



Erasmus+



digiVET Curriculum digitalmente arricchito

per favorire il collegamento tra IFP formale e non formale



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Questa pubblicazione è stata finanziata con il supporto della Commissione Europea. Questa pubblicazione riflette solo le opinioni degli autori e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per qualsiasi uso possa essere fatto delle informazioni in essa contenute.



Questo documento è stato sviluppato e diffuso nel 2020 dal partenariato del progetto Digitally enriched curriculum bridging formal and non-formal VET sotto una licenza Creative Commons Attribution-Non-Commercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA).

Questa licenza ti consente di modificare e sviluppare quest'opera ad uso non commerciale, a patto che tu dia credito adeguato e conceda in licenza le tue nuove creazioni con le stesse condizioni.

Tutti i collegamenti nella pubblicazione sono stati verificati come attivi a maggio 2020

Sommario

Introduzione	2
Capitolo Uno: Modellazione 3D	5
Capitolo Due: Da prototipazione manuale a digitale	90
Capitolo Tre: Verso la connettività delle cose	117
Capitolo Quattro: IoT in agricoltura	193
Risorse supplementari	211
Riferimenti	214

Introduzione

Questa pubblicazione è stata sviluppata nell'ambito del progetto [Digitally enriched curriculum bridging formal and non-formal VET](#) cofinanziato dal programma Erasmus+. La questione chiave che abbiamo affrontato nel progetto è come colmare il divario tra l'istruzione professionale formale dei giovani e il loro impegno nelle attività extracurricolari al fine di offrire nuove esperienze di apprendimento rilevanti per la loro carriera professionale. La ricerca che abbiamo condotto per il progetto in Polonia, Grecia e Italia mostra chiaramente che le scuole e gli ambienti di apprendimento extra-scolastico si incontrano raramente per sviluppare un programma che vada oltre i loro confini. Ciò risulta da diversi programmi seguiti dai settori dell'istruzione formale e non formale. I programmi scolastici sono guidati da curricula nazionali che danno agli insegnanti poco tempo per andare oltre il contenuto specifico del loro corso e il suo programma prestabilito. Dall'altra parte della scena, ci sono fornitori di istruzione non formale che offrono una gamma di corsi che possono essere adattati alle esigenze e agli interessi degli studenti in un particolare contesto e tempo.

L'area in cui siamo particolarmente interessati è la progressione dei giovani verso la competenza digitale. Abbiamo scoperto che, coloro che hanno acquisito competenze digitali adeguate per aiutarli a passare all'istruzione superiore e all'occupazione, hanno seguito un percorso di apprendimento particolare:

- La padronanza delle competenze digitali è stata condotta per la maggioranza in contesti extrascolastici: a casa, online o in gruppi di interesse tra pari.
- La maggior parte dei giovani da noi intervistati ha definito i propri percorsi di apprendimento autonomo in netto contrasto con le lezioni di informatica nelle scuole, che hanno trovato essere arretrate rispetto ai nuovi sviluppi della tecnologia digitale.
- I più abili, nel corso degli anni scolastici hanno partecipato a una vasta gamma di esperienze di apprendimento, che comprendevano non solo l'acquisizione di abilità tecniche, ma anche lo sviluppo di abilità trasversali più generiche, come comunicazione, lavoro di squadra, risoluzione dei problemi e creatività.
- La partecipazione a comunità di interesse informale ha rappresentato un fattore motivazionale essenziale per loro, per impegnarsi in un apprendimento intensivo e per scoprire un'eventuale correlazione tra i loro interessi e il mercato del lavoro.

I risultati di cui sopra suggeriscono che per supportare i giovani nello sviluppo delle loro competenze digitali, essenziali in molte carriere professionali, dobbiamo guardare l'intera "ecologia dell'apprendimento" che va oltre la visione limitata dell'educazione formale verso una prospettiva olistica che abbraccia la scuola, le pratiche di apprendimento online e le attività extrascolastiche. In altre parole, abbiamo bisogno di collegare gli ambienti di istruzione formale e non formale per supportare i giovani nello sviluppo di competenze digitali rilevanti per la loro carriera professionale.

Le attività formative che abbiamo organizzato nell'ambito del progetto hanno coinvolto i giovani che hanno intrapreso un percorso di istruzione e formazione professionale in Polonia, Italia e Grecia. Si stavano tutti preparando per professioni in cui è importante l'uso competente delle tecnologie digitali. Allo stesso tempo, avevano limitate opportunità di partecipare a programmi extracurricolari di arricchimento a causa della loro lontananza, del prezzo, ecc. Pertanto i nostri seminari, volti a sviluppare le competenze essenziali per l'occupazione, sono stati accolti come interessanti e pertinenti.

Questa pubblicazione include scenari di apprendimento sviluppati per i seminari di cui sopra, convalidati, poi, in corso d'opera. È rivolta a insegnanti ed educatori che lavorano in scuole o organizzazioni di educazione non-formale aperti all'innovazione e all'interfaccia dell'istruzione e formazione professionale introduttiva (IFP), all'apprendimento permanente e al lavoro giovanile, in particolare a coloro che cercano nuove opportunità per estendere o migliorare i loro programmi nell'ambito dell'educazione digitale. Può inoltre risultare interessante sia per coloro che nell'ambito dell'IFP sono incaricati di pianificare i corsi, sia per le autorità locali/regionali che decidono di dare supporto economico ai programmi di apprendimento non-formale.

I partner del progetto hanno collaborato attentamente nella stesura della pubblicazione. In ogni paese abbiamo sviluppato diversi scenari di apprendimento che corrispondono ai rispettivi settori di competenza.

Il Primo Capitolo sul Design 3D è stato sviluppato dal [Centro Machiavelli](#) di Firenze, Italia, con la collaborazione di altri due istituti professionali fiorentini: la scuola orafa [Metallo Nobile](#) e il [Centro Europeo del Restauro](#). In questo si esplora l'applicabilità delle nuove tecnologie di modellazione 3D in ambiti in cui la lavorazione manuale è ancora predominante e il supporto delle tecniche 3D è ancora ad uno stadio precoce: l'oreficeria e il restauro del patrimonio culturale (mobili e sculture).

Il Secondo Capitolo sulla prototipazione digitale è stato sviluppato da due organizzazioni polacche: [Education Centre EST](#) e il [Centre for Continuous and Vocational Education](#) di Wadowice, Polonia. Questo delinea un programma di attività di laboratorio per studenti IFP in edilizia, carpenteria ed elettronica , guidandoli nel passaggio dalla prototipazione manuale a quella digitale, per la creazione di oggetti utili nel loro ambito.

Il Terzo e il Quarto Capitolo sono stati creati dal [Computer Technology Institute](#) di Patrasso, Grecia. Il materiale adattato presentato in questi capitoli mira a far conoscere agli studenti IFP la tecnologia alla base degli spazi intelligenti e dell'agricoltura di precisione. Si basa e si ispira ai materiali didattici creati nel contesto di tre progetti di successo: [GAIA](#) il cui obiettivo era quello di aumentare la consapevolezza in merito al risparmio di energia e alla sostenibilità, Introduzione ad Arduino - una guida sull'utilizzo degli Arduino e IoT ad uso delle scuole greche e [Skills for Future Farmers](#) indirizzato agli studenti IFP nei programmi di agricoltura.

Capitolo Uno: Modellazione 3D

Il processo di [modellazione 3D](#) nel campo della computer grafica 3D, consente di definire una forma tridimensionale in uno spazio virtuale creato su un computer. Per creare queste forme, chiamate **modelli 3D**, vengono utilizzati determinati software chiamati modellatori 3D o, più semplicemente, **software 3D**.

La tecnica di modellazione 3D è recente, è stata creata intorno al 1959 quando General Motors, in collaborazione con IBM, ha sviluppato uno dei primi sistemi CAD chiamato DAC. Inizialmente era collegata al settore industriale, come supporto al design, ma con il passare degli anni le aree di applicazione si sono notevolmente espanse, possiamo trovarle di seguito divise in due macro-categorie.

Applicazioni Tecniche e Scientifiche

- Scienze matematiche, fisiche e naturali (biologia, fisica, matematica, astronomia, ecc.)
- Studio del territorio (geologia, sismologia, meteorologia, ecc.)
- Scienze storiche (archeologia, paleontologia, paleoantropologia ecc.)
- Scienze applicate
- Medicina (forense, ricostruttiva, indagini diagnostiche, ecc.)
- Ingegneria civile
- Ingegneria industriale
- Architettura
- Design industriale
- Design di parti meccaniche

Applicazioni artistiche

- Industria cinematografica e televisiva
- Video giochi e applicazioni di gioco
- Grafica pubblicitaria
- Pubblicazioni editoriali
- Web Design
- Applicazioni multimediali
- Produzione artistica

Pertanto, oggi, le tecniche di modellazione 3D e la grafica virtuale sono entrate nel mondo del lavoro in numerosi ambiti di applicazione, la richiesta di modellatori 3D specializzati in ambiti specifici è sempre maggiore.

Approfondendo quanto detto sopra, i seminari previsti dal Centro Machiavelli sono finalizzati ad affrontare obiettivi formativi che permettano di esplorare l'applicabilità delle nuove tecnologie di modellazione 3D in ambiti dove la lavorazione manuale è ancora predominante e il supporto delle tecniche 3D è ancora in una fase iniziale: progettazione di gioielli e restauro di sculture. Questi seminari sono stati progettati e realizzati in collaborazione con "CER Centro Europeo del Restauro" - scuola di costruzione e con "Metallo Nobile", scuola di tecnica e design orafa, entrambi di Firenze.

Analizzando i programmi dei due istituti, abbiamo verificato come l'organizzazione di seminari di modellazione 3D possa essere un valido strumento integrabile con corsi esistenti a beneficio sia degli studenti che dei professionisti del settore.

Per rendere i seminari compatibili con i corsi esistenti, il programma prevede una parte comune riguardante l'introduzione alla modellazione 3D e parti specifiche:

- per gli orafi, la creazione di un prodotto orafa con il supporto della tecnologia 3D
- per il restauro di un elemento scultoreo, l'intervento con il supporto della tecnologia 3D su un modello in gesso che presenti carenze di materiale
- per il restauro di mobili antichi, la replica di elementi decorativi metallici

In tutti i casi si effettua un confronto con il metodo di lavoro tradizionale, analizzando benefici e problematiche. L'utilizzo di esempi specifici è stato ritenuto necessario per analizzare in modo pratico e tangibile le differenze tra i due processi, per facilitare la comprensione di come queste metodologie possano essere riprese e adattate in contesti differenti.

I risultati di apprendimento attesi da questo modulo sono i seguenti:

- sapere come è definito lo spazio virtuale e come funziona
- conoscere i diversi modi di creare una forma tridimensionale virtuale
- avere una panoramica dei software di modellazione 3D e delle loro caratteristiche, potendo così scegliere quello più adatto alle proprie esigenze
- essere in grado di modellare forme di esempio

Come accennato, il processo di creazione di forme tridimensionali all'interno di spazi virtuali è nato all'interno del settore industriale. Inizialmente come supporto alla progettazione, poi, con il tempo, con l'avvento di nuove tecniche e di nuovi software più sofisticati, i campi di applicazione della modellazione 3D si sono notevolmente ampliati, espandendosi in molti ambienti lavorativi e non lavorativi. Nel mondo della computer grafica 3D sono emerse figure come Designer CAD, Modellatore 3D, Animatore 3D e Esperto di Rendering 3D, che richiedono una preparazione specifica e riflettono campi estremamente ampi e complessi.

I nostri seminari si concentrano sulle figure del 3D Modeler, che progetta modelli virtuali, geometrici o organici, per supportare altre figure professionali che li useranno nei loro campi specifici.

La [modellazione 3D](#) può essere suddivisa in due diverse tipologie:

- **modellazione organica** Che è la tipica modellazione usata per creare umani o creature, animali o umanoidi. Viene usata per tutti i soggetti "naturali", come rocce, piante, alberi e per il territorio in generale, in questi casi i modelli sono tanto più riusciti quanto più sono ricchi di dettagli.

- **modellazione geometrica** è il tipo di modellazione meno recente, viene usata per creare oggetti tecnici o meccanici, o in ogni caso per qualsiasi cosa sia di natura artificiale e che non faccia parte della categoria precedente. Generalmente la complessità dei modelli realizzati con questo tipo di modellazione è molto inferiore, se guardiamo all'aspetto esteriore delle singole forme, ma non se consideriamo aspetti legati alla precisione e corrispondenza delle parti.

Naturalmente lo stesso oggetto può contenere modellazioni di entrambi i tipi, o essere formato da un insieme di parti contenenti sia modelli organici che geometrici.

I seminari riguardano anche varie tipologie di modellazione: accenneremo quella procedurale e il focus sarà su quella manuale e su quella derivante da modelli reali (scansione 3D). Spieghiamo le differenze tra la modellazione 3D solida, superficiale e volumetrica in modo che gli studenti possano analizzare le proprie esigenze e avere un'idea chiara di ciò che vogliono richiedere a un software.

Esistono moltissimi software di modellazione 3D, specifici per diversi tipi di modellazione, che essenzialmente possono essere divisi in commerciali e a pagamento. In questa fase viene fatta una panoramica dei programmi, analizzandone le caratteristiche per comprendere il possibile utilizzo nel proprio campo di lavoro.

La scelta del software da utilizzare nei seminari sarà poi decisa dal docente in base alle esigenze degli studenti. In particolare, si concentrano su programmi open source e gratuiti:

- **Tinker CAD**: Questo software viene eseguito direttamente nel browser Web e utilizza la modellazione booleana per creare oggetti. In pratica, una forma viene aggiunta o sottratta a un'altra per creare oggetti sempre più complessi. Facile da imparare e gratuito. Molto utile per chi si avvicina per la prima volta all'argomento.
- **Free CAD**: Software open source e multiplatforma per la modellazione CAD 2D e 3D. Molto semplice da usare e con numerosi tutorial e una rete comunitaria molto ampia.
- **Blender**: : Uno dei più completi software di modellazione 3D multiplatforma open source, le cui caratteristiche competono con i più famosi software commerciali. Per questo è uno dei programmi più utilizzati. La documentazione reperibile in rete e sotto forma di manuali cartacei è molto ampia, ma forse, viste le sue caratteristiche, anche tra le più difficili da apprendere.
- **Sculptris**: Programma molto semplice ed intuitivo per avvicinarsi al mondo della scultura digitale. Dalla stessa software house di ZBrush.

Tra i programmi commerciali:

- **Rhinoceros** Software commerciale di modellazione e progettazione 3D. Viene utilizzato in vari campi tra cui spicca il design dove è diventato uno standard. Caratterizzato da un'interfaccia di facile apprendimento e da un prezzo abbastanza contenuto, è possibile utilizzare la versione di prova per 90 giorni, tempo sufficiente per apprendere e valutare l'eventuale acquisto.
- **Zbrush**: Uno dei software più diffusi al mondo per la scultura digitale. Non particolarmente facile da imparare, però ad un prezzo contenuto.
- **3DCoat**: Un software professionale molto economico che ti consente di creare forme organiche e scolpire modelli 3D attraverso strumenti digitali e costruzioni poligonali. Ha le stesse caratteristiche di ZBrush.

Sebbene i seminari si concentrino sulla modellazione 3D, verranno menzionate anche le varie tecniche di stampa 3D. Questa parte avrà come contenuto i seguenti argomenti:

- Da stampa 2d a 3D: stampa 3D come evoluzione della stampa 2D
- Tecniche di stampa sottrattiva, detta anche tecnica "tradizionale" che si ottiene tagliando o scavando il materiale da un pezzo iniziale più grande. Le tecnologie più comuni di questo tipo sono le frese a controllo numerico (CNC) e le frese laser
- Tecniche di stampa addizionale, che creano un oggetto attraverso la sovrapposizione di sottili strati di materiale. Le tecniche additive esistenti differiscono in base alla funzionalità, al modo in cui gli strati vengono depositati e al materiale che può essere utilizzato
- Vantaggi e svantaggi delle due procedure
- Prototipazione rapida per prodotti finiti
- Stampa 3D per produzione indiretta: realizzazione di strumenti e/o attrezzature necessarie per la realizzazione di elementi finiti
- Tecnologie di stampa additiva: estrusione, digital light processing, fusione di materiale granulare, struttura lamellare
- Materiali
- Settori di applicazione

I. Modellazione di un anello: fasi del seminario

Per quanto riguarda il settore orafa si procede alla realizzazione di un anello analizzando tutte le fasi che caratterizzano sia la lavorazione tradizionale, sia quella che prevede l'utilizzo di software e stampanti 3D. Il prodotto finale sarà un oggetto in metallo abbinato a pietre preziose.

In questo caso lo studente, che sia già un orafa, o un principiante, sarà capace di:

- Conoscere le fasi di ideazione e progettazione di un manufatto orafa
- Conoscere i suoi componenti e le caratteristiche tecniche
- Analizzare i vari processi attuabili
- Modellare l'oggetto
- Valutare l'utilizzo di un programma professionale o open source
- Analizzare il prodotto finito e valutare i vantaggi e i punti deboli del processo tradizionale e del processo con l'ausilio di software di modellazione 3D

1. Fasi di ideazione e progettazione di un manufatto orafa

Le fasi progettuali di un gioiello possono essere riassunte in:

Analisi e osservazione del mondo reale: in questa fase si raccolgono informazioni.

- Si identifica l'utente a cui il prodotto è destinato (Chi?)
- Si analizzano i bisogni dell'utenza (quando indosserà il prodotto? Dove? Come? Perché?)
- Si considerano le mode e i trend, le ispirazioni delle persone
- Da queste analisi e dalle risposte derivanti dall'osservazione della realtà, si arriva alla definizione della tipologia di prodotto da progettare

Ricerca: A questo punto si eseguono analisi di mercato:

- Che richiesta c'è di questi oggetti?
- Esistono oggetti simili?
- Quali sono gli oggetti attualmente più venduti?
- Quali sono le tendenze per il prossimo anno?
- Per quali motivi il prodotto può differenziarsi o migliorare i prodotti esistenti?

Riassunto del progetto: Da questa fase preliminare si ottiene quello che è definito "brief di progetto", ovvero le linee guida da seguire durante la progettazione. Il progettista razionalizza le informazioni riportate nel brief e le integra definendo prima i temi e poi le linee della collezione.

Pianificazione: In questo passaggio si valutano le risorse a disposizione, si organizzano le attività, i tempi, i costi, le persone che interverranno nel processo.

Fase progettuale: In questa fase si comincia con lo sviluppo del progetto della collezione nella prima parte detta "vision".

Il progettista applica la propria creatività per trovare un'idea che risponda alle richieste indicate nel brief. Si inizia con una serie di schizzi, visualizzazioni, istantanee di progetti e di idee. Si lavora liberamente concentrandosi nella ricerca dell'idea, i disegni non devono essere necessariamente connessi. Si elaborano schizzi, note, frasi, parole, foto, simboli, per abbozzare un'idea. Tutto il materiale viene poi raccolto e ordinato e si procede ad un suo riesame da cui viene selezionata solo una parte, quella che meglio risponde alle richieste del brief. Questi elaborati vengono organizzati sotto forma di "concept".

Il concept, che rappresenta l'idea che si vuole seguire, va definito graficamente e va dotato di documentazione che ne faccia capire:

- Colori
- Materiali
- Forme
- Finiture

Nel "**Concept**", si definiscono scelte formali, funzionali e tecniche

- Da quante parti è composto?
- È possibile semplificare in vista dell'assemblaggio in produzione?
- Quali sono i migliori materiali da usare?
- Che tecnologia è più opportuno usare?
- Quanto resistente e duraturo sarà l'oggetto?
- Qual'è il grado di comfort?
- Quali sono i costi di produzione?
- Che impatto avrà sull'ambiente?

Si valuteranno altresì, anche risposte a domande di natura concettuale:

- Che effetto avrà sul corpo?
- Che emozioni suscita?
- Che valori trasmette?
- Che storia racconta?
- È possibile riconoscervi il brand?

Il concept viene visualizzato in pianta, prospetto e sezione e quotato con le rispettive misure elaborando delle **tavole tecniche**.

Dalle tavole tecniche si procede alla realizzazione di un primo **modello bidimensionale** e si elaborano dei **rendering bidimensionali** per valutare meglio l'oggetto nel suo sviluppo volumetrico e materico.

Al termine di questo passaggio seguirà la fase di **modellazione tridimensionale** (CAD), il **rendering tridimensionale** del modello e la **prototipazione** (CAM) per verificare la correttezza dell'impostazione progettuale e la sua fattibilità tecnica attraverso la realizzazione di un **prototipo** (master).

Il test del prototipo è di fondamentale importanza, perché è il prodotto di tutte fasi appena descritte e allo stesso tempo il punto di partenza della fase produttiva. È l'oggetto della valutazione definitiva tra tutti i componenti che partecipano al processo e determina se è necessario fare delle correzioni, o se l'oggetto può andare in produzione. Infatti dopo questa fase di verifica, con la realizzazione di uno o più prototipi e le eventuali correzioni, si può passare alla fase di produzione terminando così il processo progettuale.

Nella fase di produzione si procederà con altri tipi di decisioni in merito a: materiali, quantità, utilizzo di semilavorati, metodi di produzione e di contenimento dei costi, produzione per conto terzi ecc. Dopo la produzione si passerà poi al marketing per la vendita.

2. Caratteristiche tecniche del manufatto

Per procedere alla progettazione di un anello è importante conoscere alcune caratteristiche tecniche riguardanti il manufatto preso in esame.

Tipologie: esiste un'ampia varietà di tipologie di anelli. Di seguito si riportano alcune tra quelle più conosciute.

Fede nuziale: È il classico anello matrimoniale, il più utilizzato. È caratterizzato da un metallo liscio, il più delle volte oro giallo. La larghezza è variabile, così come la possibilità di incidere all'interno la data del matrimonio, un nome. La fede si indossa generalmente sulla mano sinistra al dito anulare, mentre nell'Europa Centro-Orientale e nella Penisola Iberica (tranne Catalogna), si usa metterla a destra.

Solitario: È il più diffuso e apprezzato anello per fidanzamento: ha un diamante montato da solo, senza altre pietre intorno. Significato simbolico: un solo diamante, un solo amore. Il gambo può essere in oro, il più delle volte bianco, oppure platino.

Trilogy: Anello con tre pietre, di solito diamanti.

Eternity o Riviera ring: Anello con una fascia di metallo (in genere oro bianco) con una fila di gemme, di solito diamanti, che gira attorno al dito.

Trinity: Anello ideato da Cartier nel 1924: consiste in tre diverse bande di metalli diversi (oro bianco, oro rosa, oro giallo) che si intersecano.

Anello a sigillo (scudo) o Chevalier: anello di origini molto antiche (risale all'epoca egizia) è caratterizzato da un castone su cui viene inciso un simbolo. Veniva utilizzato sia per scopo ornamentale sia per esigenze pratiche come per apporre la propria "firma" su tavolette di cera.

Halo: Anello con un diamante o altra pietra centrale e un alone di gemme più piccole attorno. Serve ad aumentare l'impatto visivo senza dover ricorrere a una pietra più grande e costosa.

Anello a pavé: anello caratterizzato da una montatura a pavé di pietre generalmente di piccola dimensione.

Misura

La misura di un anello è definita da taglie che variano da paese a paese. A ogni misura corrisponde il diametro (o la circonferenza) del dito. Di seguito è riportata una tabella delle principali misure:

Standard				Diametro	Circonferenza	Standard				Diametro	Circonferenza
Inglese	Francese	USA	Italiano	cm.	cm.	Inglese	Francese	USA	Italiano	cm.	cm.
D	41,5	2	2	1,33	4,18	Q	57	8	17	1,81	5,68
D	42		2	1,33	4,18		57,5		17,5	1,83	5,75
E	42,75	2,5	2,5	1,35	4,24		58		18	1,85	5,81
	43		3	1,36	4,27		58,5	8,5	18,5	1,86	5,84
F	44	3	4	1,4	4,4	R	59		19	1,88	5,9
	45		5	1,43	4,49		59,75	9	19,5	1,9	5,97
G	45,5	3,5	5,5	1,45	4,55	S	60		20	1,92	6,03
H	46		6	1,46	4,58		60,5		20,5	1,93	6,06
H-1/2	46,75	4	6,75	1,47	4,62		61	9,5	21	1,95	6,12
I	47		7	1,49	4,68	T	61,5		21,5	1,96	6,15
I-1/2	48	4,5	8	1,53	4,8	T-1/2	62	10	22	1,98	6,22
J	49		9	1,56	4,9	U	62,5		22,5	1,99	6,25
J-1/2	49,25	5	9,5	1,58	4,96		63		23	2	6,28
K	50		10	1,6	5,02	U-1/2	63,5	10,5	23,5	2,02	6,34
L	50,5	5,5	10,5	1,61	5,06	V	64		24	2,04	6,41
L-1/2	51		11	1,62	5,09		64,5		24,5	2,05	6,44
M	51,5	6	11,5	1,63	5,12	W	65	11	25	2,06	6,47
	52		12	1,65	5,18		65,5		25,5	2,08	6,53
	52,5		12,5	1,66	5,21	X	66		26	2,1	6,59
N	53	6,5	13	1,68	5,28		66,25	11,5	26,5	2,11	6,63
	53,5		13,5	1,7	5,34		67		27	2,12	6,66
	54		14	1,72	5,4	Y	67,5	12	27,5	2,13	6,69
O	54,5	7	14,5	1,73	5,43		68		28	2,15	6,75
	55		15	1,74	5,46	Z	68,75	12,5	28,5	2,17	6,81
	55,5		15,5	1,76	5,53		69		29	2,19	6,88
P	56	7,5	16	1,78	5,59		69,5		29,5	2,2	6,91
	56,5		16,5	1,8	5,65	1	70	13	30	2,22	6,97

Componenti

Le parti che formano un anello in genere dipendono dal tipo e si possono indicare come:

gambo o fascia

testa

pietra centrale

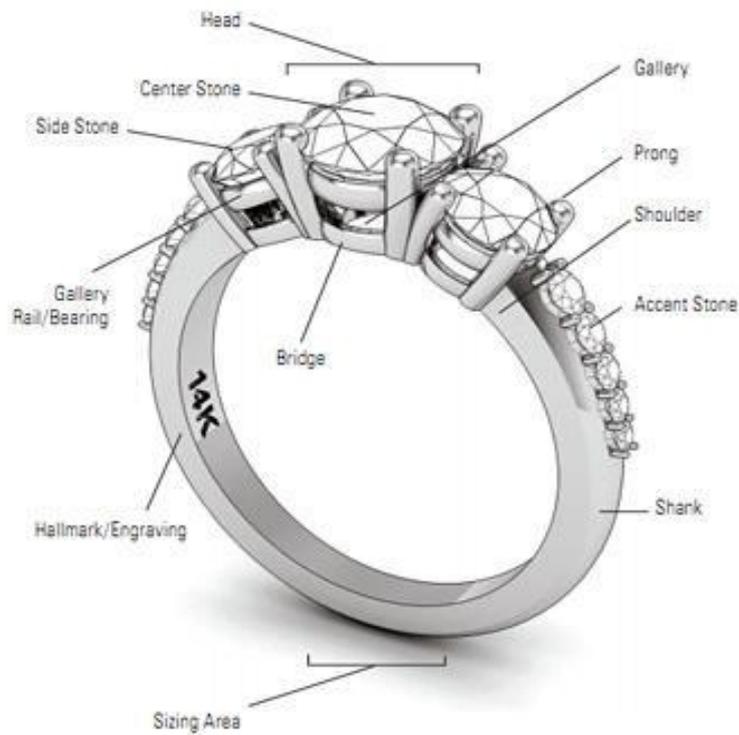
griffe o punte

pietre laterali

spallete

galleria

ponte



Top/Looking Down View



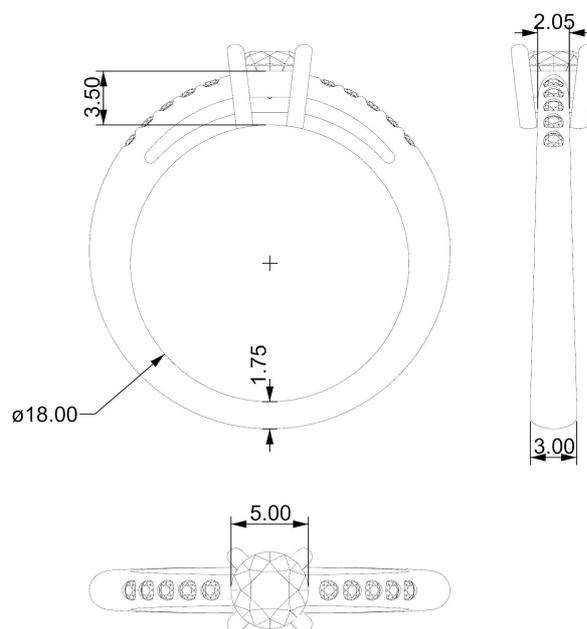
Through Finger View



Side View

3. Esempio di anello preso in esame realizzato con metodo tradizionale

Come caso di studio per il seminario si prenderà in esempio un anello in stile classico con pietra centrale da 5 mm montata su castone a griffe e pietre laterali da 1 pt



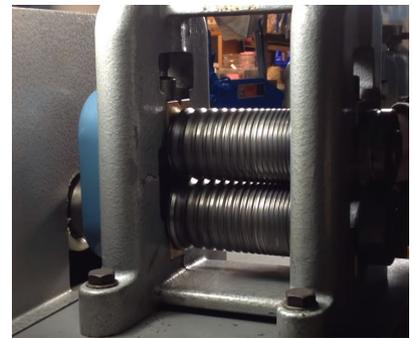
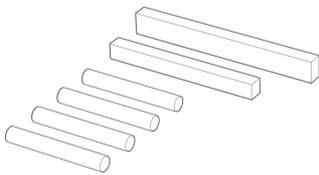
In questa fase si illustrerà come il manufatto orafa preso in esame viene realizzato nella maniera classica:

Preparazione del metallo - fusione - modellazione - preparazione del modello (taglio-segnatura-foratura-saldatura) - incassatura - incisione - pulimentatura

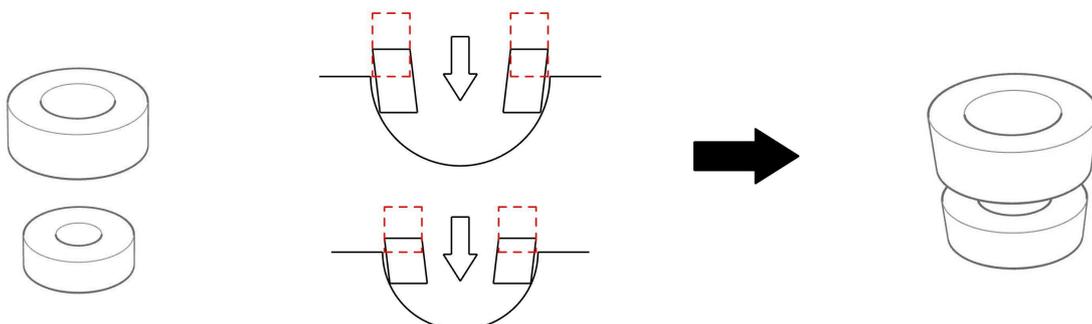
Per prima cosa si individuano le parti da realizzare:
il castone a griffe e il gambo dell'anello su cui andrà posizionato il castone

Preparazione del castone a griffe

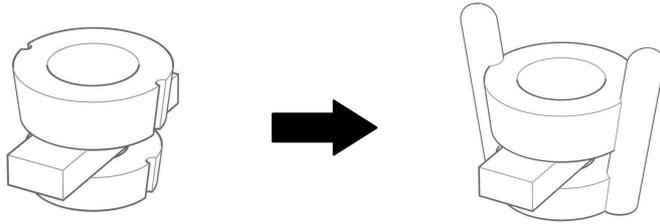
Si realizzano, attraverso la preparazione del metallo e la trafilatura, due barre a sezione rettangolare e quattro a sezione circolare delle dimensioni necessarie per la creazione del castone e delle griffe.



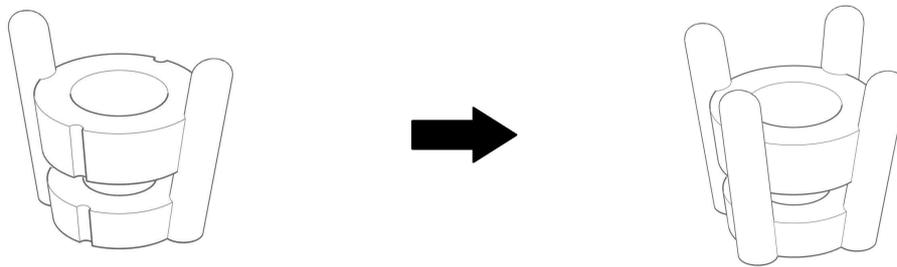
Le due barre a sezione rettangolare vengono piegate e saldate a formare due anelli. I due anelli vengono poi stozzati fino ad assumere una forma conoidale.



I due anelli vengono sovrapposti utilizzando un distanziatore e incisi lateralmente a destra e sinistra. Queste incisioni servono come guide per saldare le prime 2 griffe.

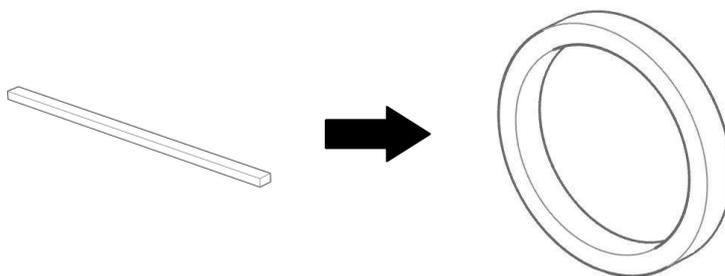


A questo punto, si elimina il distanziatore, si incidono i due anelli davanti e dietro per creare altre due guide e si saldano le altre due griffe: il castone è completato.

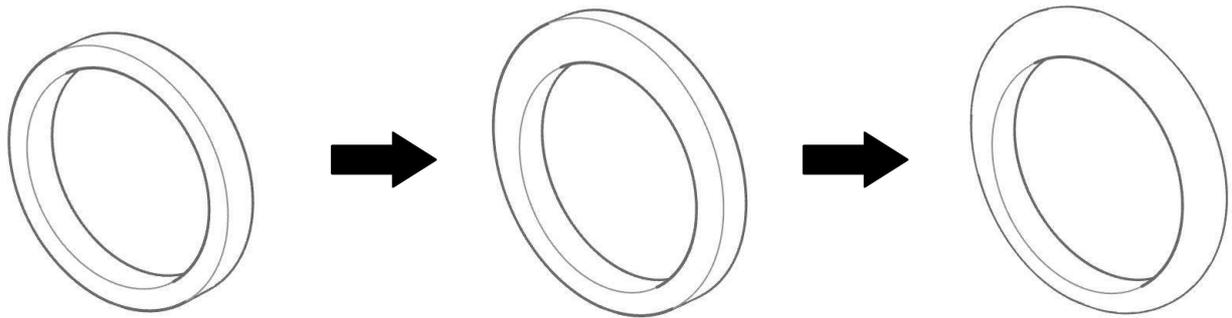


Realizzazione del gambo

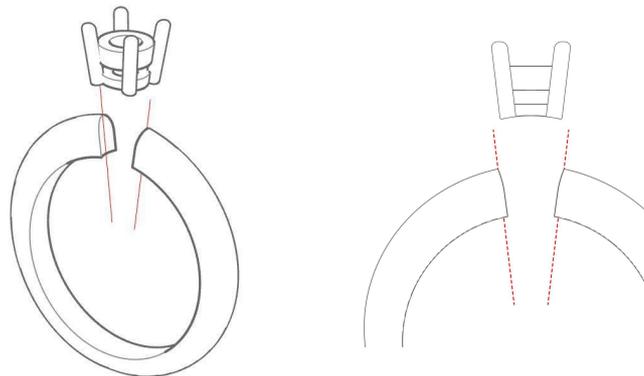
Si realizza, attraverso la preparazione del metallo e la trafilatura, una barra a sezione rettangolare di dimensioni adatte per la creazione del gambo. Questa barra successivamente viene piegata a formare un anello.



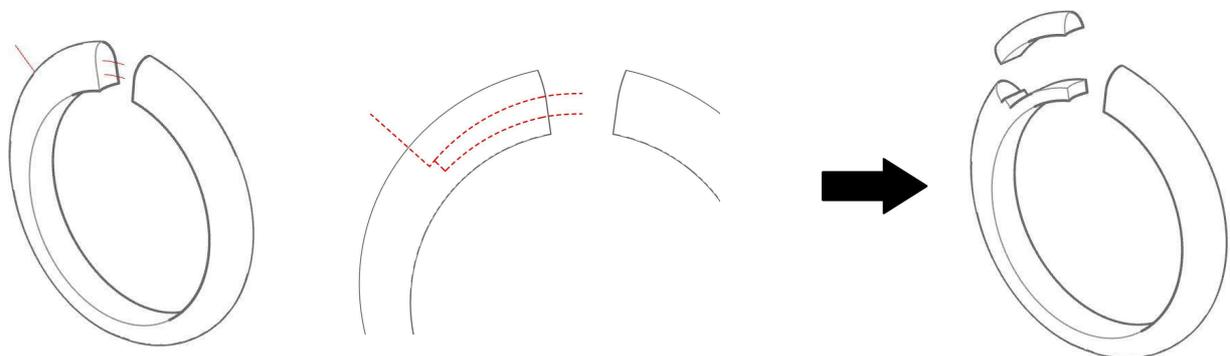
L'anello viene battuto fino ad ottenere la forma desiderata.



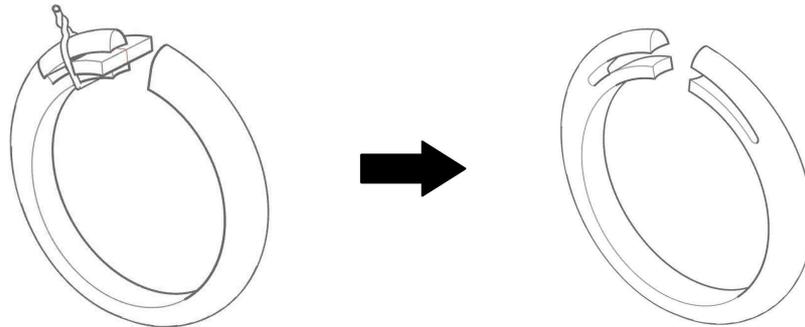
Si esegue un taglio nella parte superiore per far sì che il castone possa esservi inserito.



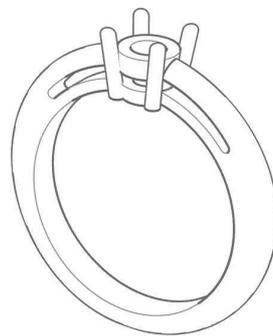
A questo punto si procede nella realizzazione del ponte e delle spallette, poi della galleria, tagliando la parte destra e la parte sinistra dell'anello.



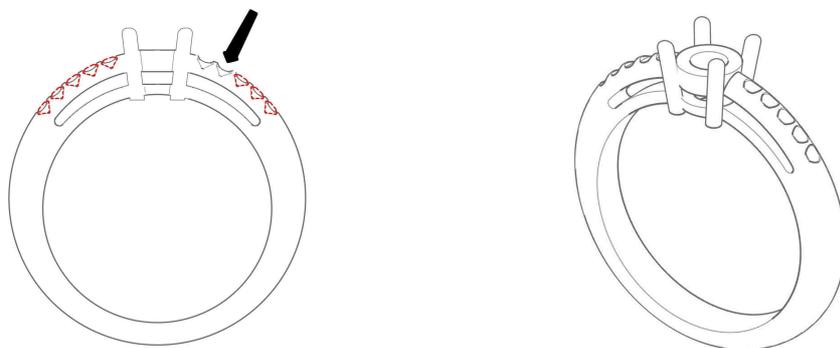
Le due spallette vengono saldate al gambo con l'aiuto di un distanziatore completando questa seconda fase.



Si inserisce il castone a griffe nel gambo e si salda.



Si segnano sulle spallette le posizioni delle pietre e con una fresa si preparano i fori.



Terminata questa fase, l'anello è pronto per essere incassato dall'incassatore.

4. Costruzione dell'anello tramite software di modellazione assistita

In questa fase si procede alla modellazione dell'anello precedentemente osservato nella sua realizzazione manuale, utilizzando il computer e la stampa 3D. È possibile utilizzare un qualsiasi software di modellazione 3D, in commercio ce ne sono tanti che differiscono molto in termini di indirizzo, tipologia di modellazione e di costo. In questo seminario verranno considerati Rhinoceros e FreeCAD, il primo è un software commerciale, il secondo, prodotto di un progetto open source. Tali software sono stati scelti perché sono espressamente indirizzati per la meccanica e il product design.

4.1 Introduzione a [Rhinoceros](#)

Rhinoceros, realizzato da Robert McNeel & Associates, è normalmente utilizzato per il disegno industriale, l'architettura, il design navale, il design del gioiello, il design automobilistico, il CAD/CAM, per la prototipazione rapida, il *Reverse engineering* e per il design della comunicazione.

Nel design e nell'oreficeria è diventato uno standard. Questa sua crescente popolarità è basata sulla sua diversità, sulle funzionalità multidisciplinari, sulla sua bassa curva di apprendimento e sul costo relativamente basso.

Rhinoceros risponde a tutte le necessità di un modellatore orafo: è un modellatore di superfici NURBS¹ in forma libera. Con questo software è possibile creare, modificare, analizzare e tradurre curve, superfici e solidi NURBS in ambienti Windows o Mac. Non ci sono limitazioni sulla complessità, sul grado o sulla dimensione del modello da progettare. Inoltre è il software su cui si basano molti dei plug-in utilizzati nei laboratori di progettazione orafa di tutto il mondo, come Matrix, Rhinogold, RhinoPro-J, Rhin Jewel, Infine, come già detto, è possibile utilizzarne una versione di prova per un periodo di 90 giorni, tempo utile per valutarlo e impararlo.

L'interfaccia di Rhinoceros si divide essenzialmente in:

A - barra dei menù, dove è possibile impartire i comandi al software tramite le voci riportate nei menù organizzati in diversi ambiti di lavoro

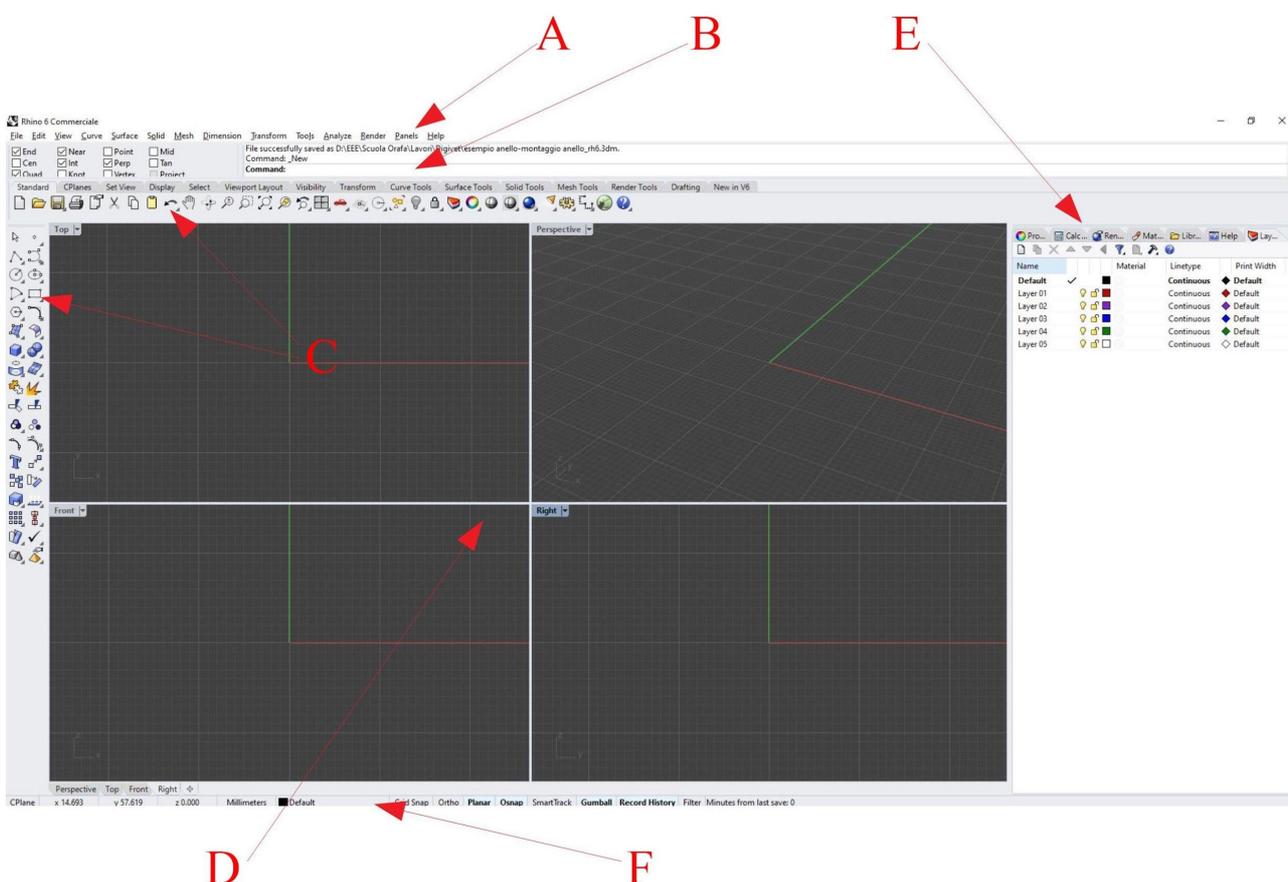
B - la linea di comando, dove è possibile dialogare con il software attraverso comandi digitati tramite tastiera

C - la barra a schede degli strumenti (comprendente anche la barra degli strumenti laterale), dove gli input, vengono dati tramite pulsanti raggruppati in schede

D - l'area grafica suddivisa in finestre, in cui è visualizzato lo spazio 3D virtuale con i modelli

E - l'area dei pannelli a schede, in cui è possibile operare graficamente su diverse proprietà del modello

F - la barra di stato, dove sono visualizzate le coordinate del cursore, le unità, gli aiuti per il disegno e diverse altre proprietà



Con Rhinoceros è possibile creare punti, curve, superfici e solidi. Per questo motivo è utilizzato sia nel disegno tecnico bidimensionale, con l'elaborazione di tavole tecniche e disegni su supporto cartaceo, o nel disegno di tracciati, sia nella modellazione 3D finalizzata alla realizzazione di oggetti 3D o al rendering.

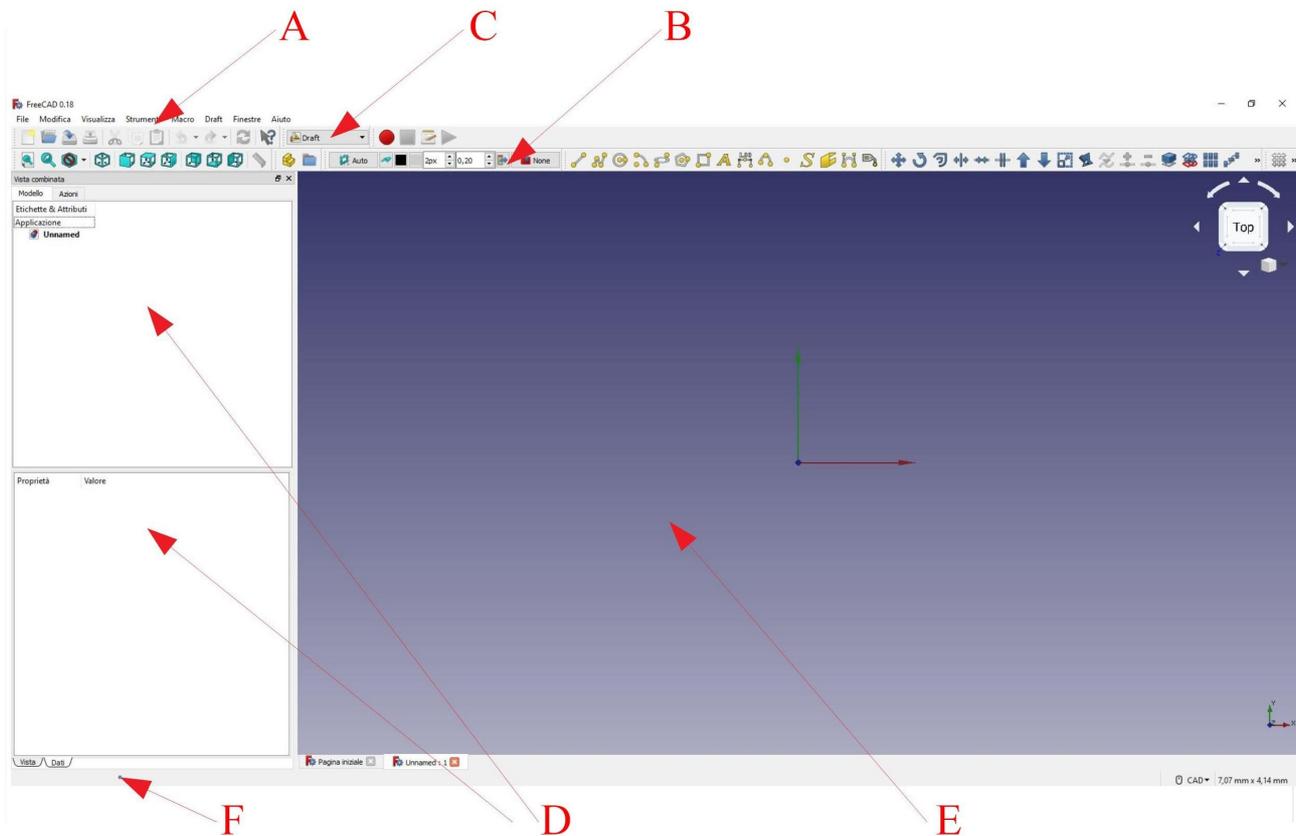
4.2 Introduzione a [FreeCAD](#)

FreeCAD è un modellatore 3D parametrico che fa parte di un progetto open source iniziato nel 2001 da Jürgen Riegel. Essenzialmente è un modellatore parametrico di solidi 3D che fa uso di altre librerie open source: infatti è basato su Open CASCADE, una piattaforma di sviluppo software composta da librerie, componenti e servizi utilizzata per lo sviluppo della maggior parte dei programmi di CAD/CAE liberi, Coin3D (una creazione di Open Inventor), le librerie grafiche (GUI) Qt Framework, e Python, un popolare linguaggio di scripting/programmazione. Lo stesso FreeCAD a sua volta può inoltre essere usato come libreria software da altri programmi CAD/CAE.

È principalmente indirizzato all'ingegneria meccanica, ma viene utilizzato anche in altri ambiti come l'architettura e il design.

L'interfaccia di FreeCAD si divide essenzialmente in:

- A - La barra dei menù in cui è possibile eseguire le operazioni di base del programma
- B - La barra degli strumenti organizzata in pulsanti per i comandi
- C - Il selettore degli ambienti di lavoro
- D - L'area della vista combinata, che include: la vista ad albero con la gerarchia e lo storico degli oggetti, il pannello delle azioni che si attiva quando viene attivato uno strumento che richiede l'input dell'utente (testo, punti, coordinate, caratteristiche di una forma ecc.), il pannello delle proprietà degli oggetti selezionati
- E - La vista 3D che visualizza lo spazio di lavoro e gli oggetti geometrici del documento
- F - La barra di stato, che è una barra multifunzione che visualizza messaggi e informazioni



Il funzionamento di FreeCad si basa sulla suddivisione in ambienti di lavoro, in cui sono presenti gli strumenti necessari a svolgere un determinato tipo di compito. Da questo punto di vista appare un po' meno user-friendly rispetto ad un software come Rhinoceros, ma allo stesso tempo risulta logicamente ben strutturato.

Gli ambienti di lavoro sono:

- **Menu di base:** questo non è in realtà un ambiente di lavoro, ma questa categoria serve a raccogliere tutti i comandi e gli strumenti "standard" del sistema che possono essere utilizzati in tutti gli ambienti
- **Arch:** per lavorare con gli elementi architettonici
- **Draft:** contiene strumenti 2D e quelli per realizzare operazioni base di tipo CAD 2D e 3D
- **FEM:** per Analisi agli elementi finiti (FEA)
- **Image:** per lavorare con immagini bitmap (matrice)
- **Inspection:** fornisce gli strumenti specifici per esaminare le forme. È ancora in sviluppo
- **Mesh:** per lavorare con grigliature a maglie triangolari
- **OpenSCAD:** per interagire con OpenSCAD e riparare lo storico del modello in geometria solida costruttiva CSG
- **Parte (Part):** per lavorare con oggetti CAD di tipo Parte 3D
- **Part Design:** per costruire oggetti di tipo Parte utilizzando degli schizzi come base
- **Percorso:** per produrre istruzioni G-Code. È ancora in fase iniziale di sviluppo
- **Grafico (Plot):** per editare e salvare i grafici sviluppati da altri moduli e strumenti (in sviluppo)
- **Punti:** per lavorare con nuvole di punti
- **Raytracing:** per operazioni rendering con ray-tracing
- **Ingegneria inversa (Reverse Engineering):** fornisce strumenti specifici per convertire forme/solidi/maglie in funzioni parametriche compatibili con FreeCAD. (In sviluppo)
- **Robot:** per studiare i movimenti dei robot
- **Ship:** per operare su entità navali costruite su entità di base
- **Sketcher:** per lavorare con degli schizzi vincolati geometricamente
- **Foglio di calcolo (Spreadsheet):** per creare un foglio di calcolo e manipolare i dati
- **Start Center:** consente di passare rapidamente in uno degli ambienti di lavoro più comuni
- **Surface:** fornisce strumenti per creare e modificare superfici. È simile al builder Part Shape Face from edges.
- **TechDraw:** viene utilizzato per produrre disegni tecnici di base da modelli 3D creati con un altro ambiente di lavoro come Part, Part Design o Arch, o importati da altre applicazioni.
- **Test Framework:** : per la messa a punto (debug) di FreeCAD
- **Web:** offre una finestra del browser nella vista 3D di FreeCAD

È possibile passare da un ambiente all'altro attraverso il selettore degli ambienti (C).

Come molti modellatori CAD, numerosi sono gli strumenti 2D per il disegno tecnico bidimensionale, è possibile lavorare con le Mesh, creare solidi per il rendering o la stampa 3D. È fatto principalmente per la progettazione meccanica, ma serve anche in tutti i casi in cui è necessario modellare degli oggetti 3D con precisione.

5. La modellazione dell'anello

In questa fase si procederà alla modellazione dell'anello ed alla sua preparazione per la stampa con l'utilizzo di software 3D. Verranno seguiti i passaggi sotto elencati:

- Analisi del modello nelle sue parti e progettazione della loro costruzione
- Disegno del modello 2D nelle sue viste frontale e laterale
- Modellazione 3D delle singole parti
- Assemblaggio
- Preparazione della stampa: analisi dei punti minimi, creazione dei supporti, creazione dei file .stl
- Stampa del modello

La procedura è identica utilizzando sia Rhinoceros che FreeCAD.

