'obelisco Vaticano.

La piazza

Per dettagliare ulteriormente lo shot, si è pensato di texturizzare la piazza in maniera più verosimile possibile, sempre rispetto ai riferimenti pittorico-visivi a disposizione. È stata perciò utilizzata la tecnica del projection painting.

A tal fine abbiamo preparato un'immagine contenente svariati tipi di terreno, erba e sassi/giunzioni (necessari per amalgamare i diversi terreni).



Illustrazione 3.85: I materiali predisposti in una singola immagine per l'utilizzo con la tecnica del projection painting

Tale immagine è stata adoperata a mo' di "palette", una tavolozza solitamente composta dai colori primari che andremo ad utilizzare. Analogamente in questo caso sarà composta dalle immagini primarie, che amalgameremo sulla mesh al fine di raggiungere il risultato voluti.

Con il projection paint possiamo letteralmente dipingere la mesh con la texture, misurando intensità e dimensione del pennello, tale tecnica dunque ci consente di lavorare in tempo reale nello stage 3D, senza dover renderizzare per ottenere effetti visibili, così da raggiungere il dettaglio desiderato anche in tempi relativamente brevi. Inoltre il projection painting consente di modificare la texture tenendo in considerazione gli oggetti circostanti, così da integrare meglio l'oggetto editato.



Illustrazione 3.86: Terreno risultante dal projection painting

3.4.5 Licenza poetica

Durante la produzione della scena, sono state effettuate scelte stilistiche necessarie a facilitare la comprensione del senso della scena.

Alcune licenze adottate ai fini del cortometraggio sono state quelle di introdurre elementi di riconoscibilità nella scena, che altrimenti si sarebbe discostata troppo dalla Piazza Vaticana attuale, finendo per perdere significato e rischiando di slegarsi dagli shot immediatamente successivi, dove Apa si ritrova negli appartamenti papali, inseguito dalle Guardie Svizzere.

Gli elementi introdotti in questo senso sono lo stemma papale sulla finestra da cui oggi si affaccia il Papa, necessario in quanto identifica univocamente la finestra in cui il protagonista del corto irromperà volando.

Lo stemma

Lo stemma è stato modellato mediante la funzione cloth simulator, che permette di definire le proprietà fisiche realistiche dell'oggetto (materiale di tipo cotone, seta, denim), per poi farlo interagire con proprietà fisiche dello stage 3D, come la gravità e le collisioni con altre mesh.

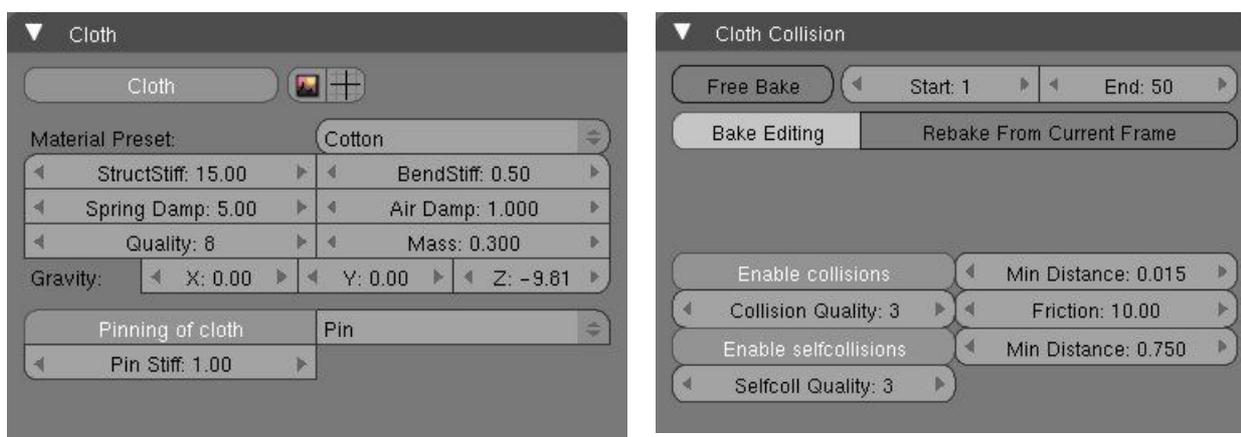


Illustrazione 3.87: A sinistra impostazioni di simulazione del tessuto. A destra impostazioni per l'animazione e le collisioni dei tessuti.

