

Corso di Laurea in Scienze dell’Architettura
Corso di Fondamenti e Applicazioni di Geometria Descrittiva

Jessica Romor¹

Dottore di ricerca in Rilievo e rappresentazione dell’architettura e dell’ambiente

Premessa

Il disegno è lo strumento con il quale l’architetto compone e comunica il progetto. Non si tratta, tuttavia, del disegno esperto ma intuitivo di un artista, perché l’architetto non cura soltanto l’estetica di un edificio, ma deve controllarne la forma, la misura e le caratteristiche tecniche, oltre a molte altre qualità. Il controllo metrico e formale, in particolare, viene esercitato con l’ausilio della geometria e, in particolare, per mezzo di quella parte della geometria, che è detta descrittiva, che insegna a costruire modelli grafici delle forme a tre dimensioni e consente di studiarne le proprietà in forma analogica, cioè visiva.

Per realizzare gli elaborati di progetto l’architetto si serve, in primo luogo, della propria abilità nel disegno a mano libera, ma deve poi anche tradurre le forme ideate in grafici accurati, che si tracciano con riga, compasso e altri ausili tecnici.

Tra questi ausili si è inserito, a partire dalla fine degli anni Ottanta, il computer, che oggi è largamente usato e che permette non solo la realizzazione di disegni bidimensionali, ma anche di modelli a tre dimensioni. Molte delle ardite realizzazioni architettoniche degli ultimi anni non sarebbero state possibili senza questo strumento.

Si deve perciò concludere che l’insegnamento del disegno, in una facoltà di architettura, deve oggi comprendere: il disegno a mano libera, che resta il più efficace e veloce mezzo di registrazione di un’idea, la geometria descrittiva che comprende anche i metodi di rappresentazione informatica, e infine il disegno tecnico, anche digitale.

Queste discipline concorrono tutte a formare, nello studente architetto, quella capacità di immaginare lo spazio che è indispensabile a chi voglia progettare, ovvero prefigurare, una forma solida complessa, sia essa un edificio come una parte di città.

Finalità e risultati di apprendimento

Nel Corso di Disegno, che è quello del primo anno, si vuole in primo luogo formare la capacità di immaginare lo spazio della quale si è detto. A questo scopo viene proposto lo studio della geometria descrittiva, che comprende i metodi di rappresentazione grafica delle forme tridimensionali e, tra questi, la prospettiva. Il Corso di Disegno, inoltre, insegna le convenzioni grafiche del disegno di architettura ed esercita la mano libera nel disegno dal vero.

Nel Corso di Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva, che è quello del secondo anno, saranno invece approfonditi i metodi di rappresentazione informatica, vale a dire la rappresentazione matematica delle forme tridimensionali (modellazione 3D) e la rappresentazione numerica (o poligonale) dello spazio e degli effetti della luce sui corpi (chiaroscuro o rendering). Oggetto di studio nel secondo anno saranno anche i poliedri, le superfici rigate, le superfici sviluppabili, le superfici quadriche e le loro proprietà geometriche.