Analisi dell'oggetto da modellare

L'anello risulta composto da 2 parti: il gambo e il castone a griffe.

Il gambo presenta una galleria formata dalle spallette e dal ponte.

Sulle spallette sono presenti i buchi per l'incassatura delle pietre da 1pt.

Il castone è formato da due anelli sovrapposti e da quattro punte a forma cilindrica.

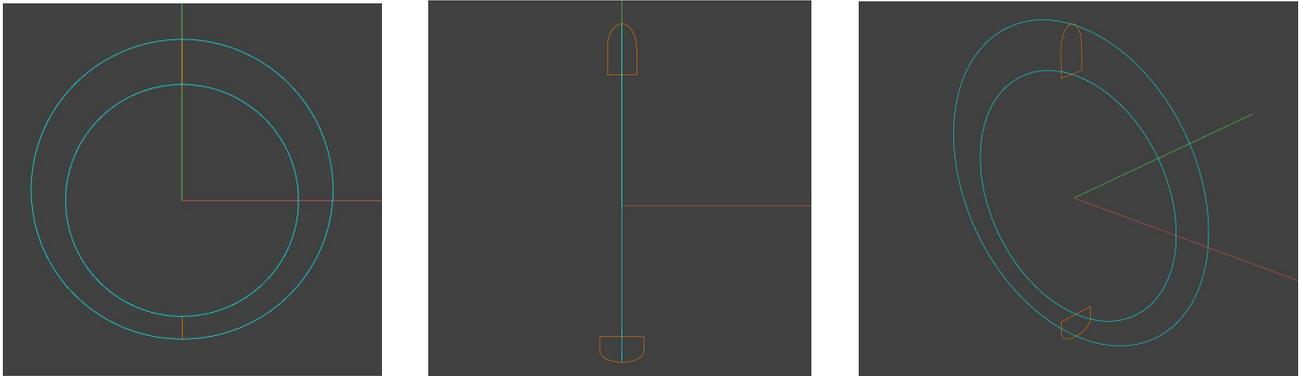
Progettazione della creazione degli oggetti 3D delle singole parti

Nella modellazione, generalizzando, è possibile creare oggetti 3D tramite i processi di estrusione, rivoluzione e operazioni di aggiunta o rimozione di volumi (booleane). Dopo un'analisi delle possibili strade percorribili, si può immaginare che:

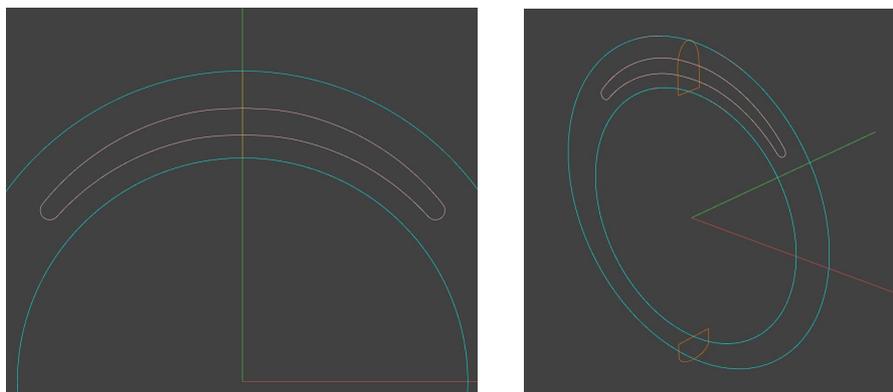
- Il gambo verrà creato attraverso una estrusione specifica (sweep), il vano del castone da una sottrazione del volume di ingombro del castone, la galleria dalla sottrazione di un volume corrispondente (ottenuto tramite estrusione).
- I fori sulle spallette per le pietre verranno creati sottraendo il volume d'ingombro delle pietre (ottenuto tramite rivoluzione).
- Il castone verrà creato tramite la rivoluzione di due curve della forma delle sezioni dei due anelli che compongono il castone stesso.
- Le griffe verranno realizzate tramite la creazione di un cilindro (forma tubolare), che viene poi copiato e ruotato 4 volte attorno al castone.

Disegno bidimensionale

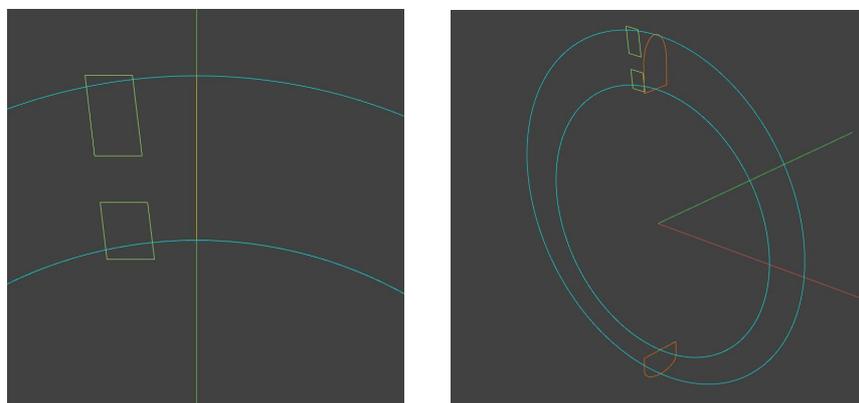
A. Si disegna un cerchio, che rappresenta la dimensione del dito e le sezioni caratteristiche che dovrà avere l'anello.



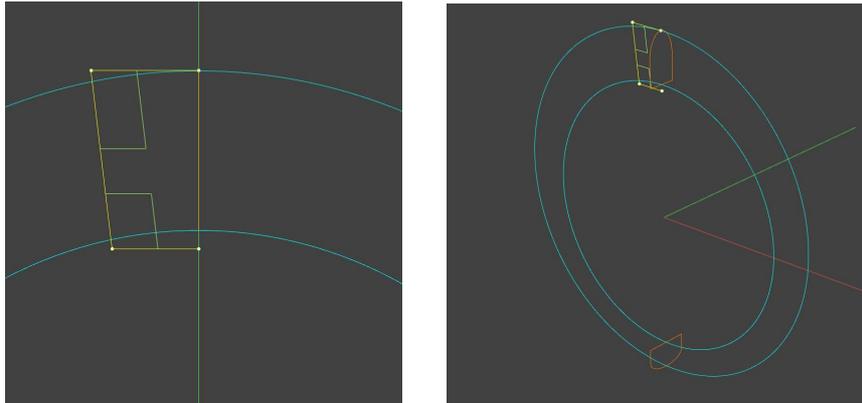
B. Viene disegnata una curva chiusa che rappresenta l'area della galleria.



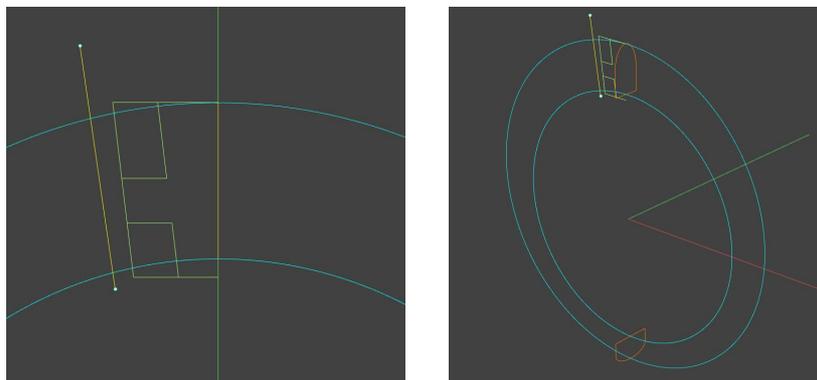
C. Sulla sommità si disegnano le sezioni del castone considerando che è formato da due anelli.



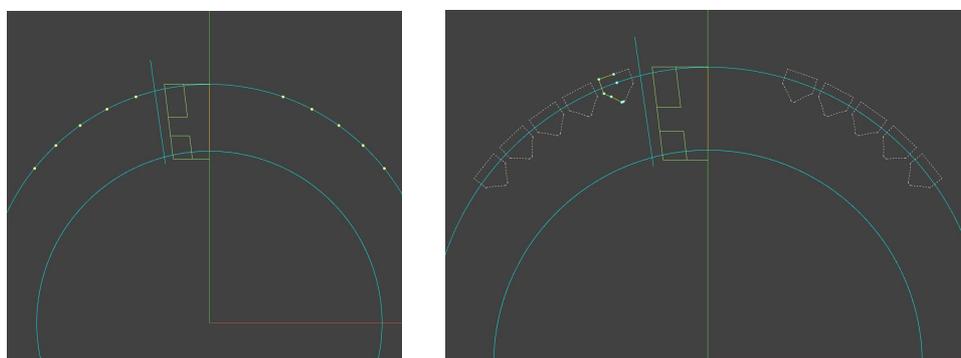
D. Si disegna il profilo che andrà a creare il volume di ingombro del castone necessario per creare lo spazio di inserimento del castone sul gambo.



E. Si disegna una linea che rappresenta l'asse centrale di una delle griffe.



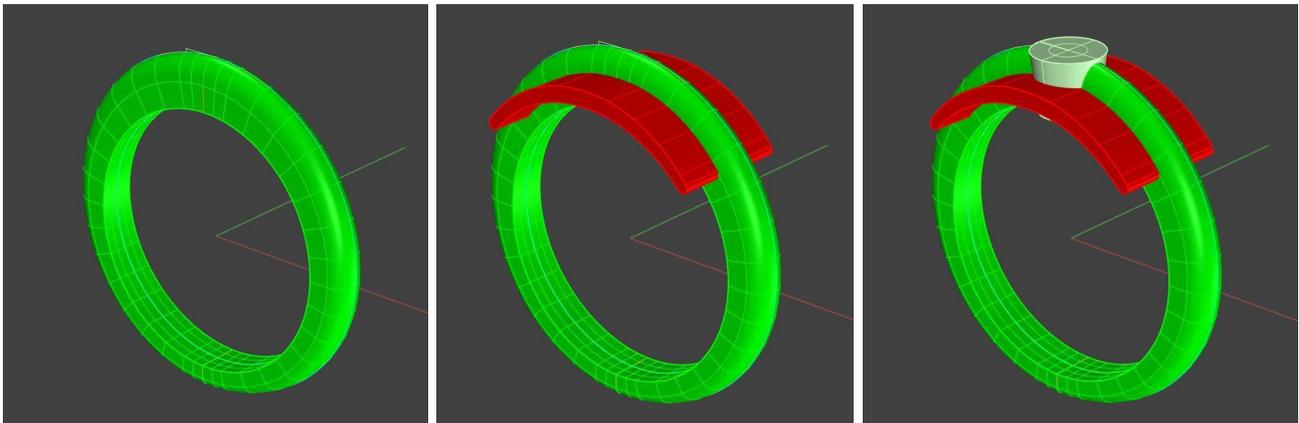
F. Si completa la fase del disegno bidimensionale indicando la posizione delle pietre da inserire e disegnando i profili necessari per la creazione dei volumi di ingombro delle pietre.



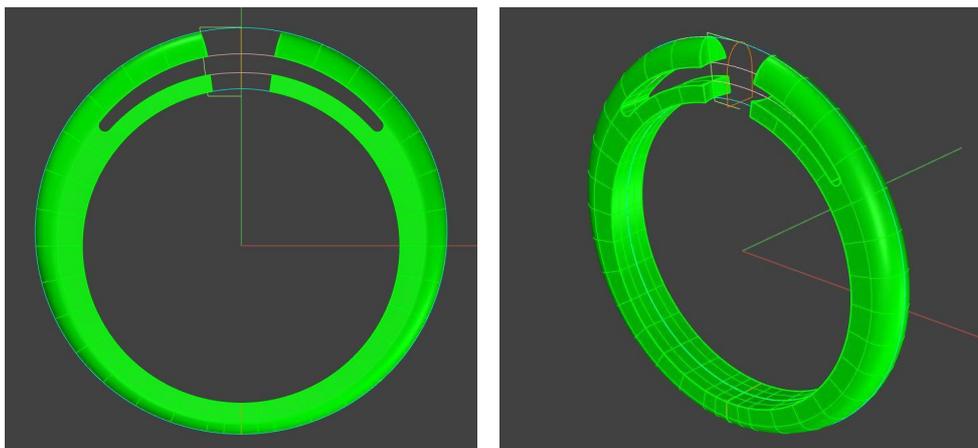
Modellazione tridimensionale

Completata la parte di disegno bidimensionale si passa alla modellazione dei solidi a partire dalle curve appena disegnate.

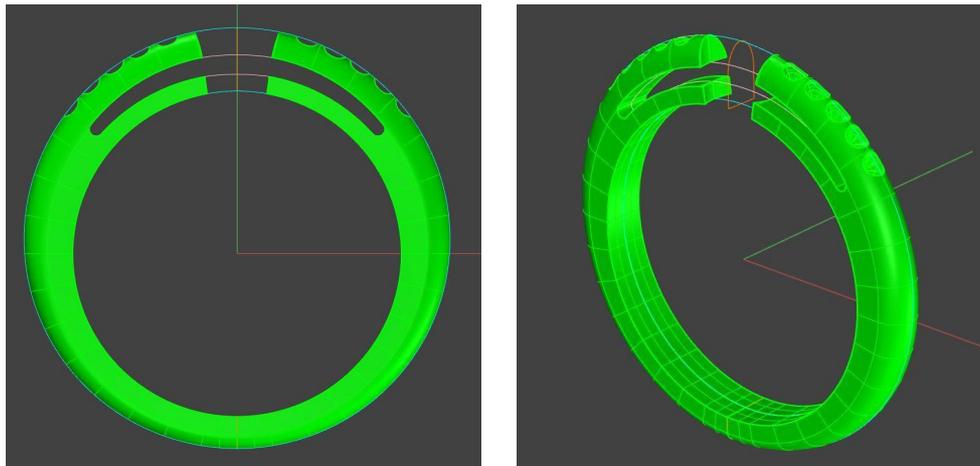
A. Si creano i volumi del gambo (attraverso uno sweep), della galleria (estrusione) e il volume di ingombro del castone (rivoluzione).



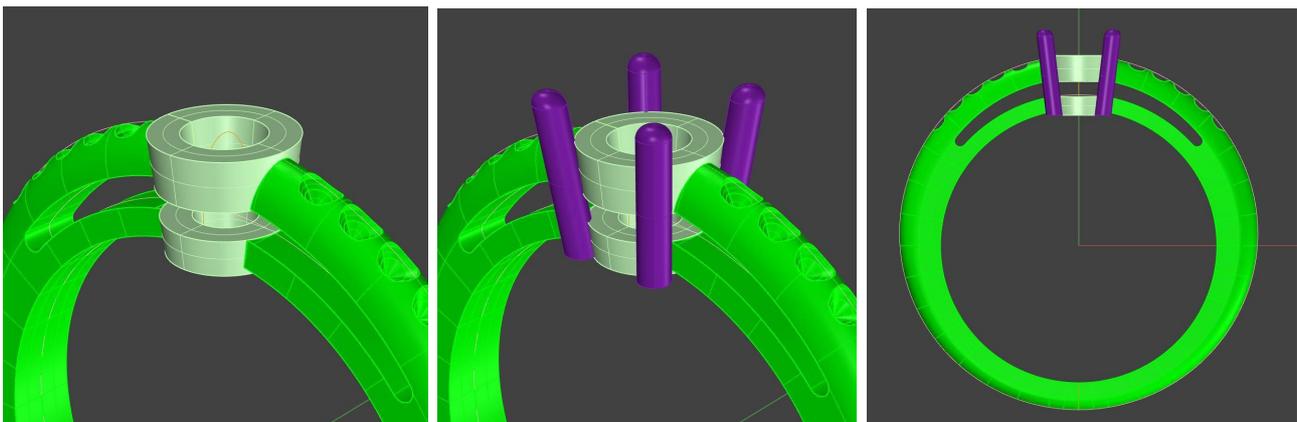
B. Si effettua una sottrazione booleana per ottenere la galleria e il vano per il castone a griffe.



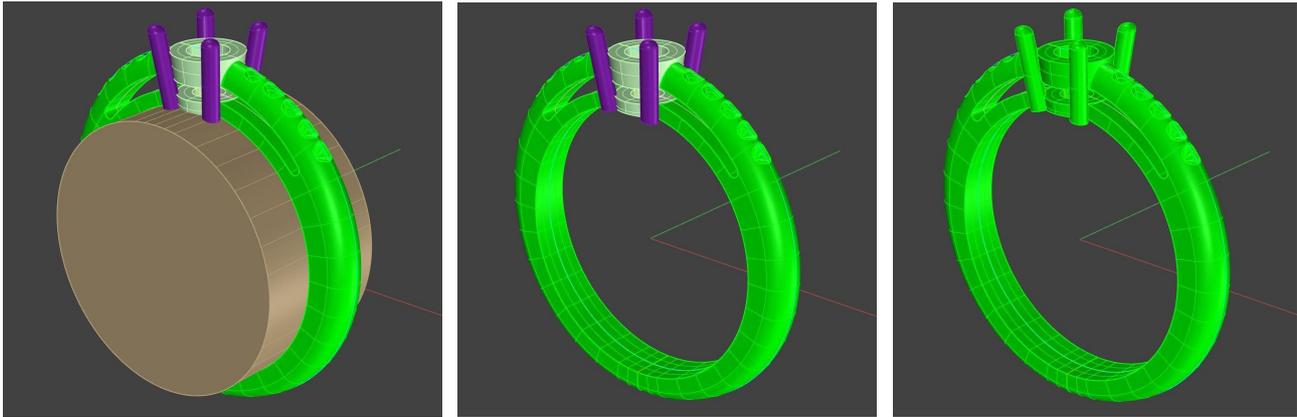
C. Si crea il volume di ingombro della pietra da 1 pt tramite rivoluzione e si replica nei punti in cui è previsto l'inserimento delle pietre, si sottraggono al volume del gambo e si procede alla creazione dei volumi del castone.



D. Si creano tramite rivoluzione, i due anelli del castone e si crea la prima punta. Questa punta viene poi ruotata nella corretta posizione e successivamente replicata 4 volte attorno al castone.



E. Tramite un cilindro (estrusione) corrispondente al volume del dito si rifinisce con una differenza booleana la parte inferiore del castone. Unendo (booleana) tutti i pezzi si ottiene il modello finale.



Preparazione della stampa 3D

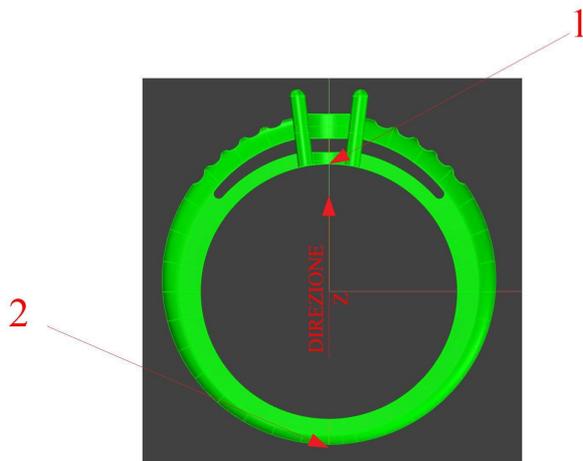
Per il modello ottenuto il processo di stampa più opportuno è quello della prototipazione rapida. La prima cosa da controllare è che si sia in presenza di un solido senza buchi, ovvero di un oggetto chiuso. In secondo luogo, a seconda della stampante che si andrà ad utilizzare, sarà necessario o meno prevedere dei supporti da inserire per sostenere il pezzo durante il processo.

Nel nostro caso si utilizza un processo di stampa 3D tramite prototipazione rapida che richiede la presenza dei supporti (caso più comune). Questi supporti, in genere, sono dei piccoli cilindri o coni che si posizionano in corrispondenza dei punti minimi dell'oggetto.

I punti minimi sono quelle parti del modello che non sono a diretto contatto con la piastra della stampante nella direzione Z. Se in questi punti non vengono inseriti i supporti, la stampa presenta delle mancanze o, nel peggiore dei casi, non avviene il processo di stampa.

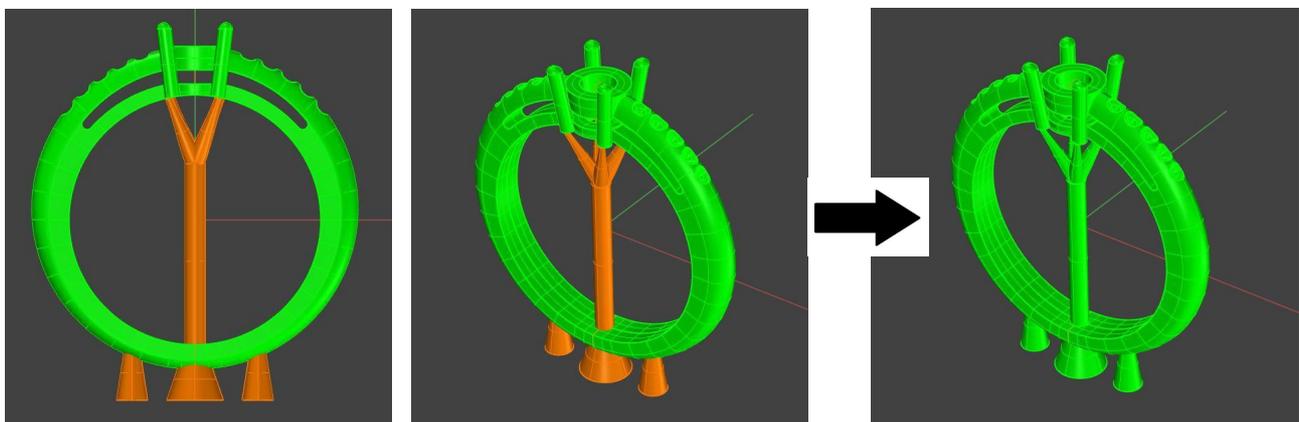
Normalmente tutte le stampanti vengono corredate di software che permettono l'inserimento manuale o automatico dei supporti di stampa. Esistono anche software espressamente progettati per questo scopo. Un altro modo è quello di inserirli direttamente in fase di modellazione 3D.

Nel caso in esame quindi, una volta ottenuto l'oggetto si analizza la presenza di punti minimi e si inseriscono i supporti necessari.



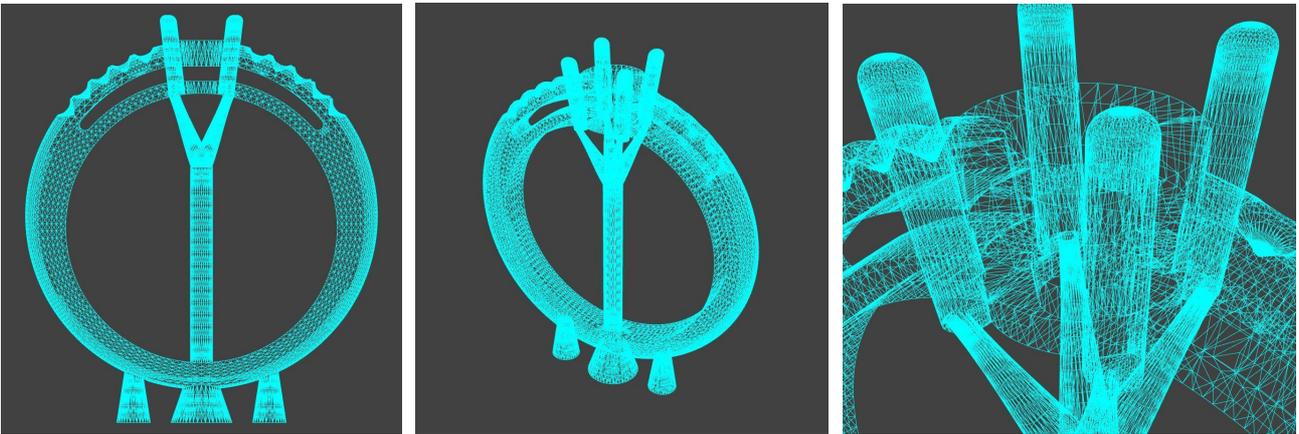
I punti che necessitano i supporti, data la semplicità del modello, sono solo due. Tuttavia, anche quando si è in presenza di superfici orizzontali o quasi orizzontali, è buona norma inserire dei supporti.

Una volta coperti i punti minimi con i supporti e unito tutto tramite unione booleana, il modello è pronto per la stampa.



Per far leggere il modello alla stampante è necessario creare un file . STL. Il file .STL (Standard Triangulation Language To Layer) è uno standard grafico che descrive l'oggetto mediante una decomposizione in triangoli delle superfici che lo compongono. In pratica, le superfici del pezzo sono Mesh con elementi triangolari. Approssimativamente aumentando il numero di triangoli si migliora la definizione della superficie..

In pratica il [file .STL](#) consiste delle coordinate X, Y e Z ripetute per ciascuno dei tre vertici di ciascun triangolo, con un vettore per descrivere l'orientazione della normale alla superficie.



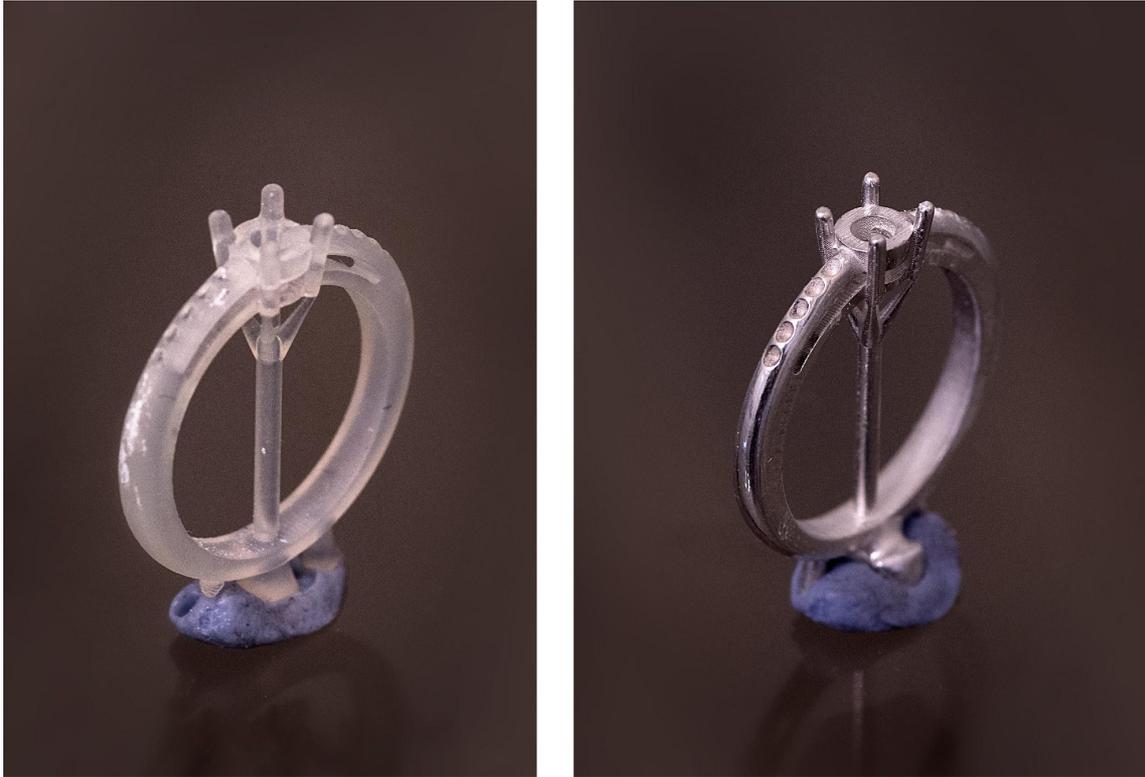
Il modello reale, stampato in un materiale fondibile come resina o cera, viene infine fuso in metallo tramite il processo di fusione a cera persa e, dopo una fase di rifinitura del pezzo, è pronto per essere incassato.



Fasi di stampa 3D dell'anello

6. Verifica e conclusioni

Gli stampi in resina dei modelli in metallo fuso vengono osservati e analizzati.



Vengono inoltre confrontate tutte le fasi eseguite sia con il metodo tradizionale che con la modellazione 3D. Vengono analizzati tutti gli aspetti in termini di qualità, tempistiche, costi per avere un'idea chiara dei benefici che la lavorazione assistita da computer può portare nel campo della produzione orafa artigianale.

Ciò che è chiaro è che i tempi di lavorazione di un oggetto orafa si riducono notevolmente, consentendo anche la possibilità di aumentare la produzione e ampliare la gamma di soluzioni progettuali affrontabili. Gli elementi, generalmente impossibili da realizzare completamente a mano, possono essere presi in considerazione e l'attenzione sia dell'artigiano che del designer può concentrarsi su aspetti più specialistici grazie alla semplificazione del processo di realizzazione dell'oggetto grezzo. Va inoltre notato che sia l'orafa che il designer, accrescono le proprie capacità tecniche e la conoscenza delle proprie specializzazioni.

È stato inoltre dimostrato che, anche a livello tecnico, gli oggetti realizzati sono più accurati in più settori, in quanto alcuni passaggi critici e punti della lavorazione manuale che richiedono precisione vengono eseguiti con l'ausilio di computer e macchinari.

I costi di produzione, pur considerando i costi aggiuntivi di lavoro del progettista, dei macchinari, della stampa e della colata, si riducono di conseguenza in maniera significativa.

Tuttavia, nel contesto esaminato, cioè la lavorazione artistica orafa, la lavorazione manuale resta assolutamente necessaria e predominante. Il lavoro del progettista CAD è da considerarsi complementare e di supporto all'artigianato, poiché le caratteristiche specifiche e predominanti dei manufatti, parlando di artigianato artistico, possono essere solo manuali.

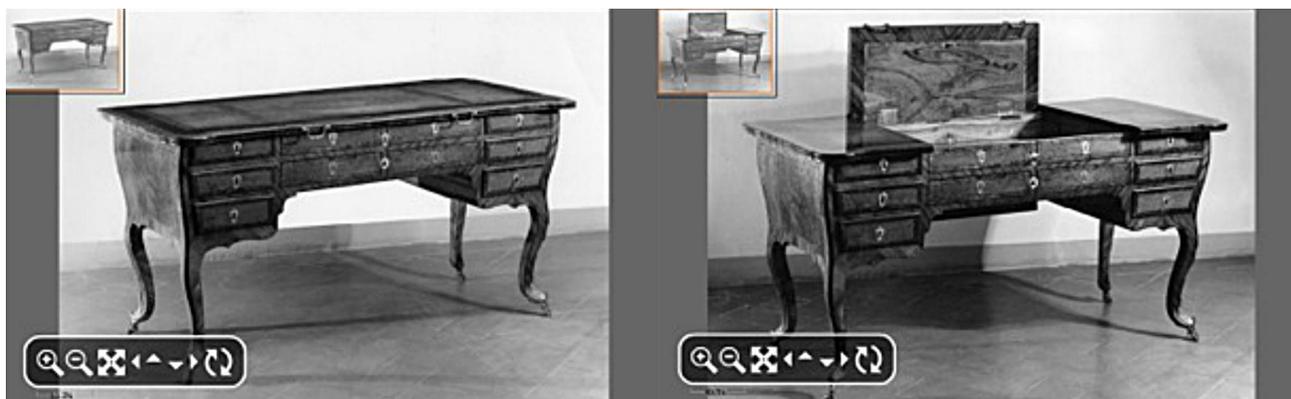
II. Riproduzione di 2 elementi in bronzo nel restauro di una scrivania fiorentina: fasi del seminario

Per quanto riguarda il restauro di un mobile antico, si tratta di una scrivania fiorentina del Museo degli Argenti di Firenze, risalente alla metà del XVIII secolo.

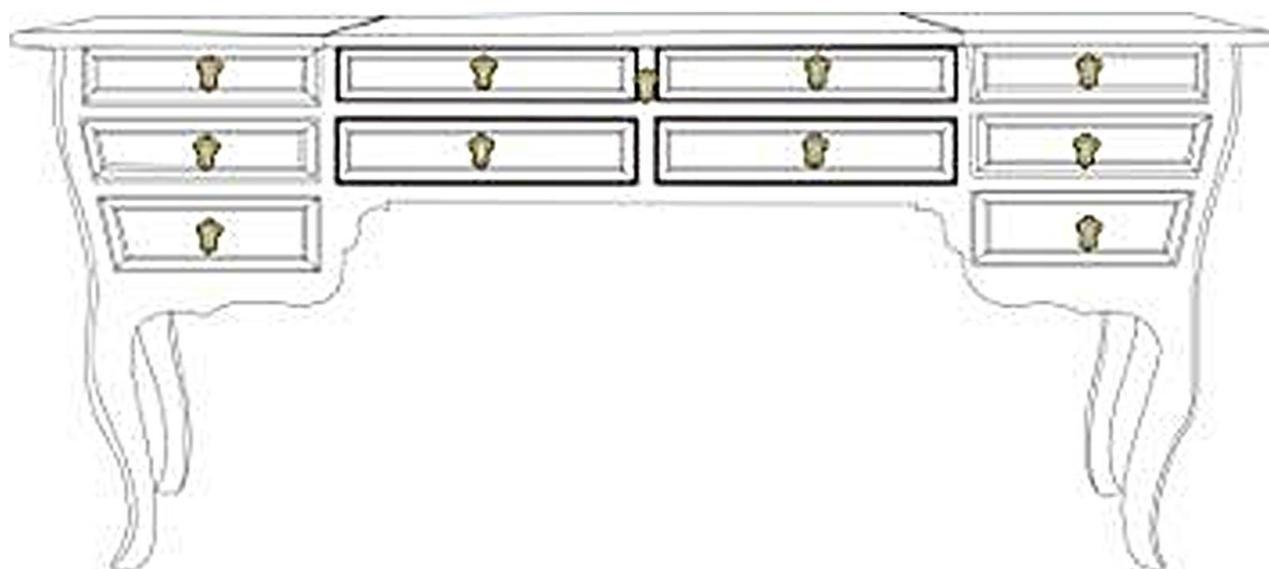


Si tratta di una scrivania datata dal 1750 al 1766, in stile rococò visibile nei lati leggermente arrotondati, nelle gambe sottili e ricurve e nei bronzi. È una scrivania da centro perché ha anche un decoro sul retro che segue i cassetti sul fronte.

Il piano centrale può essere alzato e questo movimento, tramite un meccanismo, ne solleva uno interno. Quando il piano centrale è abbassato, la scrivania può essere chiusa con una chiave.



Le dimensioni sono 160 cm di larghezza, 80 cm di profondità e 85 cm di altezza. La struttura è in pioppo e le parti che necessitano di maggiore resistenza sono in noce. Le strutture laterali perfettamente simmetriche sono composte da tre cassetti di diversa dimensione e forma in quanto seguono il profilo ondulato dei fianchi. Nella parte centrale della scrivania sono disegnati quattro finti cassetti con giochi in legno, disposti a due a due; questi rispecchiano esattamente le linee dei sei veri cassetti posti nei corpi laterali. Allo stesso modo, dieci finti cassetti sono disegnati sul retro della scrivania in modo da ottenere un effetto identico al frontale. Il mobile è interamente laminato con legni duri: bois de violette, bois de rose, rosewood rio, olivo e radica di olivo; mentre alcune parti sono in noce massello.

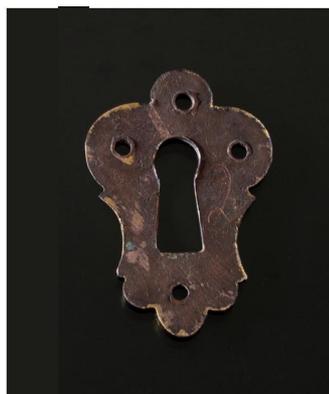


Sono presenti in totale sette serrature, sei per i cassetti e una per la chiusura del piano. Il sistema che permette di alzare e abbassare il piano interno è azionato tramite una manovella che si inserisce in un perno quadro sporgente sotto la serratura centrale sul fronte della scrivania.

Sono presenti anche elementi in bronzo dorato, caratteristici dei mobili in stile rococò fiorentino: quattro piedi con ruote in ebano, due maniglie, diciannove bocchette (undici nella parte anteriore e 8 nella parte posteriore), due placche posteriori che coprono i ganci che consentono il movimento del piano centrale, le guide incassate nel piano apribile, la placca interna alla fascia centrale anteriore che racchiude la serratura e il perno che collega il meccanismo alla manovella esterna.



In questo caso è stato scelto l'utilizzo della modellazione 3D per la realizzazione della copia di una delle due maniglie e di una delle 19 bocchette presenti nel mobile.



1. Il metodo di fusione a cera persa

Il bronzo è un materiale che può essere lavorato per fusione e con metodi tradizionali si possono realizzare copie di modelli di piccolo formato come quelli esaminati, mediante l'utilizzo di appositi stampi in gomma e la tecnica della "fusione a cera persa".

Si costruisce uno stampo partendo dal modello esistente, tramite questo si crea una copia in cera, che viene trasformata in metallo attraverso il processo di fusione.

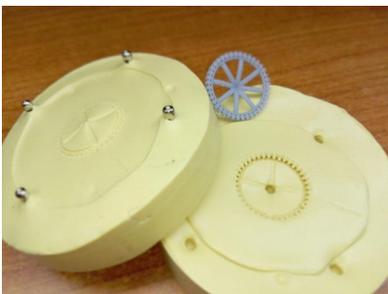
Lo stampo in gomma a caldo

Per la realizzazione di copie è possibile utilizzare calchi del modello originale in una speciale gomma che, dopo essere stata applicata al modello, viene sottoposta ad un trattamento termico, chiamato vulcanizzazione, che ne provoca prima l'ammorbidimento e poi l'indurimento. Le gomme utilizzate possono essere convenzionali, cioè ad alto contenuto di gomma naturale, oppure siliconiche.

I tipi di stampo ottenuti attraverso il processo di vulcanizzazione possono essere di due tipi: "a strappo" o "intero". Nella tipologia "a strappo", il modello viene inserito tra due strati di gomma cosparsi di un velo di talco o di uno spray speciale, in modo che le due superfici non si fondano in un blocco unico. All'interno vengono messi dei perni per consentirne la corretta richiusura. Nel tipo "intero" il modello è semplicemente inserito tra due strati di gomma.

Terminata la preparazione, la gomma viene inserita e compressa tra due piastre metalliche che bloccano lo stampo in una staffa. Questa viene inserita nel vulcanizzatore che "cuoce" lo stampo ad una temperatura generalmente compresa tra 140 °C e 180 °C e un tempo compreso tra 30 e 75 minuti, a seconda del tipo di gomma e del suo spessore.

Una volta raffreddato, lo stampo viene aperto per estrarre il modello, semplicemente aprendolo nel caso di gomma "a strappo", o tagliandolo in due con un bisturi nel caso dello stampo "intero". Il taglio deve essere frastagliato per consentire una corretta richiusura prima dell'iniezione della cera per la creazione delle copie.



[stampo a strappo](#)



[stampo intero](#)



Lo stampo in gomma fredda

Gli stampi in gomma "a caldo" richiedono l'uso di oggetti metallici. Per l'utilizzo di altri materiali, che risentono delle alte temperature, come, ad esempio i modelli in cera, vengono utilizzati stampi "a freddo" che utilizzano un altro tipo di gomma. Si tratta di gomme silconiche liquide che, miscelate in dosi specifiche con un catalizzatore, una sostanza che accelera la polimerizzazione, sono in grado di indurire a temperatura ambiente entro 24-48 ore.

Alcune gomme speciali possono essere trattate termicamente a bassa temperatura, riducendo il tempo di indurimento a decine di minuti. Queste gomme garantiscono l'alta definizione dei dettagli, dovuta all'elevata fluidità dell'impasto, l'assenza di deformazioni dimensionali (presenti nelle gomme a caldo a causa della variazione di temperatura), anti-adesività (non è necessario utilizzare talco), robustezza e durata. Questo tipo di stampi in gomma è realizzabile solo di tipo "intero".

Per fare una gomma si inizia con la preparazione della gomma liquida mescolando le parti di base silconica e catalizzatore.

Il composto viene messo in una macchina sottovuoto per eliminare eventuali bolle d'aria. Una volta completato il processo, la miscela liquida viene versata in una staffa contenente il modello da gommare che, per evitare il suo affondamento nel liquido, viene generalmente trattenuto da un fil di ferro appoggiato sulla sommità della staffa. Quindi la staffa con il suo contenuto viene messa sotto vuoto per eliminare le bolle d'aria che si generano durante la colata e, di volta in volta, rabboccata. Al termine di questa fase lo stampo viene lasciato riposare fino al completo indurimento della gomma. Alla fine, la matrice viene aperta con l'aiuto del bisturi.



[Produzione di uno stampo a freddo](#)

Iniezione della cera

Una volta ottenuto lo stampo in gomma, per ottenere una o più copie dell'oggetto originale, viene iniettata nello stampo della cera calda. Prima dell'iniezione, l'interno dello stampo viene cosparso di un velo di talco o di uno spray speciale per facilitare il distacco della cera al termine della lavorazione. In questa fase vengono utilizzate cere speciali che permettono la perfetta riproduzione del modello e che hanno la proprietà di sciogliersi, in fase di colata, senza lasciare residui o impurità, e macchine chiamate "iniettori". La cera viene iniettata nello stampo in gomma, che deve essere ben chiuso, tramite un ugello iniettore. Nello stampo è inoltre necessario prevedere dei canali di sfiato che consentano una distribuzione ottimale della cera all'interno dello stampo. Ciò comporterà una fase di finitura del modello dopo il processo. Gli iniettori più moderni sono inoltre dotati di un sistema di aspirazione dell'aria per ottenere una migliore distribuzione della cera all'interno dello stampo in gomma. In questo caso, i canali di sfiato non sono necessari. Una volta iniettata la cera, si lascia raffreddare e si apre lo stampo, ottenendo così la copia desiderata.

La fusione

Una volta ottenuto il modello o i modelli in cera, si prepara il cilindro. I pezzi di cera sono montati in una struttura ad albero il cui tronco è un canale di cera o un'asta di metallo. I pezzi devono essere posizionati in modo tale che la colonna ed i canali di alimentazione delle cere siano posizionati nel giusto rapporto dimensionale, e che questi vengano alimentati correttamente durante la colata del metallo fuso in modo che possa solidificarsi in modo uniforme e graduale. La struttura deve avere dimensioni tali da mantenere una distanza dalle pareti del cilindro di 10-15 mm e sulla sommità di almeno 13 mm, prima di procedere viene pesata in modo da calcolare il metallo necessario per il getto. Infine l'albero di cera viene immerso in uno speciale liquido che elimina le impurità e riduce le tensioni superficiali della cera, facilita l'adesione del gesso, eliminando così il pericolo di bolle d'aria.



[Costruzione dell'albero di fusione](#)

Terminata la preparazione, l'albero viene inserito in un cilindro per la colata. Successivamente si versa nel cilindro un impasto di gesso specifico per la colata: questo deve essere miscelato correttamente (38-40 ml di acqua per 100 gr di polvere), aggiungendo la polvere all'acqua e mai viceversa, per ottenere un impasto liscio ed omogeneo senza granuli. Il cilindro con il preparato viene lasciato riposare fino al completo indurimento del rivestimento.



[Cilindri per fusione a cera persa, inserimento del modello, colata dell'impasto di gesso](#)

Una volta indurito, il cilindro viene messo in un forno che permette la fusione della cera che esce dal cilindro attraverso il foro del canale centrale. Quando la cera è completamente fuoriuscita, il cilindro viene inserito in un secondo forno che cuoce gradualmente il gesso facendogli acquisire la durezza necessaria per resistere agli urti e al calore del metallo fuso. Tempi e modalità variano a seconda del tipo di cilindro e delle caratteristiche del materiale e degli oggetti.

A questo punto il metallo viene fuso e viene versato nel cilindro. La fusione del metallo può avvenire mediante riscaldamento a fiamma, riscaldamento a induzione elettromagnetica o riscaldamento a resistenza elettrica. La colata del metallo fuso deve essere eseguita con estrema cura. L'aria contenuta nella cavità del cilindro ed i gas che si formano durante il contatto del metallo fuso con il gesso potrebbero ostacolare il flusso del metallo o creare microporosità o rugosità superficiali.

Terminata la colata, si raffredda il cilindro fino ad una temperatura di almeno 200 ° C e si rimuove il rivestimento in gesso. Per evitare deformazioni o distorsioni nella fusione, viene utilizzato un getto d'acqua ad alta pressione che dissolve il gesso completamente disidratato e ancora tiepido, senza danneggiare il pezzo metallico al suo interno. Fatto ciò, il modello in metallo viene immerso in una soluzione che elimina l'ossidazione superficiale. Dopo poche ore l'albero è pronto per passare alla separazione e finitura delle parti.

Limiti del metodo tradizionale

Il metodo della fusione a cera persa ha origini antichissime e permette la realizzazione di oggetti con un'elevata definizione di dettagli. Presenta tuttavia ritiri dimensionali dovuti ai trattamenti termici durante le fasi di lavorazione: dalla produzione dello stampo in gomma a quella delle cere e della colata.

Le percentuali di ritiro del metallo durante la fase di fusione di alcuni materiali sono riportate di seguito:

Material	Small flow	Medium flow	Large flow
Gray cast iron	1	0,85	0,7
Steel	2	1,5	1,2
Aluminium	1,6	1,4	1,3
Bronze	1,4	1,2	1,2
Brass	1,8	1,6	1,4
Magnesium alloys	1,4	1,3	1,1

Coefficiente di ritiro in percentuale dei vari materiali

Nel caso in esame, che consiste nell'effettuare copie da modelli esistenti, questo problema non è trascurabile.

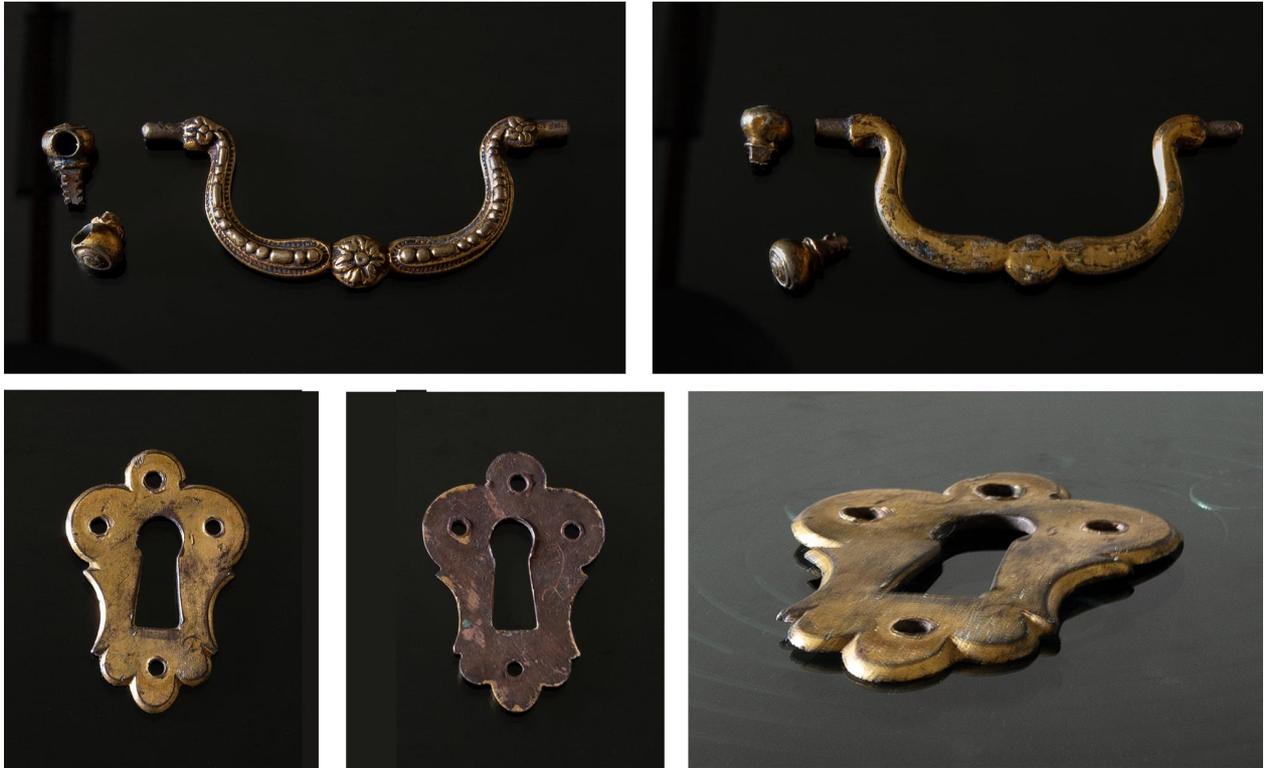
2. Riproduzione della maniglia e della bocchetta con software di modellazione assistita

Attraverso l'uso del computer, qualsiasi modello esistente può essere ricostruito in un ambiente virtuale. Trattandosi di un modello virtuale, questo può essere modellato e modificato, prima della sua realizzazione fisica, a seconda delle vostre esigenze. Nel caso esaminato i modelli vengono riprodotti rispettando le loro caratteristiche formali e di dettaglio, alla fine le dimensioni vengono aumentate tenendo conto delle modifiche che i modelli subiranno durante le fasi di costruzione. In caso di carenze o parti danneggiate, potranno essere riparati in fase di modellazione.

Il processo di modellazione 3D interviene solo nella fase iniziale, consentendo la creazione di elementi in materiale fondibile (cera o resina). Questi pezzi saranno poi realizzati in metallo utilizzando la tecnica di fusione a cera persa utilizzata anche nel processo tradizionale precedentemente descritto.

Qualora si dovessero realizzare un numero elevato di copie dell'oggetto originale, è preferibile modellare gli elementi con cui realizzare stampi. Se serve solo un pezzo o poche copie, come in questo caso, è preferibile creare un modello in resina da fondere direttamente in metallo, saltando il passaggio dello stampo in gomma, per ridurre al minimo la perdita di dettagli ed eventuali deformazioni.

Analisi degli oggetti da modellare



Analizzando gli oggetti, si nota che la maniglia è un oggetto scultoreo, con caratteristiche organiche, mentre i due anelli da maniglia e la bocchetta sono oggetti più geometrici.

Il problema principale è quello di rilevare correttamente le caratteristiche geometriche e dimensionali degli oggetti, poiché le bocchette e le cerniere non sono perfettamente geometriche. Per questo motivo è necessario ricorrere all'utilizzo di uno scanner 3D per la maniglia, così la sua modellazione sarà organica. Per la bocchetta, invece, essendo essenzialmente un oggetto piatto, è sufficiente acquisire immagini utilizzando un normale scanner bidimensionale e procedere con la sua modellazione geometrica. Per gli anelli da maniglia, essendo anch'essi oggetti geometrici ma con un profilo difficile da misurare, è preferibile utilizzare una scansione 3D che serva da riferimento per la modellazione geometrica.

Per quanto riguarda la modellazione organica, è necessario usare un software di modellazione 3D. Tra questi, tra i più noti, possiamo citare ZBrush e 3D-Coat tra i programmi commerciali, Blender tra quelli open-source e Sculptiris tra i gratuiti.

In questo caso il software è essenzialmente utilizzato per la finitura dei file 3D acquisiti tramite scanner 3D, quindi non è necessario un software particolarmente avanzato. In questo seminario verranno presi in esame 3D-Coat e Sculptiris.

2.1 Introduzione a 3D-Coat

3D-Coat è un programma di scultura digitale commerciale di Pilgway progettato per creare da zero modelli 3D organici e con superficie solida a forma libera, con strumenti che consentono agli utenti di scolpire, aggiungere topologia poligonale (automaticamente o manualmente), creare mappe UV (automaticamente o manualmente), texturizzare i modelli risultanti con strumenti di pittura naturale e renderizzare immagini statiche o filmati animati.

Il programma può essere utilizzato anche per modificare i modelli 3D importati. I modelli importati possono essere convertiti in oggetti voxel per ulteriori rifiniture e per aggiungere dettagli ad alta risoluzione, aprire (unwrap) e mappare (mapping) UV completi, nonché aggiungere texture per displacement, bump map, mappe di colori speculari e diffusi.

3D-Coat è specializzato nella scultura voxel e nella scultura poligonale utilizzando la tecnologia di tassellazione dinamica delle patch e strumenti di scultura poligonale. Punto di forza del programma è il campo della retopologia in cui si distingue per essere uno dei software più completi disponibili sul mercato. Oltre a fornire una vasta gamma di strumenti per la retopologia manuale, incorpora anche un sistema di remeshing automatico chiamato Autopo.

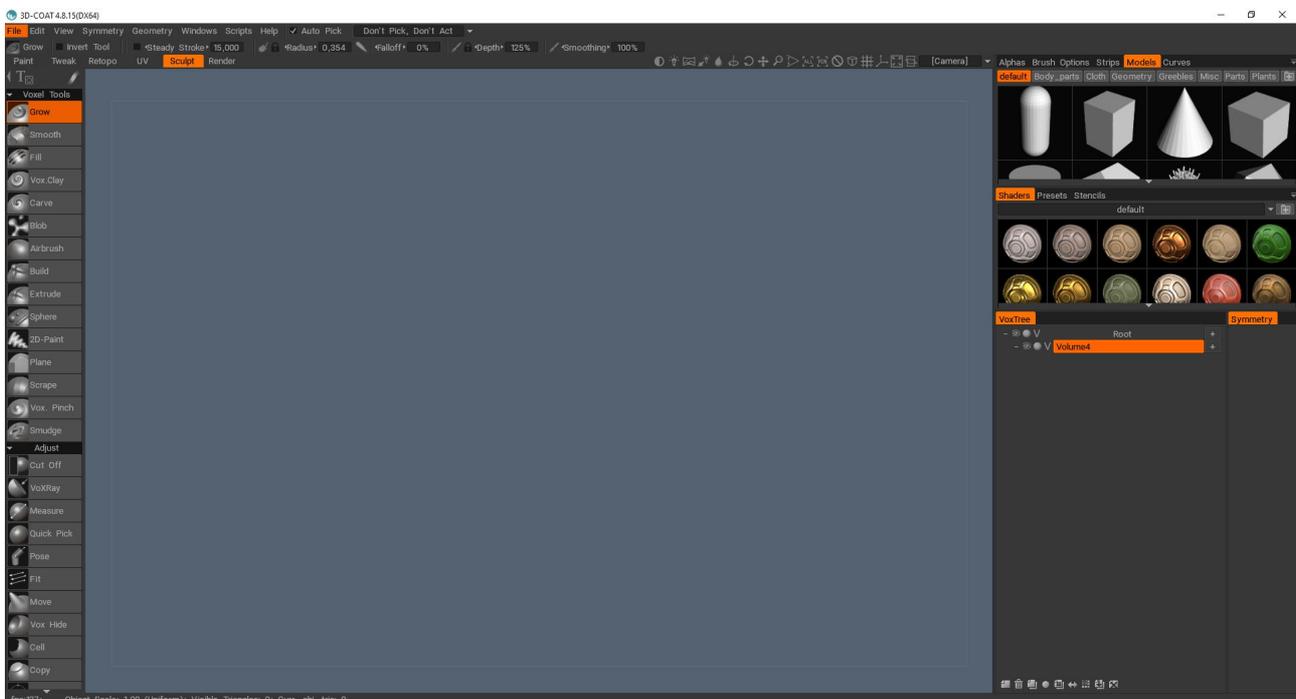
Una volta aperto il programma, compare una finestra pop-up che permette di scegliere diversi punti di partenza del progetto: scultura, retopologia, pittura, UV unwrapping ecc.