Il materiale dello stemma è stato elaborata a partire da un simil-velluto, presente negli archivi dei materiali online, che è stato poi adattato per l'integrazione dell'immagine raffigurante il simbolo araldico elaborato a partire da foto attuali.



Illustrazione 3.88: Stemma papale posto sotto alla finestra designata per porre fine al volo di Apa

La cupola

Successivamente è stata richiesta, sempre per facilitare l'interpretazione della scena, la necessità per la Cupola, allora non ancora in costruzione ma limitata al solo tamburo della basilica, di essere supportata da alcune intelaiature in legno, che ne richiamassero la forma che avrebbe assunto una volta terminata, dunque delle impalcature interne che indicassero la presenza di lavori in corso.

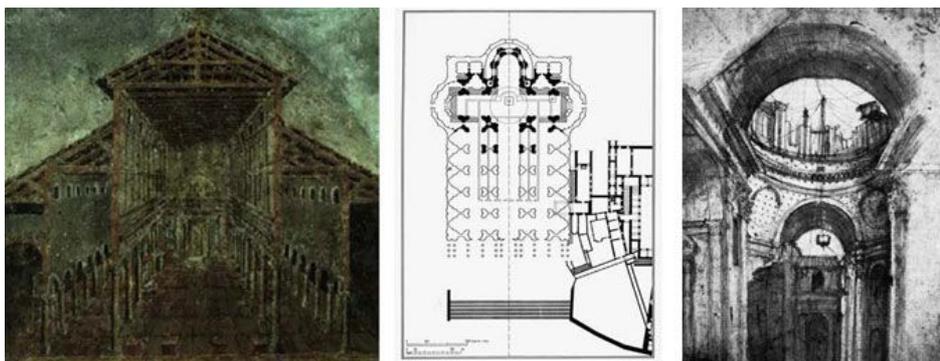


Illustrazione 3.89: Sinistra e centro: Antica Basilica di San Pietro e pianta del nuovo progetto. A destra la nuova Basilica, con impalcature sulla cupola che ne evidenziano la costruzione.



Illustrazione 3.90: Tamburo della Basilica con le impalcature che stanno ad indicare i lavori in corso

3.4.6 Cambi di rotta

Nella definizione della scena del Vaticano, ci sono stati dei cambi di rotta notevoli concernenti alcuni tra gli edifici ed i simboli che contraddistinguono la piazza così come la vediamo oggi.

A tal riguardo, il cortometraggio è stato dapprima concepito per vedere Apa in volo sul Vaticano nell'anno 1585, ma solo in fase di modellazione avanzata sono venute alla luce delle rivelazioni,

dalle quali si evinceva che il palazzo Apostolico in tale anno non era ancora stato completato e, dunque, non poteva essere il bersaglio designato per la conclusione del volo del protagonista.

Da ciò si sono dipanate due alternative: modificare storyboard e shot, facendo terminare Apa in un'altra finestra del cortile San Damaso e riadattando il set dello shot seguente, oppure mantenere il palazzo Apostolico com'era stato concepito nello storyboard iniziale e adattare il periodo storico.

Essendo la scena in fase di modellazione avanzata, il palazzo Apostolico era già stato modellato e texturizzato per primo, in quanto figura chiave del set in questione, dunque si è optato per la modifica della data, passando dal 1585 al 1588.