Programma e calendario delle lezioni

<p>Lezione 01 <i>Lunedì 05-10-2015</i></p>	<p><i>Prolusione.</i> Presentazione del corso: obiettivi, contenuti, struttura delle lezioni. Organizzazione del corso: orario e svolgimento delle lezioni, materiali didattici, modalità d'esame, contatti.</p> <p><i>Introduzione alla rappresentazione matematica.</i> Rappresentazione matematica e rappresentazione numerica: caratteri dell'una e dell'altra. Prima utilizzazione del programma 'Rhinceros' e sua configurazione. Costruzione di solidi parallelepipedi. Controllo del piano di costruzione. Controllo della vista. Modellazione wire-frame, per superfici e solida. Importanza della modellazione in dimensioni reali. Vantaggi della modellazione solida. Solido per implosione. Solidi per estrusione. Solidi per rivoluzione. Disegno di curve luogo geometrico.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. I, pp. 206-230]</p>
<p>Lezione 02 <i>Mercoledì 07-10-2015</i></p>	<p><i>La rappresentazione matematica per l'architettura (parte I).</i> Introduzione alla modellazione solida di un tema d'architettura. Presupposti e obiettivi della rappresentazione digitale, impostazioni preliminari alla costruzione del modello (unità di misura, scala del modello e livello di dettaglio, gestione del piano di lavoro, inserimento di immagini di riferimento). Strutturare il modello: distinzione tra modello e sua rappresentazione; scelta delle parti da modellare; gestione dei livelli. Creazione del modello: assi di riferimento (maglia strutturale, moduli, assi di simmetria, centri, etc.); costruzione delle pareti e dei solai per estrusione lineare. La visualizzazione del modello: proiezioni (pianta, alzati, assonometria, prospettiva), shader, zoom/pan/orbita.</p>
<p>Lezione 03 <i>Lunedì 12-10-2015</i></p>	<p><i>La rappresentazione matematica per l'architettura (parte II).</i> Introduzione alla modellazione solida di un tema d'architettura. Realizzazione di porte e finestre sul modello precedentemente iniziato: creazione dei vani di porte e finestre con l'utilizzo della differenza booleana; modello di una finestra (telaio e vetro). Modello di una scala: creazione del profilo di una rampa su piano di lavoro verticale, estrusione lineare; utilizzo degli strumenti copia e ruota per il posizionamento della seconda rampa.</p> <p><u>Esercitazione:</u> modellazione solida della scala di Casa Sasaki di Tadao Ando.</p>
<p>Lezione 04 <i>Mercoledì 14-10-2015</i></p>	<p><i>Le superfici: classificazione.</i> Generalità sulla rappresentazione delle superfici: dalle superfici luogo geometrico (equazioni canoniche) alle superfici libere (equazioni NURBS). Classificazione delle superfici: per la genesi geometrica, per le proprietà analitiche, per le proprietà differenziali. Approfondimento sulla classificazione per genesi geometrica delle superfici, in relazione al rapporto tra generatrice e direttrice: superfici rigate, superfici di rivoluzione e superfici elicoidali; superfici per proiezione (fra le quali si collocano le superfici quadriche); superfici di interpolazione. Grado di una superficie: superfici algebriche e trascendenti. Le curve: curve luogo geometrico (equazioni canoniche) e curve libere (equazioni NURBS). Definizione di curva e legge di continuità, nel piano (curva piana) e nello spazio (curva sghemba, o gobba, o a doppia curvatura). Descrizione analitica di una curva:</p>

	<p>equazione cartesiana; equazione parametrica; equazione polare. Il grado della curva (ordine): curve algebriche e trascendenti.</p> <p>Approfondimento sulle superfici di rivoluzione: per rivoluzione di una generatrice retta (iperboloide rotondo, cono rotondo, cilindro rotondo); per rivoluzione di una generatrice conica (ellissoide rotondo, paraboloido rotondo, iperboloide rotondo a due falde, iperboloide rotondo rigato) e in particolare di una generatrice circolare (sfera e toro). Proprietà delle superfici di rivoluzione: paralleli (sezioni circolari) e meridiani (sezioni congruenti alla generatrice).</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione del toro e studio delle sue sezioni piane (comprese le sezioni di Villarçeau).</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 97/100 (curve), 144/148 (superfici), 224/229 (superfici di rivoluzione e toro)]</p>
<p>Lezione 05 Lunedì 19-10-2015</p>	<p><i>Le superfici: i poliedri.</i></p> <p>Le superfici discrete elementari: il piano; i cinque solidi regolari (tetraedro, esaedro o cubo, ottaedro, dodecaedro e icosaedro). Definizione e caratteristiche dei poliedri e in particolare dei poliedri regolari: legge di Eulero; condizioni perché un poliedro sia regolare; dualità.</p> <p>Costruzione del tetraedro. Costruzione dell'ottaedro. Costruzione del dodecaedro.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione del dodecaedro.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. I, pp. 345/349]</p>
<p>Lezione 06 Mercoledì 21-10-2015</p>	<p><i>Le superfici: i poliedri (parte II) e principi di rendering.</i></p> <p>Costruzione dell'icosaedro. Costruzione dell'icosaedro vacuo in modellazione solida. L'esportazione del modello matematico in formato numerico. Il rendering del modello numerico: parametri relativi alla illuminazione globale, alla luce a raggi paralleli, alle ombre.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione dell'icosaedro vacuo.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. I, pp. 349/351 (icosaedro e sviluppo delle superfici) e vol. II pp. 310/312 e 388/395 (poliedri vacui)]</p>
<p>Lezione 07 Lunedì 26-10-2015</p>	<p><i>Le superfici: i tetti.</i></p> <p>Aspetti generali e nomenclatura. Proprietà geometriche delle falde ad angolo di pendio costante e ripresa di concetto di retta di massima pendenza. Tecniche di progettazione di un tetto ed applicazioni (tetto a padiglione ed isolati di forma irregolare). Accenni alla costruzione geometrica per linee di livello (metodo Saccardi).</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione di tetti di varia forma.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 462/464, 466/467, 468/471]</p>