Chiudendo il pop-up si entra in 3D-Coat. L'interfaccia è organizzata in ambienti denominati "Stanze":

- **Paint:** permette la creazione di trame dettagliate per il modello
- **Tweak:** dove ci sono strumenti per revisionare le modifiche della Mesh, le pose del modello e i morph target
- **Retopo:** in cui troviamo tutti gli strumenti di creazione e modifica della topologia
- **UV:** dove la texturizzazione viene applicata al modello
- **Sculpt:** contiene una serie di strumenti e funzioni che consentono di costruire modelli organici e meccanici dettagliati ed elaborati
- **Render:** dove puoi testare il modello e le sue trame in un ambiente virtuale per creare immagini statiche o video fotorealistici

Per ogni stanza ci sono diverse finestre, strumenti e opzioni nei menu.



Per quanto riguarda il progetto del seminario, sarà considerata solo la stanza "Sculpt".

2.2 Introduzione a [Sculptris](#)

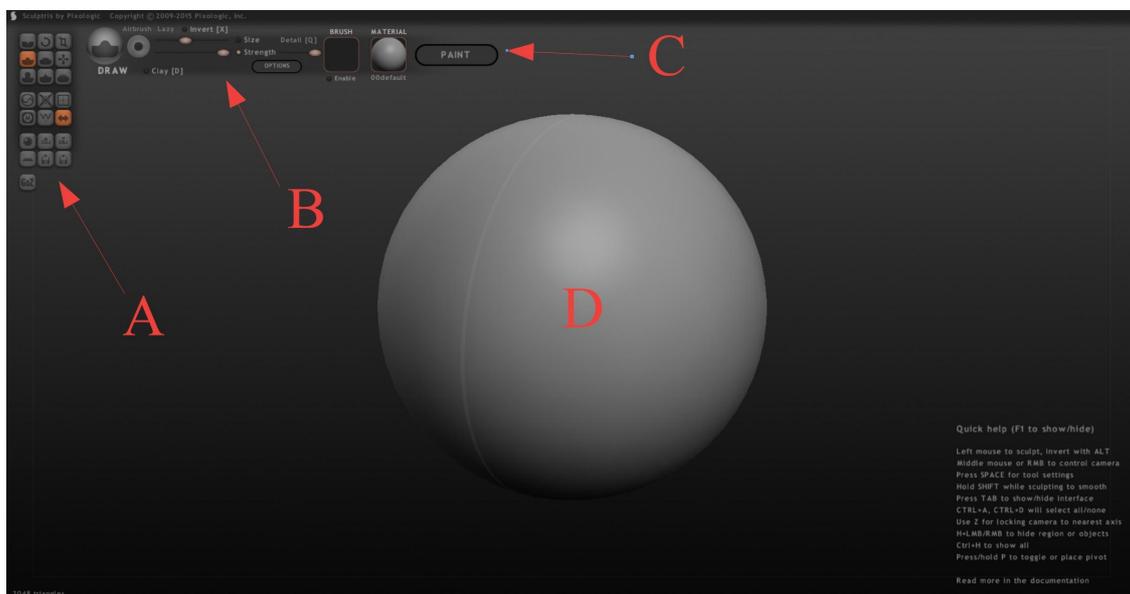
Sculptris è un programma di scultura 3D molto semplice incentrato sulla modellazione dell'argilla. Gli utenti possono tirare, spingere, pizzicare e torcere l'argilla virtuale. Non dispone degli strumenti software avanzati come 3D-Coat, ZBrush o Blender, ma permette comunque, con un po' di pazienza, di modellare oggetti molto complessi come si può vedere dall'immagine seguente.



Il punto di forza di questo programma è la sua immediatezza e facilità di apprendimento. I pochi strumenti di modellazione presenti sono più che sufficienti per poter finire un modello 3D ottenuto mediante scansione 3D.

L'interfaccia è molto semplice ed è composta da quattro parti:

- A – La barra dei pulsanti principale per modellare, aprire e salvare i file
- B – La barra di controllo dei pennelli
- C – Il pulsante per passare alla modalità "Paint" per lavorare sulle texture
- D – L'area di lavoro o la vista 3D



Modellazione 3D della maniglia

Per poter scansionare un oggetto è bene assicurarsi che sia pulito e privo di sporco o incrostazioni, perché, se non rimossi, questi vengono considerati parte del modello. Per la pulizia è possibile utilizzare una lavatrice ad ultrasuoni.

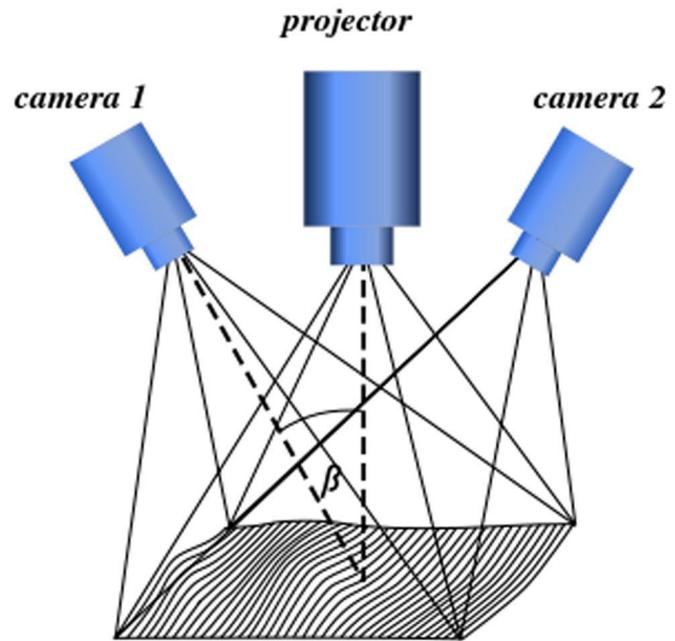
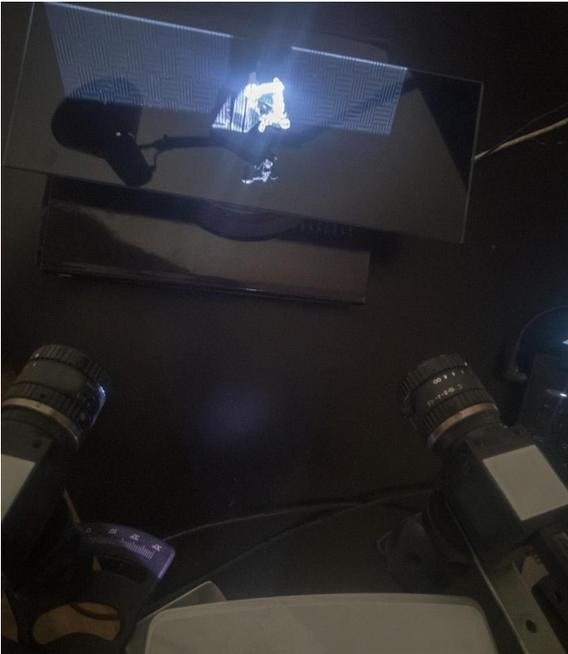
Prima di procedere, è utile misurare alcune dimensioni approssimative dell'oggetto che serviranno da verifica durante il processo.



A questo punto è possibile scansionare il modello. Va tenuto presente che lo scanner 3D non è in grado di scansionare oggetti trasparenti, scuri o riflettenti, per cui la maniglia, essendo di metallo, deve essere ricoperta da un sottile strato di spray opacizzante. In questo modo la linea laser, ovvero il pattern ottico proiettato sul dettaglio è più definita e visibile allo strumento, consentendo di ottenere una nuvola di punti più sensibile alla geometria effettiva da rilevare. È necessario ridurre al minimo l'uso dello spray perché potrebbe livellare la geometria dell'oggetto.

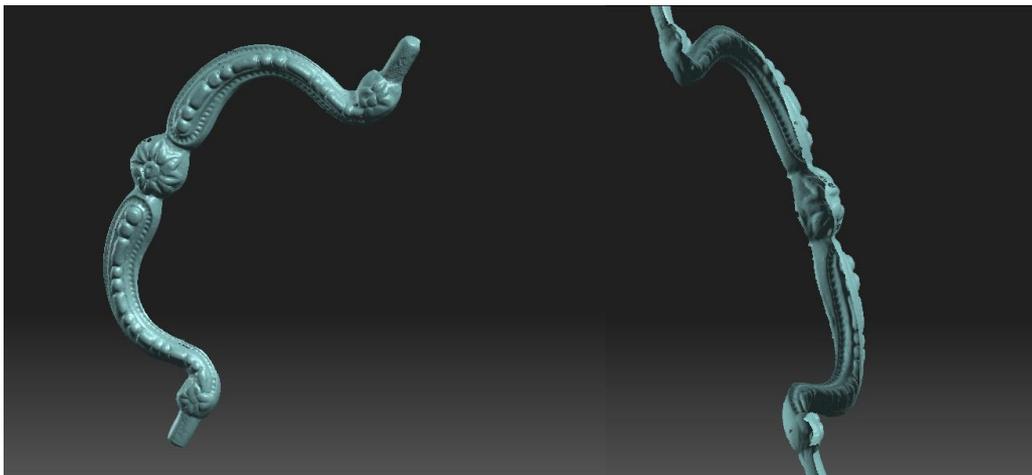


Il processo di scansione avviene tramite uno scanner a luce strutturata che utilizza, per il suo funzionamento, la proiezione di un pattern, emesso da un proiettore, direttamente sulla superficie dell'oggetto. Due telecamere stereo memorizzano le immagini della parte scansionata e le elaborano per produrre immagini di codifica della luce stereo, dalle quali, mediante triangolazione, si ottiene un'immagine di profondità, (insieme di punti in cui vengono memorizzate le coordinate 3D della superficie dell'oggetto). Questi punti definiscono nello spazio 3D la porzione di oggetto che è stata inquadrata e interessata dai pattern luminosi generati dal proiettore.

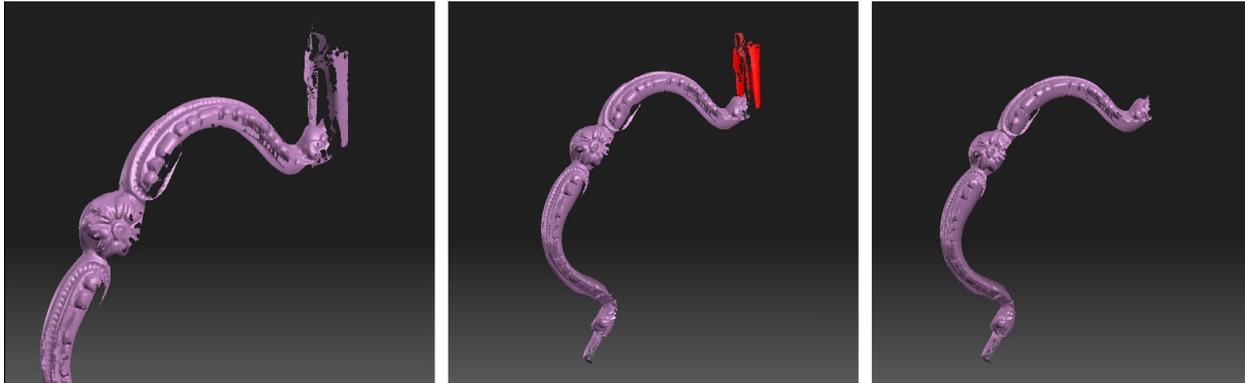


[Scanner 3D a luce strutturata](#) e schema operativo

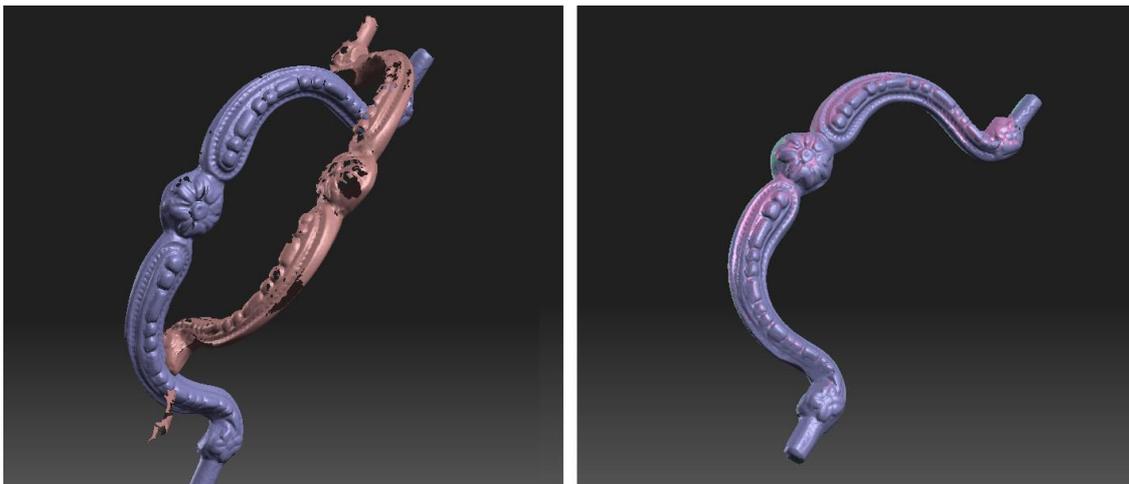
Il pezzo è posizionato su una piattaforma rotante che consente una rotazione di 360 ° attorno all'asse verticale della stessa durante la scansione. Ogni fase della scansione permette, in questo modo, di ottenere una panoramica a 360 ° dell'oggetto. Chiaramente, ogni panoramica mostra in 3D solo la parte dell'oggetto che è stata interessata dalla proiezione dei pattern. Per questo motivo, sono necessari più cicli di scansione.



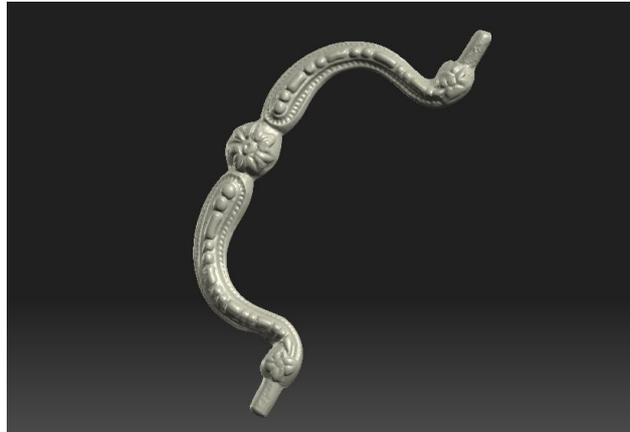
Sono necessari quattro cicli di scansione per la maniglia: uno per la parte superiore, uno per la parte inferiore, uno per i bordi esposti frontalmente e uno per i bordi rimanenti. Ad ogni ciclo di scansione è utile pulire le immagini ottenute da eventuali parti separate, o parti di scansione non rilevanti, come ad esempio il supporto alla tavola rotante.



Le panoramiche ottenute vengono quindi allineate, le parti comuni devono coincidere, in modo da ricostruire l'intera superficie dell'oggetto. È possibile agire manualmente, o tramite software scanner con vari metodi come ad esempio la corrispondenza delle caratteristiche della superficie, delle texture, dei punti, ecc.



Dopo aver allineato le immagini di profondità e verificato che l'oggetto sia stato scansionato in tutte le sue parti senza zone non coperte da punti, si procede alla creazione di una Mesh. Con la generazione della Mesh si passa da un documento formato da un insieme di punti (Depth image) ad un documento formato da un insieme di triangoli (Mesh). È importante, ai fini dell'esportazione, chiudere tutti i fori presenti, cioè le parti che non sono visibili e che non sono state interessate dalle scansioni.



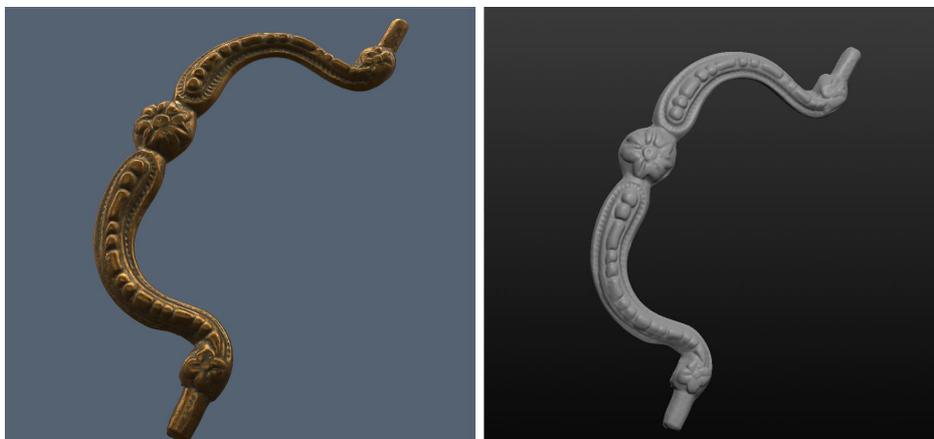
Una volta ottenuto il modello, privo di imperfezioni e totalmente chiuso, viene esportato definendo la risoluzione e il formato del file tra quelli disponibili sia nel software di scansione che nel software utilizzato per la finitura della Mesh. Esistono diversi formati di esportazione utilizzabili. I più utilizzati sono .stl, .obj, .ply, .lwo ... nel nostro caso utilizziamo il formato .obj, supportato sia da 3D-Coat che da Sculpttris. Al file ottenuto verrà assegnato il nome "handle.obj".

Finitura della Mesh

Anche la scansione può presentare problemi come parti che non sono state scansionate correttamente, sottosquadri o livellamenti dovuti allo spray opacizzante. È importante minimizzare questi problemi durante la fase di scansione per avere la massima fedeltà al modello originale.

Tuttavia, ciò non è sempre possibile per ragioni che possono dipendere dal tipo di oggetto, dal tipo di spray opacizzante, dalle caratteristiche dello scanner 3D o dal software di acquisizione utilizzato. Nel caso in questione, la superficie della Mesh verrà levigata e verranno segnati i dettagli del decoro.

La procedura è la stessa sia utilizzando 3D-Coat, che Sculpttris. Una volta avviato il programma, viene importato il modello visualizzato nella vista 3D.



L'oggetto importato in 3D-COAT e in Sculptris

Come possiamo vedere, andando a confrontare il modello virtuale con il modello reale, la scansione mostra dettagli non così marcati come nel modello reale, ciò può essere dovuto ai limiti dello scanner 3D, alla presenza dello spray in scansione o all'allineamento non perfetto delle scansioni.

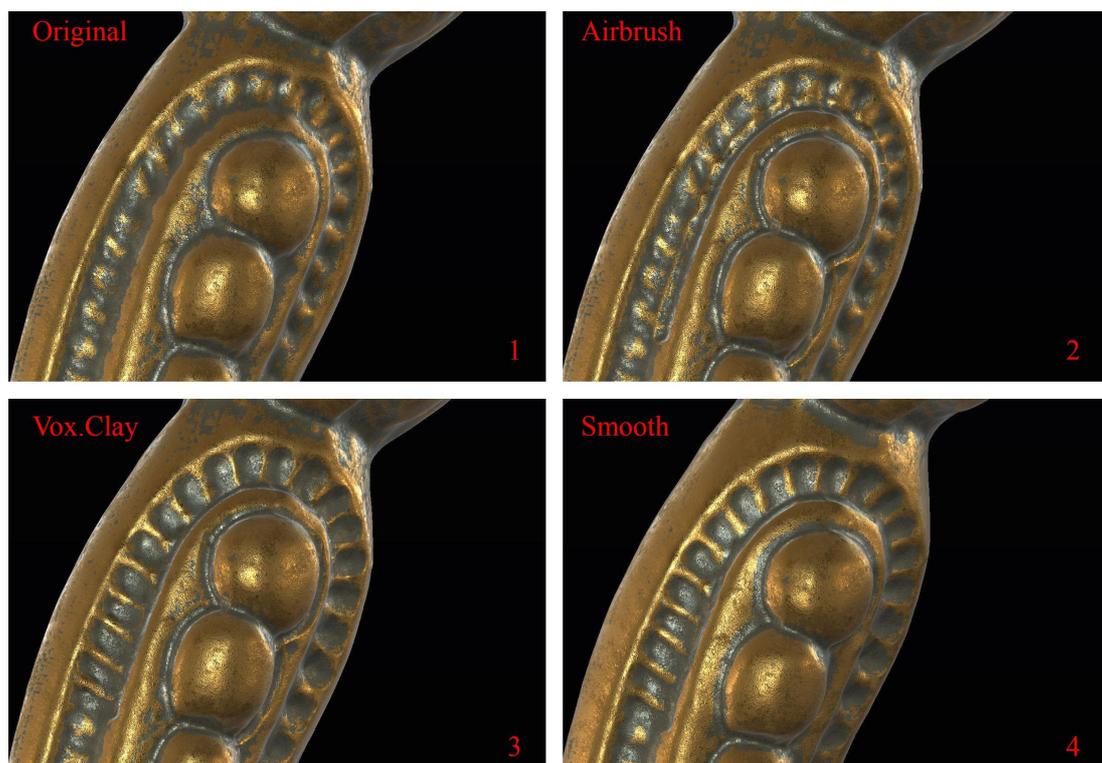


Per la realizzazione fisica del modello sarà necessario passare attraverso una stampa e una fusione, questo comporterà un inevitabile ulteriore livellamento dei dettagli, è quindi opportuno renderli più evidenti.

Con l'uso di un programma di scultura 3D questo è molto semplice:

Utilizzeremo lo strumento "Vox.Clay" in 3d-Coat ("Draw" in Sculptris) per definire meglio le cavità e lo strumento "Airbrush" ("Crease" in Sculptris) per rendere più evidenti gli angoli.

Infine con lo strumento "Smooth" ("Smooth" anche in Sculptris) si finiscono le superfici.



Le procedure devono essere applicate a qualsiasi oggetto dove sia ritenuto necessario.

Terminata questa fase, il modello viene finito e viene confrontato con il pezzo originale, verificando che tutte le dimensioni corrispondano.



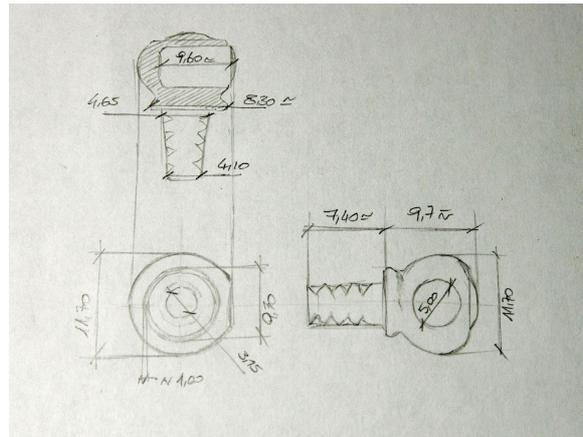
Modellazione 3D della cerniera

Prendendo in considerazione le cerniere, è noto che si tratta di due pezzi a specchio e uno ha il perno più corto dell'altro probabilmente a causa di una rottura.



Il progetto si concentra sulla modellazione 3D di un singolo anello da maniglia, il secondo sarà una copia speculare di quello modellato. Si potrebbe utilizzare solo una scansione 3D, come per la maniglia, ma essendo un oggetto essenzialmente geometrico, è preferibile ricostruirlo utilizzando software CAD come Rhinoceros o FreeCAD. Seguendo questa direzione, però, occorre prestare attenzione al profilo dell'anello, che non è rilevabile con facilità e precisione. Per questo motivo si preferisce ricorrere ad una scansione 3D da utilizzare come guida per la modellazione geometrica.

Innanzitutto si misura l'oggetto e si visualizzano le misure rilevate in un disegno quotato.



Il secondo passaggio consiste nell'eseguire la scansione 3D seguendo la stessa procedura portata avanti per la maniglia. Si noti che il foro che ospita il perno della maniglia è un sottosquadro che lo scanner 3D non può analizzare. Questa cavità può essere utilizzata per inserire un supporto e sostenere l'oggetto durante la scansione, per poi creare il foro direttamente durante la fase di finitura.

L'oggetto viene coperto con lo spray opacizzante, vengono eseguiti tre cicli di scansione, le panoramiche ottenute vengono allineate, viene creato l'oggetto solido e la Mesh viene esportata in formato .obj.



Se vuoi lavorare in Sculpttris è meglio rimuovere la Mesh di supporto, poiché il programma non supporta le modifiche booleane.

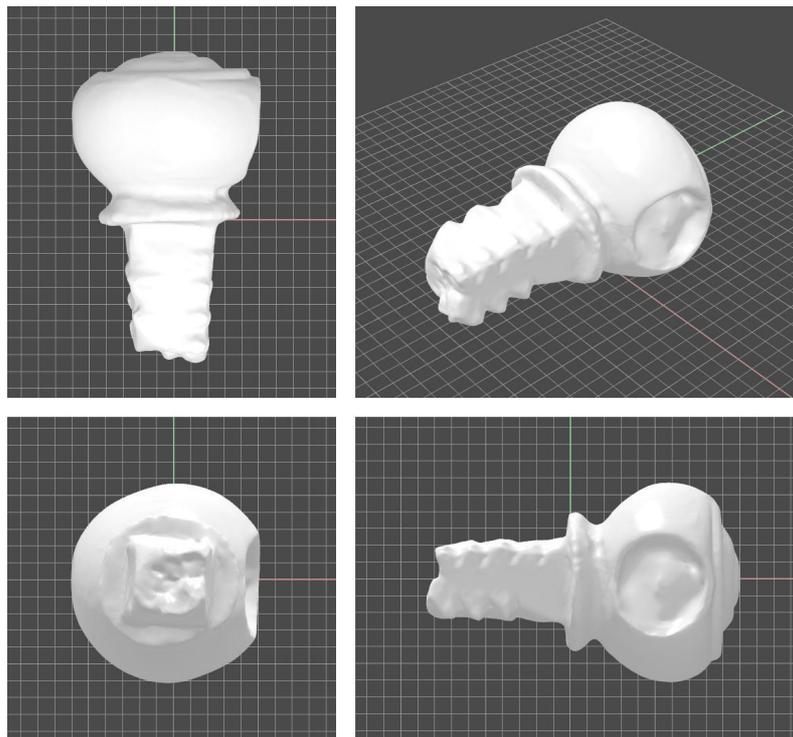
Una volta importato l'oggetto, il supporto viene rimosso (in 3D-Coat con lo strumento "Cut off"), la superficie viene levigata e le irregolarità vengono eliminate utilizzando gli strumenti "Vox.Clay", "Fill", "Smooth".



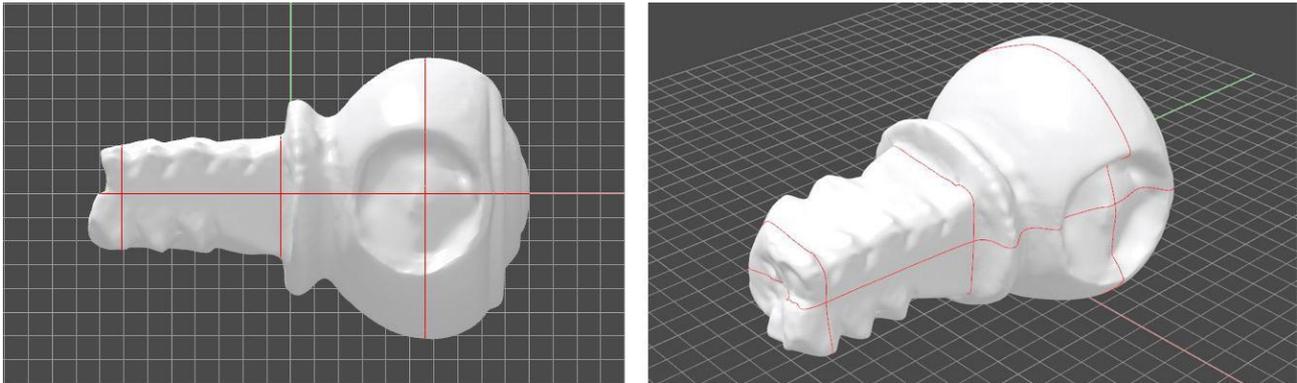
Prima di procedere con la modellazione in campo CAD, analizziamo l'oggetto da modellare e possiamo vedere come questo sia composto da due parti:

- L'anello da maniglia, un solido ottenuto per rotazione, con foro, in cui è inserito il perno della maniglia, che può essere ottenuto mediante sottrazione booleana
- Il perno a sezione quadrata che può essere considerato un solido di estrusione, le cui tacche sono ottenute dalla differenza booleana

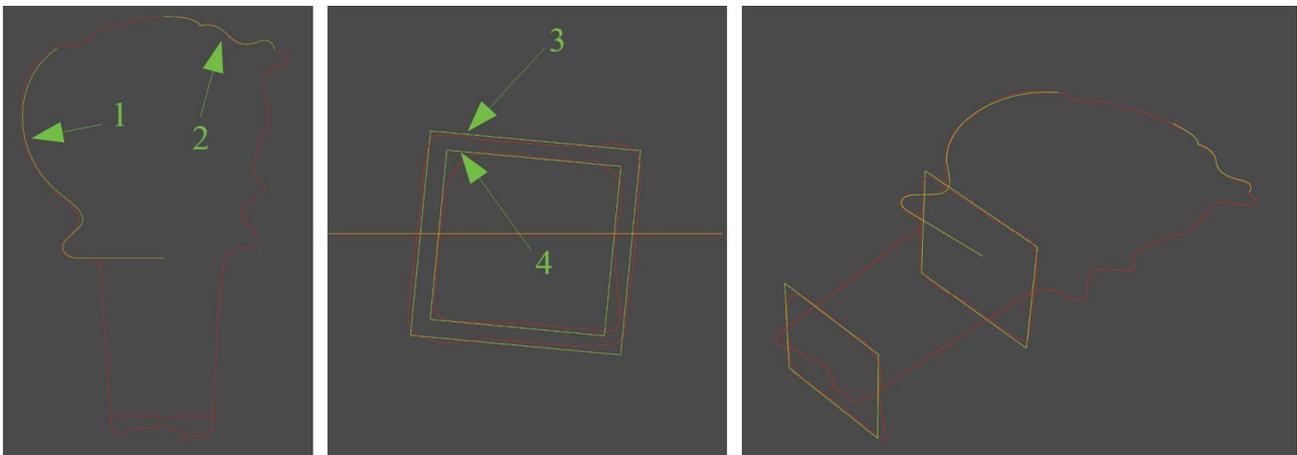
Una volta che l'oggetto è stato analizzato, si apre il software e si importa la mesh della cerniera. L'oggetto viene spostato e ruotato fino a quando non è allineato con il sistema di riferimento del piano di costruzione.



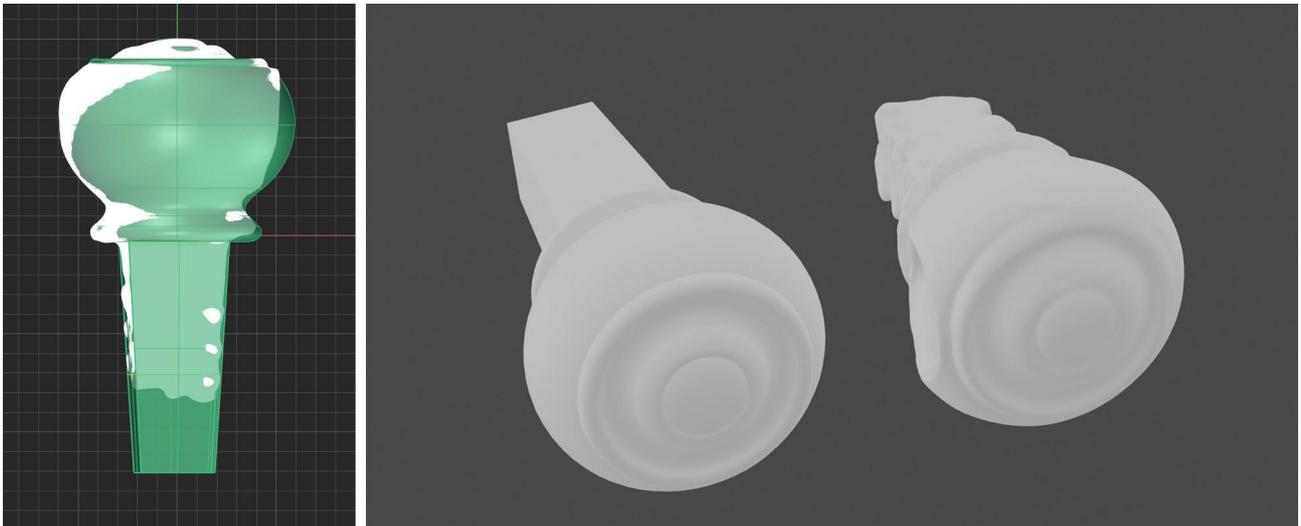
Con il comando "section" creiamo il profilo di rivoluzione e due sezioni significative del perno a sezione quadrata.



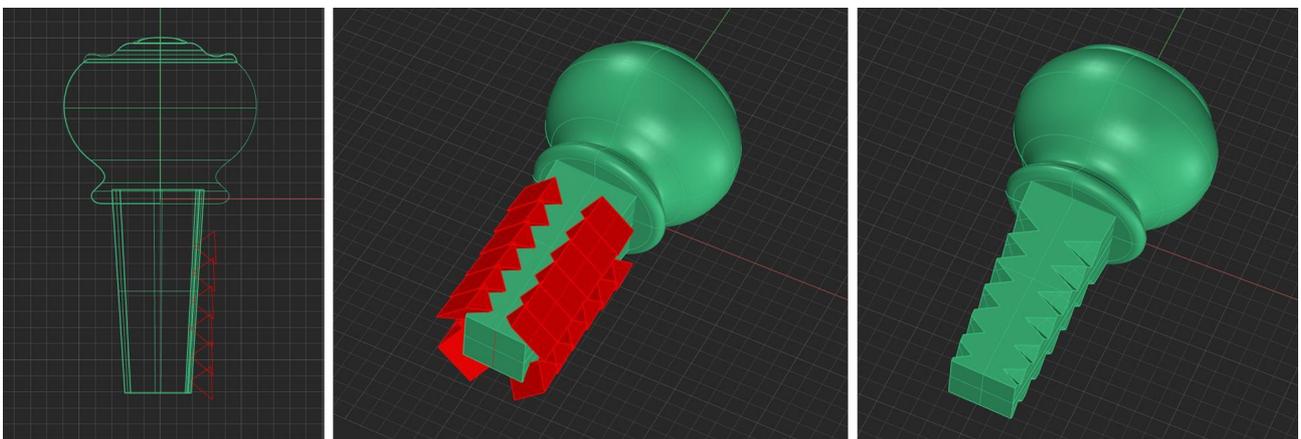
La Mesh viene nascosta e le curve delle sezioni vengono ridisegnate regolarmente con archi, curve blend e linee.



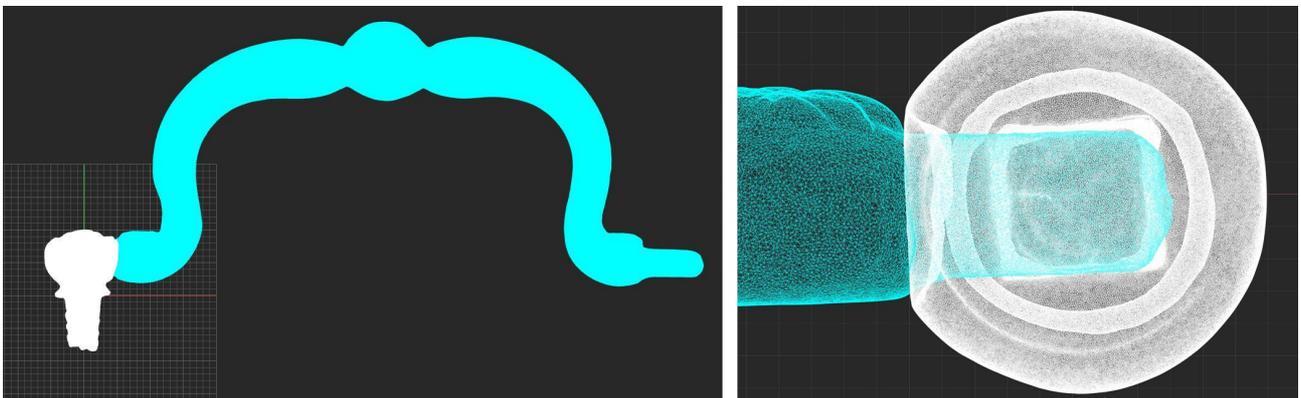
Con le curve 1 e 2, tramite rivoluzione, si crea il solido dell'anello. Una linea viene fatta passare sulle due sezioni quadrate (sweep) per creare una sezione a forma di scatola che viene poi chiusa in un solido. I due solidi vengono quindi uniti in un'unica polisuperficie chiusa tramite unione booleana. Il solido ottenuto viene confrontato con la Mesh di riferimento per verificare che le proporzioni siano state mantenute.



Per realizzare le scanalature si creano dei triangoli che, una volta estrusi, devono essere posizionati in corrispondenza dei tagli. Infine, viene fatta una differenza booleana.



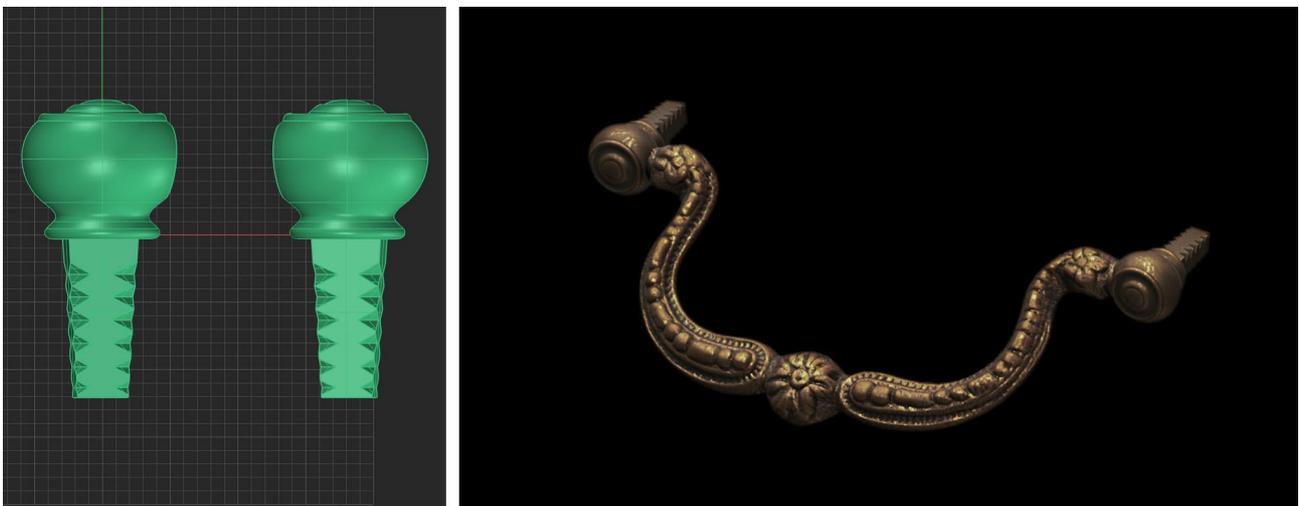
Per il foro sull'anello è utile importare anche il file della maniglia e posizionare il perno nella sua sede per comprendere le caratteristiche geometriche del foro che si vuole realizzare.



Disegniamo un cerchio delle dimensioni del foro presente sulla Mesh della scansione 3D e creiamo un cilindro mediante un'estrusione. Dopodiché il foro sull'oggetto modellato si ottiene tramite una differenza booleana.



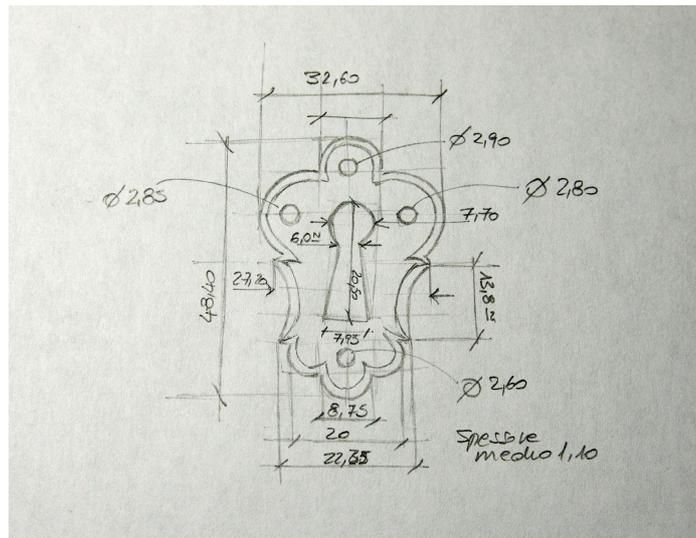
L'ultimo passaggio consiste nel verificare le misure precedentemente riportate nella tabella tecnica e creare una copia speculare dell'anello. Una volta ottenuti, i pezzi modellati vengono assemblati per verificare il corretto funzionamento della maniglia.



Modellazione della bocchetta

Per quanto riguarda la bocchetta si potrebbe effettuare una scansione, tuttavia, considerando che si tratta di una lastra piana, è opportuno procedere anche con una modellazione geometrica.

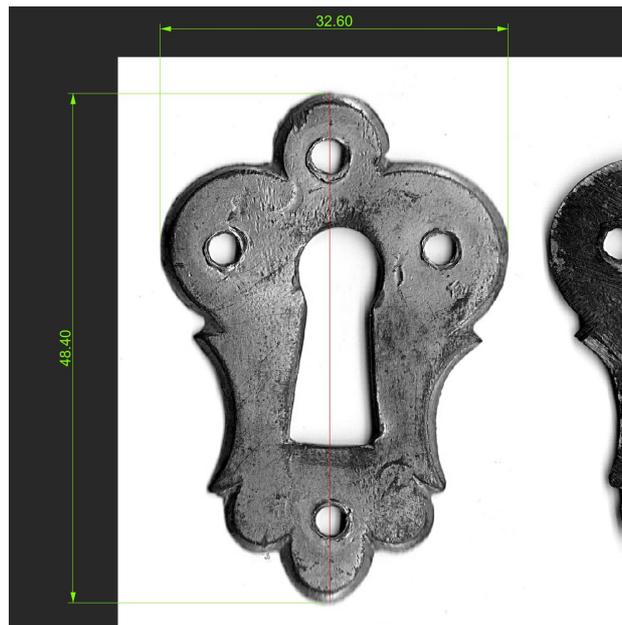
Per prima cosa, come sempre, viene preparato un disegno quotato con le dimensioni della bocchetta.



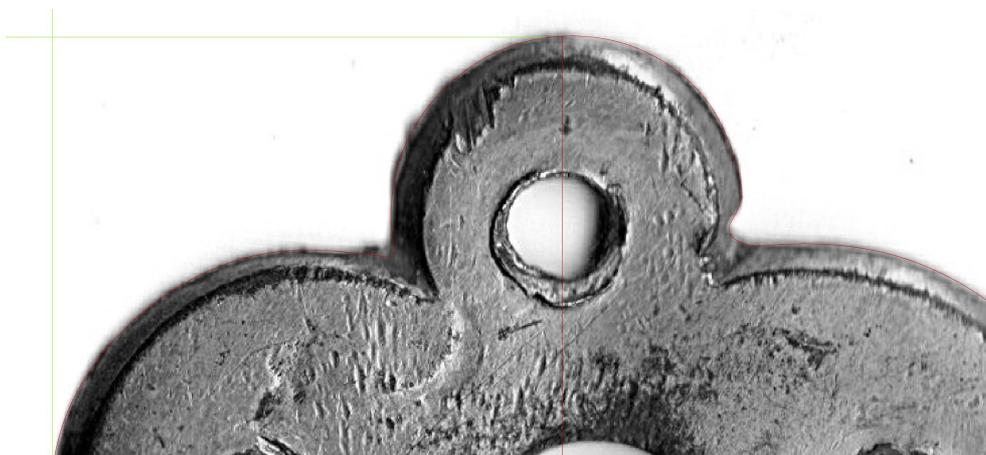
Procedere alla scansione (con un normale scanner 2D) delle due facce della lastra.



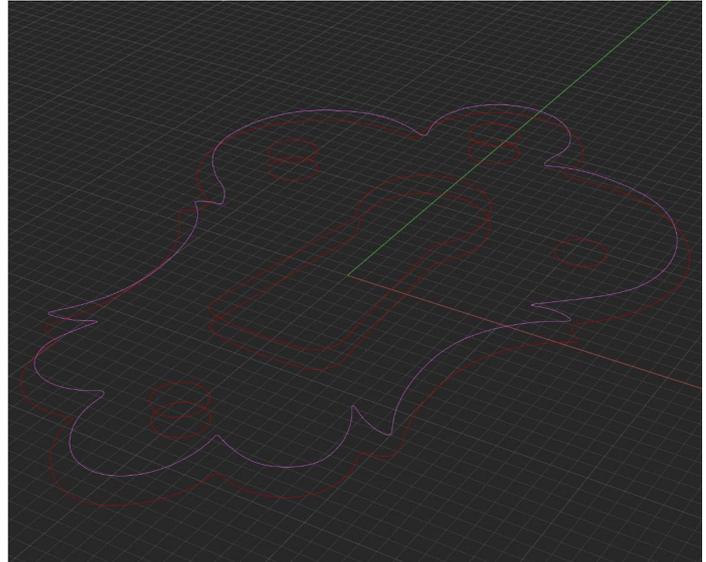
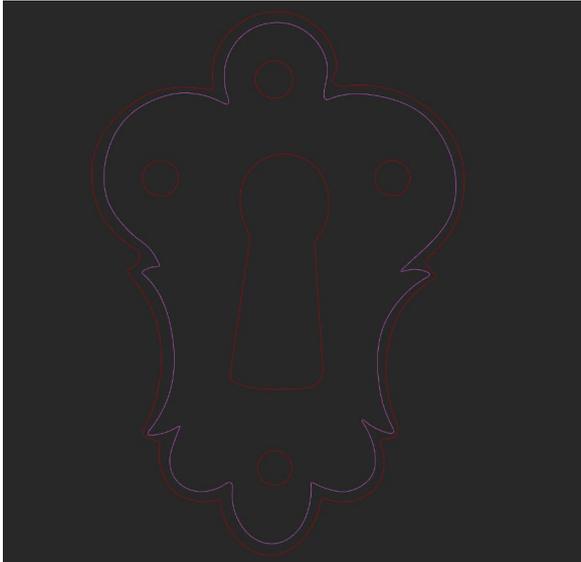
Una volta avviato il programma, inserire l'immagine della bocchetta come immagine di sfondo e ridimensionarla in modo che la sua altezza massima sia la dimensione misurata sull'originale. Verificare che la larghezza massima sia corretta.



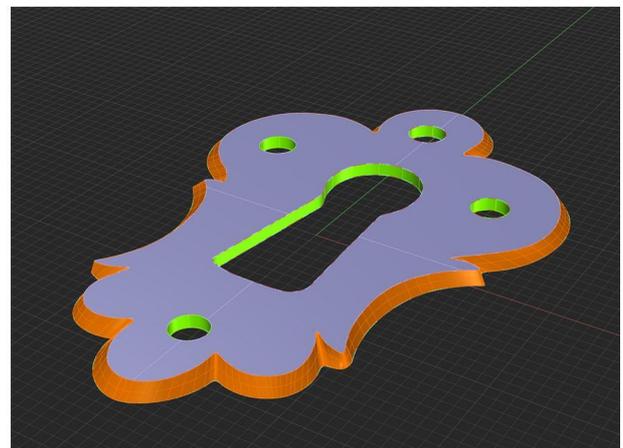
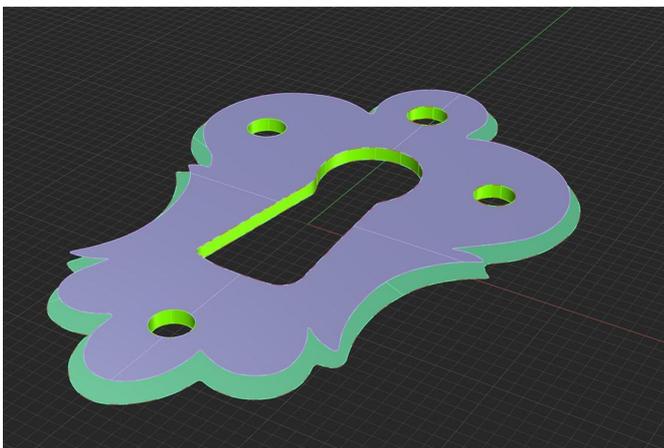
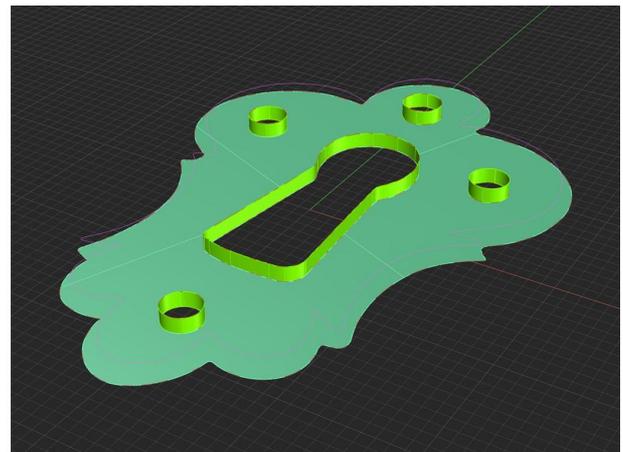
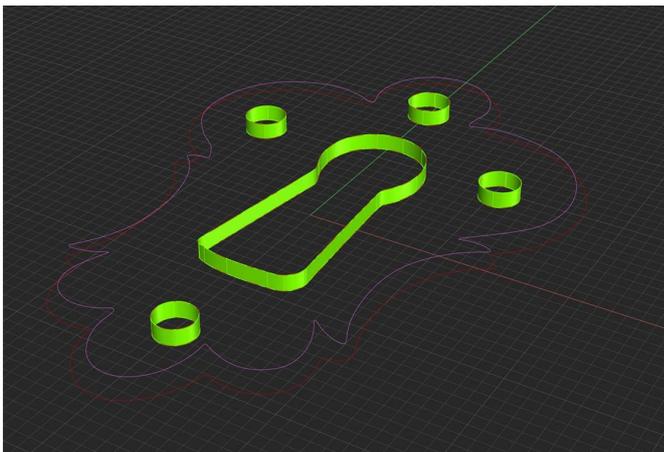
A questo punto, con linee, archi, cerchi e curve per interpolazione di punti, tracciamo il bordo esterno della bocchetta. Le curve devono essere regolate spostando i punti di controllo.



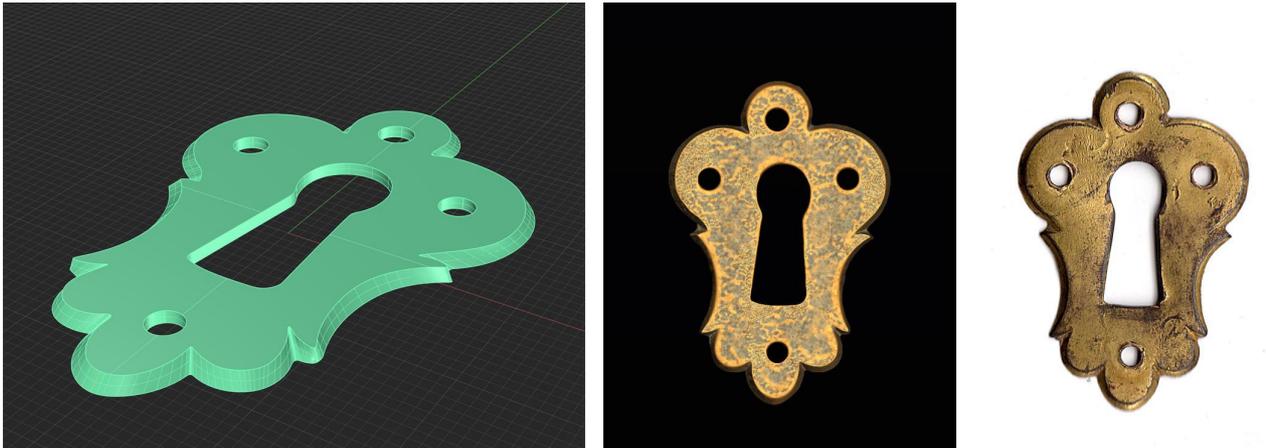
Una volta completato il tracciamento dei bordi e dei fori, si posiziona nella posizione corretta lungo la direzione z.



Le superfici laterali dei fori vengono costruite per estrusione, le superfici delle facce anteriore e posteriore sono realizzate da superfici piane e infine il bordo laterale della bocchetta è costruito con uno sweep.



Unendo le singole superfici si ottiene il solido della bocchetta. Le dimensioni vengono confrontate con quelle riportate nella tabella tecnica e il modello è completato.



Preparazione per la stampa 3D

I quattro oggetti modellati verranno colati in bronzo, spetta al restauratore decidere se stamparli realizzando anche matrici in silicone oppure se procedere direttamente con la fusione delle stampe.

Nel caso della stampa, i pezzi possono essere esportati direttamente in formato .stl senza la necessità di aumentare la dimensione, perché, per pezzi di queste proporzioni, la fusione a cera persa prevede un ritiro nullo o trascurabile. Se è necessario fare stampi in silicone, la dimensione dei pezzi deve essere aumentata del 2%.

3. Verifica e conclusioni

Per quanto riguarda la bottega orafa, si confronterà il metodo di lavoro tradizionale con quello con l'ausilio di modellazione 3D, valutandone i benefici e le criticità, ottenendo una chiara sintesi sull'effettiva efficacia e fattibilità dell'utilizzo della tecnologia 3D nel campo considerato.

III. Restauro di un busto in gesso: fasi del seminario

Per quanto riguarda il restauro scultoreo, si procederà con la ricostruzione delle parti mancanti del busto del "Ritratto di bambino che ride", conservato nella Gipsoteca dell'Istituto d'Arte di Firenze, oggetto di restauro dal CER in quanto presentava danni sia sul viso che sul busto. Questo modello in gesso è la replica dell'originale in marmo "Ritratto di bambino che ride", opera di Desiderio da Settignano datata tra il 1460 e il 1464 e conservata al Kunsthistorisches Museum di Vienna.



Il busto preso in esame



L'originale a Vienna

Desiderio di Bartolomeo di Francesco, detto Meo di Ferro era uno scultore italiano nato a Settignano, vicino a Firenze, in una famiglia di scultori e scalpellini. La sua delicata trattazione della materia contribuì in maniera sostanziale alla nascita di un linguaggio formale caratterizzato dalla dolcezza delle figure e dalla forza delle espressioni, che influenzarono anche Leonardo nella definizione della tecnica dell'ombreggiatura.