Illustrazione 3.91: Palazzo Apostolico completato nel 1588

In questo arco di tre anni non solo sono stati portati a termine i lavori sul palazzo in questione, ma è stato anche introdotto un nuovo elemento nella scena, infatti l'obelisco Vaticano centrale, presente ancora oggi al centro del colonnato del Bernini, è stato spostato dalla fiancata della Basilica sino al centro della piazza, dunque nell'elenco degli oggetti di scena è stato introdotto questa nuova mesh da inserire correttamente nello spazio e modellare.

La scena terminata, con le dovute aggiunte dovute alle modifiche dell'epoca storica di ambientazione, è la seguente:



Illustrazione 3.92: La scena della piazza del Vaticano terminata

Tale shot passerà poi in mano agli animatori ed ai lighter (specializzati nell'illuminazione delle scenografie) ed infine al montaggio finale nel corto.

Conclusioni e sviluppi futuri

In questa tesi ho mostrato il risultato del lavoro di svariati mesi di progettazione, modellazione ed integrazione di ambienti tridimensionali sviluppati mediante software Blender.

Le soluzioni proposte nelle scene da me affrontate, si sono rivelate efficaci e d'effetto, pur mantenendo una tempistica appropriata con la pipeline produttiva. Gli ambienti prodotti mi hanno consentito di usufruire ed approfondire strumentazioni e tecniche 3D avanzate. Avvalendomi anche, in una delle scene, di peculiari proprietà fornite da software in via di sviluppo e non ancora rilasciato come stabile.

La realizzazione degli scenari filologicamente corretti proposti, inseriti nel cortometraggio 3D del Progetto MDC - Museo della Città, permette al progetto Genus Bononiae di usufruire di un contenuto unico, specificatamente progettato per arricchire il percorso museale. Inoltre apre il progetto ad infinite possibilità divulgative, sia per la parte di grafica 3D, discussa nella presente tesi, che per possibili collegamenti con altre realtà concernenti l'interattività e l'entertainment dei contenuti museali.

È possibile pensare, tramite il lavoro di eventuali altri modellatori e storici, di ampliare periodi narrati nel cortometraggio, effettuando approfondimenti specifici di ogni epoca mediante il riadattamento dei set ad oggi modellati.

Data la natura open source del progetto, i contenuti prodotti saranno accessibili e modificabili da chiunque. Ciò potrà anche dare il via a progetti esterni, iniziati da comunità di grafici e studiosi, ad esempio al fine di produrre appendici del corto o qualsiasi altro contenuto che possa avvalersi del materiale da noi prodotto.

In questa ottica, dunque, la pubblicazione del progetto MDC attraverso la condivisione open-source dei file sorgente Blender, costituisce soltanto il primo passo per la divulgazione di informazioni di carattere storico riguardanti il centro di Bologna nelle varie epoche, supportate da strumenti grafici all'avanguardia.

La collaborazione tra specialisti di conoscenze diverse, la cosiddetta interdisciplinarietà ha qui avuto la massima possibilità di esprimersi, perché i nuovi contenuti, creati e resi utilizzabili da esperti di modellazione bi e tridimensionale, sono disponibili a studiosi di materie storiche e ricercatori, affinché la ricerca abbia maggiore coinvolgimento ed efficacia cognitiva.

Ci si lascia aperta la possibilità per una nuova fase di esplorazione legata a contenuti museali di beni culturali, di cui il cortometraggio, realizzato anche grazie alla presente tesi, rappresenta solo l'inizio.