<p>Lezione 08 Mercoledì 28-10-2015</p>	<p><i>Le curve coniche e il teorema di Dandelin.</i> Lo studio delle coniche attraverso il teorema di Dandelin. I tre casi relativi alla sezione piana del cono rotondo: ellisse, parabola e iperbole. La costruzione del centro, degli assi, dei fuochi e delle direttrici per ciascuna delle tre curve suddette e la verifica empirica delle relative proprietà.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzioni relative alle coniche.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 264/269, 113/117 (approfondimento sulle coniche)]</p>
<p>Lezione 09 Lunedì 02-11-2015</p>	<p><i>Superfici quadriche: coni e cilindri quadrici.</i> Coni e cilindri quadrici. La ricerca degli assi del cono quadrico. Le sezioni circolari del cono quadrico. Video lezione a cura della Prof. Marta Salvatore, visibile in streaming all'indirizzo: http://uniroma1.adobeconnect.com/p4phfnyys8w/</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 162/167]</p>
<p>Lezione 10 Mercoledì 04-11-2015</p>	<p><i>Le superfici: classificazione delle volte.</i> Strutture architettoniche che utilizzano le superfici di rivoluzione: volte semplici e composte. Nomenclatura e classificazione delle volte. Volte semplici: a botte, volta a vela, volta boema, volta anulare, cupola semisferica. Volte composte: volta a crociera, volta a padiglione. Costruzione e modellazione solida della volta crociera e della volta a padiglione.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione della volta a botte lunettata sferoidica.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 423/459]</p>
<p>Lezione 11 Lunedì 09-11-2015</p>	<p><i>Le superfici rigate.</i> Le Superfici Rigate e le loro proprietà fondamentali. Teorema di Monge: date tre linee nello spazio esiste sempre una superficie rigata che passa per queste tre linee (direttrici della rigata). Verifica sperimentale del teorema di Monge. L'iperboloide ad una falda (superficie quadrica rigata con 3 direttrici rette): generazione di un iperboloide rotondo per mezzo di una rivoluzione di una retta rispetto ad un asse non appartenente al piano della retta. Sezione dell'iperboloide con un piano passante per l'asse e ricostruzione delle entità fondamentali dell'iperbole (centro, assi, fuochi e asintoti) per poter tracciare una iperbole NURBS per mezzo coefficienti A (distanza centro-vertice) e B (distanza centro-fuoco). Ridefinizione dell'iperboloide rotondo per rivoluzione dell'iperbole NURBS attorno l'asse coniugato. Dilatazione lungo un asse (X o Y) dell'iperboloide rotondo che si trasforma in iperboloide ellittico generico del quale è possibile individuare le sezioni circolari, ellittiche, paraboliche ed iperboliche per mezzo del cono asintotico.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione dell'iperboloide ellittico ad una falda.</p>