La rappresentazione del bambino è uno dei soggetti più affascinanti dell'opera di Desiderio da Settignano. La copia in gesso del "bambino che ride" esaminata nel seminario è conservata presso la Gipsoteca del Liceo Artistico Statale di Porta Romana di Firenze.

Gli argomenti trattati durante questo seminario sono:

- Documentazione
- Valutazione dello stato dell'opera d'arte
- Apprendimento base della scansione 3D
- Valutazione di software di modellazione 3D
- Modellazione 3D
- Valutazione di possibili scenari per la realizzazione dei pezzi da integrare

1. La tecnica di stampaggio

Il busto esaminato è una copia del modello originale. L'operazione che permette la realizzazione di una replica si chiama "stampaggio". Con il termine "stampaggio" si intendono generalmente tutte quelle operazioni tecniche che ci permettono di riprodurre con precisione e fedeltà l'originalità formale di un'opera scultorea e, allo stesso tempo, di consentirne la riproduzione in materiali con caratteristiche molto diverse rispetto al modello dato. Consiste nel rilevare il "calco", un'impronta negativa da un modello originale, ottenendo così una forma da utilizzare per riprodurre una o più copie identiche al modello in scala 1:1.

La copia di un'opera in generale è necessaria quando la conservazione dell'opera è precaria o quando lo spostamento è difficile. È anche utile per studio, documentazione e divulgazione per un maggiore utilizzo e conoscenza. Le caratteristiche tecniche dello stampo sono determinate dalla forma, dimensione e complessità del modello, dalle caratteristiche dei materiali di riproduzione, dal numero di repliche richieste e dalla destinazione finale dell'opera. Le modalità tecniche di riproduzione dipendono dai tipi di materiale dello stampo: argilla, gesso e gomme siliconiche.

Le tre metodologie più popolari sono:

- La "forma persa": realizzata in gesso, su modello originale in creta o plastilina. È così definita perché, una volta utilizzata per ottenere il modello in gesso, questa può essere deformata solo con l'uso di scalpelli che ne distruggono la forma. È lo stampaggio tradizionale utilizzato nell'arte scultorea.
- La "forma a tasselli", in gesso, solitamente su originali in materiale duro: marmo, bronzo, gesso ecc. L'esecuzione dei tasselli, con relativa forma madre, è studiata per ottenere la bozza del modello. Da questo tipo di modulo è possibile ottenere un certo numero di copie. Con questa tecnica, fino a pochi decenni fa, i capolavori classici venivano replicati in gesso. Viene ancora utilizzato per costruire stampi in gesso per la produzione di vasellame e oggetti in ceramica.
- La "forma in gomma", in cui viene utilizzata la gomma siliconica, contenuta in una forma madre rigida. L'elasticità e la resistenza della gomma permettono la stesura dei modelli più complessi. A stampaggio ultimato si otterrà uno stampo in grado di realizzare numerose copie identiche al modello originale. Per queste qualità la forma in gomma ha sostituito quella con i blocchi nella calcografia delle opere d'arte e nel rilievo dei calchi per il restauro. Per facilitare le operazioni sull'oggetto da riprodurre viene steso un distaccante non invasivo e facilmente rimovibile.

L'opera è stata molto probabilmente realizzata con la tecnica della "forma persa", deducibile dai residui argillosi presenti sul manufatto.

Il busto è appoggiato su un supporto in legno dipinto, si può pensare quindi che vi siano dei perni (metallici o in legno) che fungono da sostegno alla struttura, oltre ad elementi interni di rinforzo.²

Il manufatto è in gran parte ricoperto da uno strato di deposito coerente di residui di argilla e da un deposito incoerente di polvere, che costituisce un problema specifico per i prodotti in gesso, un materiale poroso e delicato, problema non trascurabile. L'umidità degrada il gesso per azione diretta di solubilizzazione del solfato di calcio e conseguente disgregazione del materiale e per azione indiretta sugli elementi interni di supporto, principalmente in ferro e legno, ma anche in tela, il cui volume aumenta, rispettivamente per la formazione di prodotti di corrosione e per il rigonfiamento delle fibre, è causa di tensioni meccaniche, fratture e infine distacchi delle parti di intonaco, come possiamo vedere nella spalla sinistra (foto a sinistra), nella parte posteriore del collo, naso e bocca (foto a destra).³



2. Intervento di restauro: il metodo tradizionale ⁴

Il lavoro di restauro si è sviluppato in tre fasi: pulitura, stuccatura e ritocco pittorico.

Prima della pulizia, le piccole esfoliazioni e crepe sono state consolidate con infiltrazioni di resina acrilica "Acril" con siringa e pennello, la resina superficiale in eccesso è stata poi asportata mediante tamponamento.

Pulizia

La rimozione del deposito coerente è stata effettuata mediante un'azione meccanica con l'utilizzo del bisturi e tramite tampone pulendo la superficie con cotone imbevuto di acqua deionizzata.

Stuccatura

Per ricostruire le parti staccate è stato necessario utilizzare una malta secca composta da gesso di alabastro selezionato, carbonato di calcio macinato molto fine e additivi specifici "Wall putty k2". Lo stucco è stato poi impastato in acqua e resina acrilica "Acril" diluita al 10% (in acqua) in modo da creare un composto facilmente applicabile e modellabile grazie all'utilizzo di apposite spatole.

In questo modo è stato possibile ripristinare la leggibilità dell'opera.



Pulizia



Stuccatura

Ritocco pittorico

Infine, è stato utilizzato l'uso di acquerelli per uniformare l'aspetto della stuccatura con quello dell'originale e garantire la reversibilità.

3. Intervento di restauro: metodo integrato dalla tecnologia di rilevamento e modellazione 3D

Nel campo del restauro è in aumento l'utilizzo della tecnologia 3D: innumerevoli sono i campi di utilizzo in cui queste nuove tecnologie possono essere di supporto per lo studente e il restauratore. In effetti, i rilievi 3D sono la tecnica più efficace per generare un file modello tridimensionale molto fedele alle caratteristiche dell'opera d'arte originale in modo non invasivo:

- Diventa un potente mezzo per presentare e analizzare un'opera d'arte
- Può integrare la catalogazione, tradizionalmente basata su dati testuali e fotografici, per descriverne la forma e l'aspetto
- Le scansioni 3D possono essere esse stesse uno strumento di catalogazione: è possibile utilizzare il modello 3D per integrare tutte le informazioni in un unico contesto indicizzando i vari dati delle analisi e degli interventi di restauro che spesso fanno riferimento a differenti posizioni sulla superficie dell'opera
- Consente di ampliare il numero di studiosi che possono analizzare il lavoro ⁵
- Può essere uno strumento utile, da affiancare all'analisi dei materiali e allo studio di documenti storici, per proporre o confermare l'attribuzione di un'opera o individuare opere false
- Si possono fare simulazioni di deterioramento di forma e materiale possibili nel tempo
- Consente di mostrare in anteprima gli effetti attesi dal restauro a più soggetti, pubblico e istituzioni, per evitare discussioni post-restauro
- È possibile contribuire al restauro con le tecnologie di stampa 3D creando e rimodellando le parti mancanti di un'opera. Nel caso di opere crollate o frammentate è possibile scansionare i vari frammenti, ipotizzare una o più ricombinazioni degli stessi ed, eventualmente, costruire strutture di sostegno necessarie al loro assemblamento
- Copie di sostituzione permanente o temporanea di opere originali possono essere realizzate a basso costo o a sostegno dei non vedenti
- È possibile creare involucri in materiali compatti per il trasporto delle opere

Da ciò si deduce che la tecnologia 3D in questo settore fornisce un'importante funzione di studio, diffusione e supporto per il restauro delle opere d'arte. Nel caso esaminato, il seminario ipotizza un intervento per ricostruire le parti mancanti. Poiché l'opera in esame era già stata restaurata, viene eseguito un processo inverso, in cui, una volta scansionata l'opera, verranno ripristinate le parti mancanti su naso, labbra e spalle del busto. Per procedere ad un ipotetico intervento di restauro.

Al termine del seminario si confronteranno i due diversi interventi cercando di comprendere i possibili benefici derivanti dall'utilizzo della scansione e modellazione 3D.

Analisi dell'oggetto da modellare

Si tratta di un busto con dimensioni di 36,4 cm di larghezza, 33,2 cm di altezza e 18,2 cm di profondità.



Le parti oggetto di intervento hanno una misura d'ordine di 8,5 cm per la spalla, 2,5 cm per il naso e circa 1 cm per il labbro superiore. La misurazione dei danni è importante per la scelta di calibrazione dello scanner in base alla precisione che si vuole ottenere.

Questo perché a seconda della distanza tra l'oggetto e lo scanner, l'errore di misurazione potrebbe aumentare. In quest'ottica, è possibile decidere di procedere in 2 modi:

- Posizionare l'oggetto a una distanza sufficiente in modo che sia sempre completamente inquadrato dalle telecamere dello scanner.
- Posizionare l'oggetto più vicino e in questo modo ridurre il margine di errore della scansione.

Nel primo scenario con un basso numero di panoramiche sarà possibile ricostruire l'intero oggetto, pur avendo un errore di misura dovuto alla distanza dell'oggetto, nel secondo scenario sarà necessario effettuare un numero maggiore di scansioni a causa della porzione limitata di superficie dell'oggetto scansionata ad ogni passaggio. Nel seminario verrà scelta la prima soluzione poiché l'errore riportato può essere considerato trascurabile.

Una volta ottenuto il modello 3D dalla scansione 3D e creati artificialmente i danni presenti prima del restauro, verrà eseguita la modellazione 3D organica delle parti considerate staccate.

I software per supportare la scultura digitale 3D come ZBrush, 3D-coat, Blender o Sculptris sono consigliati per la finitura della scansione e della modellazione 3D. Va tenuto presente che in questo contesto, essendo necessario lavorare con operazioni booleane, l'uso di Sculptris non è consigliabile.

Scansione 3D

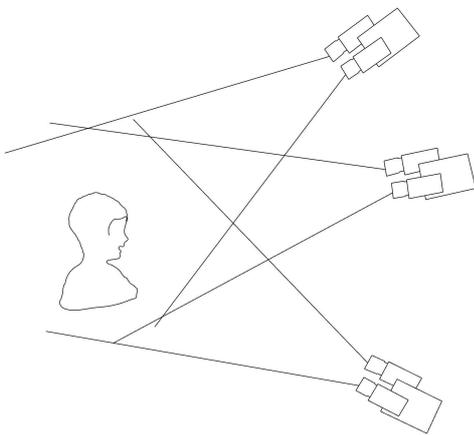
A questo punto è possibile scansionare il modello. Il materiale del busto è il gesso, un materiale opaco e non riflettente che ben si presta alla scansione. Lo scanner 3D utilizzato è lo stesso scanner a luce strutturata che era stato considerato nel seminario precedente sulla riproduzione dei pezzi in bronzo della scrivania settecentesca.

Ricorda che gli scanner 3D possono essere laser o a luce strutturata:

- Gli scanner laser 3D sono strumenti ottici che permettono di rilevare la ricostruzione 3D digitale delle geometrie dei componenti, grazie alla riflessione di un fascio di luce laser e quindi senza la necessità di utilizzare sonde di contatto.
- Gli scanner 3D a luce strutturata sono strumenti ottici che consentono di rilevare la ricostruzione 3D digitale delle geometrie dei componenti, grazie alla riflessione di pattern luminosi sugli oggetti.

Gli scanner laser 3D sono meno influenzati dalle caratteristiche ottiche della superficie degli oggetti, quindi funzionano meglio durante la scansione di oggetti scuri o lucenti. Gli scanner ottici strutturati possono comunque ottenere prestazioni di precisione e risoluzione molto elevate anche se sono meno utilizzati in metrologia. A volte possono essere più veloci degli scanner laser 3D perché possono acquisire più punti in un singolo fotogramma e possono generare modelli 3D direttamente a colori.

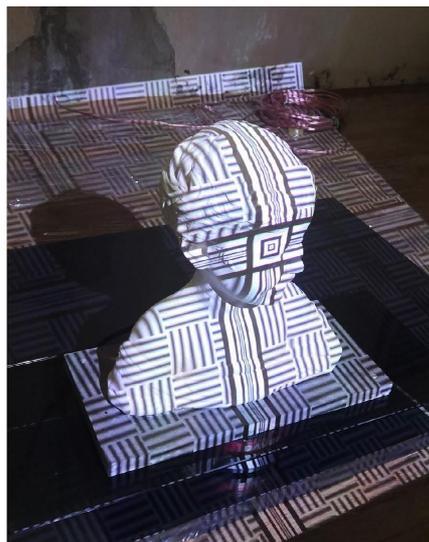
Iniziamo con una serie di panoramiche riguardanti il busto nel suo insieme posizionandolo su un tavolo rotante che permette una rotazione di 360° attorno all'asse z ad una distanza di circa 1,3 metri dalle telecamere dello scanner 3D.



3 cicli di scansione sono sufficienti per ottenere l'intera superficie dell'oggetto.

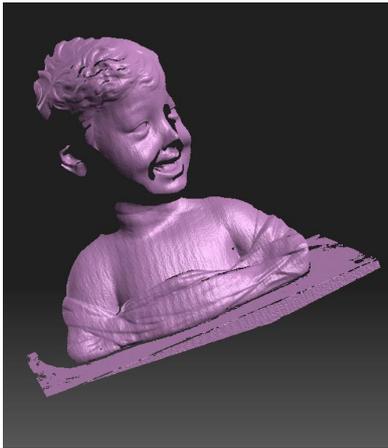
Uno superiore, uno anteriore e uno inferiore: in questo modo è possibile comprendere tutte le parti in sottosquadro.

Ad ogni cambio di ripresa, si consiglia di calibrare lo scanner 3D.

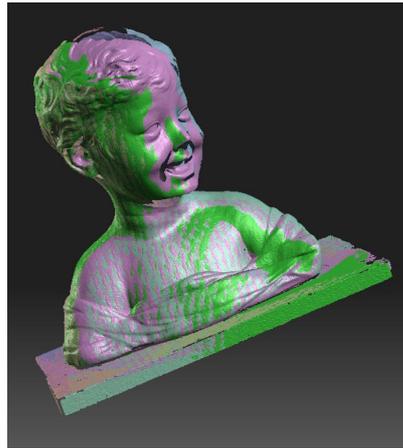


Fasi di scansione del busto

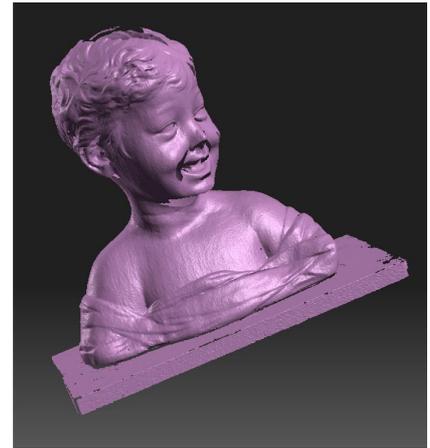
Ogni ciclo di scansione esegue 8 scatti a 360 ° attorno all'asse z della tavola rotante. Le singole scansioni vengono allineate e combinate in una panoramica. Prima di creare la panoramica, le scansioni devono essere pulite da eventuali difetti.



Scansione singola

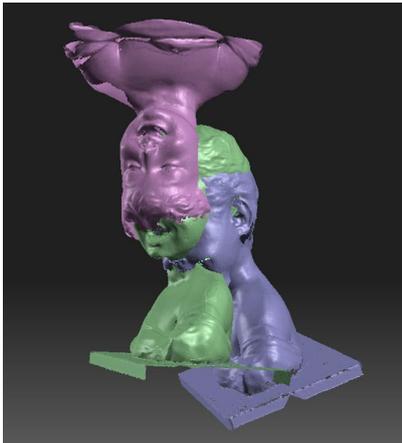


Ciclo di scansione



Creazione della panoramica

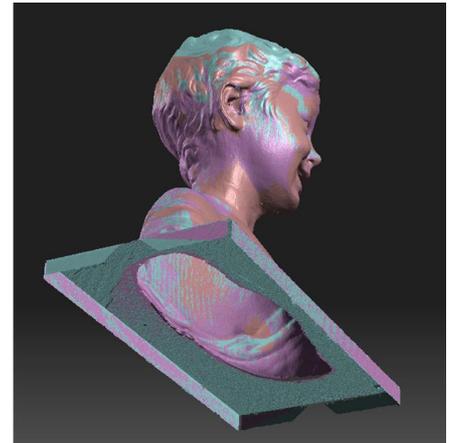
Eseguiti i tre cicli si ottengono tre panoramiche che vengono allineate facendo coincidere le caratteristiche della superficie e i punti specifici.



Le tre panoramiche ottenute



Allineamento delle panoramiche



Area non scansionata

Si noti che sotto la base si è preferito non scansionare per non mettere a rischio l'oggetto. Abbiamo optato per questa scelta perché la geometria della base è semplice ed è possibile sistemarla in fase di modellazione 3D.

A questo punto viene creata la Mesh, che trasforma l'insieme di punti ottenuti (le immagini di profondità allineate) in un solido formato da triangoli e il file viene esportato in formato .obj.



Mesh creata dalla trasformazione delle panoramiche di profondità. Da notare come il software dello scanner 3D ha chiuso la parte inferiore della base del busto.

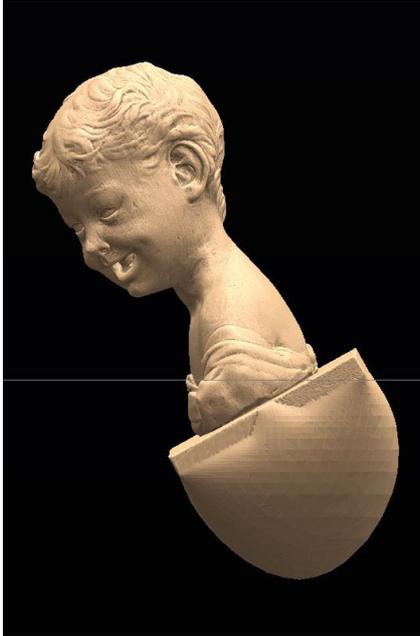
Modellazione 3D

Per la modellazione viene utilizzato 3D-Coat , software di modellazione 3D e scultura digitale. Per una breve introduzione al software, vedere il relativo paragrafo sulla riproduzione di elementi in bronzo di una scrivania fiorentina.

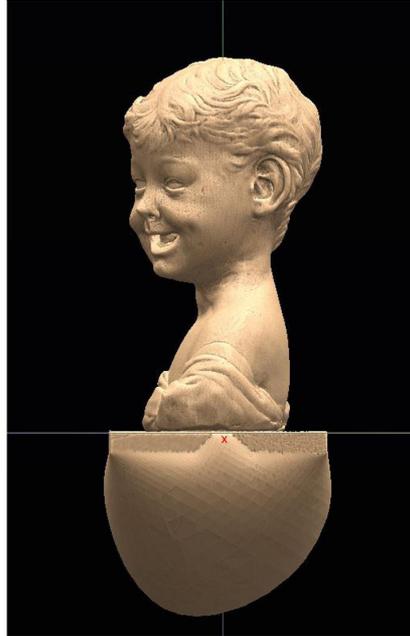
Una volta aperto il programma, viene importato il modello .obj esportato dal software dello scanner 3D.



Il modello 3D viene allineato agli assi del sistema di riferimento e, con lo strumento "cut off", viene rimosso il materiale in eccesso della base creata per chiudere la Mesh sotto la base.



Posizione iniziale della Mesh



Allineamento agli assi del sistema di riferimento



Rimozione dell'eccesso di materiale dalla base del busto

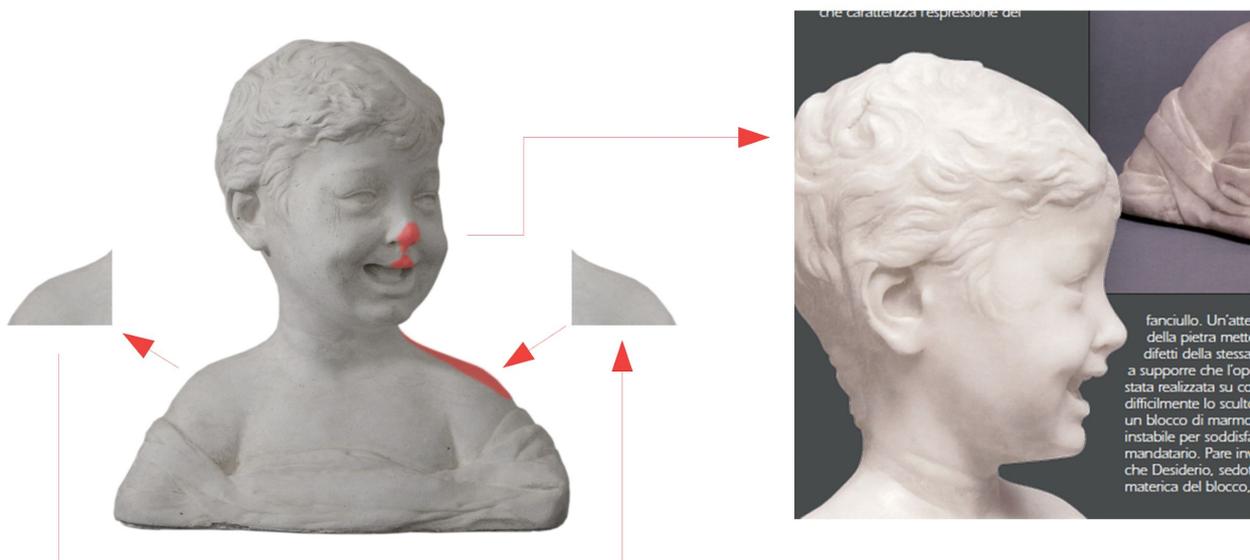
Poiché la scansione è stata eseguita su un modello già restaurato, le fratture originali del naso, del labbro superiore e della spalla sinistra vengono create artificialmente per il seminario.



Modello originale e modello virtuale con stacchi creati artificialmente evidenziati in rosso

Prima di procedere, è opportuno fare alcune considerazioni. Trattandosi di danneggiamenti, va ricordato che gli aspetti interpretativi e creativi non devono influenzare l'opera. Per questo sarebbe necessario cercare scansioni 3D o copie già esistenti su cui fare affidamento. Immaginando che queste non esistano e che non sia possibile operare sul modello conservato nel museo di Vienna, è necessario cercare di minimizzare la possibilità di errori di interpretazione utilizzando documenti fotografici e/o disegni.

È possibile sfruttare il fatto che le spalle sono simmetriche, quindi si può considerare di utilizzare la spalla destra per modellare la spalla sinistra.



[Rappresentazione schematica](#) dell'utilizzo della spalla destra per la ricostruzione di quella sinistra.

Dopo aver ripulito il modello da eventuali imperfezioni (con lo strumento "smooth") ottenute dalla scansione 3D, viene inserita un'immagine di riferimento sullo sfondo della finestra 3D.

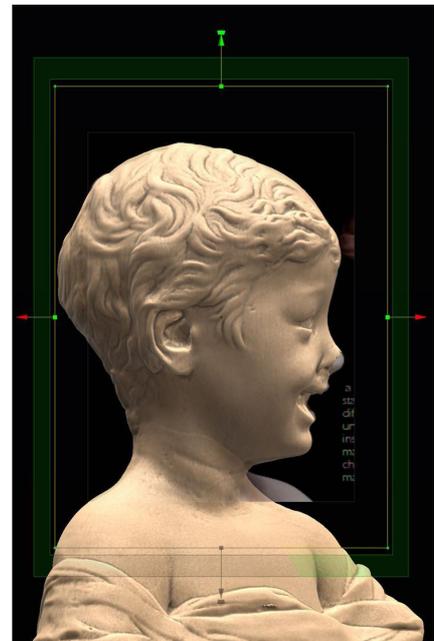
È possibile ridimensionare l'immagine e ruotare il modello attorno all'asse z fino ad ottenere una sovrapposizione soddisfacente.



Inserimento dell'immagine di sfondo



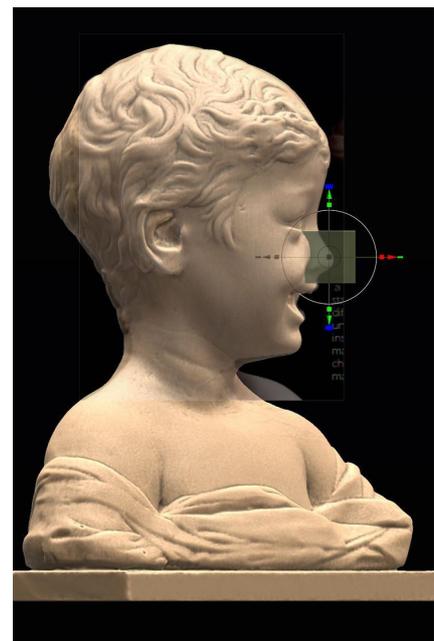
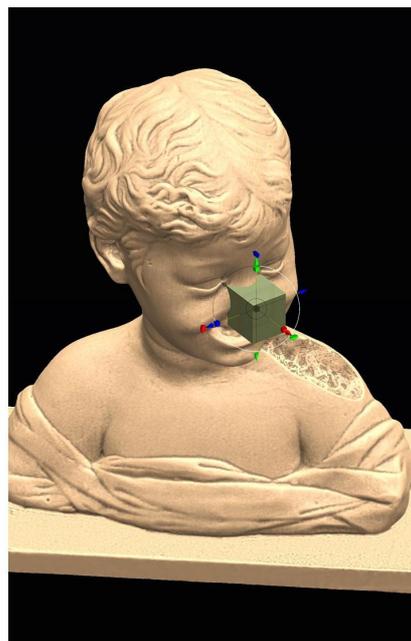
Messa in scala dell'immagine



Rotazione del modello 3d

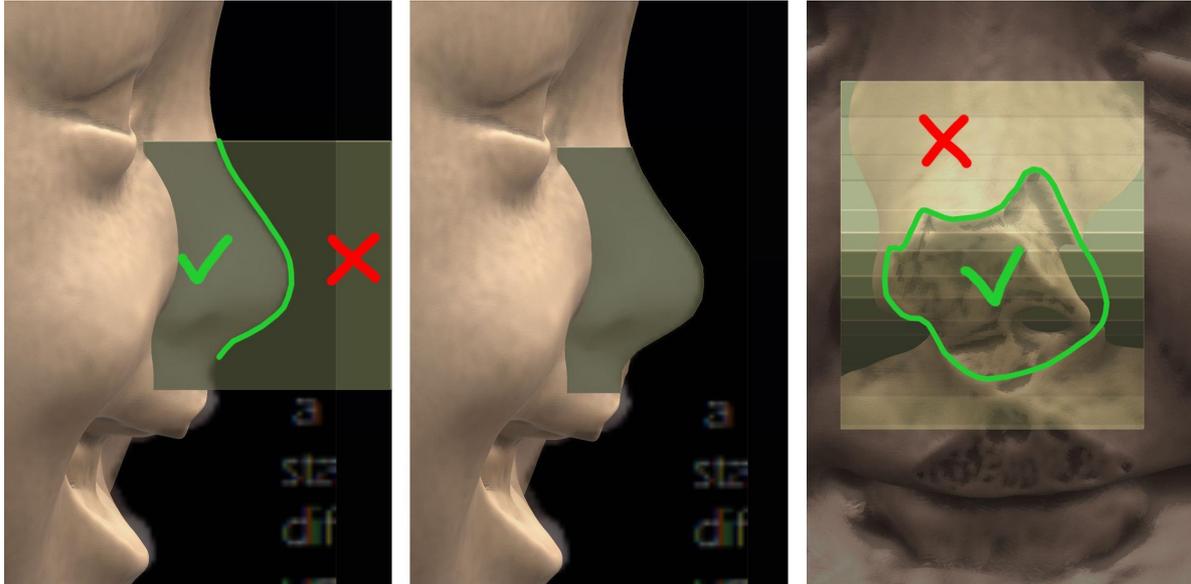
A questo punto ci sono varie strade da seguire, nel nostro caso creeremo le parti mancanti tramite Mesh separate, per assicurarci che la scansione originale non venga modificata e possa servire da riferimento per la modellazione.

Viene inserita una seconda Mesh a forma di cubo che verrà modellata per ricreare la parte del naso. Si ridimensiona e si posiziona in corrispondenza della parte mancante.

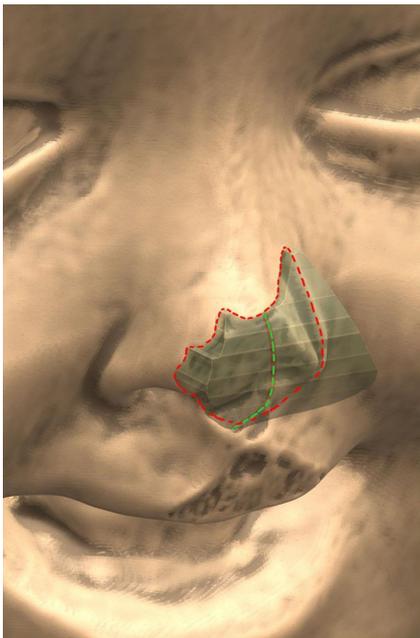


Creazione della seconda rete e posizionamento sul naso da modellare

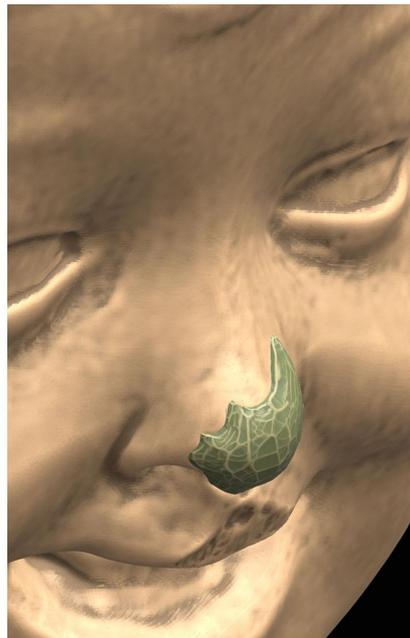
La Mesh viene tagliata con lo strumento "Cut Off" sia frontalmente che lateralmente in modo da ottenere un solido con lo stesso profilo sia del distacco, che del naso presente nell'immagine di sfondo.



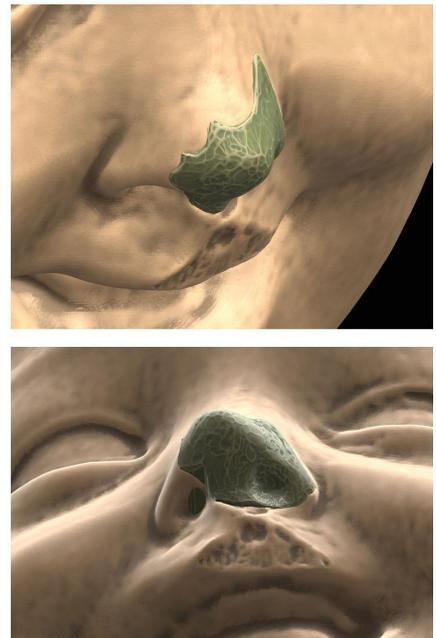
A questo punto è possibile modellare il naso facendo riferimento a diverse fotografie scattate da diversi punti di vista, ricordandosi sempre di rispettare i limiti creati dai tagli precedenti. Lavorare sulla superficie con gli strumenti "scrape" per appiattare, "Vox.Clay" per aumentare o diminuire il volume, "Smooth" per levigare, "Airbrush" per aumentare il volume con costanza, "Fill" per riempire.



La mesh da modellare è stata tagliata in modo tale da fornire riferimenti durante la modellazione



Si inizia rimuovendo il materiale in eccesso con lo strumento "Scrape" che può essere utilizzato come carta abrasiva

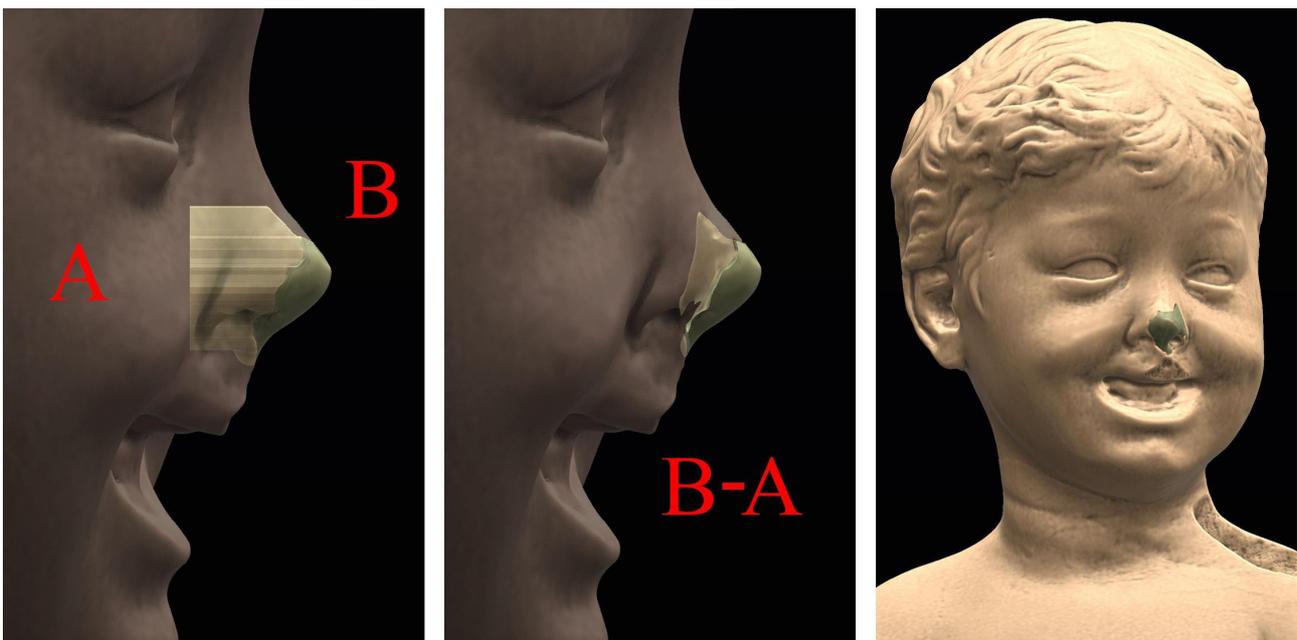


Per rifinire il modello, utilizzare lo strumento "Vox.Clay" per creare le cavità



La modellazione prosegue con gli strumenti "Airbrush" e "Fill". Utilizzando lo strumento "Smooth", la superficie viene levigata e l'intera punta del naso viene finita un po' per volta

Per fare ciò, tramite una sottrazione booleana, viene rimossa l'intera Mesh del modello del busto dalla Mesh mancante del naso appena modellato. Si tenga presente che, se si intende utilizzare una colla, è doveroso considerare anche l'inserimento dell'aria necessaria per ospitarla. In questo caso, prima di effettuare l'operazione, sarà opportuno aumentare il volume della Mesh da sottrarre.



La Mesh B del naso appena modellato entra nel volume della Mesh A del busto

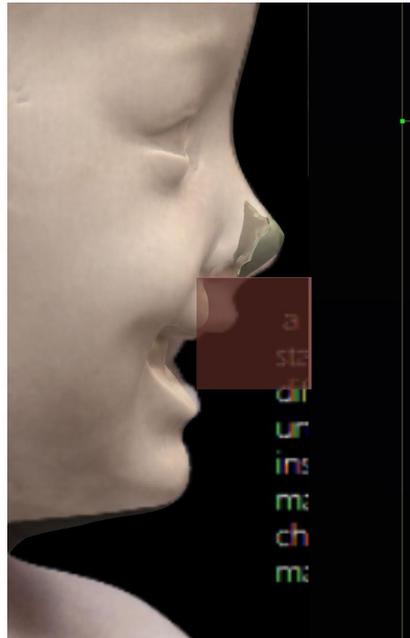
La parte della Mesh B che entra nella Mesh A attraverso una differenza booleana viene eliminata

La modellazione della punta del naso mancante è completa

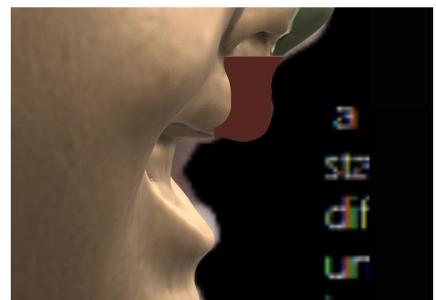
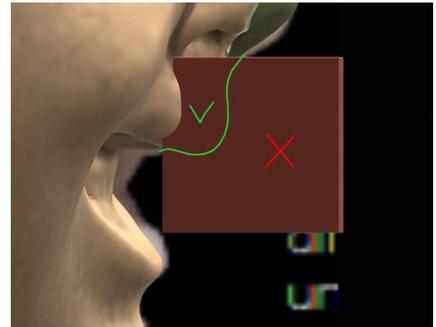
Per modellare il labbro superiore, procedere eseguendo gli stessi passaggi sopra elencati, utilizzando la stessa immagine di sfondo.



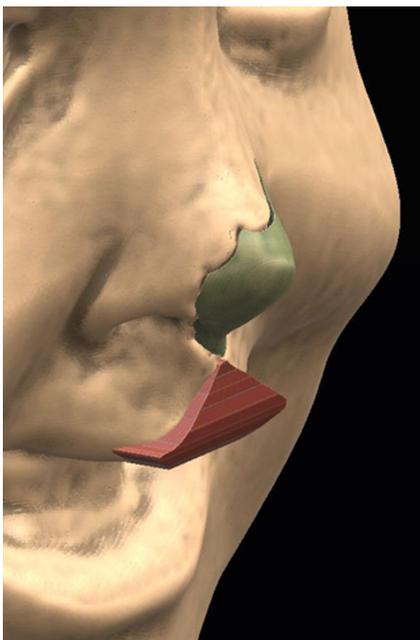
Inserimento del cubo



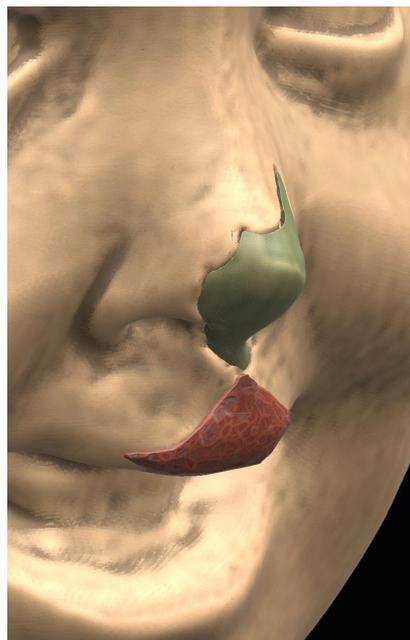
Visualizzazione dell'immagine di sfondo



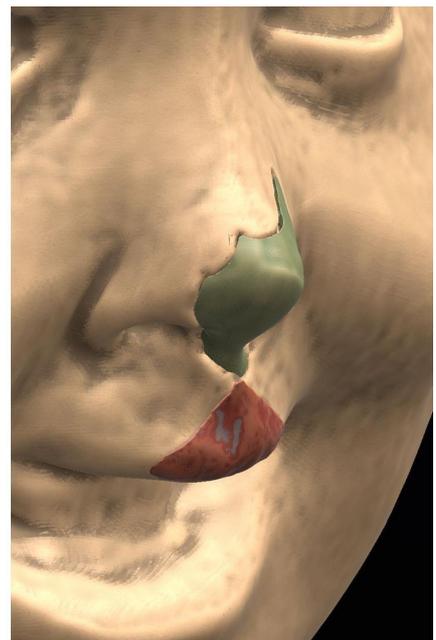
Utilizzo dello strumento "Cut Off" per creare il profilo frontale



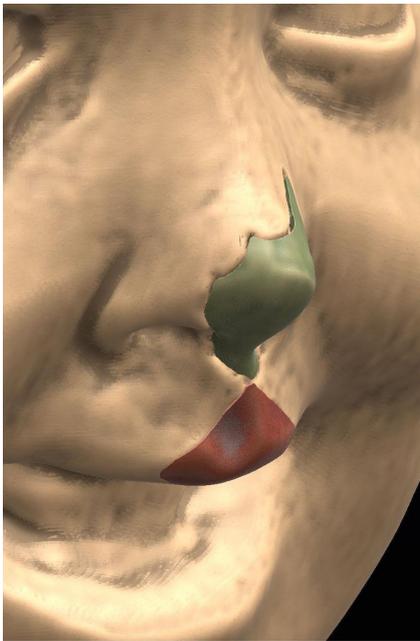
La Mesh dopo l'azione dello strumento "Cut Off"



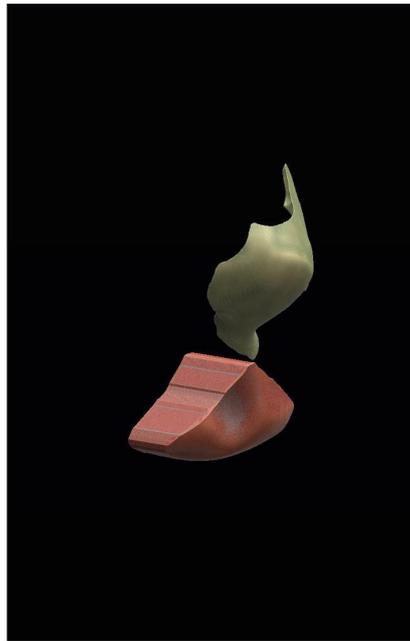
Utilizzando lo strumento "Scrape" per lisciare la mesh e rimuovere il materiale in eccesso



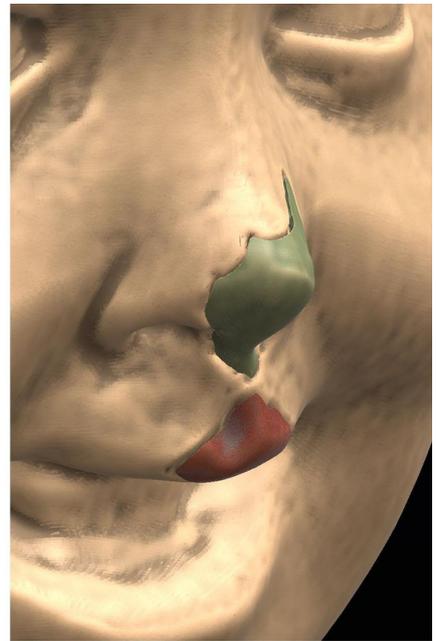
Utilizzare lo strumento "Vox.Clay" per creare le cavità



Finitura finale con "Smooth" e altri strumenti



Mesh risultante dal processo di modellazione scultorea



Risultato finale dopo la differenza booleana per ottenere l'impronta del labbro del busto

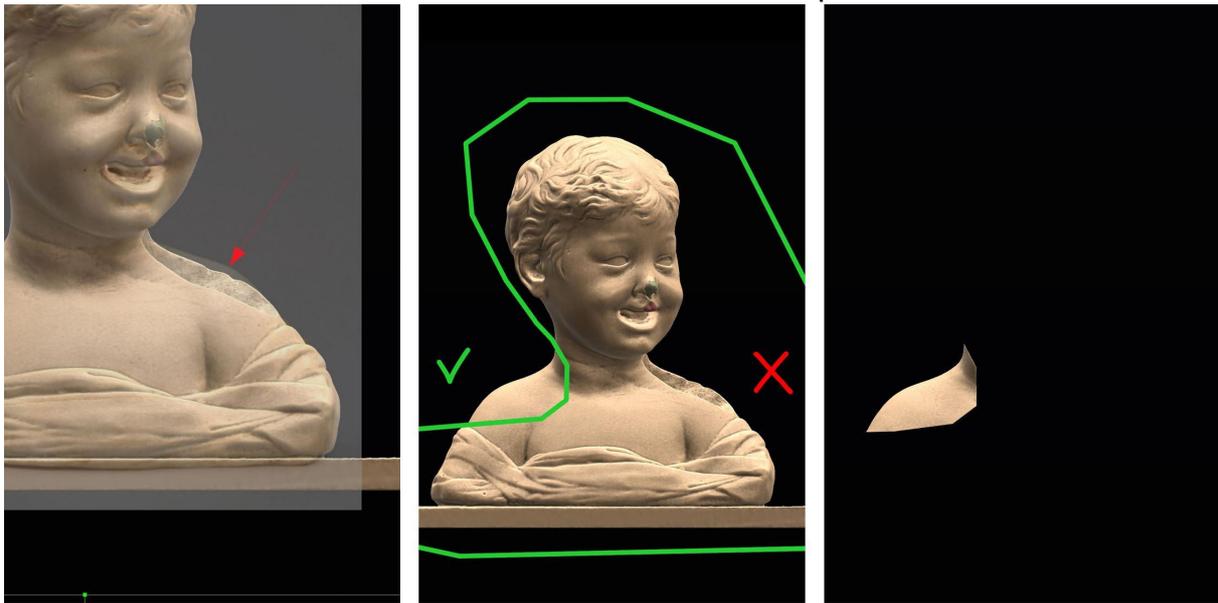


Il viso con la Mesh del naso e delle labbra

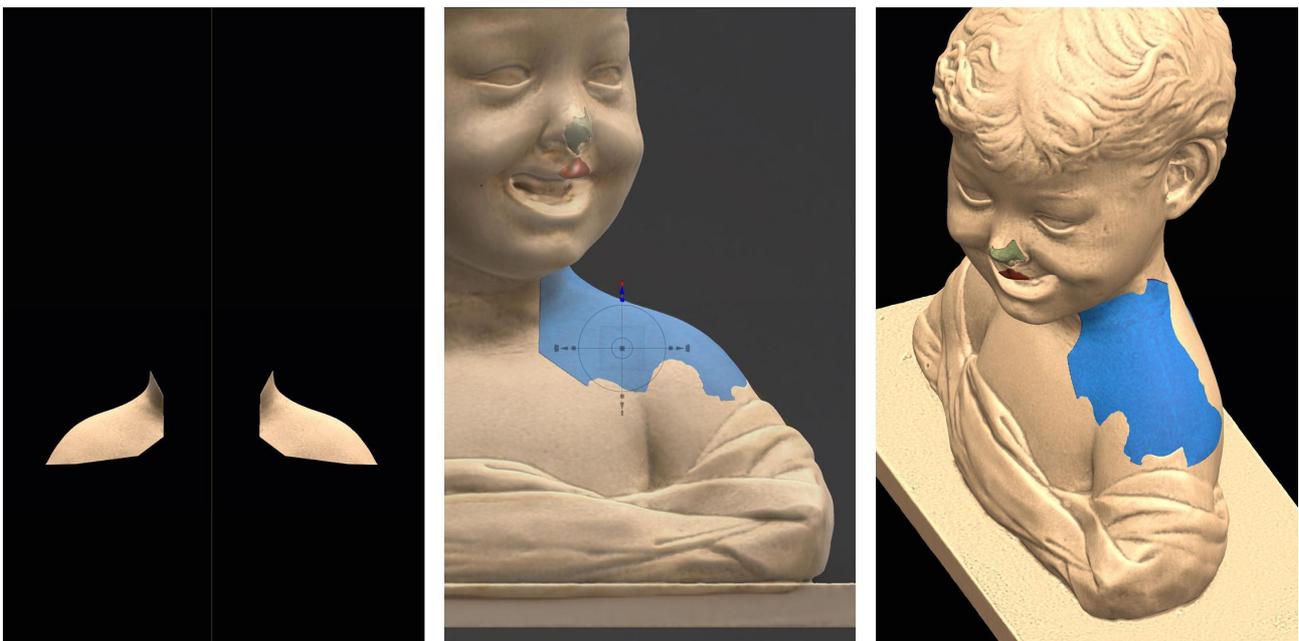
Per quanto riguarda la modellazione 3D della spalla sinistra, si interviene come precedentemente programmato, ovvero utilizzando la spalla destra. In questo modo è possibile utilizzare un elemento già ben modellato, con un notevole risparmio in termini di tempo.

Il busto viene nuovamente allineato alla vista frontale per leggere meglio il profilo delle spalle. Anche in questo caso, cercando di limitare il più possibile gli aspetti interpretativi, viene utilizzata un'immagine di sfondo, che servirà a guidare la modellazione.²⁷

Dopo aver posizionato correttamente l'immagine di sfondo, viene creato un duplicato del busto. Utilizzando lo strumento "Cut Off", viene estratta la spalla destra.



A questo punto, utilizzando la modalità simmetria lungo l'asse z, si crea un duplicato speculare (comando "Clone w Symmetry") della spalla e tramite il cursore dello strumento "Trasform" si posiziona in corrispondenza della mancanza sulla spalla sinistra.

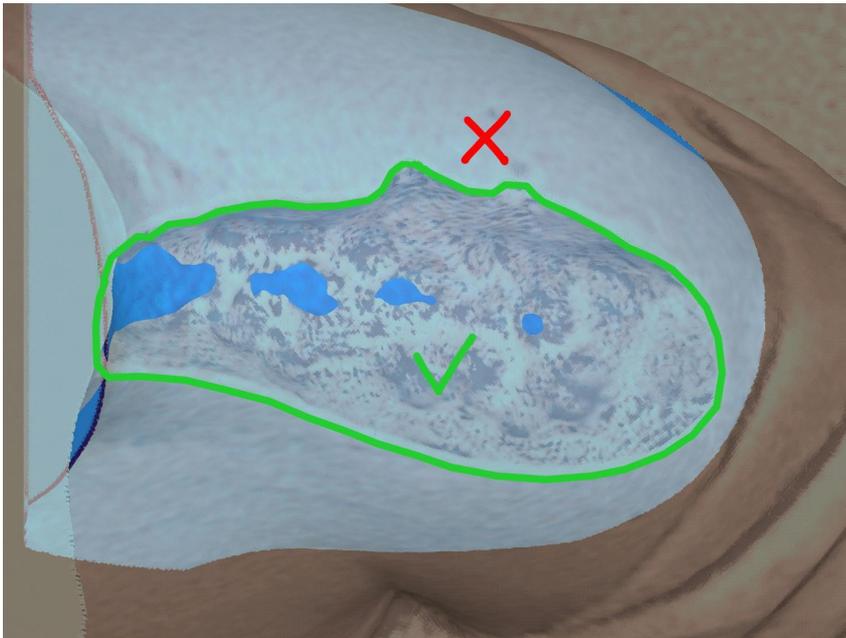


Creazione della spalla sinistra partendo dalla spalla destra utilizzando la modalità simmetria

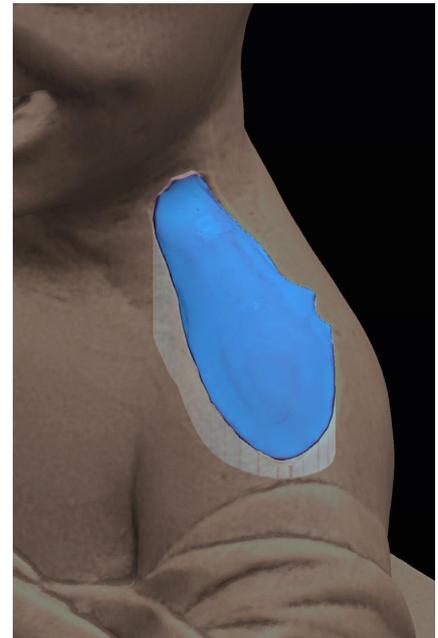
Posizionamento della nuova mesh in prossimità della cavità sulla spalla sinistra

Come è possibile vedere, sebbene la Mesh non sia perfettamente conforme alla geometria del busto, si evita buona parte del lavoro di modellazione.

Tutto il materiale che esce dal perimetro della cavità viene eliminato utilizzando lo strumento "Cut Off" e con i vari strumenti di scultura digitale la Mesh viene finita fino ad un completo riempimento della cavità con un trattamento superficiale che segue l'andamento della superficie circostante.



Eliminazione della porzione di mesh eccedente il perimetro della cavità

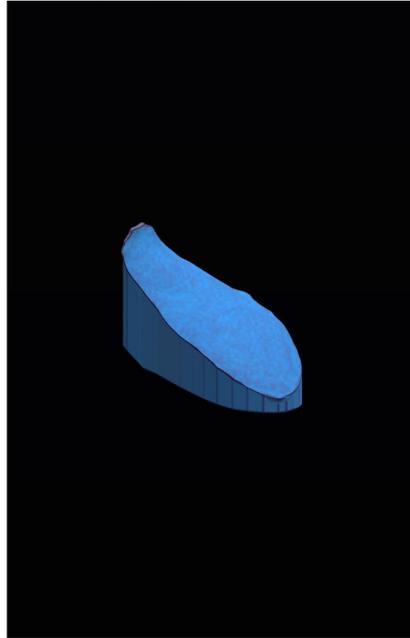


Modellazione e rifinitura con strumenti di scultura digitale

Una volta levigata e trattata la superficie in modo che la Mesh si integri perfettamente con il busto, è necessario ottenere l'impronta della cavità. Come nei casi sopra descritti, viene eseguita una differenza booleana con una copia del busto.



La Mesh una volta terminata la fase di modellazione e finitura

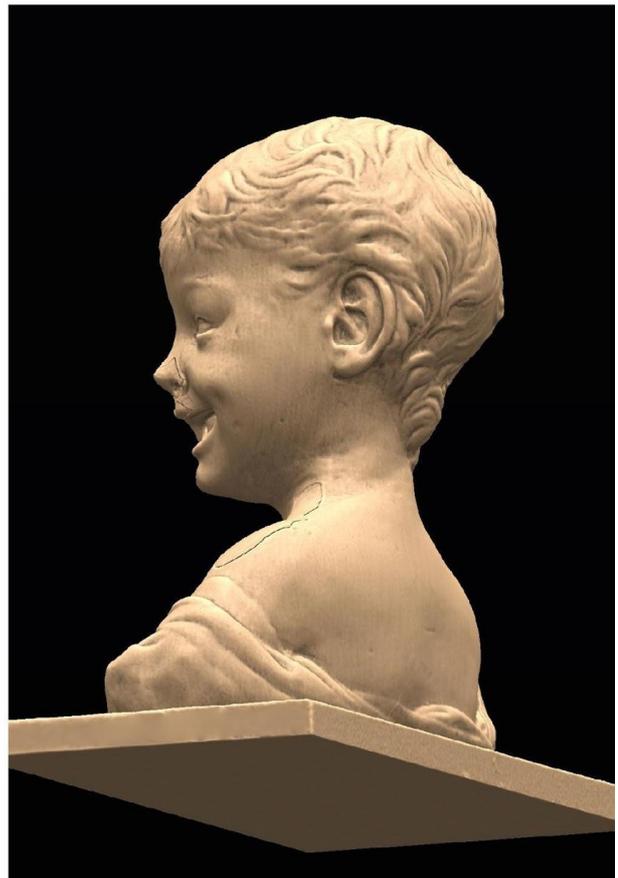
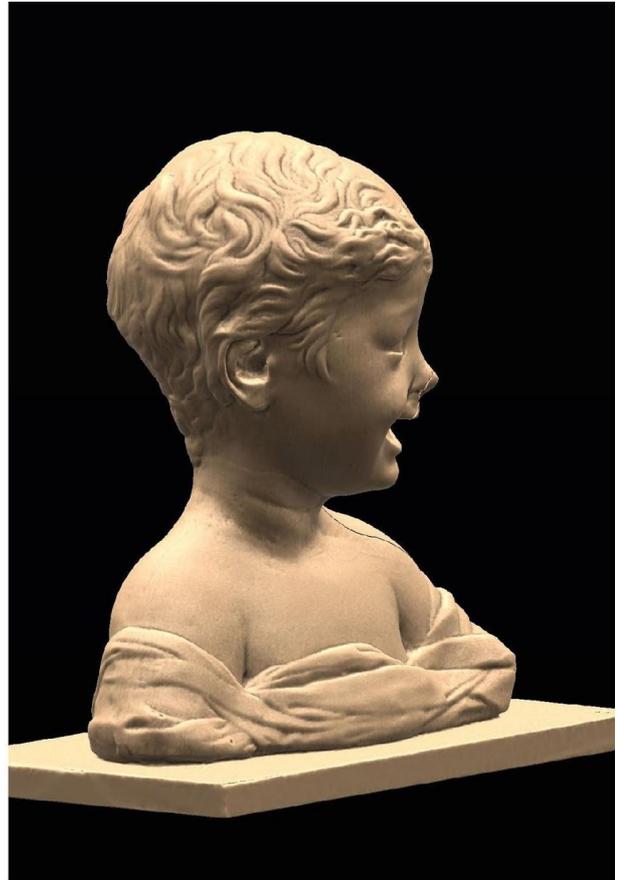


La Mesh prima della sottrazione booleana



Mesh dopo la sottrazione booleana. È possibile vedere lo stampo della cavità nella parte inferiore

La realizzazione fisica dei modelli, o dei loro calchi, dipenderà dalle decisioni del restauratore o del responsabile del restauro. Durante il seminario si prenderanno in considerazione le scelte ritenute più opportune.