Bibliografia

- [iwa11] “iWave Dynamic Paint”, <http://www.miikahweb.com/en/blog/2011/02/13/iwave—dynamic-paint>, 13 febbraio 2011.
- [spr] *Sprite 2D*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Sprite_\(computer_graphics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Sprite_(computer_graphics)).
- [ars] Coralini, Scagliarini Corlàita, “UT NATURA ARS”, NU.M.E Nuovo Museo Elettronico, <http://www.storiaeinformatica.it/nume/italiano/ntitolo.html>.
- [GBC] Giosuè Boetto Cohen, http://it.wikipedia.org/wiki/Giosu%C3%A8_Boetto_Cohen.
- [uiB] L’interfaccia di Blender, <http://it.wikibooks.org/wiki/Blender/L'interfaccia>.
- [CRC] Chittaro, Ranon, Corvaglia, “Destroying Cultural Heritage: Technical, Emotional and Exhibition Aspects in Simulating Earthquake Effects on a Gothic Cathedral”, 2006, hclab.uniud.it/publications/2006-09/CulturalHeritage_VAST06.pdf.
- [Gia] Museo immateriale della grande guerra, Giaviera del Montello, <http://www.museoemotivo.org>.
- [QR09a] Seb Chan, “QR codes in the museum”, 2009, <http://www.powerhousemuseum.com/dmsblog/index.php/2009/03/05/qr-codes-in-the-museum-problems-and-opportunities-with-extended-object-labels/>.
- [QR09b] Ceipidor, Medaglia, Perrone, De Marsico, Di Romano, “A museum mobile game for children using QR-codes”, *Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children*, 2009.
- [medu] Medieval Dublin - Dublin City Council, <http://www.medievaldublin.ie/>.

- [SA10] Studio azzurro, *Musei di narrazione. Ambienti, percorsi interattivi e altri affreschi multimediali*, Silvana Editoriale, 2010.
- [DFi03] E. De Filippis, “Problemi di comunicazione: due mostre a confronto”, *Nuova Museologia*, n.8, 2003, www.nuovamuseologia.org/n8/index.html.
- [ArchV] Conferenza Archeovirtual, 2010, <http://www.vhlab.itabc.cnr.it/archeovirtual/>.
- [CIN06] CINECA, “An Interactive Virtual Environment to communicate Vesuvius eruptions numerical simulations and Pompei history”, 2006, <http://www.cineca.it/sites/default/files/educators0046.pdf>.
- [Cer] “Museo virtuale delle Certosa di Bologna”, <http://www.itabc.cnr.it/buildingvirtualrome/stampa.htm>.
- [JV08] Juho Vepsäläinen (University of Jyväskylä), “Human, Time and Landscape - Blender as a content production tool”, Settembre 2008.
- [UVM] UVMMapping e UV Unwrap, http://en.wikipedia.org/wiki/UV_mapping.
- [nasa] NASA Observatory, *Blue Marble project*, <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>.
- [skyb1] Skybox e Skydome nei videogames, [http://en.wikipedia.org/wiki/Skybox_\(video_games\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Skybox_(video_games)).
- [HBSL] Harris, Baxter III, Scheuermann, Lastra, Department of Computer Science, University of North Carolina at Chapel Hill, North Carolina, USA, “Simulation of Cloud Dynamics on Graphics Hardware”, 2003.
- [KO] Kikuchi, Okazaki, Takushoku University, Tokyo, Japan, “The Development of a Method for Visually Simulating Clouds for Outdoor Views”.
- [skyb2] 3D Skybox, <http://www.moddb.com/games/half-life-2/tutorials/3d-skybox-tutorial>.
- [BBB] *Big Buck Bunny*, <http://www.bigbuckbunny.org>.
- [dima] Displacement map, http://wiki.blender.org/index.php/Doc:IT/Manual/Textures/Maps/Displacement_Maps.

- [susu] Subdivision Surface,
http://wiki.blender.org/index.php/Doc:IT/Manual/Modeling/Meshes/Subdivision_Surfaces.
- [tex] Archivio di texture online, <http://www.cgtextures.com>.
- [SaPi1] Costruzione della cupola della Basilica di San Pietro,
<http://www.webalice.it/maurizio.berth1/bertirestauro/02leggmonumstor/compendiostoria.htm>.
- [SaPi2] Basilica di San Pietro in Vaticano,
http://it.wikipedia.org/wiki/Basilica_di_San_Pietro_in_Vaticano.