	[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 153/162, 168/175]
Lezione 12 Mercoledì 11-11-2015	<p><i>Una superficie quadrica rigata: il paraboloido iperbolico.</i></p> <p>Costruzione del paraboloido iperbolico date due rette sghembe. Le due classi di direttrici / generatrici. I piani direttori. La direzione dell'asse z. L'iperbole sezione normale: costruzione del centro, degli assi, dei fuochi e degli asintoti della suddetta iperbole. Le parabole principali e le parabole coniugate. Le sezioni piane del paraboloido iperbolico.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione del paraboloido iperbolico.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 175/182]</p>
Lezione 13 Lunedì 16-11-2015	<p><i>Le superfici: gli elicoidi.</i></p> <p>L'elica e i parametri che la governano: altezza e passo. Gli elicoidi come superfici di rototraslazione. L'elicoido generico. Gli elicoidi rigati: la vite a filetto triangolare; la vite a filetto rettangolare; l'elicoido sviluppabile. La vite di Saint-Gilles. Il serpentino. La colonna torsa. Come si modella la rastremazione di una colonna torsa.</p> <p>Principi di rendering: conversione del modello matematico in modello numerico; impostazione dell'ambiente (piano infinito, cielo); illuminazione e chiaroscuro digitale; impostazioni di base dei materiali.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione di superfici elicoidali.</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 229/235]</p>
Lezione 14 Mercoledì 18-11-2015	<p><i>Le superfici: la scala elicoidale dello Stadio Berta di Pier Luigi Nervi.</i></p> <p>Modellazione della scala elicoidale dello Stadio Berta a Firenze, realizzata da Pier Luigi Nervi nel 1975-'79.</p> <p>Video lezione a cura della Prof. Marta Salvatore, visibile in streaming all'indirizzo: http://uniroma1.adobeconnect.com/p4wxgbrulv6/</p>
Lezione 15 Lunedì 23-11-2015	<p><i>Rappresentare la forma libera.</i></p> <p>Dalla rappresentazione delle curve luogo geometrico alla rappresentazione della forma libera, tra disegno tradizionale e digitale. Storia della rappresentazione delle curve grafiche: da Hermite, a Bézier, alle B-Spline, alle NURBS. Proprietà delle NURBS: punti di controllo, poligono di controllo, grado della curva, archi, peso dei punti di controllo. Rappresentazione di curve quadriche tramite NURBS: il ruolo del peso dei punti di controllo. Curve per punti di controllo e per punti di interpolazione. Ottimizzazione delle curve costruite per punti di controllo.</p> <p><u>Esercitazione:</u> costruzione del profilo di un vaso (curva per punti di interpolazione; ottimizzazione della curva; controllo dell'andamento della curva tramite i punti di controllo).</p> <p>[Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a G.M. Valenti, "De.forma.re - De.form.ing", R designpress, Roma 2008, pp. 128/155 (estratto scaricabile al link "G.M. Valenti, De.form.are (estratto sulle NURBS)" presente sul sito del corso).]</p>

<p>Lezione 16 <i>Mercoledì 25-11-2015</i></p>	<p><i>Qualità delle curve e delle superfici.</i> Proprietà delle curve: tangenza, curvatura e torsione. Curvatura di una curva: cerchio osculatore in un punto di una curva piana; curvatura; continuità tra curve (G0 di posizione, G1 di tangenza, G2 di curvatura, G3 di torsione). Proprietà delle superfici: tangenza, curvatura. La curvatura gaussiana delle superfici. Superfici a curvatura positiva, negativa e nulla; punti ellittici, parabolici, iperbolici. Continuità tra superfici. <u>Esercitazione:</u> analisi della curvatura di curve e superfici (curvatura gaussiana); esercizi sulla continuità tra curve e tra superfici. [Per lo studio e l'approfondimento degli argomenti trattati nella presente lezione si rimanda a R. Migliari, "Geometria descrittiva", vol. II, pp. 28/37, 148/151 (approfondimento sulla curvatura gaussiana)]</p>
<p>Lezione 17 <i>Lunedì 30-11-2015</i></p>	<p><i>Il progetto di architettura: dal modello matematico al modello numerico.</i> Ottimizzazione del modello. Caricamento e raggruppamento degli oggetti. Rappresentazione del contesto: cielo e terreno. Shader di base.</p>
<p>Lezione 18 <i>Mercoledì 02-12-2015</i></p>	<p><i>Rappresentazione numerica: luci, ombre e chiaroscuro digitale; materiali.</i> Le fonti luminose: modelli di illuminazione locale e globale. Le ombre. La riflessione e l'illuminazione globale. La rappresentazione del vetro. Elementi di rendering fotorealistico: resa degli alberi con la tecnica bill-board. Esercitazione: resa chiaroscurale del modello di Casa Sasaki.</p>
<p>Lezione 19 <i>Mercoledì 09-12-2015</i></p>	<p><i>Rappresentazione numerica: resa dei materiali e composizione dell'immagine.</i> Rappresentazione dell'acqua: texture, resa dell'increspatura della superficie con l'utilizzo del canale rilievo. Resa di materiali ruvidi: canale rilievo. Introduzione di figure umane con la tecnica del bill-board. Modelli prospettici. Sezioni e sezioni prospettiche a quadro orizzontale e verticale. Gestione della quota dell'osservatore. L'osservatore come modulo dello spazio prospettico. Composizione dell'immagine. <u>Esercitazione:</u> rappresentazione dell'acqua; introduzione della figura umana nella scena; creazione di sezioni prospettiche.</p>
<p>Lezione 20 <i>Lunedì 14-12-2015</i></p>	<p><i>La rappresentazione BIM del progetto di architettura (parte I).</i> Fondamenti della rappresentazione BIM. Modellazione per masse. Modellazione per oggetti. Struttura del progetto BIM. Impostazione di un modello BIM. Visualizzazione del modello.</p>
<p>Lezione 21 <i>Mercoledì 16-12-2015</i></p>	<p><i>La rappresentazione BIM del progetto di architettura (parte II).</i> Costruzione di pareti, solai, tetti. Inserimento di porte e finestre. Controllo delle viste.</p>
<p>Lezione 22 <i>Lunedì 21-12-2015</i></p>	<p><i>Lezione di riepilogo e revisioni.</i> Rappresentazione matematica.</p>
<p>Lezione 23 <i>Lunedì 11-01-2016</i></p>	<p><i>Lezione di riepilogo e revisioni.</i> Superfici.</p>