4. Conclusioni

Come per i seminari precedenti, si confronteranno le modalità di lavoro esaminate: quella tradizionale e quella con l'utilizzo della tecnologia digitale.

L'opportunità, la fattibilità, i costi, i benefici e le criticità saranno valutati in un confronto tra restauratori, tecnici di modellazione 3D e studenti per capire come e quando questa tecnologia può essere applicata nel restauro integrativo di elementi scultorei.

Capitolo due: da prototipazione manuale a digitale

Gli scenari dei seminari presentati in questo capitolo sono stati sviluppati da due organizzazioni polacche al momento dell'introduzione di cambiamenti essenziali nel sistema di istruzione professionale in Polonia. La nuova legge (<http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180002245/U/D20182245Lj.pdf>) adottata nel novembre 2018 ha integrato la recente riforma strutturale del sistema educativo, concentrandosi ora sul miglioramento della qualità e dell'efficacia dell'istruzione professionale. Particolare enfasi è stata posta sulla formazione professionale pratica in consultazione con i datori di lavoro e sul suo adattamento alle esigenze del mercato del lavoro. Per la nostra idea di ricerca di nuovi modi per arricchire i programmi formali dell'IFP con attività di apprendimento non formale per studenti professionali, i seguenti punti della riforma sono particolarmente importanti:

- La legge introduce nuove opzioni per gli studenti IFP che consentono di ottenere competenze o qualifiche professionali aggiuntive oltre il curriculum di base.
- Incoraggia le scuole di formazione professionale a organizzare corsi professionali a breve termine per studenti che vogliono aggiornare o estendere le loro capacità professionali.
- Rende obbligatorio per le scuole progettare esperienze di apprendimento pratico in stretto contatto con le esigenze del mercato e avvalendosi di tecnologie all'avanguardia.

La nuova legge non menziona specificamente la cooperazione delle scuole professionali con i fornitori di apprendimento non formale, evidenziando la necessità di coinvolgere i datori di lavoro nello sviluppo dell'IFP in tutte le sue fasi, oltre a fornire apprendistati adeguati per gli studenti. Tuttavia, comunica un messaggio chiaro alla direzione scolastica e agli insegnanti dell'IFP formale: è opportuno progettare e attuare programmi di apprendimento che producano abilità e competenze concrete necessarie in un'economia in rapida evoluzione, mobilitando tutte le risorse umane e materiali disponibili, sia interne che esterne. I primi effetti della nuova politica sono diventati visibili nella graduale fusione di rigidi quadri curriculari, che ora devono incorporare percorsi di apprendimento più flessibili che colleghino la scuola con ambienti di apprendimento basati sulla pratica, sia che si tratti di una linea di produzione in una fabbrica locale o di uno spazio di produzione dotato di nuova tecnologia digitale.

Questo è esattamente l'ambito in cui si inserisce il nostro progetto. I suoi due partner di Wadowice rappresentano i settori formale e non formale della formazione professionale. CKZ è un centro che offre istruzione professionale di primo e secondo livello in una serie di settori tra cui edilizia, carpenteria ed elettronica. EST gestisce uno spazio di creazione digitale in cui i giovani imparano a costruire oggetti come robot, droni o risorse di gioco. Alcuni di questi oggetti sono creati con strumenti digitali - prototipati su un computer, le loro parti stampate in 3D, dotati di elettronica e assemblati manualmente. Le attività sono di natura hobbistica ma favoriscono competenze rilevanti per carriere professionali in vari settori dell'industria moderna. In quanto tali, possono arricchire il programma di formazione formale nelle aree della costruzione di edifici, carpenteria ed elettronica, settori in cui la tecnologia di prototipazione 3D sta guadagnando importanza. Le due istituzioni hanno quindi deciso di sviluppare e sperimentare insieme un programma di seminari per studenti professionali in queste materie aggiungendo valore alle attività che possono essere svolte solo a scuola.

Il vantaggio di un tale programma che collega la scuola e l'ambiente extrascolastico può essere visto nei seguenti aspetti.

- Sebbene una stampante 3D sia disponibile a scuola, viene utilizzata solo in aree ristrette del programma, in particolare nelle lezioni di informatica.
- Poiché il processo di preparazione dei file per la stampa e la stampa stessa richiedono molto tempo, difficilmente possono essere gestiti durante le lezioni.
- Gli insegnanti hanno capacità limitate in termini di tempo disponibile oltre il curriculum di base.
- La stampa 3D attira gli interessi di studenti provenienti da un'ampia gamma di materie professionali, non tutte comprendono nei loro programmi l'introduzione agli arcani della tecnologia.
- Da qui un genuino interesse da parte della direzione scolastica nel trovare modi per fornire attività di arricchimento del programma in questo campo.

Questo scenario ci ha fornito un contesto eccellente da esplorare. Abbiamo delineato un programma di attività di laboratorio per studenti di CKZ che studiano edilizia, carpenteria ed elettronica. Il programma è stato progettato in stretta consultazione con insegnanti di formazione professionale di queste materie e un esperto di stampa 3D. L'obiettivo era allinearli agli standard curriculari scolastici, alle specifiche della tecnologia da introdurre e agli effettivi interessi degli studenti.

Il nuovo curriculum IFP recentemente introdotto nelle scuole polacche divide i risultati dell'apprendimento in conoscenze, abilità e competenze comuni a un gruppo di professioni e quelle specifiche per determinate aree di formazione. Siamo riusciti a scegliere standard curriculari rilevanti per tutte e tre le materie (edilizia, carpenteria ed elettronica) che possono essere affrontati in un programma di workshop sulla progettazione e stampa 3D. Tutti richiedono la capacità di lavorare in team e di scegliere strumenti appropriati per svolgere attività tecniche, inclusi strumenti digitali secondo necessità. Ci siamo ulteriormente concentrati sui risultati di apprendimento richiesti per ciascuna delle professioni, che possono essere acquisiti attraverso l'impegno in progetti di prototipazione 3D. Per esempio, nel caso dell'edilizia, una delle competenze da padroneggiare è la capacità di fare progetti di strutture edilizie, nel caso della carpenteria, progettare costruzioni in legno e costruire apparecchiature elettroniche nel caso dell'elettronica.

Una bozza del programma del workshop è presentata nel corpo principale di questo capitolo. Per prima cosa delineiamo un modulo condiviso da tutti i workshop e introduciamo gli studenti alla tecnologia di prototipazione 3D. Presentiamo quindi tre percorsi di apprendimento specifici basati su questa conoscenza di base ma relativi alle materie particolari che gli studenti stanno apprendendo a scuola. Questi scenari di workshop sono stati originariamente concepiti per un contesto concreto di formazione professionale, ma sono qui presentati in una forma che li rende applicabili in altri contesti in cui vi è la necessità di arricchire il programma scolastico formale con l'introduzione alla tecnologia 3D. Li forniamo come esempi, non necessariamente da seguire alla lettera, ma piuttosto come incoraggiamento ad adattarli alle particolari esigenze di un nuovo contesto.

Il reclutamento di studenti per i seminari è stato un compito relativamente facile in considerazione del fatto che CKZ è una grande scuola professionale, che attrae centinaia di studenti ai suoi corsi. Gli argomenti dei workshop hanno suscitato interesse e curiosità quando sono stati presentati nei corsi di edilizia, carpenteria ed elettronica. Abbiamo presentato la formazione come un'offerta competitiva ed è stata implementata una procedura di selezione per iscrivere studenti con adeguata motivazione, capacità e prospettive di carriera. L'aiuto dei loro insegnanti è stato essenziale nel processo di reclutamento in termini di condivisione delle informazioni, definizione dei criteri di iscrizione e selezione dei migliori candidati. Di conseguenza, abbiamo formato piccoli gruppi di 5-6 studenti pronti a partecipare a un programma di seminari extracurricolari che affrontassero i loro interessi professionali e si adattasse al loro livello di conoscenza tecnica.

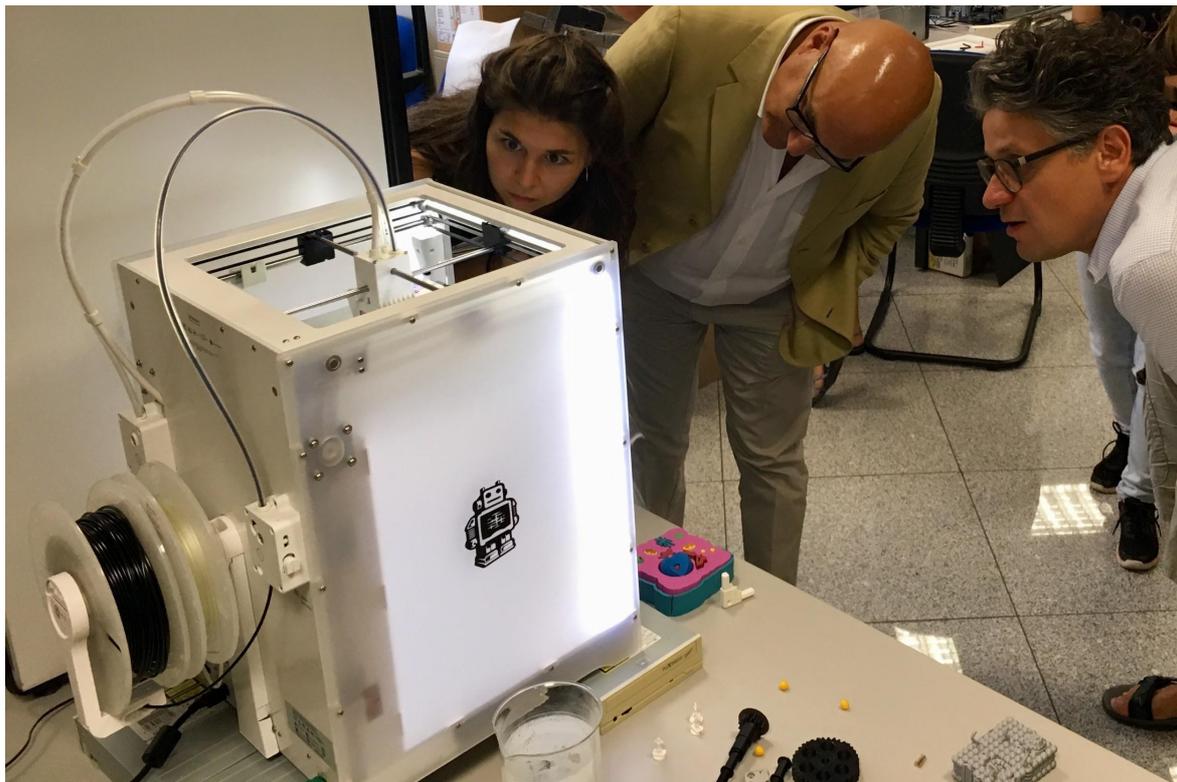
I. Introduzione alla prototipazione 3D

La prototipazione di oggetti prima della fase di produzione può essere eseguita manualmente con legno, argilla o altri materiali morbidi facili da modellare. Sebbene tali tecniche siano ancora in uso nei laboratori tradizionali, la tecnologia digitale ha cambiato radicalmente il processo. Il cambiamento si riflette nei curricula professionali, che coprono le competenze nella progettazione digitale di varie costruzioni e utensili (ad esempio case, pezzi di macchinari, mobili). Tuttavia, è solo in rari casi che gli studenti possono seguire e padroneggiare l'intero processo di prototipazione dalla fase di progettazione al computer, alla produzione di un modello fisico tridimensionale. Lo scopo di questo modulo introduttivo è fornire competenze di base in questo settore, che sono applicabili in molte professioni insegnate nelle scuole professionali.

Risultati di apprendimento

Grazie all'esperienza di apprendimento, gli studenti saranno in grado di:

- Spiegare le basi della tecnologia 3D
- Identificare le parti principali di una stampante 3D
- Scegliere un software di modellazione 3D adatto al loro livello e alle loro esigenze
- Verificare i parametri di configurazione di base della stampante
- Accedere a un database con oggetti da modificare e stampare



1. Modellazione e stampa 3D in breve

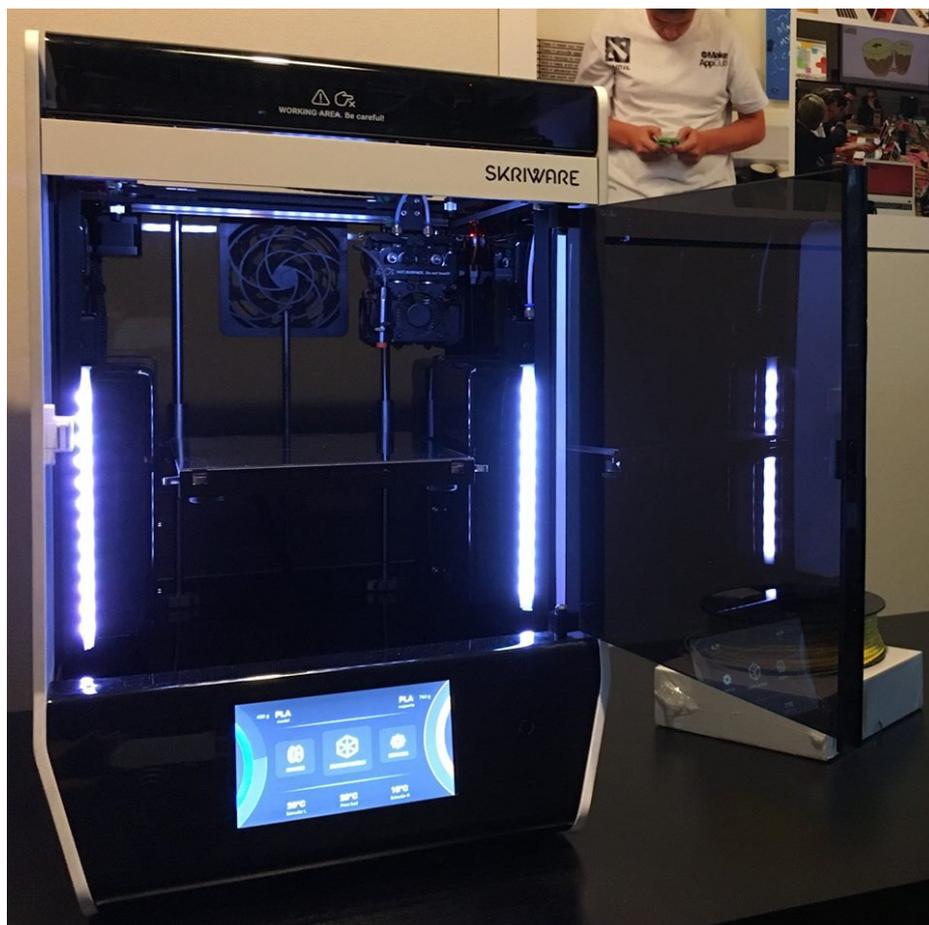
Le stampanti 3D si basano su tecnologie di prototipazione rapida introdotte nel mercato industriale negli anni '80. A causa della scadenza del brevetto, la tecnologia di stampa 3D è oggi sempre più accessibile per i consumatori. La stampa 3D, nota anche come produzione additiva, è un processo che consente la creazione di oggetti solidi tridimensionali da un file digitale. Una stampante fonde un materiale e lo deposita su una base in modo predefinito creando così strati sovrapposti per renderlo tridimensionale. In questo seminario introduttivo, gli studenti acquisiscono conoscenza in modo pratico dei seguenti aspetti della tecnologia.

- **Finalità e principali ambiti di utilizzo delle tecnologie 3D.** Esistono innumerevoli applicazioni della stampa 3D nella produzione, nell'istruzione e nei servizi. Gli studenti potranno cogliere al meglio la portata e il potenziale della tecnologia se presentati con esempi concreti presi da diversi campi (ad es. Bioprinting in medicina, stampa 3D in cemento in edilizia o gioielli stampati in 3D). La scelta degli esempi dovrebbe essere adattata al profilo particolare del gruppo.
- **Differenze tra progettazione 2D e 3D.** Molte industrie che in passato facevano affidamento su disegni e progetti bidimensionali sono passate alle visualizzazioni 3D. Per cogliere intuitivamente la progressione, gli studenti dovrebbero vedere come un oggetto disegnato in un software 2D può essere facilmente trasformato in un modello 3D (ad esempio con un creatore online da 2D a 3D come Shapeways www.shapeways.com).
- **Fasi del processo di modellazione 3D.** Questa parte è intesa come una panoramica dell'intero processo, non una spiegazione dettagliata dei passaggi che saranno svolti nei seguenti workshop. In un breve video tutorial, gli studenti dovrebbero osservare i seguenti passaggi della modellazione CAD 3D, attraverso lo slicing, la stampa a strati, fino all'emergere di un oggetto fisico completo (ad es. www.youtube.com/watch?v=QdvSzXByi_g).

2. Costruzione di stampanti 3D e modelli più diffusi

Le stampanti 3D e i materiali per la stampa sono in costante sviluppo, quindi questa panoramica deve tenere conto delle ultime novità dal mercato. Esistono numerosi portali dedicati da cui trarre informazioni rilevanti, ad es. : <https://www.3dhubs.com>. Più tempo dovrebbe essere dedicato alla particolare stampante utilizzata nel workshop, molto probabilmente una stampante FDM grazie alla sua popolarità e accessibilità. Vengono introdotti almeno i seguenti componenti chiave, descritti qui sulla base di un esempio della stampante Skriware (<https://skriware.com>) utilizzata nella sperimentazione di questo workshop:

- Il software e la sua interfaccia
- L'estrusore (se doppio, puoi mostrare come è possibile combinare colori e materiali diversi per ottenere vari effetti)
- Il piano di stampa riscaldato e rimovibile
- I sensori di prossimità
- I parametri di stampa che influiscono sulla qualità del processo (area di stampa, tempo, temperatura, ecc.)



3. Software di modellazione e stampa 3D utili per i principianti

Esistono numerosi programmi che semplificano notevolmente i primi passi nella modellazione 3D. In questa fase viene presentata una panoramica di tali programmi con una descrizione più dettagliata di quello che verrà utilizzato nel workshop. La scelta dipende dal software disponibile e dalle preferenze dell'insegnante.

Un elenco consigliato comprende:

- TinkerCAD www.tinkercad.com. Si tratta di una raccolta online gratuita particolarmente utile di strumenti software per la progettazione 3D. È un buon programma per cominciare grazie alla sua interfaccia intuitiva, una grande fonte di tutorial e supporto della comunità. Gli studenti vengono introdotti a TinkerCAD con una presentazione delle sue funzioni di base. Lo apprenderanno praticamente quando si assumeranno compiti concreti nei seguenti workshop.
- FreeCAD www.freecadweb.org. Un altro modellatore 3D open source gratuito per la progettazione di oggetti di vita reale. La modellazione parametrica consente agli utenti di modificare facilmente i propri progetti tornando alla cronologia del modello e modificando i parametri. Il programma viene presentato solo brevemente per consentire agli studenti interessati di esplorare le possibilità autonomamente.
- SketchUp www.sketchup.com. È un software di modellazione 3D web-based con un'ampia gamma di applicazioni per l'interior design, l'architettura, l'ingegneria e la progettazione di videogiochi. La sua versione base è gratuita e quindi facilmente accessibile per gli studenti che vogliono ingrandire la loro cassetta degli attrezzi digitali.
- Blender www.blender.org. Il programma potrebbe essere troppo difficile per gli studenti non esperti anche in software più semplici come TinkerCAD. Tuttavia, vale la pena presentarlo in questa fase come un eccellente programma gratuito che permette di realizzare progetti di modellazione 3D più avanzati.

4. Configurazione della stampante e preparazione per la stampa

Questa è una parte importante del lavoro poiché un'impostazione errata della stampante può provocare stampe di cattiva qualità, quindi è necessario dedicare tempo sufficiente alla preparazione per non sprecarlo in seguito in stampe ripetute. Vengono introdotti i seguenti passaggi.

- **Software della stampante e suo utilizzo.** Il software dedicato dovrebbe essere preinstallato. Gli studenti vengono introdotti all'utilizzo delle sue funzioni di base accessibili tramite il pannello della stampante.
- **Stabilizzazione e livellamento della stampante.** Deve restare salda e stabile su una base solida eliminando così la possibilità di scuotimento. In caso contrario, la testina mobile della stampante potrebbe causare vibrazioni dell'intero dispositivo e persino distruggere il modello.
- **Allineamento del piano di stampa.** Dovrebbe essere allineato alla testina di stampa. Se questo non viene fatto correttamente, il modello potrebbe non aderire alla superficie o la stampante potrebbe non essere in grado di stampare i primi strati. Di solito, le stampanti hanno un protocollo e risorse speciali per l'allineamento del piano.
- **Introduzione del filamento.** A seconda del modello di stampante, è possibile caricare uno o due filamenti diversi. Gli studenti dovrebbero essere sensibilizzati a utilizzare i parametri e il tipo di filamento corretti per la specifica stampante..

5. Primi passi nella stampa 3D

Un buon modo per iniziare a imparare la stampa 3D è utilizzare modelli pronti disponibili in uno dei tanti database online diversi. Attraverso questo approccio, gli studenti impareranno quanto segue:

- Un metodo efficace per testare la stampante. Se sappiamo che il modello è stato stampato con successo prima e ha buone recensioni, possiamo essere sicuri che la stampante o le nostre azioni siano la causa di tutti i problemi con le stampe. Un caso del genere è una grande opportunità per trovare spiegazione ad alcuni dei problemi che possono verificarsi durante la stampa.
- Tutte le fasi del processo di stampa 3D. Come viene eseguita la stampa e quali fattori influenzano il processo: livellamento della stampante e del piano, posizionamento del modello per la stampa, tipo di filamento, ecc.
- Contenuti utili dei database che aiutano a padroneggiare i diversi usi della stampa 3D. Attraverso la varietà di modelli e categorie, gli studenti possono rendersi conto del potenziale delle stampanti 3D per realizzare progetti complicati.

Esistono molti database online diversi con file STL pronti, che possono essere stampati su qualsiasi stampante FDM. Molti di loro sono gratuiti. Il più popolare consigliato qui è <https://www.thingiverse.com>. Il repository contiene modelli in molte categorie diverse e accoglie i caricamenti di oggetti progettati dagli utenti. Di solito, i progettisti caricano non solo i file che possono essere utilizzati da altri, ma anche foto, presentazioni, collegamenti a risorse correlate, consigli per i tipi di stampanti 3D e i filamenti e molto altro. Gli utenti possono condividere e discutere opinioni su tutti i record nel repository.

Esistono anche altri database utili, che possono essere introdotti:

- <https://all3dp.com/1/free-stl-files-3d-printer-models-3d-print-files-stl-download>
- <https://skrimarket.com>
- www.yeggi.com

Con la suddetta introduzione di base, gli studenti possono procedere ai propri progetti. In questa fase, gli scenari si suddividono in percorsi di apprendimento specifici che affrontano i profili professionali e gli interessi dei gruppi. Di seguito presentiamo tre diversi piani di workshop sulla costruzione di droni, la progettazione di scale a chiocciola e la modellazione di ponti reticolari.

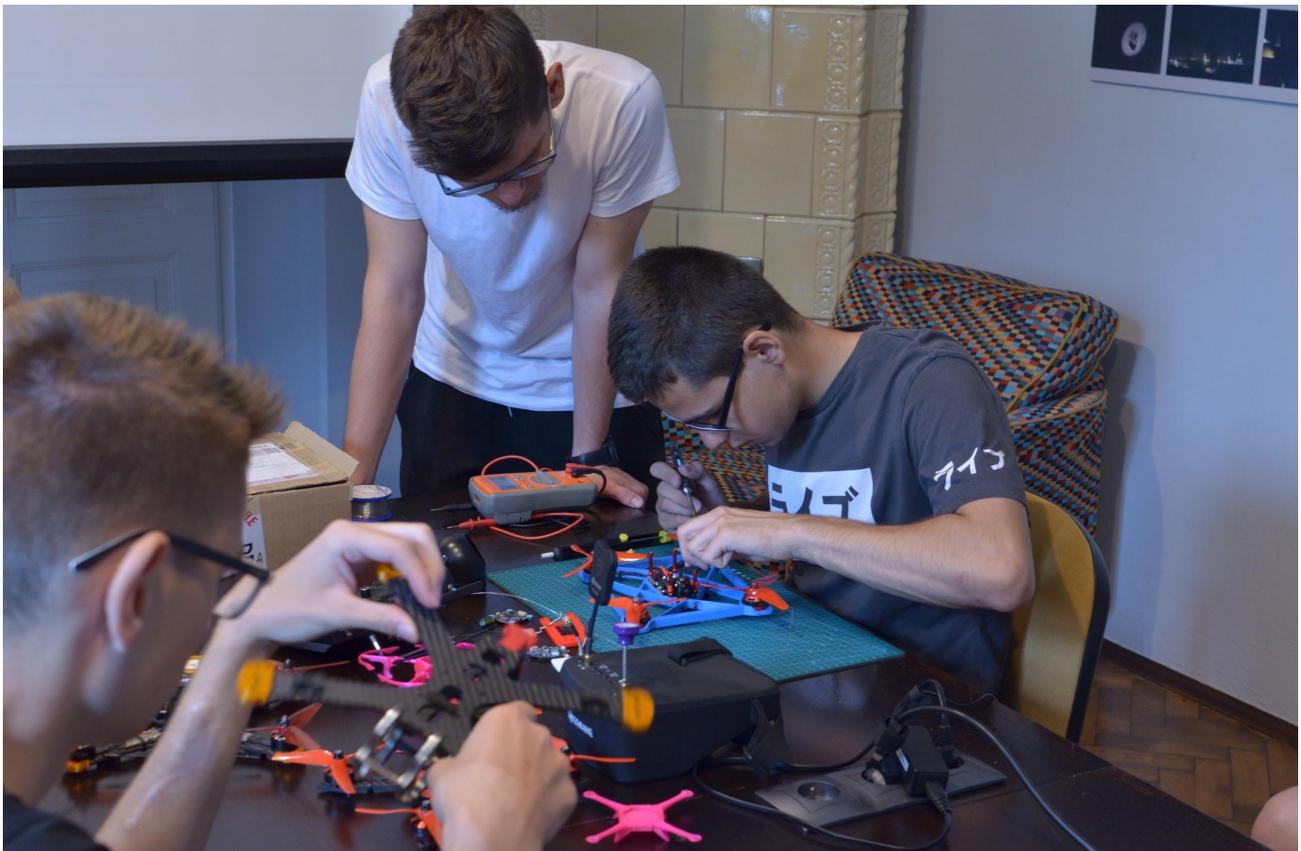
II. Costruzione di un drone

I droni suscitano un'autentica curiosità tra i giovani e un seminario sulla costruzione di un drone susciterà certamente un'ampia partecipazione. Qui delineiamo un programma di attività per un gruppo di studenti con conoscenze di base di elettronica e abilità di progettazione 2D.

Risultati di apprendimento

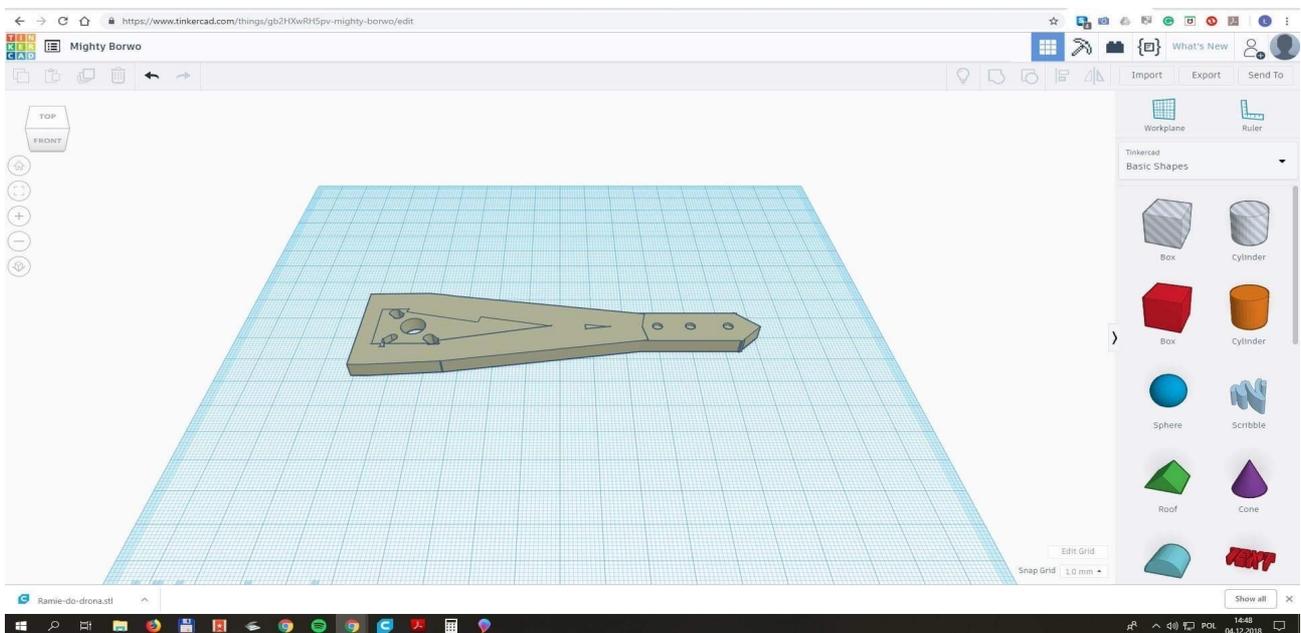
Grazie all'esperienza di apprendimento, gli studenti saranno in grado di:

- Identificare i componenti chiave di un drone
- Trovare e scaricare parti che possono essere stampate in 3D
- Progettare le proprie parti modificate/migliorate
- Assemblare l'intero dispositivo
- Provare il drone in volo



1. Introduzione a TinkerCAD

TinkerCAD www.tinkercad.com è una semplice app di progettazione e stampa 3D online, che gli studenti con competenze digitali di base possono padroneggiare facilmente. Il programma ha un'interfaccia intuitiva ed è un ottimo strumento per promuovere le capacità di pensiero tridimensionale necessarie per modellare oggetti fisici. Viene utilizzato dai designer in erba per prototipare vari oggetti, inclusi robot e droni. Una caratteristica importante di TinkerCAD è che puoi importare file STL e poi modificarli. È possibile esportare ulteriormente i file pronti in un programma slicer per la stampa 3D. TinkerCAD ha anche una vasta gamma di tutorial quindi puoi scegliere quelli più appropriati al livello del tuo gruppo e alle attività che gli studenti intraprenderanno.



In questa sessione, gli studenti seguono il seguente percorso di apprendimento.

- **Apprendimento delle funzionalità di base del programma.** Questo può essere fatto con il supporto di uno dei tutorial sul portale TinkerCAD. Gli studenti più esperti nella tecnologia digitale possono procedere direttamente alla progettazione di semplici oggetti 3D. Almeno le seguenti funzioni di base dovrebbero essere padroneggiate prima di passare alla fase successiva: posizionare una forma per aggiungere o rimuovere materiale, spostare, ruotare e regolare le forme liberamente nello spazio e raggruppare le forme per creare modelli dettagliati.
- **Selezione e download di una parte del drone.** Il database di Thingiverse include molti progetti di droni. Una parte di esempio con cui iniziare può essere il braccio di un drone www.thingiverse.com/thing:3129911 che viene fornito con una serie di altre parti per costruire un veicolo operativo. Gli studenti esaminano l'intero progetto e possibilmente identificano le parti deboli della costruzione attraverso i commenti pubblicati. Quindi scaricano una prima parte per un'ulteriore elaborazione in TinkerCAD.
- **Ridisegnare la parte del drone.** Il braccio mostrato nell'immagine sopra è piuttosto debole per sostenere un possibile incidente con un drone. Può essere facilmente reso più spesso e più resistente. Gli studenti applicano i miglioramenti consigliati sul progetto originale.
- **Confronto tra i progetti.** Le modifiche proposte dagli studenti saranno sicuramente diverse. Il gruppo discute i propri progetti con l'insegnante e sceglie 2-3 migliori design per la stampa.
- **Slicing del file per la stampa.** Una volta realizzato un progetto 3D, il file deve essere inviato a un software di slicing dove si prepara per la stampante. La qualità della stampa dipenderà dalle impostazioni qui applicate. Gli studenti imparano le funzioni di base del software Cura <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura> durante la preparazione dei file per la stampa.
- **Stampa degli oggetti finali.** A seconda delle dimensioni degli oggetti, il tempo necessario può andare oltre quello previsto per il laboratorio. È probabile che gli studenti vedranno i loro progetti solo nella sessione successiva. In seguito dovrebbero discutere la qualità delle stampe e l'utilità dei loro progetti per l'intera costruzione. Un modello dovrebbe essere scelto per essere seguito per procedere alla stampa delle altre parti.

2. Progettazione e stampa delle parti del drone

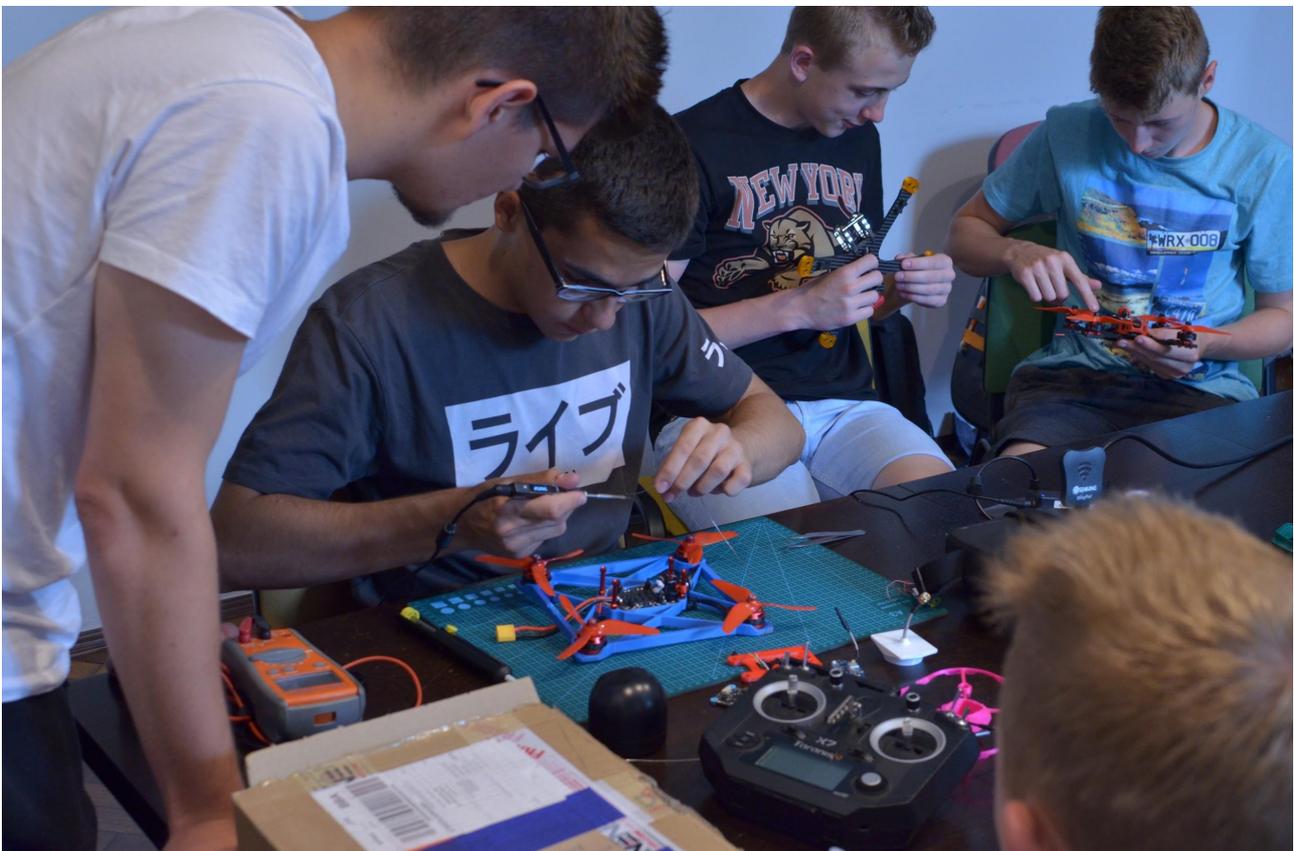
Gli studenti iniziano questa sessione con una parte di drone di esempio stampata nel seminario precedente. Ora il compito è continuare con le parti rimanenti necessarie per assemblare un dispositivo di volo completo. A seconda del livello del gruppo e del tempo disponibile, l'attenzione può essere rivolta a più o meno elementi. In ogni caso, è importante assicurarsi che tutti gli elementi chiave siano stampati, alcuni modificati dagli studenti e altri scaricati da file disponibili su Thingiverse www.thingiverse.com o portali simili. Gli studenti possono dividersi i compiti o lavorare in piccoli gruppi. Ogni elemento del drone può fornire un percorso per mettere in pratica determinate abilità nella prototipazione digitale.

- **Telaio.** La stampa dei restanti elementi del telaio consoliderà le capacità degli studenti nella gestione del processo (caricamento dei filamenti, regolazione dei parametri nel menu della stampante, ecc.). Il telaio è la parte che si rompe più spesso quando il drone cade, quindi gli studenti dovrebbero essere in grado di sostituire tali parti.
- **Carrello di atterraggio.** Questo è un dispositivo che può facilitare l'atterraggio in sicurezza, facendo in modo che il drone non si sostenga sulle estremità delle fascette e sui cavi del motore. La forma del dispositivo può essere più o meno complessa in modo che gli studenti esercitino le loro capacità di progettazione su un progetto adattato al loro livello. Dovranno garantire la compatibilità del pezzo con il telaio del drone.
- **Supporti per telecamera e/o antenna.** Entrambi sono relativamente facili da progettare in modo che gli studenti possano proporre i loro progetti originali. Questi progetti sono una buona opportunità per esercitare le seguenti abilità: dividere l'intero oggetto in unità più piccole da mettere insieme alla fine, cosa che rende più facile la progettazione di oggetti complessi, creare forme circolari e rettangolari solide di cui saranno composti i supporti, regolando le dimensioni, creare aree vuote al centro di questi oggetti, allineando gli elementi insieme per poi infine raggrupparli/unirli.
- **Eliche.** Questa è la parte più difficile da progettare, poiché le eliche devono generare una forza adeguata per sollevare il drone. È quindi probabile che gli studenti inizieranno con un progetto di elica pronto e lo adatteranno per il proprio drone, tenendo conto di parametri come le dimensioni e il peso dello stesso e la forma corrispondente dell'elica con le sue torsioni/angoli accuratamente regolati. È una buona idea progettare diverse versioni delle eliche (ad es. Angoli di attacco superiori e inferiori) e quindi testarle quando l'intero dispositivo è assemblato.
- **Altre parti opzionali.** Se il tempo lo consente, le seguenti parti del drone possono fornire ulteriori opportunità per consolidare le competenze acquisite durante il lavoro sui progetti di cui sopra: custodia remota, dispositivi di protezione del drone, involucro del pacco batteria, ecc.

3. Assemblaggio con parti meccaniche ed elettroniche

A questo punto, tutti i componenti stampabili dovrebbero essere pronti. Ora gli studenti identificano gli altri elementi che devono essere acquisiti per costruire un veicolo di volo operativo. Esistono numerosi siti che possono facilitare questa ricerca, ad es.

<http://grinddrone.com>. Un confronto tra diversi dispositivi sarà un'occasione per approfondire la costruzione del drone prima di scegliere elementi particolari da acquistare. L'insegnante dovrebbe garantire che gli elementi scelti possano essere acquistati per il seminario a prezzi accessibili. Fatto ciò il gruppo può iniziare ad assemblare il drone, utilizzando gli elementi stampati nelle sessioni precedenti e i componenti appena ottenuti. Almeno i seguenti elementi verranno assemblati e le loro funzioni apprese nel processo.



- **Motore brushless.** Il design del motore è una parte importante della costruzione del drone. La scelta di un motore efficiente significa risparmio sulla durata della batteria e sui costi di manutenzione. Nel workshop gli studenti confronteranno i parametri dei motori brushed e brushless e installeranno quello adatto al loro drone.
- **Regolatore di velocità elettronico.** È un circuito elettrico le cui principali responsabilità sono monitorare/variare la velocità e la direzione del drone durante il volo. Un drone dipende interamente dall'ESC per tutte le sue esigenze e prestazioni di volo. Prima di installarlo nel mainframe, gli studenti dovranno comprendere tutte queste funzioni.
- **Controllore di volo.** È la scheda madre del drone, responsabile dei comandi inviati al drone dal pilota. Gli studenti dovrebbero apprendere le basi del processo di come gli input provenienti dal ricevitore, dal modulo GPS, dal monitor della batteria e dai sensori di bordo vengono interpretati dal controllore di volo. Qualsiasi modifica a queste funzioni è possibile solo a un livello molto avanzato: in questa fase, gli studenti devono solo installare il controller nel corpo del mainframe.
- **Il ricevitore.** Questa è l'unità responsabile della ricezione dei segnali audio inviati al drone tramite il controller. Gli studenti conosceranno le funzionalità di un ricevitore a 5 canali durante il processo di assemblaggio dell'unità.
- **Il trasmettitore.** Trasmette segnali radio dal controller al drone per impartire comandi di volo e indicazioni. Gli studenti dovranno garantire la compatibilità del ricevitore e del trasmettitore che utilizzano un unico segnale radio per comunicare con il drone durante il volo.
- **Modulo GPS.** Responsabile della fornitura dei punti di longitudine, latitudine e elevazione del drone. Prima di iniziare ad apprendere la navigazione con i droni, gli studenti dovranno cogliere le funzioni del modulo nel tracciare la distanza, catturare i dettagli di posizioni specifiche sulla terra e restituire il drone al pilota in sicurezza.
- **Batteria.** I requisiti della batteria sono importanti per garantire una potenza sufficiente per i voli e la loro durata. Gli studenti dovrebbero installare una batteria, che consentirà voli di prova di 10-15 minuti e potrebbe essere ricaricata o sostituita facilmente per test consecutivi.
- **Telecamera.** Gli studenti costruiranno una fotocamera staccabile con uno stabilizzatore che facilita lo scatto di foto e la realizzazione di filmati. Se questo viene fatto correttamente, il workshop apre sessioni di follow-up sulla fotografia aerea che è un nuovo percorso entusiasmante da esplorare con i giovani.

4. Voli di prova

Una volta assemblato il drone, le sessioni successive possono concentrarsi sul test del dispositivo durante i voli effettivi. Gli studenti dovranno superare una serie di fasi preparatorie del workshop prima di uscire e far volare il drone. L'idea è di acquisire conoscenze di base sulla navigazione con i droni e sulle regole di sicurezza che devono essere rispettate.

- **Navigazione in un simulatore di volo.** Prima che il gruppo prenda il drone appena costruito per il suo primo volo, è una buona pratica usare un simulatore per avere un'idea della sua manovrabilità e imparare almeno le basi su come lanciare il dispositivo, guidarlo e atterrare. Ciò contribuirà a evitare potenziali problemi, incluso un possibile incidente che potrebbe distruggere il drone appena costruito. Gli studenti possono utilizzare lo stesso controller che verrà utilizzato nel volo effettivo, ma ora connesso a un computer con il software appropriato installato. Idealmente, possono esercitarsi sia nelle corse con vista in prima persona che nella gestione della telecamera del drone per ottenere buone foto e video. Questo ovviamente dipenderà dal tempo a disposizione - se c'è un solo simulatore di volo, la pratica dovrà essere organizzata in più sessioni con singoli studenti o piccoli gruppi che vengono al workshop. L'obiettivo è fare in modo che tutti i partecipanti acquisiscano almeno una conoscenza di base delle abilità di navigazione con i droni.
- **Volo in sicurezza dei droni.** Fare pratica con un simulatore di droni non sarà mai uguale all'esperienza reale. Per i voli reali, gli studenti dovranno imparare almeno gli elementi essenziali della sicurezza e della manutenzione dei droni per evitare eventuali incidenti. In questa sessione conosceranno quanto segue:
 - Controlli regolari per danni ai droni e manutenzione generale
 - Altitudine massima consentita
 - Mantenimento della linea visiva
 - Aree consentite per il volo
 - Regolamenti locali in materia di droni volanti
- **Volo all'aperto.** Il luogo deve essere scelto con attenzione rispettando le regole di cui sopra. In particolare, non è consentito sorvolare le persone, quindi è una buona idea stare lontano dai luoghi pubblici. A ogni studente dovrebbe essere data l'opportunità di fare un breve volo e vivere un'esperienza che di solito è percepita dai giovani come affascinante e piacevole. Se il tempo lo consente, gli studenti possono anche scattare foto aeree o fare brevi filmati (scegliere una buona posizione per i voli con questo potenziale cliente in vista). Tali immagini possono fornire risorse incoraggianti per la continuazione dei laboratori o semplicemente ottimo materiale per la chiusura di questo percorso di apprendimento da condividere dagli studenti attraverso i loro social network.

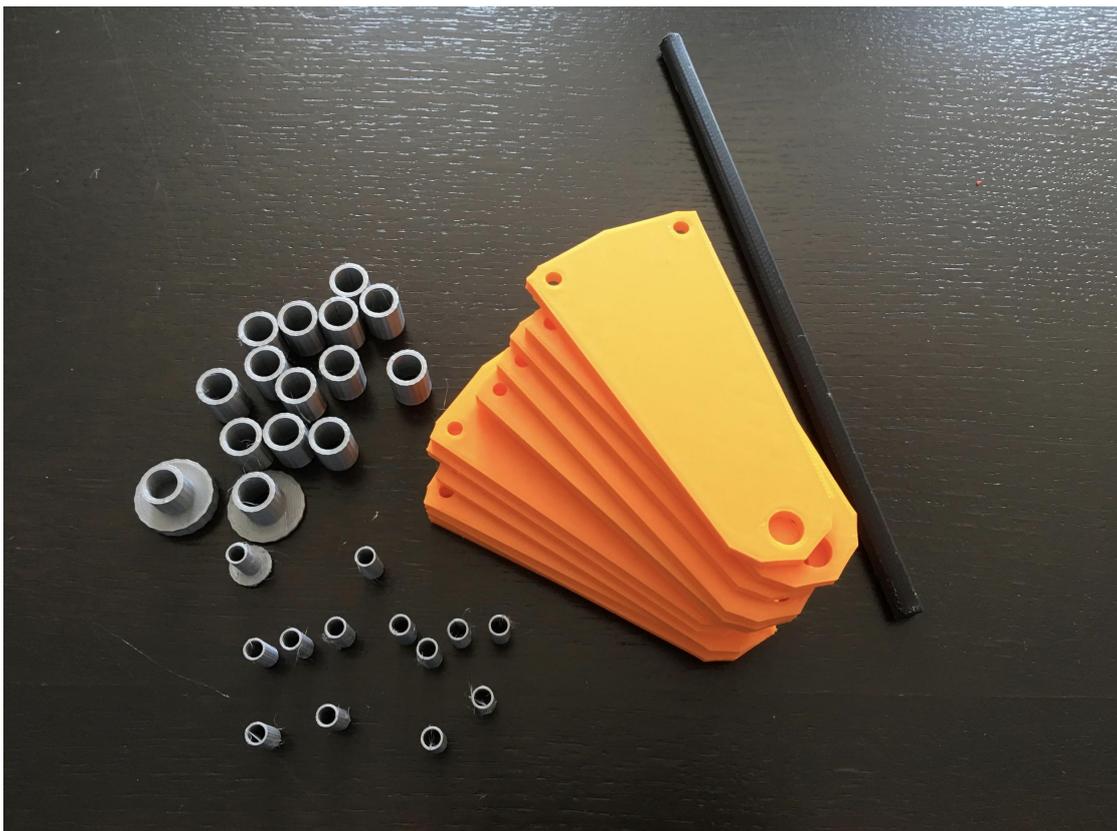
III. La stampa 3D in carpenteria

La stampa 3D si è recentemente fatta strada nell'artigianato tradizionale, dalla gioielleria alla realizzazione di mobili. Ci sono molte ragioni per questo sviluppo. La tecnologia 3D consente di progettare con molta più libertà rispetto a prima, il che aiuta gli artigiani a prototipare rapidamente e produrre secondo standard elevati. Ad oggi sono possibili geometrie più complesse, forme scultoree e i prodotti possono essere adattati più facilmente ai gusti dei clienti. C'è anche il fattore costo-efficacia in quanto le tecnologie all'avanguardia riducono sostanzialmente i tempi di prototipazione. Ha quindi senso introdurre gli studenti di professioni tradizionali come la carpenteria ad un nuovo modo di produrre che trasformi il metodo con cui lavorano i nuovi artigiani.

Risultati di apprendimento

Grazie all'esperienza di apprendimento, gli studenti saranno capaci di:

- Spiegare come la tecnologia 3D sta innovando il settore dell'artigianato
- Trovare e scaricare giunti di mobili che possono essere stampati in 3D
- Progettare un prototipo di scala a chiocciola in legno
- Stampare i pezzi e assemblare il modello
- Realizzare il prodotto finale in legno



1. Nuovi artigiani

In questa sessione, gli studenti ottengono una panoramica di come la tecnologia ha trasformato l'artigianato. Una breve introduzione storica è seguita da presentazioni di varie applicazioni della stampa 3D nell'artigianato moderno.

- **Progressi nella modernità.** Lo scopo di questa parte è aiutare gli studenti a realizzare la continuità del processo di modernizzazione artigianale con particolare attenzione sugli sviluppi recenti. Una buona panoramica è presentata in un corso online sul sito web del progetto giovanile ARTISAN <https://www.youthart.eu/artisan/course/artisan-course>. Il vantaggio della risorsa è che può fornire materiale per il blended learning: un'introduzione fatta in classe può essere seguita in modo indipendente dagli studenti online.
- **Prototipazione di gioielli.** In un tradizionale laboratorio orafo, tutto il processo di produzione di un anello, dalla preparazione del metallo alla pulitura del prodotto finito, viene eseguito a mano. Con l'uso della modellazione e della stampa 3D, il tempo necessario per consegnare l'oggetto finale può essere dimezzato. Gli studenti confrontano i due processi sulla base di esempi disponibili su <https://youthart.eu/3dlab/lp-courses/3d-lab-online-course/lessons/7-goldsmiths-art-iter-produce-of-a-florentine-style-ring-traditional-vs-3d-supported/>
- **Modelli stampati in 3D per lo stampaggio di ceramica.** In un moderno laboratorio di ceramica, gli stampi vengono creati con un modello progettato e stampato in 3D che velocizza l'intero processo di prototipazione. Il modello è adeguatamente rivestito per consentire la produzione di più copie dello stampo senza che il modello si logori o si deformi come i modelli in gesso o argilla tendono a fare. I partecipanti prendono atto di questa nuova applicazione nell'arte ceramica attraverso un blog gestito da un giovane artigiano del Regno Unito <http://jadecromptonceramics.blogspot.com>
- **Stampa 3D nel design di mobili.** Questo è un caso particolarmente interessante per gli studenti di carpenteria in quanto esemplifica come la tradizione incontra la modernità in questo settore artigianale. Gli studenti esplorano un design scelto di tavoli e sedie con giunti stampati in 3D, una soluzione che offre flessibilità e convenienza per modernizzare la produzione di mobili <https://vimeo.com/166923632>

2. Introduzione a TinkerCAD

TinkerCAD www.tinkercad.com è una semplice app di progettazione e stampa 3D online, che gli studenti con competenze digitali di base possono padroneggiare facilmente. Il programma ha un'interfaccia intuitiva ed è un ottimo strumento per promuovere le capacità di pensiero tridimensionale necessarie per modellare oggetti fisici. Viene utilizzato dai designer principianti per prototipare vari oggetti, compresi i mobili fai-da-te. Una caratteristica importante di TinkerCAD è che puoi importare file STL e poi modificarli. È possibile esportare ulteriormente i file pronti in un programma slicer per la stampa 3D. TinkerCAD ha anche un'eccellente risorsa di tutorial a diversi livelli e applicabili in diverse aree di apprendimento.

In questa sessione, gli studenti affrontano il seguente percorso di apprendimento.

- **Apprendimento delle funzionalità di base del programma.** Questo può essere fatto con il supporto di uno dei tutorial sul portale TinkerCAD. Gli studenti più esperti nella tecnologia digitale possono procedere direttamente alla progettazione di semplici oggetti 3D. Almeno le seguenti funzioni di base dovrebbero essere padroneggiate prima di passare alla fase successiva: posizionare una forma per aggiungere o rimuovere materiale, spostare, ruotare e regolare le forme liberamente nello spazio e raggruppare le forme per creare modelli dettagliati.
- **Selezione e download di un giunto di arredo.** Il database di Yeggi include molti progetti di giunti di mobili. Un elemento di esempio con cui iniziare può essere un giunto per l'assemblaggio di una scatola di compensato www.myminifactory.com/object/3d-print-plywood-box-joint-3mm-thick-31995. Gli studenti esaminano l'intero progetto e nel caso, ne identificano le debolezze. Quindi scaricano una serie di giunti per ulteriori elaborazioni in TinkerCAD.
- **Ridisegnare i giunti.** Ad esempio, un giunto angolare è piuttosto debole per sostenere un carico più pesante nella scatola. Può essere reso più spesso e più resistente. Gli studenti applicano miglioramenti rilevanti al progetto esistente.
- **Confronto tra progetti.** Le modifiche proposte dagli studenti saranno sicuramente diverse. I gruppi discutono i loro progetti con l'insegnante e scelgono 2-3 design ritenuti più adatti per la stampa.
- **Slicing del file per la stampa.** Una volta realizzato un progetto 3D, il file deve essere inviato a un software di slicing dove si prepara per la stampante. La qualità della stampa dipenderà dalle impostazioni qui applicate. Gli studenti imparano le funzioni di base del software di slicing Cura, <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura> preparando i file per la stampa.
- **Stampa degli oggetti finali.** A seconda delle dimensioni degli oggetti, il tempo necessario può andare oltre il laboratorio. È probabile che gli studenti vedranno i loro progetti solo nella sessione successiva. Quindi dovrebbero discutere la qualità delle stampe e l'utilità dei loro progetti per l'intera costruzione. Un modello dovrebbe essere scelto per assemblare una scatola di compensato funzionale.

3. Prototipazione scale in legno

Gli studenti iniziano questa sessione con conoscenze e abilità di base su come progettare una forma semplice in TinkerCAD. Ora il loro compito è applicare queste competenze in un progetto che si riferisce al loro programma professionale di formazione in carpenteria - nella realizzazione di un modello di scale a chiocciola in legno. Costruire una scala a chiocciola è più complicato che costruirne una normale, in quanto richiede una precisa strutturazione delle sue dimensioni oltre che della misura,, forma e posizione di ogni gradino. La prototipazione 3D si presenta come un ottimo metodo per visualizzare possibili variazioni e per considerarne vantaggi e svantaggi.



- **Pianificazione strutturale della scala.** Le scale a chiocciola funzionano meglio in spazi ristretti dove non c'è molto "traffico", come gli angoli delle stanze. Prima che gli studenti inizino il loro progetto, dovrebbero consultare i regolamenti edilizi locali, che possono specificare i criteri da seguire per la costruzione della scala. Quindi dovrebbero decidere dove posizionarla, quale dimensione spaziale è disponibile e quali parametri precisi dovrebbero essere mantenuti (misura da lato a lato, diametro ottimale, ecc.).
- **Calcolo del numero esatto e della spaziatura degli scalini.** La quantità di distanza verticale tra ogni gradino è un fattore cruciale nell'intera costruzione e deve essere calcolato insieme allo spessore dei gradini. Questi parametri devono essere chiari prima di procedere alla fase successiva.
- **Progettazione di gradini e colonna centrale.** Ogni scalino avrà le stesse dimensioni, quindi gli studenti dovranno prototipare un solo elemento. Nei loro progetti TinkerCAD devono impostare la lunghezza, la profondità e lo spessore dei gradini (la profondità di un gradino può essere regolata da un codice di costruzione nazionale). Quindi possono modellare i gradini con un foro all'estremità più stretta per la colonna di collegamento centrale. La forma di una scala è molto semplice, quindi fornisce un progetto ideale per i principianti nella progettazione 3D. Lo stesso vale per la colonna - un normale cilindro.
- **Slicing del file per la stampa.** Una volta scelto il design migliore dal gruppo, il file deve essere inviato a un software di slicing dove si prepara per la stampa. Gli studenti consolidano così le conoscenze acquisite nella sessione precedente. In questo modo ottengono una comprensione più profonda dell'intero processo: dalla progettazione su TinkerCAD alla produzione di un prototipo fisico.
- **Stampa di componenti del modello.** Per la visualizzazione dell'intero progetto i passaggi possono essere piccoli, tuttavia, il tempo necessario per stamparli tutti può andare oltre il workshop. È una buona idea lasciare che gli studenti stampino almeno un elemento in modo che possano seguire l'intero processo fino alla fine. Il resto può essere stampato dopo il workshop in occasioni in cui c'è qualcuno in laboratorio per monitorare l'avanzamento della stampa.
- **Assemblaggio del modello.** La costruzione è semplice, se tutti i suoi elementi sono progettati correttamente. Potrebbero essere necessarie alcune regolazioni: ad esempio, la colonna centrale potrebbe avere una presa troppo debole per tenere saldamente i gradini. In questi casi, gli studenti possono facilmente regolare i rispettivi parametri in TinkerCAD e stampare nuovamente i file. Il risultato finale è un modello fisico che visualizza tutti i dettagli della costruzione.

4. Fare gradini in legno per una scala a chiocciola

Questo scenario è scritto per una situazione in cui gli studenti hanno già un'apertura pronta per l'installazione delle scale, sia in un ambiente reale, (ad esempio una casa o un appartamento) che in un ambiente di simulazione (ad esempio laboratorio di falegnameria scolastica). Tutta la misurazione dello spazio occupato dalla scala, che è una fase essenziale del processo di costruzione, è già stata eseguita. Ora gli studenti procedono dal modello stampato in 3D alla realizzazione effettiva del loro progetto.

- **Scelta del materiale.** Gli studenti scelgono sia il tipo di legno duro adatto, sia i cilindri metallici per la colonna centrale e la struttura di supporto dei gradini. Le parti metalliche possono essere successivamente ricoperte con impiallaccature di legno se questo era previsto da progetto.
- **Taglio degli scalini.** La sfida è creare proporzionalmente le dimensioni del modello nel materiale ligneo. Ciò fornisce un buon esercizio per misurare le abilità essenziali per far combaciare e tenere insieme tutte le parti.
- **Finitura degli elementi.** Lucidatura e verniciatura.
- **Assemblaggio della costruzione e adattamento della scala.** Se il progetto è ben fatto, le scale dovrebbero adeguarsi perfettamente all'apertura e fornire una comoda camminata fino al piano successivo.



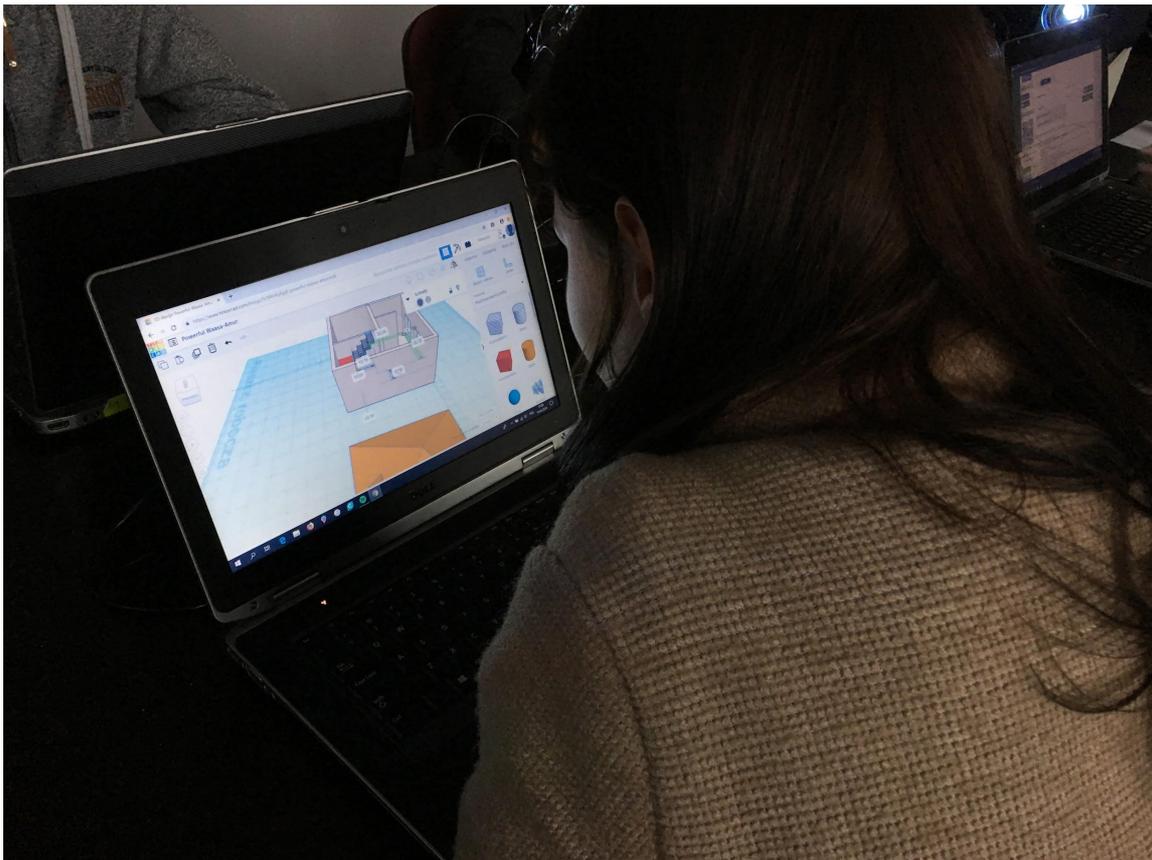
IV. Stampa 3D nell'edilizia

Architetti e altri professionisti nella costruzione di edifici utilizzano sempre di più le stampanti 3D per produrre modelli architettonici fisici e altamente dettagliati. Con la tecnologia di prototipazione 3D, possono creare modelli strutturali semplici e complessi riducendo in modo significativo il tempo necessario per visualizzare le connessioni tra le caratteristiche strutturali in più configurazioni e il modo in cui gli elementi strutturali principali lavorano insieme. In questo scenario di apprendimento, gli studenti di edilizia a livello iniziale di IFP esplorano l'utilità della tecnologia nella progettazione e nel test di capriate ampiamente utilizzate in varie costruzioni.

Obiettivi formativi

Grazie all'esperienza di apprendimento, gli studenti saranno in grado di:

- Spiegare come la tecnologia 3D sta cambiando il settore dell'edilizia
- Trovare e stampare modelli di travi di esempio per vari scopi
- Progettare un prototipo di un semplice ponte a travatura reticolare
- Stampare i pezzi del ponte e assemblare il modello
- Testare i parametri del ponte in un'impostazione di simulazione



1. Il nuovo aspetto dell'architettura

In questa sessione, gli studenti acquisiscono una panoramica di come la tecnologia 3D ha trasformato la progettazione architettonica e la costruzione di edifici. Ciò viene fatto esemplificando vari casi di applicazioni della tecnologia che vanno dal lavoro di progettazione della presentazione alla stampa di interi edifici.

- **Presentazione di idee di design.** Con modelli tangibili stampati in 3D che presentano informazioni precise su edifici o cantieri, gli architetti possono visualizzare le loro idee e presentarle ai clienti. In un settore altamente competitivo, una presentazione chiara di un progetto architettonico aiuta ad acquisire nuovi clienti. Gli studenti esplorano e confrontano casi particolari di un tale approccio attraverso le risorse disponibili su <https://hobs3d.com/services/architectural-model-making>
- **Stampa 3D di elementi costruttivi.** Gli elementi di cassaforma complessi possono essere prodotti utilizzando stampanti 3D. Numerose aziende in tutto il mondo hanno iniziato a testare un'ampia gamma di possibili applicazioni di stampa con cemento e altri materiali per vari progetti architettonici. In particolare, vi è interesse a sviluppare costruzioni con componenti interni che siano leggeri, rigidi e resistenti. Gli studenti vengono a conoscenza di questi nuovi sviluppi attraverso risorse pubblicate su siti pertinenti, ad es. <https://www.voxeljet.com/industries/construction-and-architectural-design>, <https://pro3dcomposites.com/new-look-architecture-3d-printed-lattices>.
- **Edifici stampati in 3D.** Costruire case o edifici commerciali utilizzando la stampa 3D sta iniziando a diventare una possibilità reale. Le strutture possono essere costruite con stampanti di grandi dimensioni utilizzando miscele di cemento speciali che sono più spesse del calcestruzzo, quindi non sono necessarie capriate di supporto. Gli studenti esplorano vari esempi di case stampate in 3D in mostra su www.dezeen.com/tag/3d-printed-houses e ne discutono i pro (minori costi di costruzione, riduzione dei rifiuti edilizi, maggiori possibilità formali nella progettazione, ecc.) e i contro (mancanza di codici di costruzione, limitatezza dei materiali che possono essere utilizzati, ecc.).

2. Analisi della travatura

Una travatura è un sistema triangolare di elementi strutturali rettilinei interconnessi. Le travature sono comunemente utilizzate negli edifici principalmente dove è necessario supportare campate molto lunghe, come nei tetti di grandi dimensioni (ad esempio nei terminal aeroportuali, edifici industriali, ecc.) adempiendo a due funzioni principali: sostenere il carico sul tetto e fornire stabilità orizzontale. Gli studenti al livello IFP iniziale di edilizia hanno già una conoscenza base della geometria (proprietà di triangoli e poligoni) e hanno iniziato a imparare la costruzione di travature a scuola. In questo workshop, assestano e sviluppano ulteriormente la loro comprensione di come funzionano tali strutture attraverso la sperimentazione di modelli stampati in 3D.

- **Trovare e scaricare un modello di travatura.** Il database di Yeggi include un'ampia selezione di modelli di travature (<https://www.yeggi.com/q/truss/>). Tutti i file sono accompagnati da descrizioni e note sul loro utilizzo. Questo materiale è un'ottima opportunità per consolidare le conoscenze sulla costruzione e sui parametri delle travature. Gli studenti dovrebbero lavorare in gruppi più piccoli, ognuno scegliendo una struttura che può essere facilmente stampata in laboratorio per il test.
- **Ridisegnare le travature scelte.** Utilizzando TinkerCAD o software simile, gli studenti hanno il compito di applicare modifiche ai progetti scaricati che semplificheranno le costruzioni ma non influenzeranno negativamente le loro prestazioni (rigidità, stabilità, resistenza al carico, ecc.). Ogni gruppo prevede i possibili effetti di questi cambiamenti prima dei test. Quindi sia il modello originale, che quello modificato vengono stampati da ciascun gruppo (questo richiede sicuramente tempo oltre il workshop che dovrebbe essere pianificato in anticipo).
- **Esperimento sfida del design della travatura.** Con tutti i modelli stampati, gli studenti si impegnano in un test di ingegneria strutturale facendo un mini-laboratorio sulla robustezza delle singole costruzioni. Applicano carichi diversi alle loro costruzioni e monitorano gli effetti. È probabile che la maggior parte delle travature modificate si dimostrino più deboli rispetto ai progetti originali. Una modifica che non influisce sulla resistenza del suo modello originale documenta in modo pratico una buona comprensione della geometria e delle proprietà della struttura.

3. Progettazione di un ponte reticolare

I ponti reticolari sono costruzioni caratterizzate dall'unione di numerosi piccoli elementi strutturali in una serie di triangoli interconnessi. I suoi elementi/unità sono collegati tramite compressione, tensione o entrambi. Grazie alla loro struttura unica, che consente un uso efficiente dei materiali, sono molto economici. In quanto tali, i ponti reticolari sono un ottimo esempio per l'apprendimento dei principi fondamentali della costruzione di edifici. In questo workshop agli studenti viene proposto di progettare e stampare un prototipo di ponte che collega due sponde di un fiume che scorre attraverso la loro città.

- **Introduzione ai ponti reticolari.** Ci sono molti modelli usati per costruire ponti reticolari. Attraverso l'esplorazione e il confronto di diversi tipi (Howe, Pratt, Pennsylvania, Baltimora, ecc.) gli studenti scelgono le costruzioni che si adattano alle esigenze specifiche della topografia locale. È una buona idea ottenere almeno 2 - 3 costruzioni diverse per lavorare in gruppi più piccoli. Ci sono molti portali utili che forniscono una panoramica dei tipi e dei progetti dei ponti reticolari, ad es. <https://sciencestruck.com/truss-bridge-design>
- **Modellazione digitale di un ponte reticolare.** Gli studenti vengono introdotti a un software di ingegneria per la progettazione di traviature (come <https://trusstool.com> o <https://skyciv.com> a seconda del loro livello). In ogni sottogruppo, modellano un semplice ponte, mappando le dimensioni, creando nodi, aggiungendo membri, applicando carichi e analizzando le sue prestazioni. Come risultato, dovrebbero ottenere i modelli 3D dei loro ponti che possono essere poi prototipati su una stampante.
- **Creazione di elementi del modello di ponte.** Il prototipo sarà costruito con montanti metallici e connettori in plastica. Ogni gruppo sarà provvisto di aste in alluminio, che possono essere facilmente tagliate per formare dei montanti della giusta lunghezza. I connettori verranno progettati utilizzando TinkerCAD. Inizieranno con esempi disponibili su www.yeggi.com/q/truss+connectors e li modificheranno secondo i loro progetti.
- **Assemblaggio dell'intera costruzione.** Quando tutti gli elementi sono pronti, dovrebbero essere assemblati. Probabilmente saranno necessarie alcune regolazioni dei componenti poiché i connettori potrebbero essere troppo lenti o stretti per i montanti o i loro angoli non progettati correttamente. Dipendentemente dai risultati, il workshop può essere esteso a seconda delle necessità.

4. Verifica delle prestazioni dei modelli

Questo workshop offre un percorso di apprendimento che unisce matematica, ingegneria, design e architettura. A seconda degli interessi e del tempo disponibile, i modelli di ponti assemblati possono fornire una risorsa per approfondire uno di questi campi o anche esplorare ulteriormente l'intera gamma.

- **Matematica.** Con i modelli stampati gli studenti potranno verificare i propri calcoli effettuati su <https://trusstool.com> o <https://skyciv.com> e indagare le proprietà di varie configurazioni triangolari.
- **Ingegneria.** I modelli di ponti reticolari sono un caso particolarmente interessante di ingegneria strutturale. I modelli fisici forniranno un'opportunità per testare le diverse costruzioni possibili. Questo può essere fatto come una competizione tra sottogruppi. Ogni gruppo dovrebbe creare il proprio ponte attraverso uno spazio vuoto. Quindi dovrebbero essere applicati gradualmente i pesi fino a quando il ponte crolla. Il modello vincente è quello in grado di sopportare la maggior quantità di peso. Sorgono una serie di domande: perché un dato ponte crolla in un determinato punto? Che cosa lo ha limitato dal tenere più peso? Come potrebbe migliorare il suo design?
- **Design.** Le abilità in quest'area possono essere ulteriormente esercitate in diversi modi: ridisegnare il progetto originale sulla base dei risultati dei test o progettare una nuova costruzione con un diverso tipo di travatura, migliorare i connettori per rendere il modello più resistente, ecc.
- **Architettura.** In questo scenario, agli studenti è stato affidato il compito di prototipare un ponte su un fiume in un punto specifico della loro città. Possono inoltre realizzare un modello stampato in 3D dell'intera area per mostrare come il loro progetto si adatta all'ambiente esistente. Questo è ovviamente un progetto molto impegnativo ma come tale può coinvolgere gli studenti più ambiziosi in attività extracurricolari di follow-up.

Capitolo tre: Verso la connettività delle cose

Gli scenari del workshop presentati in questo capitolo sono stati riuniti dall'Istituto di tecnologia informatica "Diophantus", un istituto supervisionato dal Ministero dell'istruzione greco come pilastro tecnologico a sostegno delle TIC nell'istruzione e come ente di pubblicazione di libri scolastici greci e dell'educazione sui materiali elettronici.

Secondo il "Cedefop Survey on Vocational Education and Training in Europe" (2018) Il sistema educativo in Grecia è significativamente costruito su un programma educativo che punta all'istruzione universitaria, mentre l'IFP rappresenta spesso una componente meno attraente e relativamente debole. In passato, l'apprendimento professionale si svolgeva principalmente durante il lavoro ed era conseguito in contesti non formali e informali. Le recenti riforme dell'IFP mirano ad affrontare alcune delle sfide dell'istruzione e della formazione, come il miglioramento della capacità dell'IFP di agevolare il passaggio dall'istruzione al mercato del lavoro, la sua modernizzazione, la fornitura di migliori competenze pratiche per migliorare la pertinenza e la creazione di una cultura positiva a riguardo. Le ragioni principali della mancanza di accettazione sociale e attrattiva nei confronti dell'IFP sono le seguenti:

- percezioni relative a un rendimento scolastico più debole per coloro che frequentano le scuole professionali
- livello di istruzione parentale inferiore
- limitate possibilità di mobilità sociale, in quanto i tassi di accesso all'istruzione superiore sono limitati
- orientamento di genere degli alunni nella formazione professionale che favorisce i ragazzi. Queste caratteristiche si ripetono nel tempo, diventando notevolmente responsabili della percezione e dell'atteggiamento nei confronti dell'IFP.

Lo scopo degli scenari delineati in questo capitolo è proprio quello di dare seguito a una delle azioni già implementate del Quadro Strategico Nazionale greco per l'IFP, ovvero concentrarsi sul collegamento tra istruzione formale e informale attraverso nuove specializzazioni e curriculum. Questi scenari non sono stati progettati per diventare laboratori di presentazione, ma sono stati implementati sotto forma di corsi online, che possono essere applicati in altri contesti in cui è necessario arricchire il programma scolastico formale con un'introduzione all'IoT. Il formato modulare del corso online, così come la struttura di autoapprendimento, lo rende ideale per gli studenti che desiderano migliorare il loro apprendimento attraverso programmi extracurricolari, soprattutto se provengono da aree remote della Grecia.

Per quanto riguarda l'implementazione del corso online, è stato presentato dagli insegnanti che collaborano con CTI nelle scuole di formazione professionale (EPAL) a Patrasso, Mesologgi e Argos e gli studenti hanno potuto seguire il proprio ritmo al di fuori della scuola. Gli insegnanti del 1st Laboratory Center – Professional High School di Patrasso e l' Experimental High School di Laggouras e Patrasso hanno anche implementato alcune attività in classe con i loro studenti.

Il terzo capitolo si basa e si ispira ai materiali educativi creati nel contesto di tre progetti di successo. Il primo si chiama GAIA (<http://gaia-project.eu/index.php/en/about-gaia/>), il cui obiettivo era quello di aumentare la consapevolezza sul risparmio energetico e la sostenibilità, sulla base dei dati dei sensori del mondo reale rilevati negli edifici, e allo stesso tempo portare al cambiamento del comportamento in termini di efficienza energetica. Per raggiungere questo obiettivo, GAIA ha creato del materiale utile per i maker che desiderano sperimentare hardware e software IoT nel contesto dell'energia e della sostenibilità. L'obiettivo del materiale è far familiarizzare gli studenti con i concetti relativi al consumo energetico, alla sostenibilità e al monitoraggio degli edifici, utilizzando le più diffuse tecnologie IoT. Il secondo progetto denominato "Introduction to Arduino" è stato realizzato presso l'Università di Patrasso, Dipartimento di Scienza dei Materiali, guidato da Mariangela Komninou. Nell'ambito di questo progetto è stata creata una guida per l'uso di Arduino e IoT da parte delle scuole greche. Il capitolo sull'IoT nell'agricoltura e nell'agricoltura di precisione si basa sui risultati del progetto SKIFF: Skills for Future Farmers <http://future-farmer.eu/> che è particolarmente utile per gli studenti IFP nei programmi di agricoltura. Anche se la tecnologia descritta non è così efficace per le piccole aziende agricole, è importante aumentare la consapevolezza sui vantaggi di questa tecnologia.

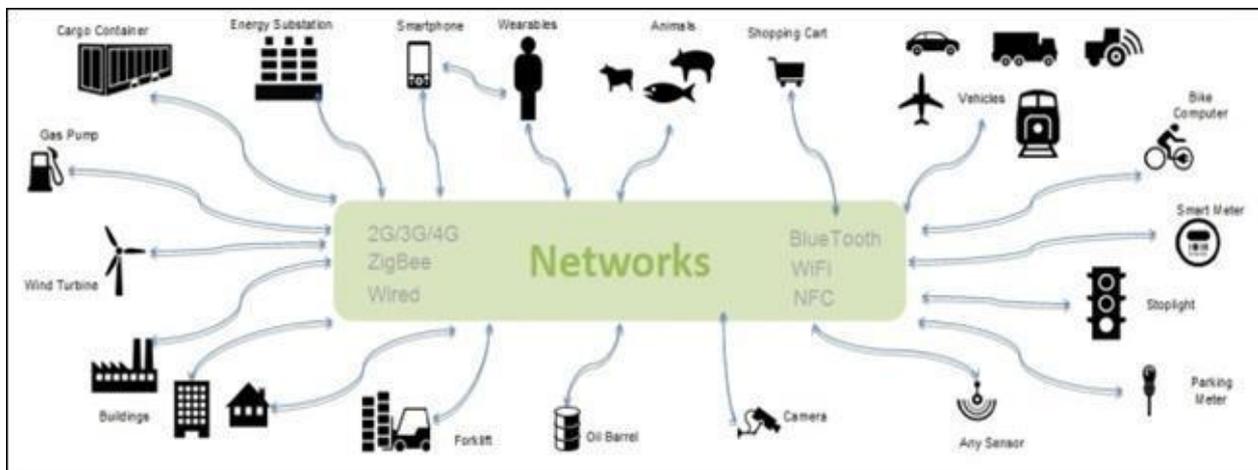
Tale flessibilità ha reso questo materiale perfetto per adattarlo alle esigenze delle scuole di formazione professionale. Il materiale adattato presentato in questi capitoli mira a far conoscere agli studenti IFP la tecnologia alla base degli "spazi intelligenti e dell'agricoltura di precisione". I programmi di apprendimento si concentrano sulla tecnologia Arduino per introdurre competenze di base nella gestione di microcontrollori utilizzati in vari dispositivi interattivi intelligenti, da un lato, e droni in agricoltura, dall'altro.

I. Introduzione a Internet of Things

Risultati di apprendimento

Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- comprendere i concetti e le applicazioni di base relativi a Internet of Things
- identificare i principali tipi di reti IoT
- identificare i componenti elettronici di base
- riconoscere componenti elettronici aggiuntivi utilizzati nelle applicazioni IoT



1. Cos'è l'IoT?

L'Internet of Things (IoT) è un sistema di dispositivi informatici interconnessi, macchine meccaniche e digitali, oggetti, animali o persone a cui sono forniti identificatori univoci (UID) e la capacità di trasferire dati su una rete senza richiedere l'interazione da uomo a uomo o da uomo a computer (Wikipedia). Una delle sue applicazioni è la Smart Home, dove i dispositivi IoT fanno parte del più ampio concetto di automazione domestica, che può includere illuminazione, riscaldamento e condizionamento, media e sistemi di sicurezza. I benefici a lungo termine potrebbero includere risparmi energetici assicurando automaticamente che le luci e i dispositivi elettronici siano spenti. Altri campi di applicazione sono: medico e sanitario, trasporti, comunicazioni Vehicle-to-everything, edilizia e applicazioni industriali di automazione domotica (inclusi produzione e agricoltura), così come le applicazioni infrastrutturali (distribuzioni su scala metropolitana, gestione energetica e monitoraggio ambientale) e applicazioni militari (Internet of Battlefield Things e Ocean of Things).

Come accennato in precedenza, l'Internet of Things è una rete di oggetti fisici o cose. Viene usata l'elettronica incorporata per scambiare dati con altri dispositivi o macchine, in genere il tipo di comunicazione tra i dispositivi ha alcuni limiti circa la velocità di trasferimento, principalmente a causa di vincoli di consumo energetico. Di conseguenza, esistono protocolli specializzati per trasferire dati tra due macchine nelle applicazioni IoT. Un dispositivo IoT può registrare, raccogliere dati e comunicare con altri dispositivi o macchine o controllare variabili fisiche in remoto. Li usiamo per analizzare e visualizzare dati che vengono pubblicati, in alcuni casi, nel cloud, in server specializzati che accettano questo tipo di dati. Si può affermare che i dispositivi IoT sono solo dispositivi intelligenti, in altre parole dispositivi elettronici incorporati che possono connettersi ad altri dispositivi tramite ethernet, Wi-Fi Bluetooth e molte altre tecnologie. Una delle principali differenze tra i dispositivi IoT e i classici dispositivi intelligenti utilizzati nel settore è che i dispositivi IoT sono efficienti dal punto di vista energetico e che utilizzano connessioni wireless per trasferire dati ad altre macchine che possono essere a diversi chilometri di distanza.

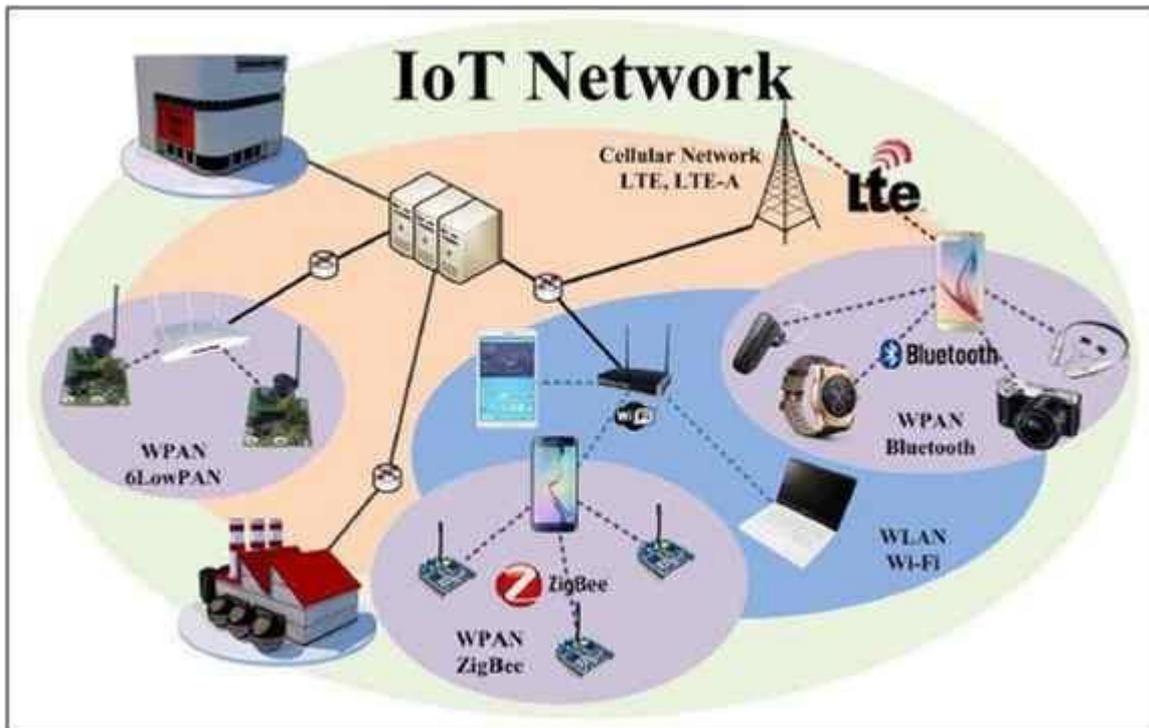
L'Internet of Things è considerata la prossima grande rivoluzione tecnologica dopo l'invenzione di Internet. Si suppone che abbia un impatto enorme sulla vita e potrebbe, di conseguenza, portare al miglioramento di milioni di vite in tutto il mondo. Secondo Cisco, entro il 2020 si prevede che oltre 50 milioni di dispositivi saranno connessi all'IoT.

L'IoT sta influenzando il nostro stile di vita dal modo in cui reagiamo, al modo in cui ci comportiamo. Dai condizionatori d'aria che puoi controllare con il tuo smartphone alle Smart Cars che forniscono il percorso più breve o il tuo Smartwatch, che monitora le tue attività quotidiane. L'IoT è una vasta rete con dispositivi connessi. Questi dispositivi raccolgono e condividono dati su come vengono utilizzati e sull'ambiente in cui vengono utilizzati. È tutto fatto utilizzando sensori, incorporati in ogni dispositivo fisico. Può essere il tuo telefono cellulare, elettrodomestici, sensori di codici a barre Pecos, semafori e quasi tutto ciò che incontri nella vita di tutti i giorni. Questi sensori emettono continuamente dati sullo stato di funzionamento dei dispositivi, ma la domanda importante è come condividono questa enorme quantità di dati e come utilizziamo questi dati a nostro vantaggio. L'IoT fornisce una piattaforma comune per tutti questi impianti per scaricare i propri dati e un linguaggio comune per consentire a tutti i dispositivi di comunicare tra loro. I dati vengono emessi da vari sensori e inviati alla piattaforma IoT. Infine, il risultato viene condiviso con altri dispositivi per una migliore esperienza utente.

Abbiamo elettrodomestici intelligenti, auto intelligenti, case intelligenti, città intelligenti, dove l'IoT sta ridefinendo il nostro stile di vita e trasformando il modo in cui interagiamo con le tecnologie. Il futuro del settore IoT è enorme. L'intelligence di Business Insider stima che entro il 2020 verranno installati 24 miliardi di dispositivi IoT e ITC prevede che i ricavi dell'IoT raggiungeranno circa trecentocinquantesette miliardi nel 2019, il che si tradurrà in molte opportunità di lavoro nel settore IT.

Per alcuni esempi, puoi anche guardare questo video: <https://youtu.be/QSIPNhOiMoE>

I dispositivi IoT in genere utilizzano reti wireless per trasmettere dati. A seconda dell'applicazione o la distanza tra il trasmettitore e il ricevitore, le reti possono essere significativamente diverse e possono utilizzare strumenti per infrastruttura cablata. In una rete IoT possiamo trovare una WAN, una rete geografica che trasmette dati a grandi distanze utilizzando Ethernet o una rete cellulare; oppure per le medie distanze utilizziamo una WLAN, una rete locale. Per brevi distanze, generalmente orientate per applicazioni tra due macchine, possiamo utilizzare un WPAN, una rete personale. È possibile utilizzare una connessione Wi-Fi per accedere a servizi esterni tramite il nostro router per connessioni WAN o per agire come un server web in una WLAN, in modo che interagisca con un altro dispositivo per visualizzare i dati, ad esempio. Oppure possiamo utilizzare reti WPAN come la connessione Bluetooth tra il nostro smartphone e il nostro dispositivo IoT.



Quando i dispositivi IoT trasmettono dati a un server esterno, questi dati possono essere visualizzati tramite servizi che supportano tutti i protocolli di trasmissione utilizzati nelle applicazioni IoT come MQTT o HTTP. Una di queste piattaforme è Thingsboard, una piattaforma lato server open source che ti consente di monitorare e controllare i tuoi dispositivi IoT. È gratuito sia per uso personale che commerciale e puoi utilizzarlo ovunque. In ogni caso, tutte le piattaforme offrono tipicamente funzionalità per l'archiviazione e la visualizzazione dei dati, la creazione di una dashboard per gestire i tuoi dispositivi e molti altri servizi, come gestione, sicurezza, completa integrazione, ecc.

Fonti utilizzate in questa sezione:

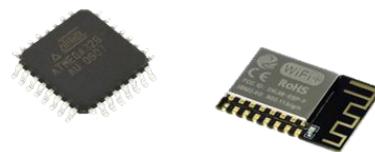
- <https://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/f88748/internet-of-things-iot-an-introduction/>
- <https://www.edx.org/course/introduction-to-the-internet-of-things>
- <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>

2. Nozioni di base sull'elettronica

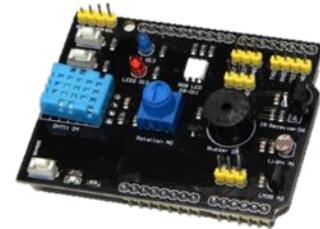
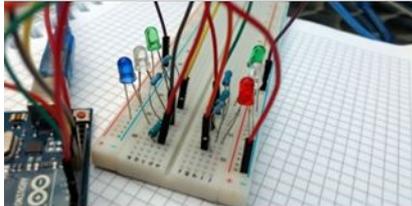
I componenti elettronici utilizzati nelle applicazioni IoT possono essere classificati nei seguenti tipi:



Il componente principale di un circuito è il microcontrollore, il cervello del nostro dispositivo intelligente. È un dispositivo programmabile, il che significa che possiamo caricare il codice con una logica specifica. Il microcontrollore dovrebbe rispondere ai segnali secondo il codice.



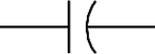
La **breadboard** è una scheda con tutti i componenti necessari per realizzare un modello sperimentale di un circuito. Possiamo anche avere **schermi** e moduli che sono schede speciali pronte all'uso e contengono tutti i componenti necessari per testare un componente elettronico specifico, ad esempio un microcontrollore o qualsiasi altro sensore.



Per fornire una potenza adeguata a questi circuiti elettronici, abbiamo due alimentazioni principali: la corrente alternata AC e la corrente continua CC. La corrente alternata è l'alimentazione domestica che normalmente utilizziamo per la maggior parte dei nostri elettrodomestici. La sua portata e la direzione variano. Il vantaggio principale è che è facile da trasportare senza perdite significative. D'altra parte, la corrente continua CC offre ampiezza e direzione costanti. Il vantaggio principale della CC, è che è facile lavorarci e esistono diversi tipi di fonti di generazione di energia, come fotovoltaico, chimico o elettrico. Questi sono i principali che usiamo nei nostri circuiti, ad es. pannelli solari o batterie o semplicemente la nostra alimentazione domestica. Naturalmente, ci sono altre fonti di generazione di energia come il combustibile, geotermico, nucleare, eolico, ecc.

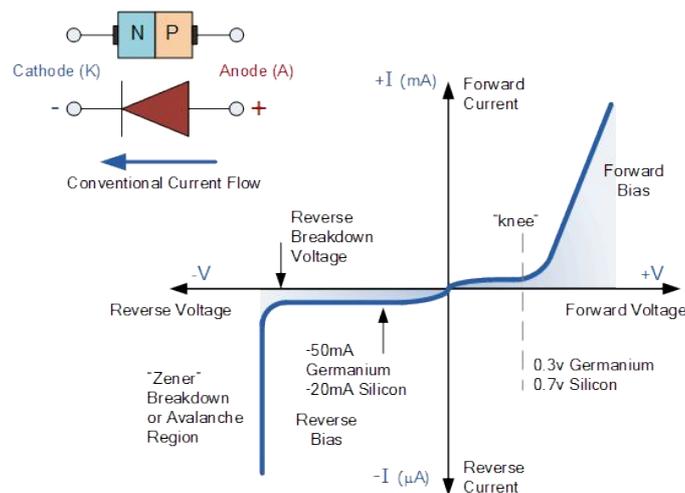


Una resistenza si trova fondamentalmente in ogni circuito e viene utilizzata per limitare la corrente su un ramo specifico di quel circuito o per adattare la tensione. La caratteristica principale di un resistore è che segue la legge di Ohm che mette in relazione la resistenza, la tensione e l'intensità e si misura in Ohm. $\text{---}\text{---}\text{---}$

Un **condensatore** viene utilizzato per immagazzinare energia e sono molto utilizzati nei nostri circuiti perché possono essere usati come filtri, ma sono usati principalmente per fornire picchi di corrente nei nostri dispositivi. Poiché immagazzinano energia, possono quindi rilasciarla facilmente. In corrente continua il condensatore si comporta semplicemente come un circuito aperto. 

Le **bobine** sono utilizzate per generare una forza elettromotrice. Usate anche come bobine filtranti sono in grado di generare tale forza, grazie al cambiamento del flusso di corrente, queste forze sono impiegate per attrarre cose come un magnete e si comportano come un filo se lavoriamo in corrente continua. 

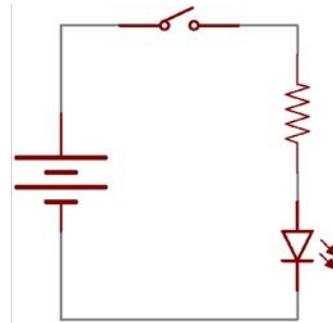
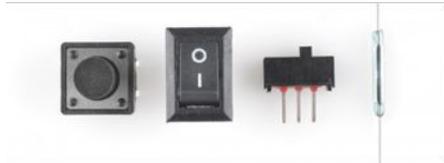
I **diodi** sono il tipo di semiconduttore più elementare e sono realizzati dall'unione di semiconduttori di tipo n e di tipo p. La caratteristica principale di un diodo è che la corrente scorre solo in una direzione, quindi dobbiamo polarizzare adeguatamente il diodo per guidare la corrente. C'è un tipo speciale di diodo chiamato Zener che viene utilizzato per la stabilizzazione della tensione. L'uso più comune dei diodi è quello di permettere o impedire il passaggio della corrente.



Anche i **transistor** sono realizzati con materiali semiconduttori che possono essere utilizzati per amplificare i segnali o per applicazioni di commutazione come consentire o meno il flusso di corrente.

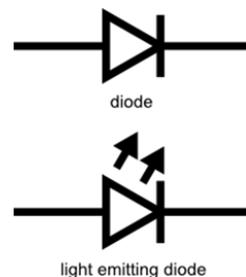
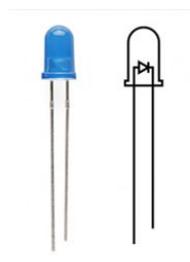
Amplificatore: una piccola corrente su un conduttore produce una corrente maggiore sugli altri conduttori. Interruttore: una piccola corrente attraverso un cavo fa fluire la corrente sugli altri due cavi.

I **pulsanti** e gli **interruttori** sono utilizzati in molti tipi di dispositivi e macchine, siamo quindi abituati a interagire con essi. L'utente accende o spegne un interruttore per aprire o chiudere un circuito. Esistono diversi tipi di pulsanti o interruttori a seconda del numero di poli.

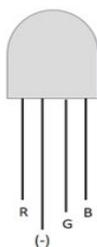


Un **potenziometro** è un resistore di tre pin. Il terzo pin è un resistore variabile e può essere rotativo o lineare. Possiamo variare la quantità di resistenza tra due dei terminali, possono essere utilizzati ad esempio come partitore di tensione in modo che possano fornire un segnale che varia tra due intervalli diversi.

Un **LED** è un tipo di diodo che emette luce e può essere di diversi tipi di colori, forme e dimensioni. Normalmente li usiamo nelle macchine e nei processi per indicare il loro stato: ad esempio, se lampeggiano c'è un errore o se è verde lo stato è corretto e il rosso è sbagliato. La polarità dei LED è importante per guidare correttamente la corrente. I LED RGB sono una composizione di tre LED (rosso, verde e blu) e possono generare luce combinando i colori per generarne altri. Hanno quattro pin: uno per ogni colore e un pin comune.



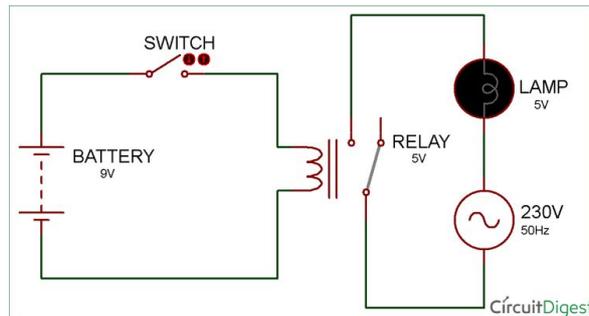
Common Cathode (-)



Common Anode (+)



Infine, abbiamo i **relè**: interruttori che possono essere attivati o disattivati elettricamente. Una variazione della corrente di ingresso di un relè genera un campo magnetico con una bobina che attrae un interruttore meccanico. I relè meccanici sono in grado di gestire interruttori ad alta corrente (da 2A a 15A), ma si degradano nel tempo.



<https://learn.sparkfun.com/tutorials/light-emitting-diodes-leds/all>

Esistono componenti aggiuntivi spesso utilizzati nelle applicazioni IoT, che si trovano nella tabella seguente:

<p>Sensore Temperatura/Umidità</p> 	<p>Cosa fa Misura la temperatura e l'umidità dell'ambiente</p> <p>Come riconoscerlo È una scatola bianca con dei fori</p>	<p>Numero dei pins 3</p> <p>Note Ce n'è uno meno preciso ed è blu</p>
<p>Schermo</p> 	<p>Cosa fa Mostra due righe di caratteri e numeri in modo che possiamo vedere le misurazioni</p> <p>Come riconoscerlo È uno schermo rettangolare su una tavola</p>	<p>Nmero dei pins 16</p> <p>Note Alcuni sono dotati di retroilluminazione e altri no. Sono disponibili schermi TFT (touch o no) di varie dimensioni che possono mostrare grafici o più caratteri</p>

<p>WiFi</p> 	<p>Cosa fa Si collega con un access point e con Internet</p> <p>Come riconoscerlo Ha una linea a zig zag, che è l'antenna</p>	<p>Numero di pins 24</p> <p>Note Esistono diverse versioni con caratteristiche diverse. Sono necessarie particolari conoscenze di programmazione e reti.</p>
<p>Sensore di monossido di carbonio MQ7</p> 	<p>Cosa fa Rileva il monossido di carbonio</p> <p>Come riconoscerlo Attraverso il cartello "MQ-7"</p>	<p>Numero di pins 6</p> <p>Note I Pin devono essere collegati</p>
<p>Sensore di fumo MQ2</p> 	<p>Cosa fa Rileva gas infiammabili (metano, butano, GPL, fumi)</p> <p>Come riconoscerlo Tramite il cartello MQ-2</p>	<p>Numero di pins 4</p> <p>Note Alcuni hanno una resistenza variabile con potenziometro per regolarne la sensibilità</p>

II. Introduzione ad Arduino

1. Cos'è Arduino?

Risultati di apprendimento

Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- Definire Arduino
- Comprendere il suo sviluppo
- Informarsi sulle sue possibili applicazioni

Arduino è una piattaforma elettronica open-source basata su hardware e software di facile utilizzo. Gli [Arduino boards](#) sono in grado di leggere gli input - una luce su un sensore, un dito su un pulsante o un messaggio di Twitter - e trasformarli in output- attivando un motore, accendendo un LED, pubblicando qualcosa online. Puoi dire alla tua scheda cosa fare inviando una serie di istruzioni al microcontrollore su di essa. Per fare ciò usi l' [Arduino programming language](#) (basato su [Wiring](#)), e l' [Arduino Software \(IDE\)](#), basato su [Processing](#).



Negli anni Arduino è stata la mente di migliaia di progetti, da oggetti di uso quotidiano a complessi strumenti scientifici. Intorno a questa piattaforma open source si è raccolta una comunità mondiale di maker - studenti, hobbisti, artisti, programmatori e professionisti, i loro contributi si sono aggiunti a una quantità incredibile di [sapere accessibile](#) questo può essere di grande aiuto sia per i principianti che per gli esperti.

Arduino nasce all' Interaction Design Institute Ivrea come facile strumento per la prototipazione veloce, rivolto a studenti senza una formazione in elettronica e programmazione. Non appena ha raggiunto una comunità più ampia, la scheda Arduino ha iniziato a cambiare per adattarsi a nuove esigenze e sfide, differenziando la sua offerta da semplici schede a 8 bit a prodotti per applicazioni IoT, indossabili, stampa 3D e ambienti embedded. Tutte le schede Arduino sono completamente open-source, consentendo così agli utenti di costruirle in modo indipendente ed eventualmente adattarle alle loro particolari esigenze. Anche il [software](#), è open-source e sta crescendo grazie al contributo di utenti in tutto il mondo.

Arduino IDE, Integrated Development Environment, è il software utilizzato per programmare Arduino, ma può essere utilizzato anche per programmare hardware di terze parti come ESP32. È un'applicazione leggera e multiplatforma, consente l'installazione o la gestione di schede e dispone di un set completo e integrato di librerie con un gran numero di funzionalità. È molto facile da usare perché l'utente ha semplicemente una funzione di "setup" e una funzione di "loop" in cui è posizionato il codice. Può verificare, caricare e salvare il codice, creare nuovi file e disporre di un monitor. Nel menu 'tools', è possibile selezionare la scheda, la porta, ecc.

2. Perché Arduino e come posso usarlo?

Risultati di apprendimento

Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- Comprendere l'utilità di Arduino
- Individuare i suoi principali vantaggi
- Trovare guide e risorse per imparare a utilizzare la piattaforma Arduino

Grazie alla sua esperienza utente semplice e accessibile, Arduino è stato utilizzato in migliaia di progetti e applicazioni differenti. Il software Arduino è facile da usare per i principianti, ma abbastanza flessibile per gli utenti avanzati. Funziona su Mac, Windows e Linux.

Insegnanti e studenti lo usano per costruire strumenti scientifici a basso costo, per dimostrare i principi della chimica e della fisica o per iniziare con la programmazione e la robotica. Designer e architetti costruiscono prototipi interattivi, musicisti e artisti lo usano per installazioni e per sperimentare nuovi strumenti musicali. I creatori, ovviamente, lo usano per costruire molti dei progetti esposti alla Maker Fair, per esempio. Arduino è uno strumento chiave per imparare cose nuove. Chiunque - bambini, hobbisti, artisti, programmatori - può iniziare ad armeggiare seguendo le istruzioni passo passo di un kit o condividere idee online con altri membri della comunità Arduino.

Ci sono molti altri microcontroller e piattaforme di microcontroller disponibili per il computing fisico. Parallax Basic Stamp, il BX24 di Netmedia, Phidgets, l'Handyboard di MIT e molti altri offrono funzionalità simili. Tutti questi strumenti prendono i dettagli disordinati della programmazione del microcontroller e li racchiudono in un pacchetto facile da usare. Arduino semplifica anche il processo di lavoro con i microcontroller, ma offre alcuni vantaggi per insegnanti, studenti e amatori interessati rispetto ad altri sistemi:

- **Economico:** le schede Arduino sono relativamente economiche rispetto ad altre piattaforme di microcontroller. La versione meno costosa del modulo Arduino può essere assemblata a mano e anche i moduli Arduino preassemblati costano meno di \$ 50.
- **Cross-platform:** il software Arduino (IDE) funziona su sistemi operativi Windows, Macintosh OSX e Linux. La maggior parte dei sistemi a microcontroller è limitata a Windows.

- Ambiente di programmazione semplice e chiaro: il software Arduino (IDE) è facile da usare per i principianti, ma abbastanza flessibile anche per gli utenti avanzati. Per gli insegnanti, è opportunamente basato sull'ambiente di programmazione Processing, quindi gli studenti che imparano a programmare in quell'ambiente avranno familiarità con il funzionamento dell'IDE di Arduino.
- Software open-source ed estensibile: il software Arduino è pubblicato come strumenti open source, disponibile per l'estensione da programmatori esperti. Il linguaggio può essere espanso tramite le librerie C++ e le persone che desiderano comprendere i dettagli tecnici possono fare il salto da Arduino al linguaggio di programmazione AVR C su cui si basa. Allo stesso modo, puoi aggiungere il codice AVR-C direttamente nei tuoi programmi Arduino, se lo desideri.
- Hardware open-source ed estensibile - I piani delle schede Arduino sono pubblicati con licenza Creative Commons, in modo che i progettisti di circuiti esperti possano creare la propria versione del modulo, estendendola e migliorandola. Anche gli utenti relativamente inesperti possono creare la [versione breadboard del modulo](#) per capire come funziona e risparmiare.

Per imparare a usare Arduino vedi la [guida introduttiva](#). Se stai cercando ispirazione, puoi trovare una grande varietà di tutorial su [Arduino Project Hub](#).

Il testo della guida introduttiva ad Arduino è concesso in licenza con estensione [Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 License](#). I campioni di codice nella guida sono rilasciati in pubblico dominio.

3. Ambiente di programmazione Arduino IDE

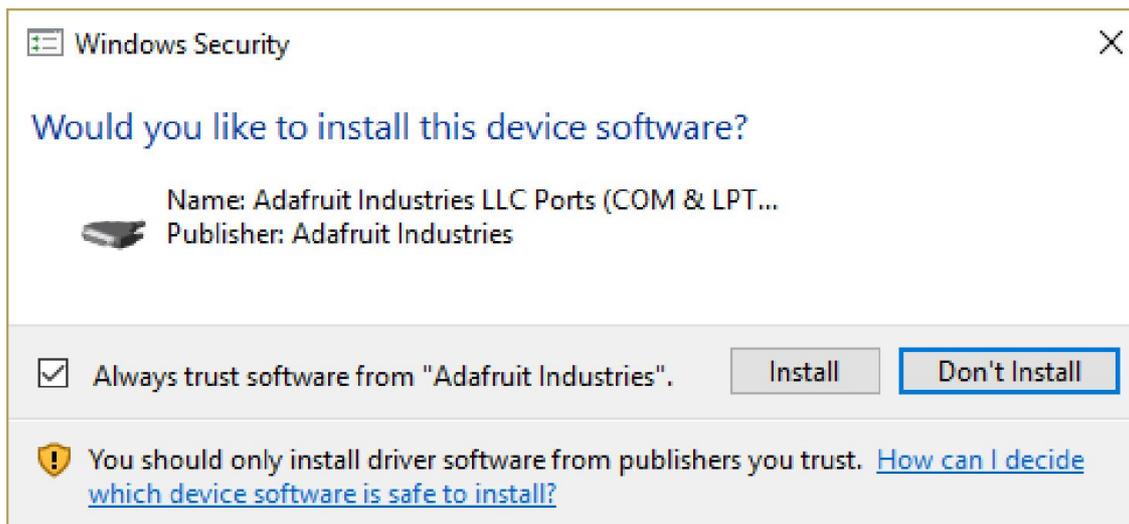
Risultati di apprendimento

Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- Scaricare ed eseguire il software Arduino IDE

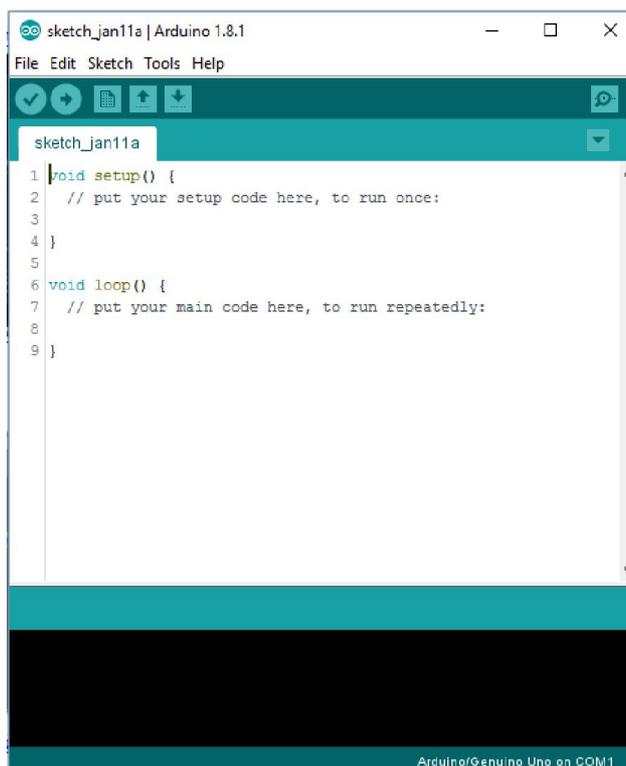
L'ambiente di programmazione comunemente utilizzato per Arduino è disponibile gratuitamente dal sito web <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> ed è adatto per i sistemi operativi Windows, Mac OS X e Linux. L'installazione per l'ambiente del sistema operativo Windows viene eseguita con i seguenti passaggi:

- Passaggio 1. "Scarica" il software per il tuo sistema operativo da <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> dal collegamento di Windows Installer
- Passaggio 2: eseguiamo il file Arduino-rr-windows.exe che abbiamo appena scaricato (rr) è la versione corrente, ad es. 1.8.1)
- Passaggio 3. Confermiamo che installeremo le guide per le porte seriali e per le porte USB.