Lezione 24 Mercoledì 13-01-2016	<i>Lezione di riepilogo e revisioni.</i> Rappresentazione numerica.
------------------------------------	--

Organizzazione del Corso, iscrizione

Il Corso si serve del sistema di e-learning della 'Sapienza', basato su Moodle. Ogni studente, dal proprio computer o servendosi dei computer a disposizione nelle aule informatiche (che si trovano nelle sedi di via Flaminia e di via Granturco), dovrà per prima cosa collegarsi con il sito <http://elearning2.uniroma1.it/> e leggere attentamente il Manuale Studente, nel quale sono riportate anche le modalità di iscrizione. I rapporti didattici saranno gestiti attraverso la piattaforma Moodle, che consente agli studenti di prelevare i documenti messi a disposizione dal docente (testi, immagini, disegni e modelli 3D etc.), di comunicare con il docente stesso o di interagire in gruppi di discussione, di caricare documenti da sottoporre a verifica, di partecipare a test di valutazione, etc. La pagina dedicata al corso è accessibile al seguente link: [Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva '15-'16 Romor](#).

Testo di riferimento

Il testo di riferimento è: R. MIGLIARI, *Geometria descrittiva, voll. I e II*, CittàStudi – De Agostini, Novara 2009.

Software

Il docente si servirà, nelle lezioni, di vari programmi (Rhinoceros, Cinema4D, Photoshop etc.). Per il disegno digitale è consigliato l'uso di Rhinoceros V5.0, per il quale è prevista una versione demo di 90 giorni scaricabile dal sito di Rhinoceros alla pagina <http://www.rhino3d.com/download/rhino/5/latest>. Questo programma è anche installato su tutte le macchine presenti nelle aule informatiche della Facoltà. L'uso di altri programmi è sconsigliato, a meno che non dispongano del pieno controllo dei solidi (quanto alla topologia e alle lavorazioni). Per quanto riguarda la rappresentazione numerica, è consigliato l'utilizzo del software Cinema4D, del quale è possibile scaricare una versione gratuita per studenti sul sito ufficiale del software alla pagina <http://www.maxon.net/it/education/students-teachers.html>.

Esame: elaborati e prove

L'esame consiste in una prova orale, nella quale viene chiesto allo studente di illustrare la costruzione delle superfici che sono state descritte nel corso delle lezioni e i principi teorici della rappresentazione matematica e numerica.

L'esame consiste anche nella valutazione della qualità degli elaborati grafici. Questi elaborati sono:

- il Taccuino, che è un quaderno rilegato, di fogli di carta da disegno, bianchi, sul quale lo studente annota e riporta in ordine gli appunti presi a lezione;
- le tavole realizzate durante le esercitazioni in aula e completate, ove necessario, nello studio individuale; questi disegni saranno realizzati al computer e stampati su fogli di formato minimo A4, ma volendo anche più grandi; tutte le tavole devono portare la firma del docente;
- i file relativi ai modelli realizzati e alle loro elaborazioni, memorizzati su CD o DVD.

Infine, ove lo ritenga opportuno, il docente proporrà la realizzazione ex tempore di elaborazioni digitali che diano prova delle conoscenze acquisite.

Ricevimenti

La didattica su piattaforma e-learning non richiede, almeno in teoria, i ricevimenti, in quanto lo studente può prendere contatto con il professore in qualsiasi momento attraverso il sistema telematico (forum e messaggi). Tuttavia, gli studenti potranno comunicare anche per e-mail scrivendo all'indirizzo jessica.romor@uniroma1.it.