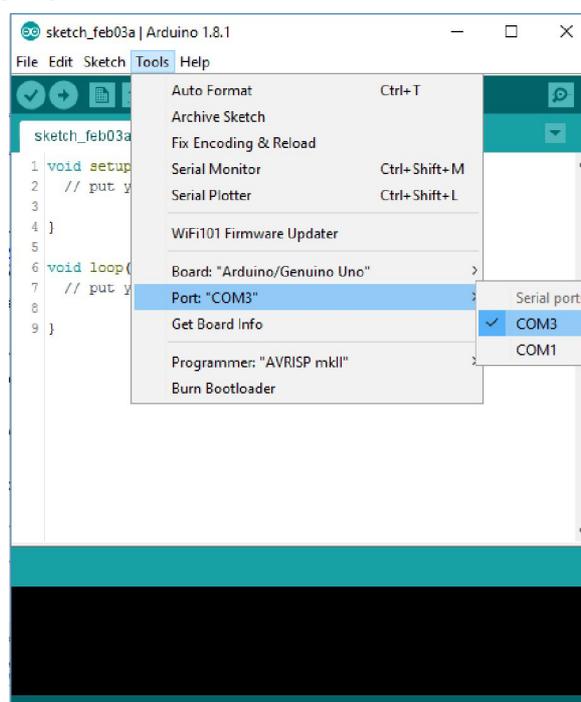


- Passaggio 4. Eseguire il collegamento creato sul desktop.

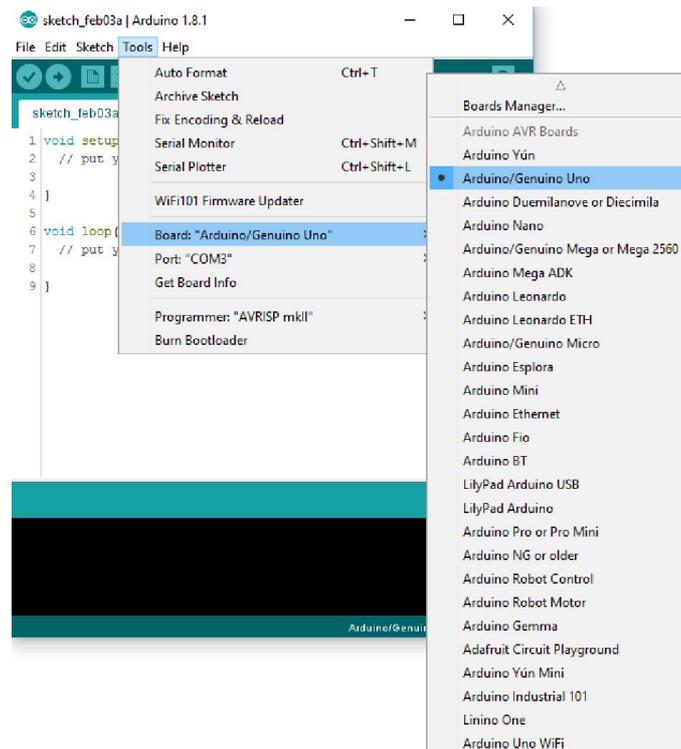
- Passaggio 5. Collegare la scheda Arduino tramite il cavo USB al computer, verrà visualizzata la nuova finestra del componente aggiuntivo, cercare quindi i driver appropriati nel percorso C:\Program Files (x86)\Arduino\drivers



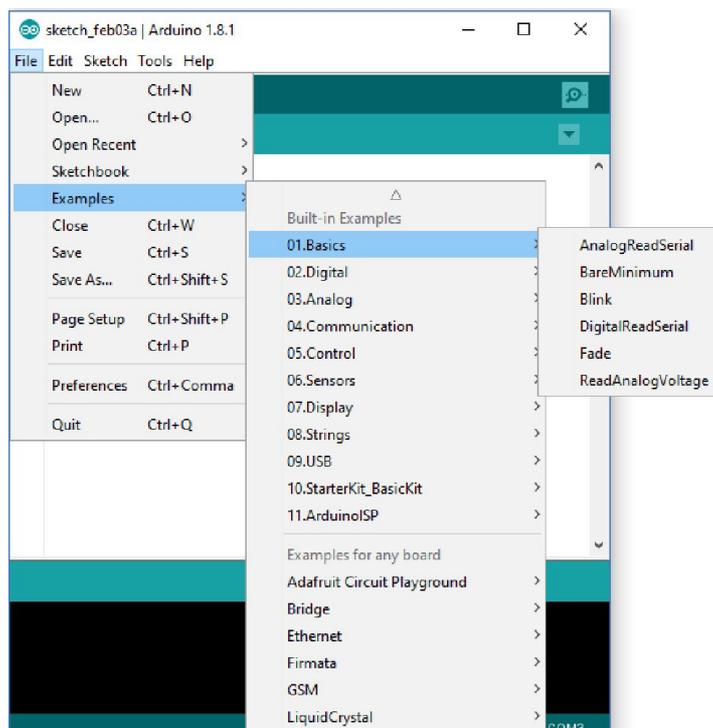
- Passaggio 6. Dopo aver collegato la scheda Arduino all'USB del computer e avviato l'IDE di Arduino selezioniamo in Tools-Port la nuova porta seriale che è apparsa ad es.COM3



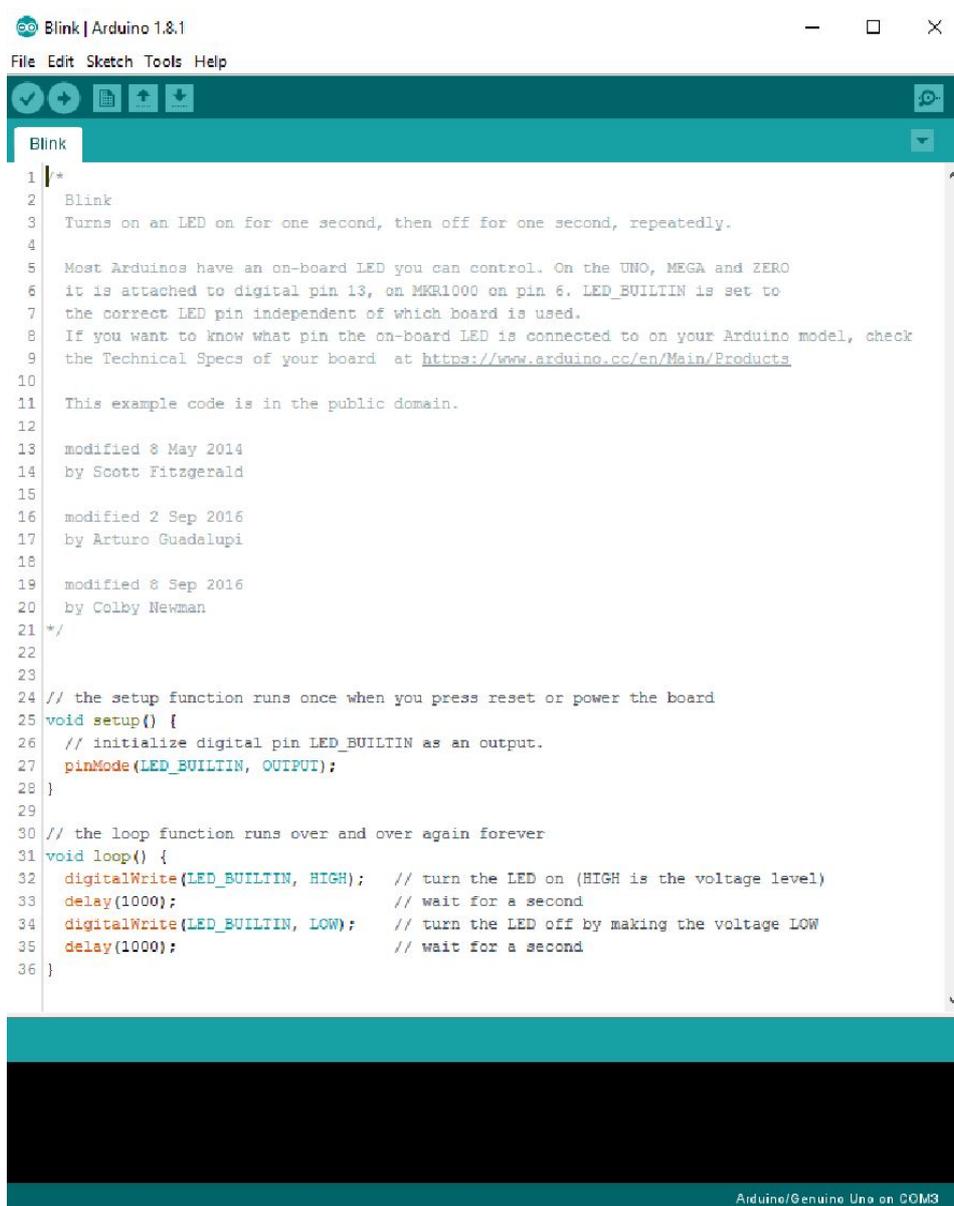
- Passaggio 7. Seleziona il tipo di scheda Arduino che hai a tua disposizione dalla scheda Strumenti.



Nell'ambiente di programmazione ci sono diversi esempi già pronti con commenti nel codice che possiamo scegliere da File-Esempi. Ad esempio in Esempi-01.Basics possiamo selezionare l'esempio Blink.



L'esempio nella figura seguente è stato selezionato dal gruppo Esempi di base. Contiene un codice già pronto con commenti. Per eseguire il programma, premere prima il pulsante  per verificare la presenza di errori e compilarlo in un linguaggio compreso dal processore Arduino e quindi il pulsante successivo per caricare il programma nella memoria di Arduino e avviare l'esecuzione. Fatto ciò, vediamo il LED lampeggiare.



```
Blink | Arduino 1.8.1
File Edit Sketch Tools Help
Blink
1 /*
2  Blink
3  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
4
5  Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the UNO, MEGA and ZERO
6  it is attached to digital pin 13, on MKR1000 on pin 6. LED_BUILTIN is set to
7  the correct LED pin independent of which board is used.
8  If you want to know what pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
9  the Technical Specs of your board at https://www.arduino.cc/en/Main/Products
10
11  This example code is in the public domain.
12
13  modified 8 May 2014
14  by Scott Fitzgerald
15
16  modified 2 Sep 2016
17  by Arturo Guadalupi
18
19  modified 8 Sep 2016
20  by Colby Newman
21 */
22
23
24 // the setup function runs once when you press reset or power the board
25 void setup() {
26   // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
27   pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
28 }
29
30 // the loop function runs over and over again forever
31 void loop() {
32   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
33   delay(1000); // wait for a second
34   digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
35   delay(1000); // wait for a second
36 }
Arduino/Genuine Uno on COM3
```

4. Altri ambienti

Risultati di apprendimento

Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- trovare informazioni su altri ambienti di programmazione

Ambienti di programmazione

- PlatformIO IDE <http://platformio.org/platformio-ide>

Basati su Scratch

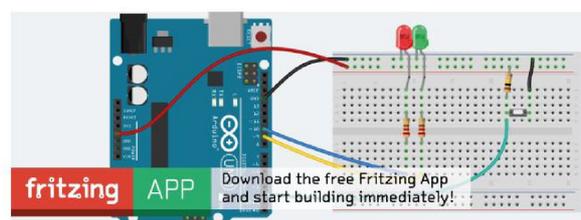
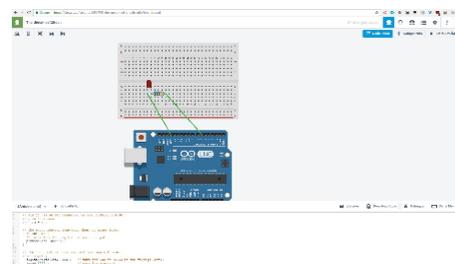
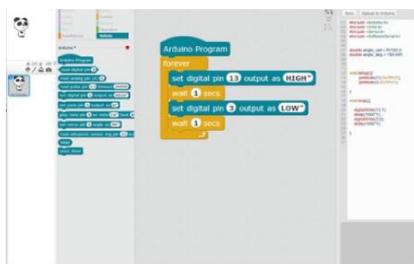
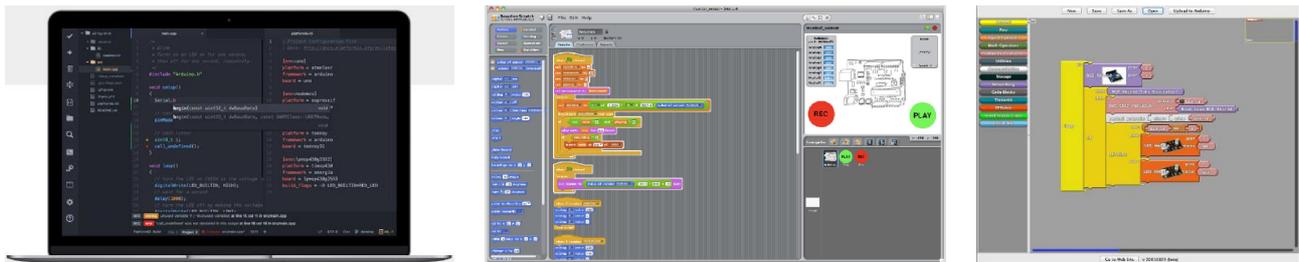
- S4A <http://s4a.cat/>
- Ardublock <https://sourceforge.net/projects/ardublock/?source=navbar>
- mBlock <http://www.mblock.cc/>
- Minibloq <http://blog.minibloq.org/p/download.html>

Simulatore

- Autodesk Circuits <https://circuits.io>

Design

- Fritzing <http://fritzing.org/home/> <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>



5. Comunicazione tra l'utente e Arduino

Risultati di apprendimento

Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- Identificare l'uso degli schermi
- Conoscere i vari tipi di schermo

Nel linguaggio di programmazione C la comunicazione tra il programma e l'utente avviene principalmente stampando i valori delle variabili sullo schermo con la funzione `printf` e leggendo i valori da tastiera (con visualizzazione sullo schermo) con la funzione `scanf`. In Arduino, invece, non c'è né schermo né tastiera, quindi un modo semplice e basilare per comunicare con Arduino è attraverso l'utilizzo di LED, che si accendono quando si verifica una condizione, con l'eventuale feedback richiesto solo con interruttori e potenziometri. Tuttavia, questo non è sufficiente se sono necessarie più informazioni come ad es. quando bisogna acquisire la temperatura e l'umidità misurate da un sensore. In questo caso, sono necessarie maggiori informazioni per utilizzare la porta seriale per la comunicazione con il computer. Ovviamente ci sono casi in cui vengono utilizzati diversi tipi di schermi, come cristalli liquidi per la visualizzazione di 2 linee e 16 caratteri (LCD 2x16), schermi TFT di varie dimensioni con la possibilità di visualizzare grafici e la possibilità di inserire feedback con schermate di contatto (TFT touch). Inoltre in alcuni casi viene utilizzato un accessorio che si connette a Internet in Arduino con connessione wireless (WIFI ESP8266), o con cablaggio (Ethernet shield). Sia la connessione dello schermo di Arduino, che la creazione di una connessione Internet tramite connessione wireless o cablata richiedono molte conoscenze di programmazione elettronica (sono necessarie diverse connessioni) e conoscenza del protocollo TCP/IP. Useremo quindi la comunicazione bidirezionale programma utente in Arduino, la porta seriale che si collega al computer tramite la porta USB.

III. Applicazione dell'IoT in agricoltura

Risultati di apprendimento

Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- comunicare tramite un telefono cellulare con Arduino per misurare l'umidità del suolo
- attivare il sistema di irrigazione

Lo scopo di questa applicazione è quello di comunicare tramite un telefono cellulare con il sistema che abbiamo realizzato e che corrisponde solo al numero specifico.

Effettuando una chiamata, si impegna a misurare l'umidità del suolo. Quindi risponde con un messaggio di testo (sms) a questo cellulare indicando l'umidità del suolo con un valore assoluto e percentuale.

Infine, se riceve nuovamente una chiamata entro un periodo di tempo specificato, attiva il sistema di irrigazione. Se effettuiamo una chiamata al di fuori del limite di tempo, verrà semplicemente inviato di nuovo un sms.

1. Parti del sistema

Esistono diversi metodi per misurare l'umidità del suolo: resistivo e capacitivo. Il primo metodo ha uno svantaggio significativo - Attività di galvanoplastica. Durata circa 1 mese.



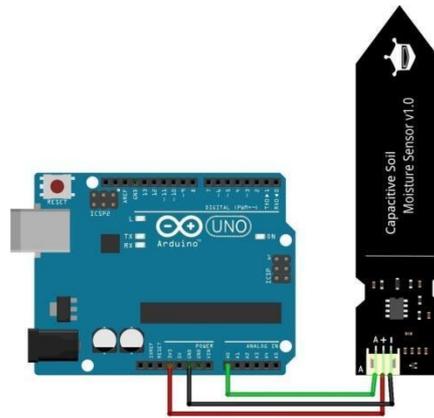
Il secondo metodo rileva l'umidità nel suolo misurando il volume d'acqua intorno al sensore. Fondamentalmente misura la capacità di un condensatore il cui dielettrico (che lo influenza) dipende dal volume d'acqua nel terreno.

Durante la misurazione non è necessario che venga a diretto contatto con il suolo. Pertanto, non c'è corrosione.

2. Il sensore di umidità del suolo

Il sensore di umidità del suolo è collegato ad Arduino con 3 cavi:

- Rosso: Tensione: 3.3 ~ 5.5 VDC
- Nero: Terra
- Verde: Tensione di uscita operativa: 0 ~ 3.0 VDC



CODE

```
void setup()
{
    Serial.begin(9600); // open serial port, set the baud rate as 9600 bps
}
void loop()
{
    int val;
    val = analogRead(A0); //connect sensor to Analog 0
    Serial.println(val); //print the value to serial port
    delay(100);
}
```

3. Collegamento con l'utente: il modulo GSM SIM800L

Il Sim800L è la parte del sistema che offre la sua connessione tramite rete mobile con l'utente finale.

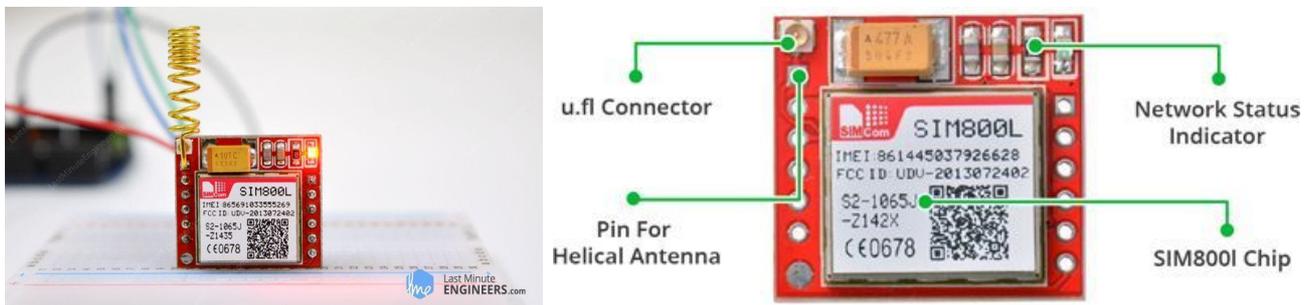
Il SIM800L GSM/GPRS è una miniatura del modem.

Consiste in un chip (chip cellulare SIM800L GSM di SimCom)

Funziona con 3,4 V-4,4 V, quindi una batteria LiPo è l'ideale per alimentarlo.

Le velocità di comunicazione è 1200bps -115200bps

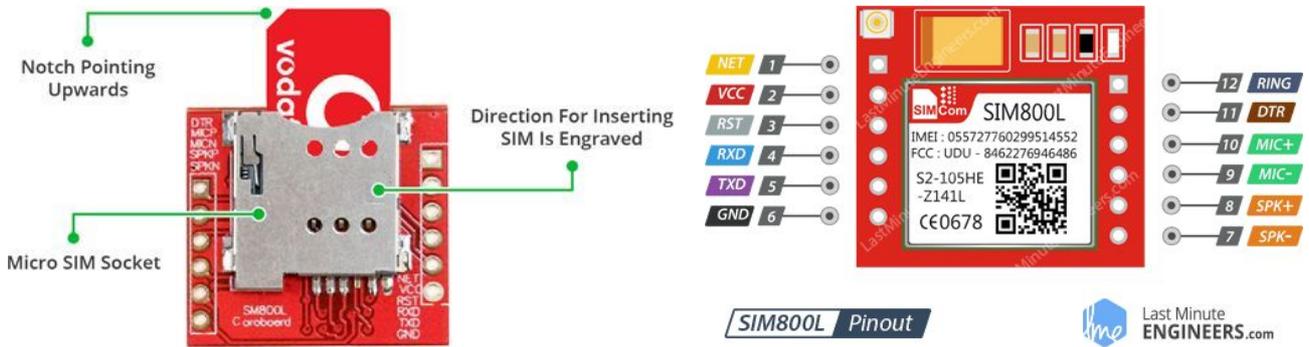
Di solito viene fornito con un'antenna elicoidale collegata al pin appropriato. Tuttavia, c'è anche il connettore u.fl nel caso in cui volessimo inserire un'antenna esterna (più forte).



Sul retro è presente uno slot per inserire una sim card in modo che possa essere collegata ad una rete mobile e corrispondere ad un numero specifico.

Le caratteristiche sono le seguenti:

- Supporta Quad-band: GSM850, EGSM900, DCS1800 and PCS1900
- Si connette a qualsiasi rete GSM globale con qualsiasi SIM 2G
- Effettua e riceve chiamate vocali utilizzando un altoparlante esterno da 8 Ω e un microfono a elettretico
- Invia e riceve messaggi SMS
- Invia e riceve dati GPRS (TCP/IP, HTTP, ecc.)
- Scansiona e riceve trasmissioni radio FM
- Potenza di trasmissione:
 - Classe 4 (2W) per GSM850
 - Classe 1 (1W) per DCS1800
- Set di comandi AT basato su seriale
- Connettori FL per antenne cellulari
- Accetta Micro SIM Card

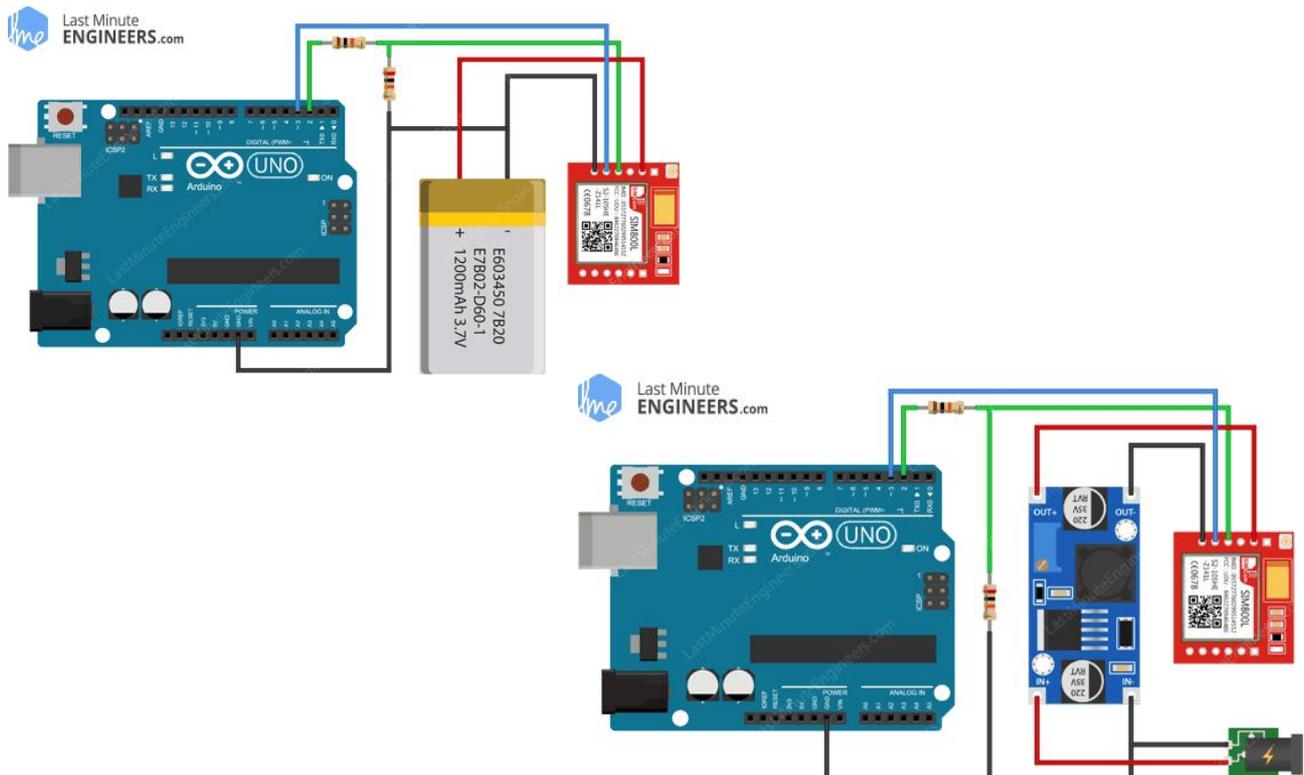


C'è un elemento led in alto a destra che ci mostra lo stato di sim800L



I tre stati sono i seguenti:

- Funziona senza una connessione alla rete mobile
- La connessione dati GPRS è attiva
- È stata stabilita una connessione tra il sim800L e la rete mobile e può inviare e ricevere chiamate e sms



Per inviare comandi AT e per comunicare con sim800L possiamo utilizzare la porta di comunicazione seriale. Arduino fornisce una porta di comunicazione seriale tra esso e il PC o qualsiasi dispositivo che vogliamo. A tale scopo viene utilizzata la connessione con un cavo USB (quando si tratta di PC) oppure i pin 0 e 1 quando si tratta di una connessione più specializzata (es. Un altro dispositivo).

In sostanza, la porta seriale è un modo per visualizzare i dati che ci vengono inviati da Arduino sullo schermo del computer. In questo caso, lo usiamo solo come spazio intermedio. Inviando i dati alla seriale (che possiamo leggere sullo schermo) e da lì i comandi che abbiamo inviato direttamente a sim800L vengono trasferiti tramite un altro canale di comunicazione a sim800L o viceversa e i risultati che producono vengono visualizzati nella porta seriale.

4. Esempio di invio di comandi AT a sim800L

CODE

```
#include <SoftwareSerial.h>
//Create software serial object to communicate with SIM800L
SoftwareSerial mySerial(3, 2); //SIM800L Tx & Rx is connected to Arduino #3 & #2
void setup()
{
  //Begin serial communication with Arduino and Arduino IDE (Serial Monitor)
  Serial.begin(9600);
  //Begin serial communication with Arduino and SIM800L
  mySerial.begin(9600);
  Serial.println("Initializing...");
  delay(1000);
  mySerial.println("AT"); //Once the handshake test is successful, it will back to OK
  updateSerial();
  mySerial.println("AT+CSQ"); //Signal quality test, value range is 0-31 , 31 is the best
  updateSerial();
  mySerial.println("AT+CCID"); //Read SIM information to confirm whether the SIM is
  plugged
  updateSerial();
  mySerial.println("AT+CREG?"); //Check whether it has registered in the network
  updateSerial();
}

void loop()
{
  updateSerial();
}

void updateSerial()
{
  delay(500);
  while (Serial.available())
  {
    mySerial.write(Serial.read()); //Forward what Serial received to Software Serial Port
  }
  while(mySerial.available())
  {
    Serial.write(mySerial.read()); //Forward what Software Serial received to Serial Port
  }
}
```

AT – È il comando AT più semplice. Inizializza anche Auto-baud'er. Se funziona dovresti vedere i caratteri AT lampeggiare e poi OK, dicendoti che è OK e ti sta capendo correttamente! È quindi possibile inviare alcuni comandi per interrogare il modulo e ottenere informazioni su di esso come:

AT+CSQ – Controllare la "forza del segnale": il primo # è la forza in dB, dovrebbe essere superiore a circa 5. Più alto è meglio. Ovviamente dipende dalla tua antenna e dalla tua posizione!

AT+CCID – Ottenere il numero della carta SIM: questo verifica che la carta SIM sia corretta e puoi controllare che il numero sia scritto sulla carta.

AT+CREG? – Verifica di essere registrato sulla rete. Il secondo # dovrebbe essere 1 o 5. 1 indica che sei registrato alla rete domestica e 5 indica la rete roaming. Altri rispetto a questi due numeri indicano che non sei registrato a nessuna rete.



```
COM6
| Send
Initializing...
AT
OK
AT+CSQ
+CSQ: 24,0
OK
AT+CCID
88916690428089206181
OK
AT+CREG?
+CREG: 0,1
OK
```

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output

AT – È il comando AT più semplice. Inizializza anche Auto-baud'er. Se funziona dovresti vedere i caratteri AT lampeggiare e poi OK, dicendoti che è OK e ti sta capendo correttamente! È quindi possibile inviare alcuni comandi per interrogare il modulo e ottenere informazioni su di esso come

AT+CSQ – Controllare la "forza del segnale": il primo # è la forza in dB, dovrebbe essere superiore a circa 5. Più alto è meglio. Ovviamente dipende dalla tua antenna e dalla tua posizione!

AT+CCID – Ottenere il numero della carta SIM: questo verifica che la carta SIM sia corretta e puoi controllare che il numero sia scritto sulla carta.

AT+CREG? – Verifica di essere registrato sulla rete. Il secondo # dovrebbe essere 1 o 5. 1 indica che sei registrato alla rete domestica e 5 indica la rete roaming. Altri rispetto a questi due numeri indicano che non sei registrato a nessuna rete.



```
COM6
|
Send
Initializing...
AT
OK
AT+CSQ
+CSQ: 24,0
OK
AT+CCID
88916690428089206181
OK
AT+CREG?
+CREG: 0,1
OK
```

Autoscroll No line ending 9600 baud Clear output

AT+CSQ Signal Quality Report															
Test Command AT+CSQ=?	Response +CSQ: (list of supported <rss>),(list of supported <ber>)														
Execution Command AT+CSQ	<p>Response +CSQ: <rss>,<ber></p> <p>OK</p> <p>If error is related to ME functionality: +CME ERROR: <err></p> <p>Execution Command returns received signal strength indication <rss> and channel bit error rate <ber> from the ME. Test Command returns values supported by the TA.</p> <p>Parameters</p> <p><rss></p> <table border="0"> <tr><td>0</td><td>-115 dBm or less</td></tr> <tr><td>1</td><td>-111 dBm</td></tr> <tr><td>2...30</td><td>-110... -54 dBm</td></tr> <tr><td>31</td><td>-52 dBm or greater</td></tr> <tr><td>99</td><td>not known or not detectable</td></tr> </table> <p><ber> (in percent):</p> <table border="0"> <tr><td>0...7</td><td>As RXQUAL values in the table in GSM 05.08 [20] subclause 7.2.4</td></tr> <tr><td>99</td><td>Not known or not detectable</td></tr> </table>	0	-115 dBm or less	1	-111 dBm	2...30	-110... -54 dBm	31	-52 dBm or greater	99	not known or not detectable	0...7	As RXQUAL values in the table in GSM 05.08 [20] subclause 7.2.4	99	Not known or not detectable
0	-115 dBm or less														
1	-111 dBm														
2...30	-110... -54 dBm														
31	-52 dBm or greater														
99	not known or not detectable														
0...7	As RXQUAL values in the table in GSM 05.08 [20] subclause 7.2.4														
99	Not known or not detectable														

AT+CCID Show ICCID	
Test Command AT+CCID=?	Response OK
Execution Command AT+CCID	<p>Response Ccid data [ex. 898600810906F8048812]</p> <p>OK</p>
Parameter Saving Mode	NO_SAVE
Max Response Time	2s
Reference	Note

Read Command AT+CREG?	Response TA returns the status of result code presentation and an integer <stat> which shows whether the network has currently indicated the registration of the ME. Location information elements <lac> and <ci> are returned only when <n>=2 and ME is registered in the network. +CREG: <n>,<stat>[,<lac>,<ci>]
	OK If error is related to ME functionality: +CME ERROR: <err>
Write Command AT+CREG=<n>]	Response TA controls the presentation of an unsolicited result code +CREG: <stat> when <n>=1 and there is a change in the ME network registration status. OK
	Parameters <n> <ul style="list-style-type: none"> 0 Disable network registration unsolicited result code 1 Enable network registration unsolicited result code +CREG: <stat> <ul style="list-style-type: none"> 2 Enable network registration unsolicited result code with location information +CREG: <stat>[,<lac>,<ci>] <stat> <ul style="list-style-type: none"> 0 Not registered, MT is not currently searching a new operator to register to 1 Registered, home network 2 Not registered, but MT is currently searching a new operator to register to

```

RECEIVE-CALL_sms-sensor-relay

void setup()
{
  //Begin serial communication with Arduino and Arduino IDE (Serial Monitor)
  Serial.begin(9600);

  //Begin serial communication with Arduino and SIM800L
  mySerial.begin(9600);

  Serial.println("Initializing...");
  delay(1000);

  mySerial.println("AT"); //Once the handshake test is successful, it will back
  mySerial.println("AT+CLIP=1");//Calling Line Identification Presentation AT+CLIP=1

  //Serial.print("+CLIP: \"6948896199\"");
  sprintf(testphone, "+CLIP: \"6948896199\"");

  pinMode(relayPin, OUTPUT);// define pin 8 as output
}

void loop()
{
  updateSerial();
}
    
```

Write Command AT+CLIP=<n>	Response TA enables or disables the presentation of the CLI at the TE. It has no effect on the execution of the supplementary service CLIP in the network. OK If error is related to ME functionality: +CME ERROR: <err>
	Parameters <n> <ul style="list-style-type: none"> 0 Disable +CLIP notification. 1 Enable +CLIP notification. <m> <ul style="list-style-type: none"> 0 CLIP not provisioned 1 CLIP provisioned 2 Unknown (e.g. no network, etc.)
	Unsolicited Result Code When the presentation of the CLI at the TE is enabled (and calling subscriber allows), an unsolicited result code is returned after every RING (or +CRING: <type>) at a mobile terminating call. +CLIP: <number>,<type>[,<subaddr>,<satype>,<alphalt>,<CLI validity>] Parameters <number> String type (string should be included in quotation marks) phone number of calling address in format specified by <type>. <type> Type of address octet in integer format; 129 Unknown type 161 National number type 145 International number type 177 Network specific number <subaddr> String type (subaddress of format specified by <satype>) <satype> Integer type (type of subaddress) <alphalt> String type (string should be included in quotation marks) alphanumeric representation of <number> corresponding to the entry found in phone book. <CLI validity> 0 CLI valid 1 CLI has been withheld by the originator.

AT+CMGS Send SMS Message	
Test Command AT+CMGS=?	Response OK
Write Command 1) If text mode (+CMGF=1): +CMGS=<da>[, <toda>] <CR>text is entered <ctrl-Z/ESC> ESC quits without sending 2) If PDU mode (+CMGF=0): +CMGS=<length> > <CR>PDU is given <ctrl-Z/ESC>	Parameters <da> GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in string format(string should be included in quotation marks); BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted to characters of the currently selected TE character set (specified by +CSCS in 3GPP TS 27.007); type of address given by <toda> <toda> GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of <da> is + (IRA 43) default is 145, otherwise default is 129) <length> Integer type value (not exceed 160 bytes) indicating in the text mode (+CMGF=1) the length of the message body <data> (or <cdata>) in characters; or in PDU mode (+CMGF=0), the length of the actual TP data unit in octets (i.e. the RP layer SMSC address octets are not counted in the length) Response TA sends message from a TE to the network (SMS-SUBMIT). Message reference value <mr> is returned to the TE on successful message delivery. Optionally (when +CSMS <service> value is 1 and network supports) <sets> is returned. Values can be used to identify message upon unsolicited delivery status report result code. 1) If text mode(+CMGF=1) and sending successful: +CMGS: <mr> OK 2) If PDU mode(+CMGF=0) and sending successful:

RECIEVE-CALL_sms-sensor-relay-2 | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)

Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια

```

RECIEVE-CALL_sms-sensor-relay-2
Serial.println("EMPTY SERIAL STOP*****");
}

void power_relay(void)
{
  digitalWrite(relayPin, HIGH); // turn the relay OFF (HIGH is OFF if relay is LOW trigger. change it to LOW if you have got HIGH trigger relay)
  delay(10000);
  digitalWrite(relayPin, LOW);
}

void get_soil_measurement(void)
{
  soilMoistureValue = analogRead(A0); //Get returned Sensor value from A0 port
  Serial.println(soilMoistureValue);
  soilmoisturepercent = map(soilMoistureValue, AirValue, WaterValue, 0, 100);
}

void sms()
{
  mySerial.println("AT+CMGF=1"); // Configuring TEXT mode
  updateSerial();
  mySerial.println("AT+CMGS=\"+30MOBILE_CONTROLER\""); //change 30 with country code and MOBILE_CONTROLER with phone number to sms
  updateSerial();
  sprintf(Enimerwsi, "SOIL HUMIDITY=%d%% %d", soilmoisturepercent, soilMoistureValue);
  mySerial.print(Enimerwsi); //text content should be followed by Ctrl+Z
  updateSerial();
  mySerial.write(26); // 'Ctrl+z' is actually a 26th non-printing character described as 'substitute' in ASCII table.
}
    
```

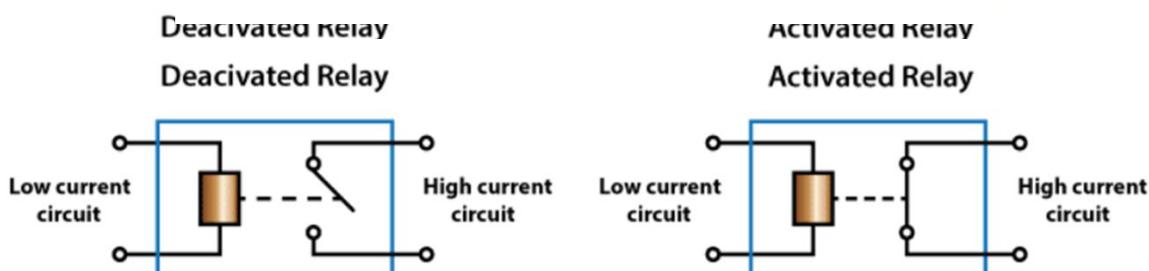
Ολοκλήρωση αποθήκευσης.

Το σχέδιο χρησιμοποιεί 6290 bytes (19%) του χώρου αποθήκευσης του προγράμματος. Το μέγιστο είναι 32256 bytes.
Οι καθολικές μεταβλητές χρησιμοποιούν 707 bytes (34%) δυναμικής μνήμης, αφήνοντας 1341 bytes για τοπικές μεταβλητές. Το μέγιστο είναι 2048 bytes.

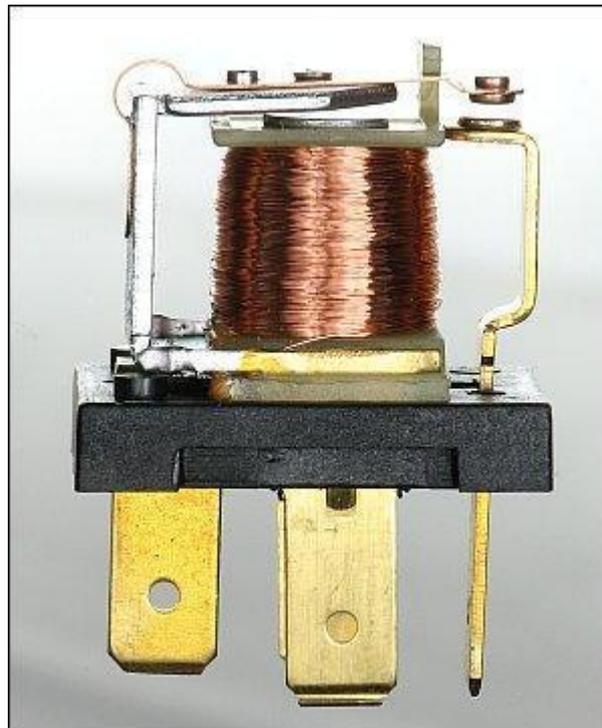
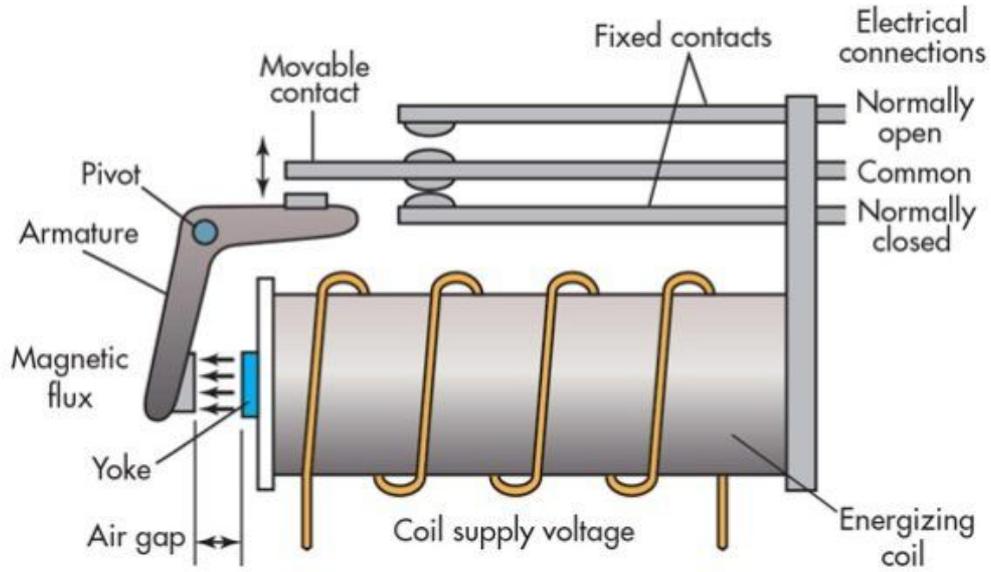
5. Relè

Possiamo attivare e disattivare apparecchi elettrici ad alta tensione utilizzando il Relè. Questi dispositivi non possono essere alimentati solo da Arduino.

Come abbiamo visto nell'Unità precedente, un Relè è fondamentalmente un interruttore che funziona con l'aiuto di un elettromagnete. L'elettromagnete viene attivato da una bassa tensione - ad esempio 5V dall'Arduino e sposta un contatto che funge da interruttore per un circuito ad alta tensione.

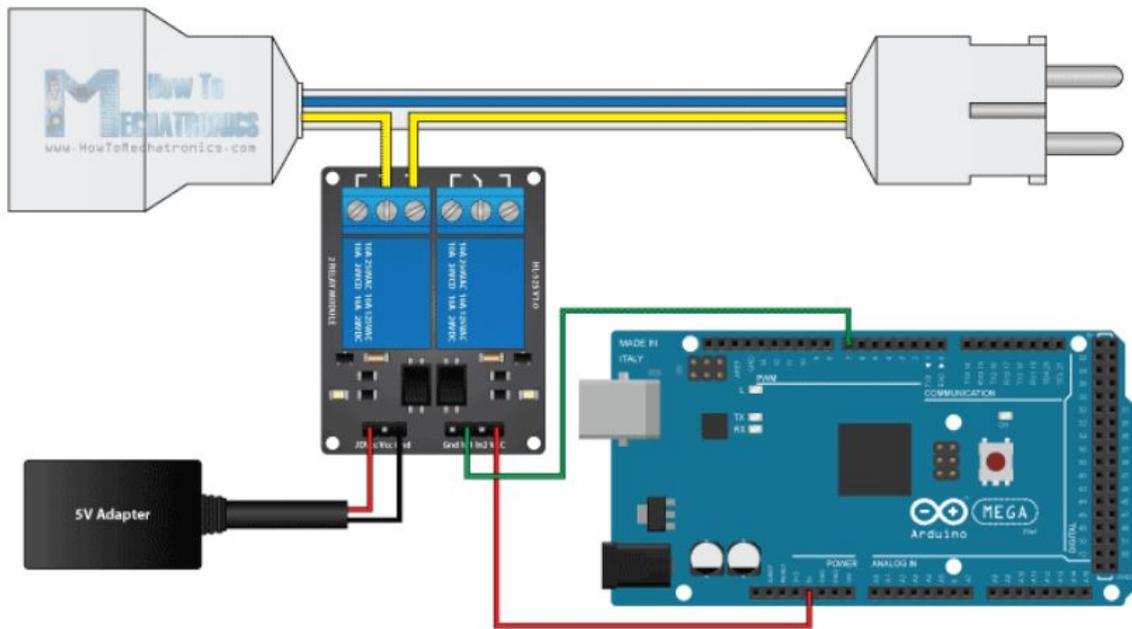


TYPICAL SIMPLIFIED ELECTROMECHANICAL RELAY SCHEMATIC



Con il collegamento del cavo di alta tensione con il Relè, avviene quanto segue:

Quando Arduino attiva il Relè, viene alimentato il dispositivo elettrico collegato allo slot in alto a sinistra (femmina). Cioè, il relè chiude il circuito ed è come collegare il cavo giallo (fase).



CODE:

```

int in1 = 7;
void setup()
{
    pinMode(in1, OUTPUT);
    digitalWrite(in1, HIGH);
}
void loop()
{
    digitalWrite(in1, LOW);
    delay(3000);
    digitalWrite(in1, HIGH);
    delay(3000);
}

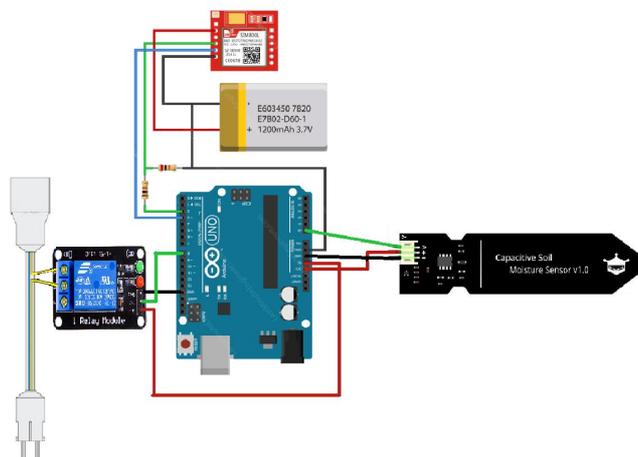
```

In questa applicazione mettiamo insieme tutti i componenti di cui sopra in un sistema controllato da un programma che abbiamo caricato su Arduino Uno.

Una parte fondamentale del programma è anche dedicata al controllo del numero che sta chiamando, in modo che il sistema non reagisca ai numeri sconosciuti, lo stesso vale per quando chiama.

A seconda dell'orario della chiamata, potremmo chiedere informazioni sull'umidità del terreno, oppure potremmo chiedere l'attivazione di un dispositivo che avvia l'irrigazione (es. Un'elettrovalvola, un motore/pompa di irrigazione).

Altrettanto cruciale è il fatto che il sistema non interpreta i successivi "squilli" di una chiamata come nuove chiamate ad esso.



IV. La scheda NodeMCU

1. Introduzione a NodeMCU

Risultati di apprendimento

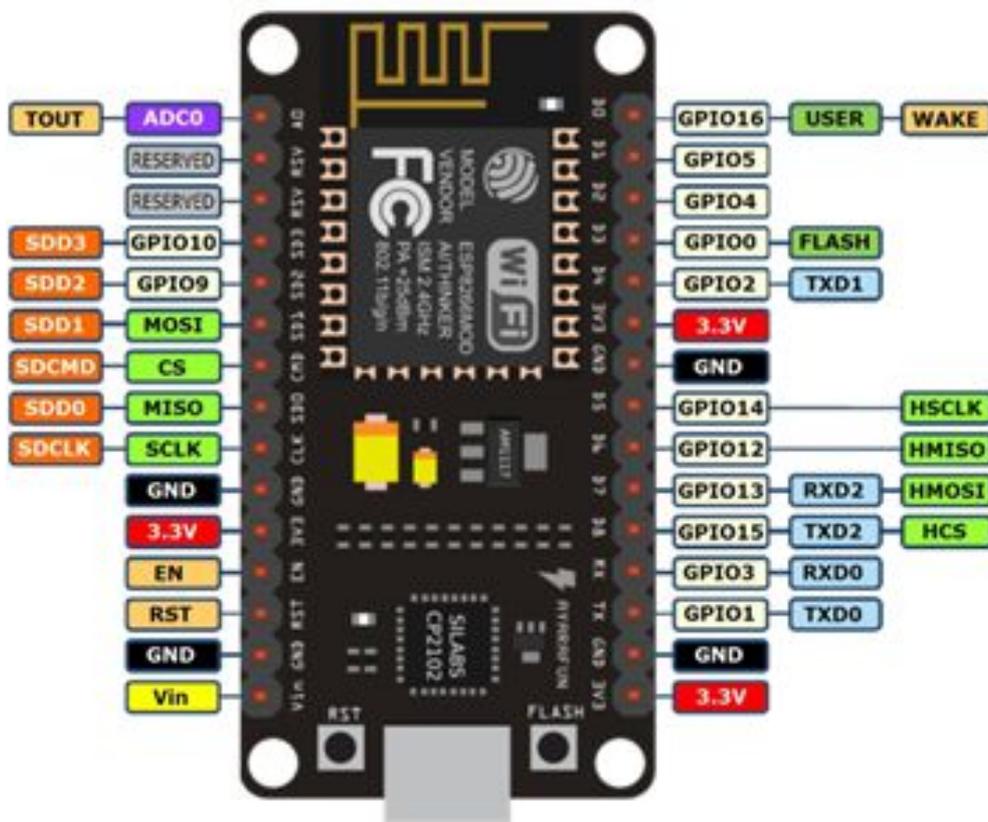
Dopo questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- indicare cos'è la scheda NodeMCU
- descrivere e analizzare le applicazioni della scheda NodeMCU e del chip ESP8266
- distinguere gli elementi di base dell'IDE di Arduino
- configurare l'IDE di Arduino sui loro computer in base alle impostazioni di NodeMCU

Il [NodeMCU](#) (Node MicroController Unit) è un ambiente di sviluppo software e hardware open-source costruito intorno a un System-on-a-Chip (SoC) molto economico chiamato [ESP8266](#). L'ESP8266, progettato e prodotto da [Espressif Systems](#), contiene tutti gli elementi cruciali del computer moderno: CPU, RAM, rete (wi-fi) e persino un moderno [sistema operativo e SDK](#). Se acquistato all'ingrosso, il chip ESP8266 costa solo \$ 2 USD al pezzo. Ciò lo rende una scelta eccellente per i progetti IoT di tutti i tipi.



Attraverso i suoi pin possiamo leggere gli input - una luce su un sensore, un dito su un pulsante o un messaggio di Twitter - e trasformarli in un output - attivando un motore, accendendo un LED, pubblicando qualcosa online. Ha anche funzionalità WiFi, quindi possiamo controllarlo in modalità wireless e farlo funzionare facilmente su un'installazione remota! Possiamo dire alla nostra scheda cosa fare inviando una serie di istruzioni al microcontrollore sulla scheda. Per fare ciò possiamo usare il [Software Arduino \(IDE\)](#).



2. Luce lampeggiante con NodeMCU

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione gli studenti saranno in grado di:

- descrivere cos'è un LED e il suo utilizzo
- illustrare cos'è una resistenza e la sua funzione
- combinare elementi elettronici per creare un circuito
- creare il codice per far lampeggiare un LED

In questa sezione proveremo il programma Blink, programmando il NodeMCU per far lampeggiare un LED con un ritardo che avremo già definito.

Collegiamo il nostro NodeMCU e il nostro LED come sopra sulla breadboard, avendo cura di collegare la più corta delle due gambe del LED al GND del NodeMCU (tramite una resistenza da 220 Ohm) e la gamba più lunga al pin D7.

La resistenza è un componente elettronico utilizzato per limitare il flusso di corrente attraverso un circuito. Nel nostro caso lo utilizziamo per proteggere il LED da bruciature o stress.

Il pin D7 (pin 7 digitale) corrisponde al pin 13 su Arduino IDE. Quindi copiamo il seguente codice nell'editor di codice IDE di Arduino:

CODE:

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  delay(1000);  
}
```

e premiamo il pulsante Carica. Poi ci godiamo il nostro primo programma Blinking.

Parliamo dei dettagli del nostro programma.

Ci sono due sezioni: void setup () e void loop ().

Tutto ciò che appartiene alla sezione void setup () (all'interno di parentesi graffe {}) viene eseguito una volta, all'avvio del programma.

pinMode (13, OUTPUT); prepara il pin 13 (D7-Digital 7) del NodeMCU per accettare comandi di uscita come "spegni" o "accendi", 0 o 1, in logica binaria.

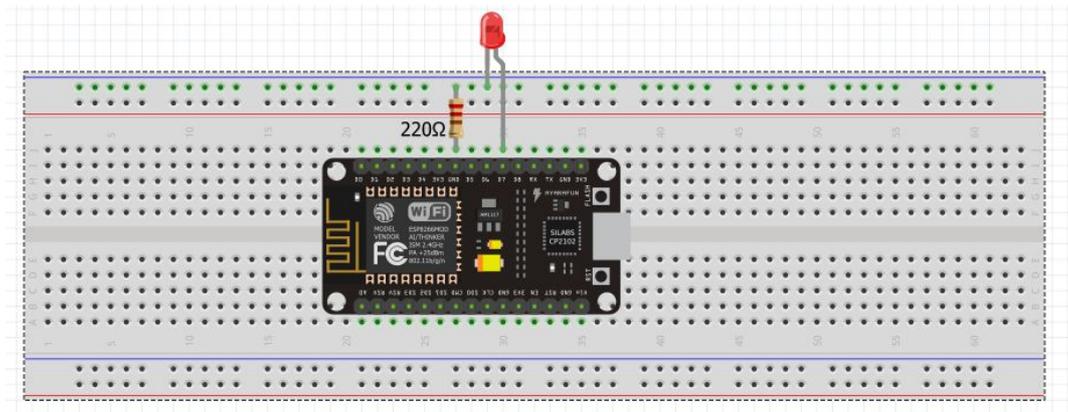
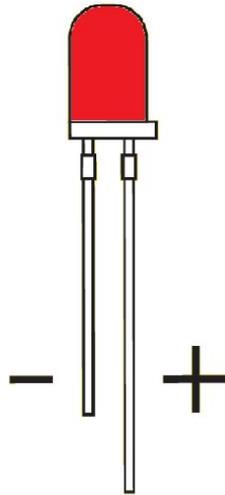
Tutto ciò che appartiene alla sezione void loop () (all'interno delle parentesi graffe {}) viene eseguito ripetutamente, finché non spegniamo NodeMCU.

digitalWrite (13, HIGH); comanda al pin 13 (D7-Digital 7) di accendersi e digitalWrite (13, LOW); comanda lo spegnimento del pin 13 (D7-Digital 7)

Tra i due comandi precedenti ci sono due delay (1000); ognuno dice al programma di attendere 1000 ms (1 sec) prima di eseguire il seguente comando.

Ora, prova a cambiare programma per inviare un messaggio SOS tramite NodeMCU e LED.

Non aver paura del fallimento. Il successo arriva dopo il nostro ultimo fallimento se continuiamo a provare!



3. Esempio di LED multipli

Risultati di apprendimento

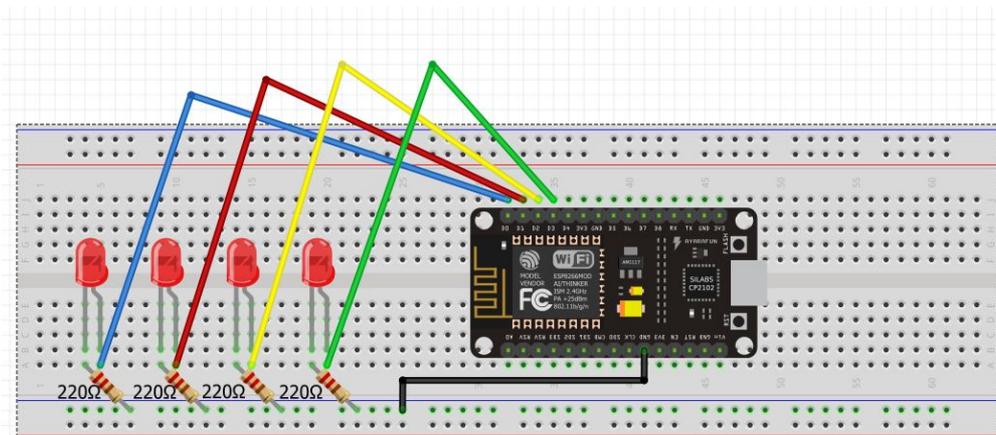
Dopo il completamento di questa sezione gli studenti saranno in grado di:

- creare un circuito con più LED onboard
- programmare il NodeMCU per far accendere e spegnere i LED uno dopo l'altro
- regolare la velocità di lampeggiamento
- aggiungere più LED al circuito

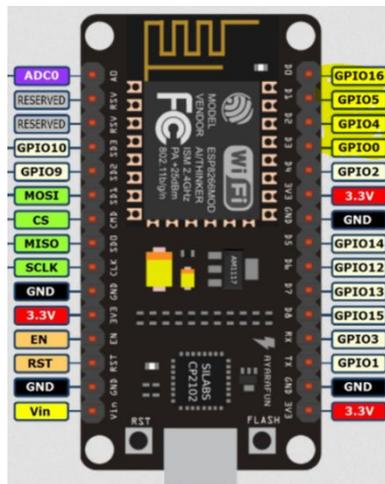
Accendi i LED, uno dopo l'altro...

Ora proviamo a creare un programma con quattro led che verranno accesi e dopo un po' si spegneranno di seguito.

Prima di tutto, colleghiamo i LED, i cavi e il NodeMCU sulla breadboard, secondo la seguente immagine (puoi usare qualsiasi colore di cavo che ti piace, non solo quelli che vengono visualizzati di seguito):



Come notiamo, utilizziamo i pin D0, D1, D2 e D3 o i pin 16, 5, 4 e 0 se parliamo in linguaggio IDE Arduino.



Quindi dobbiamo dichiararli come pin di uscita e poi **digitalWrite ()** alti o bassi, usando un ritardo dopo uno qualsiasi di questi comandi.

Quindi, copiamo il seguente codice nell'IDE di Arduino e carichiamo il nostro programma:

CODE:

```
void setup() {
  pinMode(16, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(0, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(16, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(5, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(4, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(0, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(16, LOW);
  delay(300);
  digitalWrite(5, LOW);
  delay(300);
  digitalWrite(4, LOW);
  delay(300);
  digitalWrite(0, LOW);
  delay(300);
}
```

Il passo successivo è scoprire come possiamo aggiungere più LED e cosa dovremmo fare se vogliamo che si accendano e si spengano più velocemente. Qual è la quantità massima di LED che possiamo gestire?

4. Giocare con i pulsanti

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- descrivere e utilizzare i pulsanti nei circuiti
- creare un circuito per accendere un LED quando premiamo un pulsante
- creare il codice per il circuito sopra
- descrivere l'uso dei commenti all'interno di un programma IDE Arduino
- descrivere il sistema binario e abbinare i numeri binari a quelli decimali e viceversa
- combina molti LED e pulsanti per creare sequenze binarie

NodeMCU non è solo un dispositivo di output. Può accettare trigger dal suo ambiente e agire rispettivamente, in base al programma che ha in memoria.

In questo esempio, proveremo ad accendere un LED ogni volta che premiamo un pushbutton. Si chiama così perché collega le sue gambe quando qualcuno lo spinge per un momento e rimuove la connessione quando il pulsante non viene più premuto.



I nostri componenti saranno disposti sulla breadboard come di seguito:

Notiamo qui che utilizziamo D0 (pin 16) come pin di ingresso per accettare comandi dal pulsante e D1 (pin 5) come pin di uscita per inviare il segnale al LED per l'operazione ON-OFF.

Nel nostro caso, quando il pushbutton è aperto (non premuto) non c'è connessione tra le due gambe del pulsante, quindi il pin è collegato a terra e si legge un LOW. Quando il pulsante è chiuso (premuta), fa una connessione tra le sue due gambe, collegando il pin a 3,3 volt, in modo che leggiamo un HIGH.

Per quanto riguarda il codice di cui sopra, risulta così:

CODE:

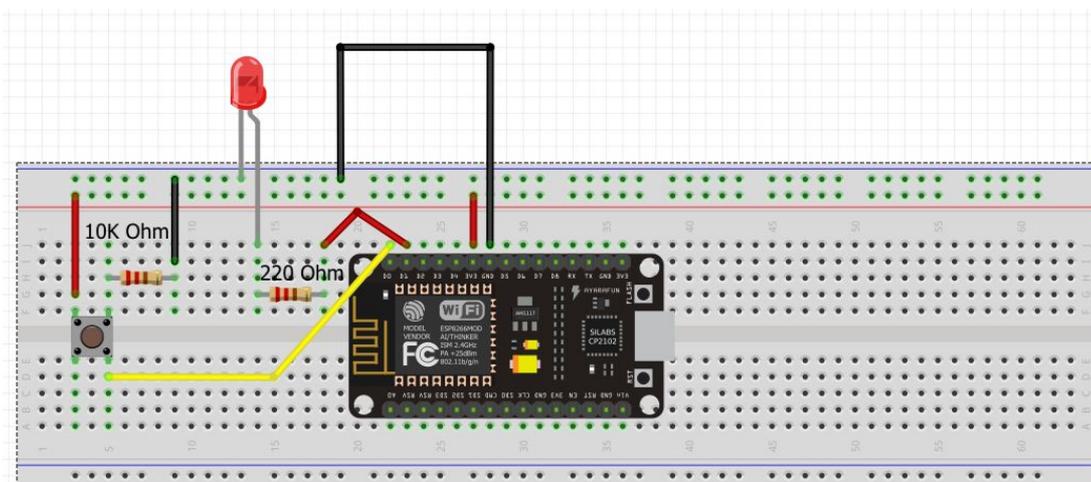
```
int ledPin = 5; // choose the pin for the LED
int inPin = 16; // choose the input pin (for a pushbutton)
int val = 0; // variable for reading the pin status
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // declare LED as output
  pinMode(inPin, INPUT); // declare pushbutton as input
}
void loop(){
  val = digitalRead(inPin); // read input value
  if (val == LOW) { // check if the input is LOW (button released)
    digitalWrite(ledPin, LOW); // turn LED OFF
  } else {
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // turn LED ON
  }
}
```

Se ti stai chiedendo cosa sia il carattere /, viene usato per indicare l'inizio dei [commenti](#), quindi tutto ciò che segue sulla stessa riga non viene interpretato. Possiamo così dare avvisi agli altri programmatori sulle nostre idee e spiegare i nostri pensieri in poche parole.

Un'altra nuova struttura che notiamo nel nostro codice è la struttura IF. Con questa possiamo decidere quali azioni scegliamo in base a una condizione.

Quindi nel nostro esempio, prima leggiamo lo stato del pin 16 e se è LOW (non premuto) spegniamo il LED (pin 5). In caso contrario, accendiamo il LED.

Quindi, copia il codice in grassetto e incollalo nell'IDE di Arduino. Poi carica il tuo codice su NodeMCU e... gioca con il pulsante!



V. Rilevazione della luce

1. Introduzione

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

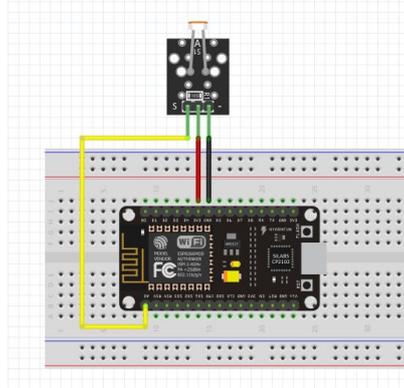
- descrivere e utilizzare una fotoresistenza
- costruire un circuito per rilevare e misurare la luce
- usare il serial monitor all'interno dell'IDE di Arduino
- visualizzare la quantità di luce sotto forma di valori nel serial monitor

In questa sezione impareremo come misurare la quantità di luce con l'aiuto di un dispositivo elettronico chiamato "fotoresistenza".



È un resistore variabile che diminuisce la sua resistenza quando la luce lo attraversa. È un dispositivo di input analogico, il che significa che leggiamo non solo due stati (0 e 1) ma molti valori compresi tra 0V e 3.3V o in caso di valori IDE Arduino tra 0 e 1023 rispettivamente.

Quindi, come possiamo trovare l'esatta quantità di luce che passa attraverso il dispositivo in qualsiasi momento utilizzando NodeMCU e Arduino IDE? La risposta è "non possiamo farlo usando solo questi", ma possiamo costruire un circuito che ci aiuti a guardare i cambiamenti che la luce provoca, passando attraverso la fotoresistenza. Ai fini di questo esperimento, dobbiamo costruire il seguente circuito.



La nostra prossima sfida è guardare i cambiamenti della luce che passa sul nostro schermo. Per questo abbiamo bisogno del **serial monitor di Arduino IDE**.

2. Gestione di un raggio laser

Risultati di apprendimento

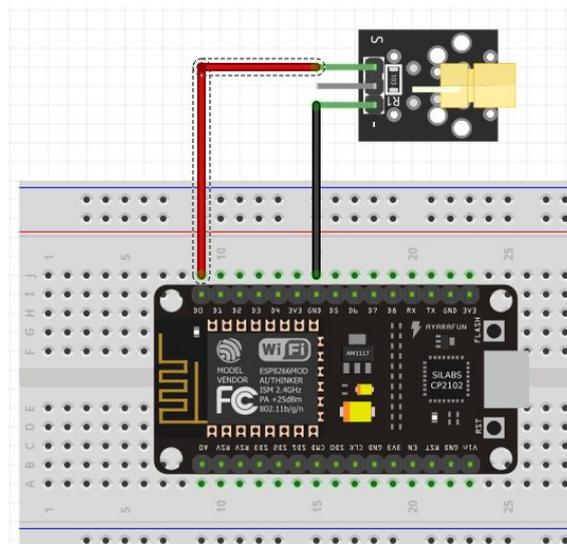
Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- gestire un raggio laser
- creare un circuito per accendere e spegnere un raggio laser
- codificare il NodeMCU per far lampeggiare il raggio laser



Dobbiamo stare molto attenti quando maneggiamo puntatori e raggi laser. Ricorda, non puntare mai il raggio verso i tuoi occhi o gli occhi di altre persone, poiché potrebbe danneggiare te o loro.

Ora torniamo al nostro ambiente di gioco. Per prima cosa, dobbiamo costruire il circuito sottostante:



In questa immagine notiamo che il segnale (cavo rosso) è collegato al pin D0. Considerando che D0 corrisponde al numero 16 nell'IDE di Arduino, il nostro programma sarà il seguente:

CODE:

```
void setup() {  
  pinMode(16, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(16, HIGH);  
  delay(500);  
  digitalWrite(16, LOW);  
  delay(500);  
}
```

Copia il codice sopra nell'IDE di Arduino e poi caricalo su NodeMCU. Come puoi vedere, il raggio lampeggia con un ritardo di mezzo secondo. Prova a cambiare il ritmo e aumenta il divertimento.

3. Fare rumore con un cicalino

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- descrivere cos'è un cicalino e i suoi modi d'uso
- creare un circuito con un cicalino e NodeMCU
- programmare il NodeMCU per produrre singoli segnali audio (bip)
- produrre melodie combinando comandi specifici nell'IDE di Arduino, con NodeMCU e un cicalino

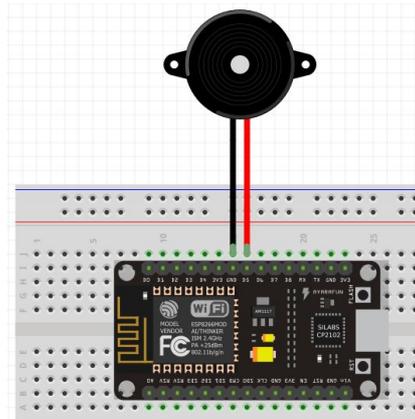
Un cicalino o un segnale acustico è un dispositivo di segnalazione audio, che può essere meccanico, elettromeccanico o piezoelettrico (piezo in breve). Gli usi tipici di cicalini e beeper includono dispositivi di allarme, timer e conferma dell'input dell'utente come un clic del mouse o una pressione di un tasto.

In questa lezione useremo il cicalino piezo, che assomiglia a quello raffigurato qui sotto:



Quindi, come puoi vedere, c'è una gamba (+) che va al pin digitale del NodeMCU che scegliamo e l'altro pin va al pin GND.

Costruisci il diagramma seguente per sperimentarne il suono:



Quindi possiamo codificare il tuo circuito in modo che emetta un segnale acustico all'infinito, con il codice seguente:

CODE:

```
void setup()
{

}

void loop()
{
  tone(14, 494, 500);
  delay(1000);
}
```

Copia il codice su Arduino IDE, caricalo su NodeMCU e ascolta il segnale acustico. Notiamo qui che la sezione `setup ()` è vuota e la sezione `loop()` contiene una funzione `tone()` e un secondo di ritardo. I tre numeri all'interno della funzione `tone ()` rappresentano: il **pin** con cui inviamo il suono (D5 o 14 nel nostro caso), la **frequenza** sonora che inviamo e la **durata** del tono.

È possibile modificare gli ultimi due parametri e giocare con la velocità dei segnali acustici e il loro suono.



Ma invece di ascoltare solo segnali acustici, possiamo programmare il nostro circuito per comporre melodie, usando le note.

Un esempio di questo caso è sotto:



CODE:

```
int speakerPin = 14;

int length = 15; // the number of notes
char notes[] = "ccggaagffeeddc "; // a space represents a rest
int beats[] = { 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 4 };
int tempo = 300;

void playTone(int tone, int duration) {
  for (long i = 0; i < duration * 1000L; i += tone * 2) {
    digitalWrite(speakerPin, HIGH);
    delayMicroseconds(tone);
    digitalWrite(speakerPin, LOW);
    delayMicroseconds(tone);
  }
}

void playNote(char note, int duration) {
  char names[] = { 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'a', 'b', 'C' };
  int tones[] = { 1915, 1700, 1519, 1432, 1275, 1136, 1014, 956 };

  // play the tone corresponding to the note name
  for (int i = 0; i < 8; i++) {
    if (names[i] == note) {
      playTone(tones[i], duration);
    }
  }
}

void setup() {
  pinMode(speakerPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    if (notes[i] == ' ') {
      delay(beats[i] * tempo); // rest
    } else {
      playNote(notes[i], beats[i] * tempo);
    }

    // pause between notes
    delay(tempo / 2);
  }
}
```

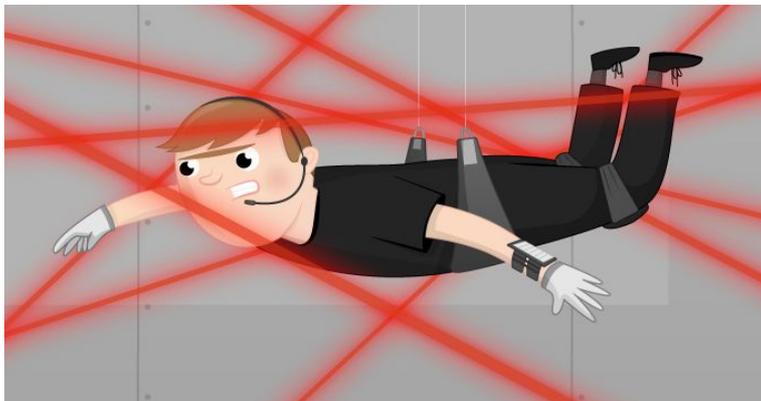
Puoi copiarlo, incollarlo nell'IDE di Arduino e quindi caricarlo su NodeMCU. Potrebbe essere necessario avvicinarsi al cicalino per ascoltare la melodia.

4. Costruire una trappola laser

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- creare un circuito basato su un puntatore laser, una fotoresistenza, un buzzer e una scheda NodeMCU
- creare un programma per far funzionare il circuito sopra come una trappola laser
- descrivere il concetto di variabile
- utilizzare diversi tipi di variabili come booleane o intere
- resettare il circuito dopo la sua attivazione per interrompere il segnale acustico del cicalino



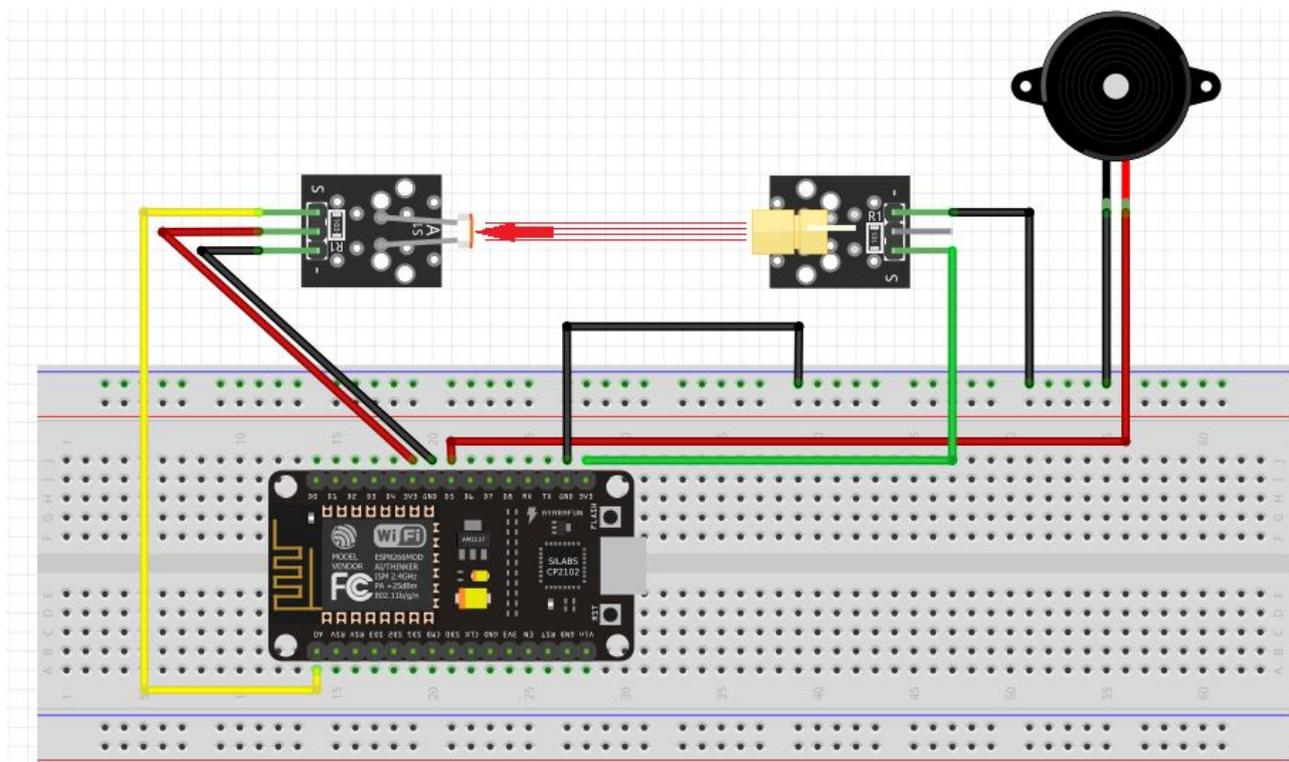
Hai mai visto un film d'azione quando l'attore protagonista cerca di evitare i raggi laser in una stanza, per non attivare l'allarme e farsi beccare?

<https://youtu.be/mr834Cs9ncs>

Questo è ciò che cercheremo di costruire in questa lezione. Un sistema di allarme composto da un puntatore laser, una fotoresistenza e un buzzer che verrà attivato in determinate circostanze.

In poche parole, il raggio laser sarà sempre attivo e verrà puntato verso la fotoresistenza da un punto distante. Finché nulla interrompe il raggio invisibile, la luce che passa attraverso la fotoresistenza fornisce valori elevati misurati nell'IDE di Arduino come discusso in precedenza.

Quando qualcosa blocca il fascio (ad esempio qualcuno che sta in mezzo), allora la luce che passa attraverso la fotoresistenza diventa da **ALTA** a **BASSA** e questo attiva il buzzer che emette un suono fastidioso come quello di una sirena.



VI. Blynk e i suoi usi

1. Come funziona Blynk

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

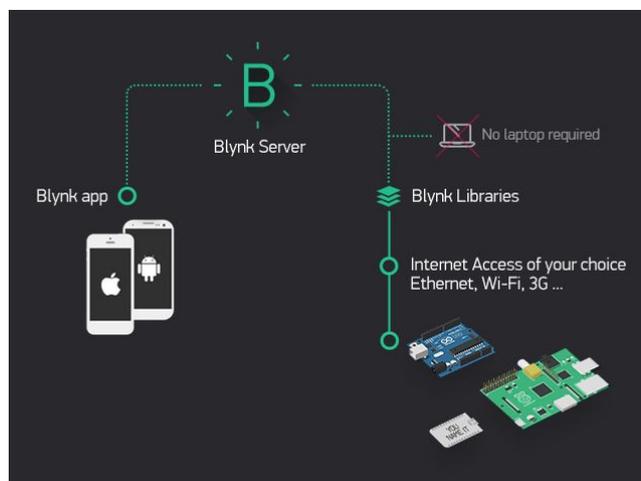
- descrivere l'applicazione Blynk, i suoi usi e i suoi elementi di base
- indicare le caratteristiche principali di Blynk
- descrivere l'hardware necessario per far funzionare Blynk

Blynk è stato progettato per l'Internet of Things. Può controllare l'hardware da remoto, può visualizzare i dati del sensore, può memorizzare dati, visualizzarli e fare molte altre cose interessanti.

Ci sono **tre** componenti principali nella piattaforma:

- **Blynk App** - ti consente di creare interfacce sorprendenti per i tuoi progetti utilizzando i vari widget disponibili.
- **Blynk Server** - responsabile di tutte le comunicazioni tra lo smartphone e l'hardware. Puoi utilizzare Blynk Cloud o eseguire il tuo [server Blynk privato](#) localmente. È open-source, può facilmente gestire migliaia di dispositivi e può anche essere lanciato su un Raspberry Pi.
- **Blynk Libraries** - per tutte le piattaforme hardware più diffuse: consente di abilitare la comunicazione con il server ed elaborare tutti i comandi in entrata e in uscita.

Ora immagina: ogni volta che premi un pulsante nell'app Blynk, il messaggio viaggia verso Blynk Cloud, dove trova magicamente la sua strada verso il tuo hardware. Funziona allo stesso modo nella direzione opposta e tutto accade in un batter d'occhio.



2. Installazione delle librerie Arduino IDE +

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- preparare l'IDE di Arduino per supportare le applicazioni Blynk
- installare tutte le librerie necessarie per supportare Blynk
- personalizzare l'IDE di Arduino per codificare gli schemi Blynk per i nostri dispositivi

Per preparare l'IDE di Arduino per supportare le applicazioni Blynk, è necessario seguire i seguenti passaggi:

- A. Scarica la versione appropriata dell'IDE di Arduino dal link sottostante
<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- B. Installa il software
- C. Scarica la libreria Blynk (.zip) dal repository github
<https://github.com/blynkkk/blynk-library/releases>
o il collegamento diretto all'ultimo file zip:
[link to latest library file](#)
- D. Estrai il contenuto del file
- E. Esegui il software IDE arduino e vai su File -> Preferences
- F. Individua la posizione dello sketchbook
- G. Copia (e incolla) il contenuto della cartella estratta nella cartella dello sketchbook

3. Installazione sullo smartphone - account Blynk

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- installare l'app Blynk sul proprio smartphone
- creare un account Blynk nel server dedicato
- accedere al server Blynk con il proprio account

App Blynk per iOS o Android

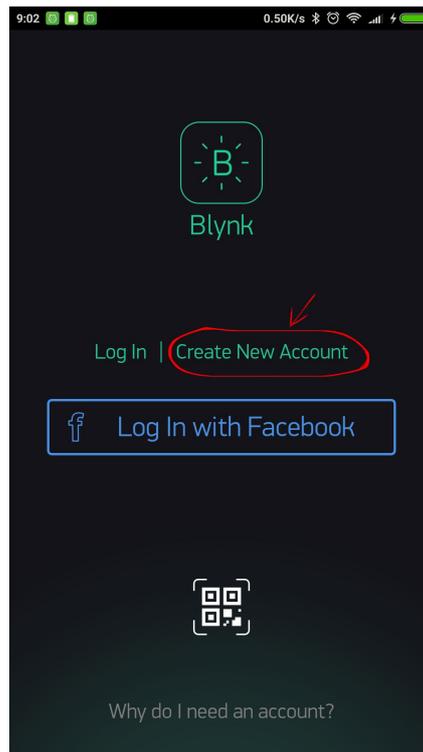
Prima di tutto deve essere installata l'applicazione per smartphone

[Blynk - Android app](#)

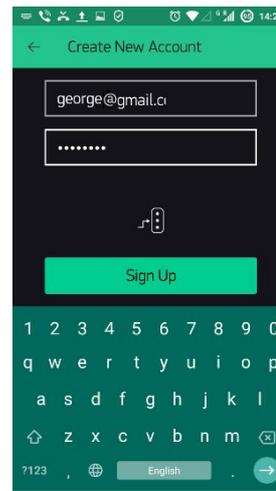
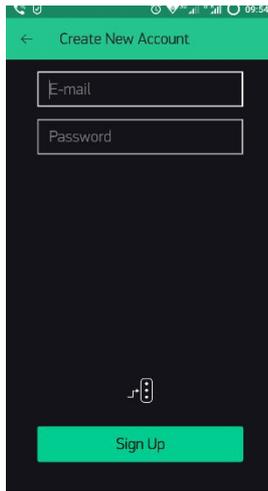
[Blynk - iphone app](#)

Crea un account Blynk

Dopo aver scaricato l'app Blynk, dovrai creare un nuovo account. Ti consigliamo di utilizzare un indirizzo email reale perché semplificherà le cose in seguito.



Apri l'applicazione e seleziona "Crea nuovo account"



Scrivi la tua email e una password per creare un account sul server Blynk

4. Controllo di un dispositivo

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- creare un nuovo progetto in Blynk
- posizionare i widget nel desktop di Blynk
- regolare i widget di Blynk
- preparare il codice per far comunicare il proprio dispositivo con lo smartphone
- creare un circuito per provare a far lampeggiare un LED tramite il proprio smartphone

Creazione di un nuovo progetto in Blynk

In questa sezione impareremo come controllare un dispositivo remoto utilizzando lo smartphone



All'inizio di solito pianifichiamo e progettiamo la nostra applicazione, ma possiamo modificare o addirittura cambiare qualsiasi cosa in seguito.

Come prima applicazione, controlleremo un led che collegheremo alla nostra unità microcontrollore IDE arduino (MCU)

- A. Apri l'applicazione Blynk del tuo smartphone
- B. Fai clic su Nuovo Progetto
- C. Scrivi il nome del progetto: LED NodeMCU
- D. Scegli il dispositivo: ESP8266
- E. Scegli il tipo di connessione: WiFi
- F. Fai clic su: Crea

Al momento è stata inviata un'e-mail al tuo account con il token di autenticazione del progetto, ma puoi trovarlo e copiarlo, o inviarlo di nuovo all'interno del menu Impostazioni progetto, all'interno del progetto

- A. Fai clic sul segno più
- B. Pulsante seleziona
- C. Fai clic sul pulsante
- D. Clicca su PIN
- E. Seleziona Digitale e GP13
- F. Ruota il cursore per cambiare
- G. Fai clic sul pulsante Indietro

5. Lettura di temperatura e umidità

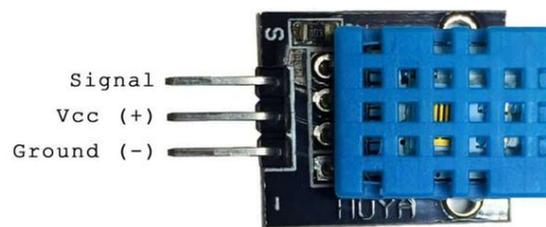
Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

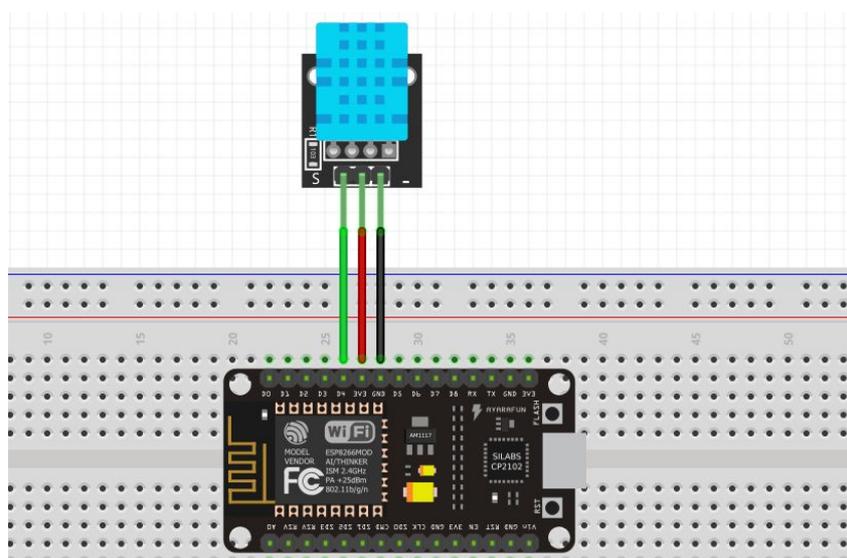
- descrivere il sensore DHT11 e i suoi usi
- costruire un circuito con un NodeMCU e un sensore DHT11 per leggere la temperatura e l'umidità dell'ambiente
- creare un programma per leggere i risultati sul proprio smartphone
- creare un progetto Blynk con widget e regolazioni per visualizzare i risultati correnti e la loro cronologia

Configurazione del sensore DHT11

Il sensore DHT11 è un sensore digitale di temperatura e umidità che può essere collegato e che può inviare dati ambientali al NodeMCU.

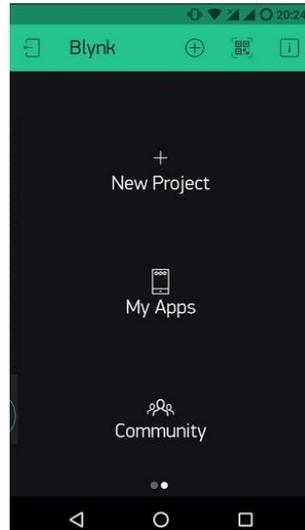


Qui creeremo un circuito che invierà i dati al server Blynk e tramite questo, al nostro telefono cellulare. Quindi, per prima cosa, crea il circuito seguendo lo schema seguente:

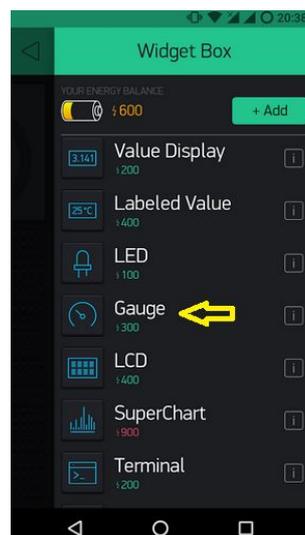


In questo diagramma, notiamo che colleghiamo il pin S (ignal) del DHT11 al pin D4 del NodeMCU. Quindi i dati verranno indirizzati a GPIO2.

Ora è il momento di creare un nuovo progetto sull'app Blynk. Quindi, apri l'app Blynk, accedi al server se non sei già loggato e crea un nuovo progetto chiamato "DHT11".



Il nostro prossimo lavoro è aggiungere alcuni widget per la visualizzazione dei dati che l'app Blynk riceverà. Premendo scegliamo un indicatore per la temperatura e un altro per l'umidità.



Seguendo tutto quanto sopra, ora dobbiamo etichettare gli indicatori e regolare i pin che "ascolteranno". Il primo indicatore si chiamerà Temperatura, ascolterà il Virtual Pin 6 e i suoi limiti saranno da 0 a 50 gradi Celsius. Si dovranno anche regolare le impostazioni dell'indicatore di umidità:



Quindi dobbiamo creare il codice affinché tutto questo possa funzionare insieme:

CODE:

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <DHT.h>

// You should get Auth Token in the Blynk App.
// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "????????????????????????????????";

// Your WiFi credentials.
char ssid[] = "XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX";
char pass[] = "YYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYY";

#define DHTPIN 2    // What digital pin we're connected to

// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
// #define DHTTYPE DHT22 // DHT 22, AM2302, AM2321
// #define DHTTYPE DHT21 // DHT 21, AM2301

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BlynkTimer timer;
```



```
// This function sends Arduino's up time every second to Virtual Pin (5).
// In the app, Widget's reading frequency should be set to PUSH. This means
// that you define how often to send data to Blynk App.
void sendSensor()
{
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature(); // or dht.readTemperature(true) for Fahrenheit

  if (isnan(h) || isnan(t)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
  }
  // You can send any value at any time.
  // Please don't send more that 10 values per second.
  Blynk.virtualWrite(V5, h);
  Blynk.virtualWrite(V6, t);
}

void setup()
{
  // Debug console
  Serial.begin(9600);

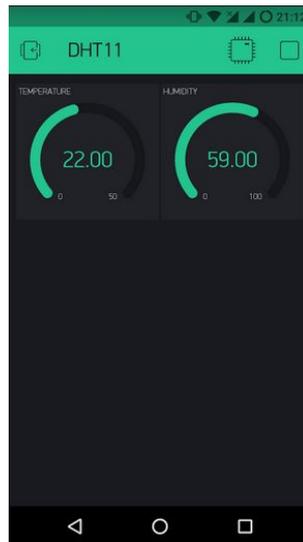
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);

  dht.begin();

  // Setup a function to be called every second
  timer.setInterval(1000L, sendSensor);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
  timer.run();
}
```

Copia il codice sopra, incollalo nell'IDE di Arduino, inserisci il codice di autenticazione che è arrivato prima al tuo indirizzo email, il nome WiFi e la password WiFi, quindi premi il pulsante. Ora, guarda i cambiamenti di temperatura e umidità dell'ambiente intorno a DHT11, direttamente sul tuo telefono cellulare come nell'immagine qui sotto:



Puoi anche aggiungere un grafico storico come di seguito, scegliendo il Superchart e regolando le impostazioni in base alla configurazione corrente!



Sentiti libero di sperimentare con i widget e divertiti con BLYNK!

VII. Uniamo le nostre conoscenze

1. Controllo dei colori

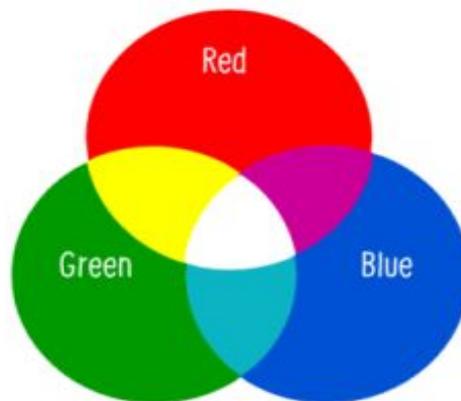
Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- descrivere il modello di colore RGB
- indicare la differenza tra un LED RGB e un LED a un colore
- distinguere e utilizzare le gambe di un LED RGB
- creare un circuito con un LED RGB
- programmare il NodeMCU per cambiare il colore di un LED RGB con il proprio smartphone
- creare un progetto ZeRGBa sul proprio smartphone

Modifica dei colori su un LED RGB utilizzando Blynk

Per qualsiasi fonte di luce che emette luce direttamente ai nostri occhi, il colore che viene percepito dal nostro cervello ha tre componenti di base, una certa quantità di rosso, verde e blu. Le variazioni nella loro quantità ci aiutano a creare vari colori.



Un led RGB è un singolo LED che ci fornisce tutti e tre i tipi di colori. Sono disponibili in due forme: catodo comune (di cui parleremo in questo progetto) e anodo comune. Il catodo comune ha un pin GND comune per tutti e tre i colori. Ecco una foto di questo e dei suoi colori di spilli corrispondenti:

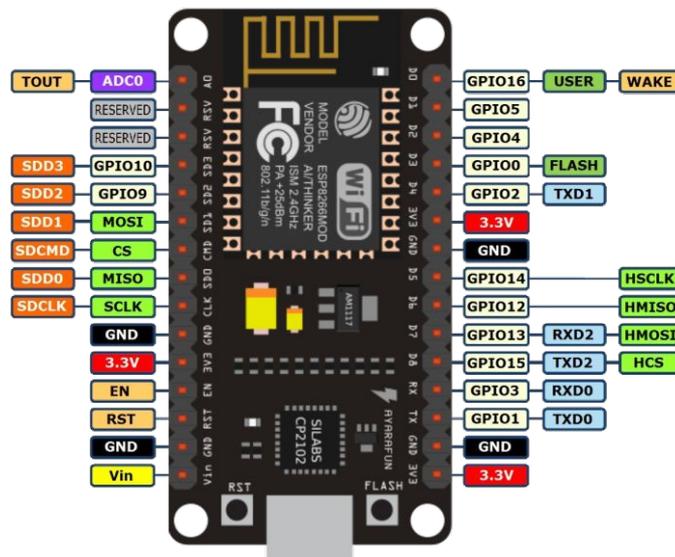


In realtà, ci sono tre LED, uno rosso, uno verde e sì, uno blu in un unico pacchetto. Controllando la quantità di ciascuno dei singoli LED puoi creare praticamente qualsiasi colore tu voglia.

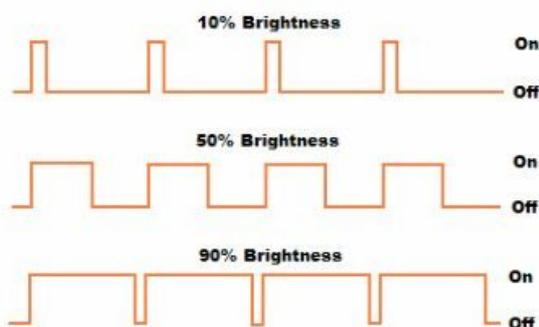
Puoi giocare con la quantità di colori di base di cui hai bisogno per creare un nuovo colore qui:

[RGB color calculator](#)

Come abbiamo discusso nelle sezioni precedenti le porte digitali possono avere solo uno dei due valori: 0 o 1, TRUE o FALSE, ON o OFF. Quindi, è chiaro che non abbiamo potuto controllare la quantità di luce emessa da uno qualsiasi dei singoli LED collegando le sue gambe alle porte digitali.

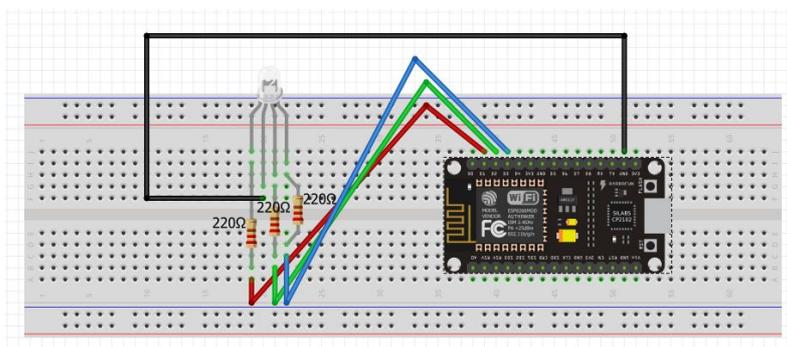


Ecco un problema che è fortunatamente risolto e la soluzione si chiama PWM. Pulse Width Modulation, o PWM, è una tecnica per ottenere risultati analogici con mezzi digitali. Il controllo digitale viene utilizzato per creare un'onda quadra, un segnale commutato tra acceso e spento.



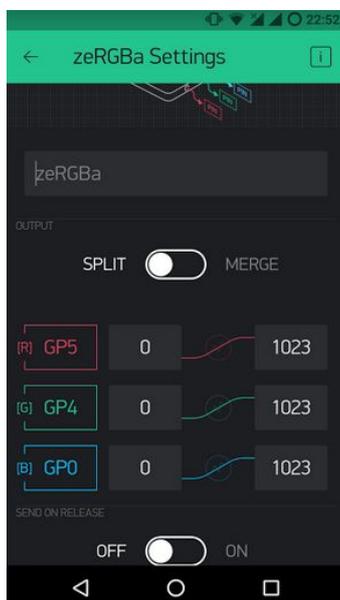
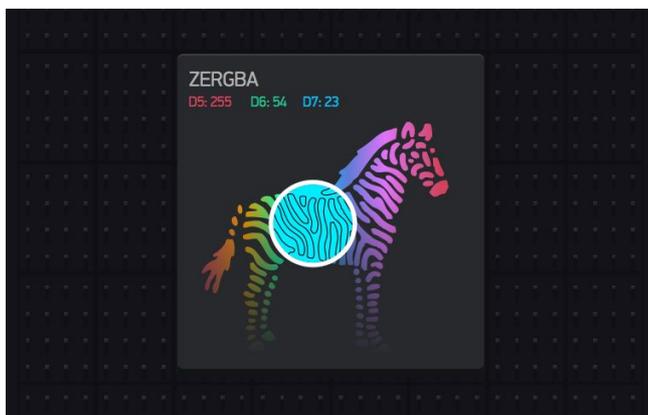
Questo schema on-off può simulare tensioni tra full-on (3,3 Volt) e off (0 Volt) cambiando la durata del tempo che il segnale trascorre acceso, rispetto al tempo che il segnale resta spento. La durata del "tempo di attivazione" è chiamata ampiezza dell'impulso. Per ottenere valori analogici variabili, si modifica o si modula l'ampiezza dell'impulso. Se ripeti questo schema di accensione e spegnimento abbastanza velocemente con un LED, ad esempio, il risultato è come se il segnale fosse una tensione costante tra 0 e 3,3 V che controlla la luminosità del LED.

Quindi nel nostro caso scegliamo tre dei pin digitali (D1, D2, D3) per collegare rispettivamente le gambe di Rosso, Verde e Blu. La gamba del catodo va al pin GND. Il diagramma è il seguente:

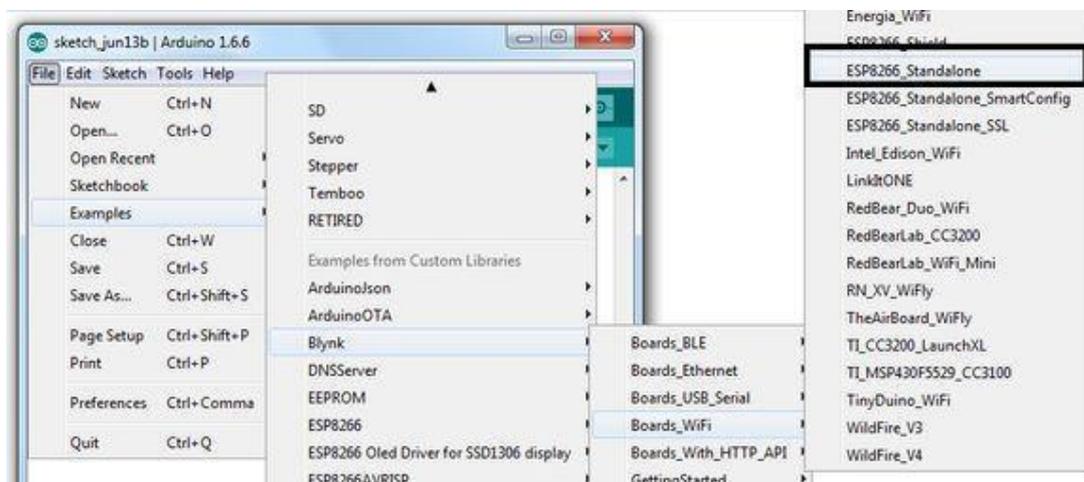


Quindi, crea un nuovo progetto nell'app Blynk denominato "LED RGB". La chiave di autenticazione verrà inviata al tuo indirizzo email. Ne avrai bisogno più tardi.

Posiziona il widget ZeRGBa sul desktop del progetto e regolalo in base alle seguenti schermate:



Il passaggio finale è creare il codice che trasferirà i nostri comandi (colore) da Blynk al LED RGB. Abbiamo solo bisogno del programma Blynk predefinito che abbiamo usato in una sezione precedente. Quindi, vai a
File->Examples->Blynk-Boards_Wifi->Esp8266Standalone



Cambia le credenziali con le tue. Se non le conosci, chiedi agli amministratori. L'auth[] è la chiave che hai ricevuto in precedenza nella tua email. Il ssid[] è il nome della tua rete WiFi e il pass[] è la password.

```
char auth[] = "?????????????";  
char ssid[] = "XXXXXXXXXX";  
char pass[] = "YYYYYYYYYYYYY";
```

Infine salvare il file e premere Carica.

Se tutto è andato secondo le istruzioni, puoi scegliere il colore che ti piace sullo schermo del tuo cellulare e inviarlo al LED RGB.

2. Attivazione dei dispositivi

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- descrivere il dispositivo Relè e i suoi usi
- creare un circuito con un Relè e un NodeMCU per controllare un dispositivo ad alta o bassa tensione con i propri smartphone
- costruire il codice per far comunicare il proprio smartphone con il circuito
- creare un progetto di Relè nell'app Blynk

Utilizzo di un relè per attivare altri dispositivi

Una delle cose più utili che puoi fare con l'IoT è controllare dispositivi ad alta tensione (120-240 V) come ventilatori, luci, caloriferi e altri elettrodomestici. Poiché il NodeMCU funziona a 3,3 V, non può controllare direttamente questi dispositivi a tensione più elevata, ma è possibile utilizzare un relè per commutare la corrente 120-240 V e utilizzare NodeMCU per controllare il relè.

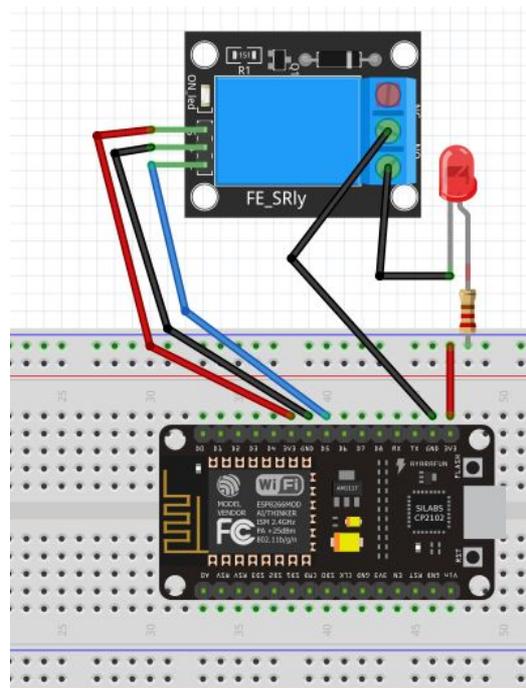


Un relè è un interruttore azionato elettricamente. Molti relè utilizzano un elettromagnete per azionare meccanicamente l'interruttore e fornire isolamento elettrico tra due circuiti. In questo progetto useremo un NodeMCU per controllare il relè. Svilupperemo un semplice circuito per dimostrare e distinguere tra i terminali NO (Normalmente aperto) e NC (Normalmente chiuso) del relè.

Il NodeMCU può essere programmato per accendere il relè quando si verifica un determinato evento, ad esempio quando la [temperatura](#) di un termostato supera i 30°C. O quando la resistenza di una fotoresistenza scende sotto i 400 Ohm. Quasi tutti i sensori possono essere utilizzati per attivare o disattivare il relè. Non è nemmeno necessario che il trigger provenga da un sensore. Può verificarsi a intervalli di tempo prestabiliti, può essere attivato premendo un pulsante o anche quando si riceve un'e-mail.

Nel nostro caso costruiremo un circuito che attiverà il relè ogni volta che premiamo un pulsante sul nostro cellulare nell'applicazione Blynk.

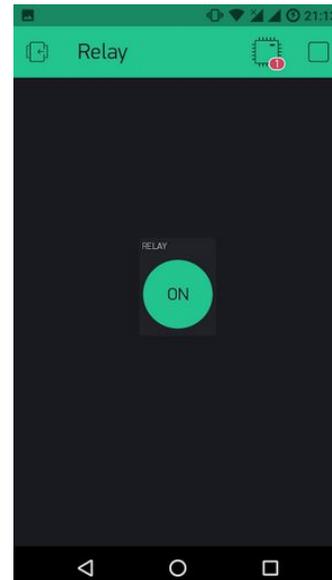
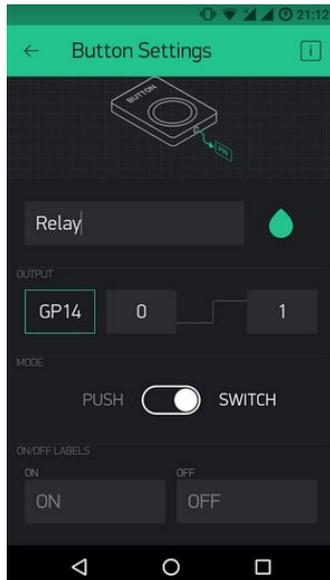
Prima di tutto dobbiamo creare il circuito sottostante:



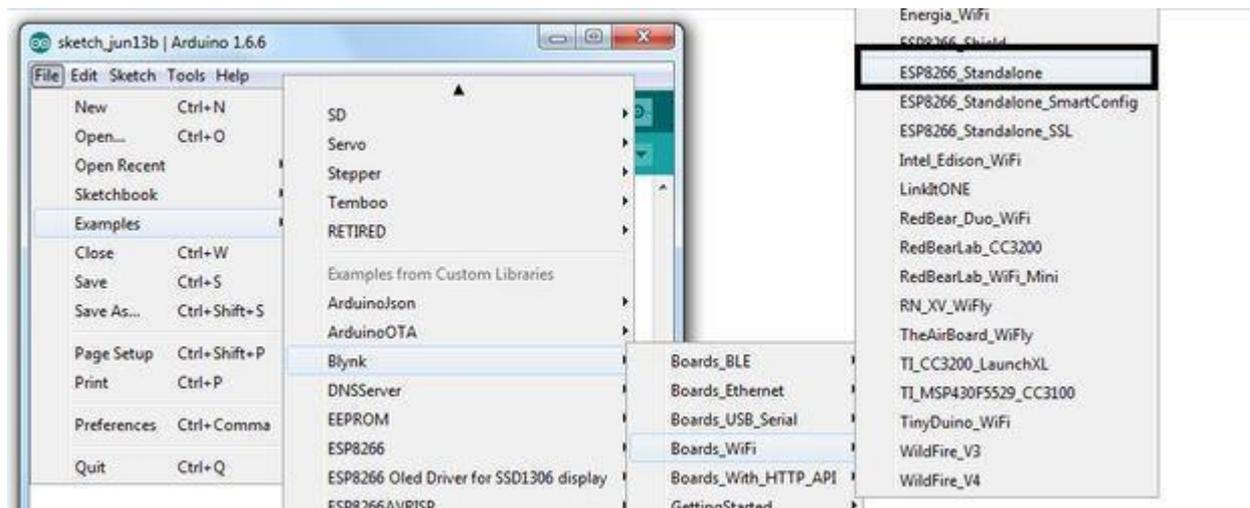
È un semplice circuito con un relè che riceve i comandi dal pin D5 (GPIO 14) e controlla il dispositivo collegato sull'altro lato, che è un singolo LED. Al posto di un LED, possiamo avere qualsiasi altro dispositivo di alta o bassa tensione che prenderà i comandi dal relè.

Quindi, crea un nuovo progetto nell'app Blynk denominato "Relay". La chiave di autenticazione verrà inviata al tuo indirizzo email. Ne avrai bisogno più tardi.

Posiziona un widget pulsante sul desktop del progetto e regolalo in base alle seguenti schermate:



Infine, dobbiamo creare il codice nell'IDE di Arduino. È simile alla sezione precedente. Abbiamo solo bisogno del programma Blynk predefinito che abbiamo usato fino ad ora. Quindi, vai a **File->Examples->Blynk-Boards_Wifi->Esp8266Standalone**



Cambia le credenziali con le tue. Se non le conosci, chiedi agli amministratori. L' auth[] è la chiave che hai ricevuto in precedenza nella tua email. Il ssid[] è il nome della tua rete WiFi e il pass[] è la password.

```
char auth[] = "????????????";  
char ssid[] = "XXXXXXXXXX";  
char pass[] = "YYYYYYYYYYYY";
```

Infine salvare il file e premere Carica.

Se tutto è andato secondo le istruzioni, è possibile accendere e spegnere il LED.

3. Costruire un condizionatore d'aria autonomo

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- creare un circuito che utilizza molti dispositivi elettronici per simulare il funzionamento di un condizionatore d'aria autonomo
- costruire un programma per automatizzare il processo e comunicare con il proprio smartphone
- creare un progetto Blynk per supervisionare la storia e le attuali condizioni ambientali del luogo in cui è installato l'AC

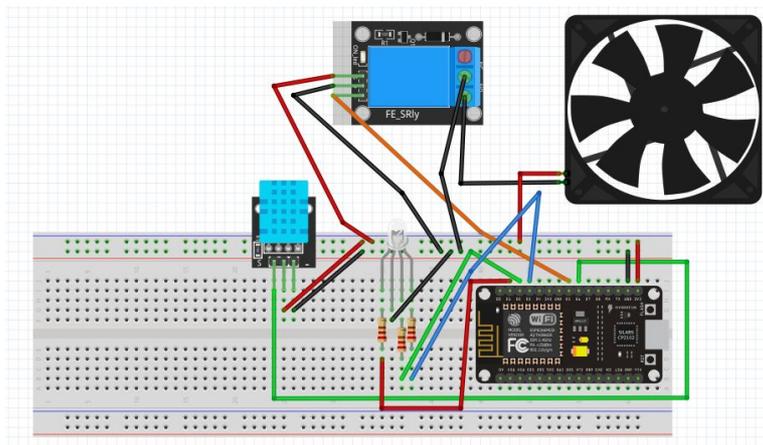
Impara come attivare la ventola quando il riscaldamento è acceso.

Ora che abbiamo le nozioni su NodeMCU, sensori, Blynk, ecc. Proviamo a costruire un condizionatore d'aria autonomo. Monitorerà la [temperatura](#) e se è inferiore a 20°C, il LED RGB si illuminerà di BLU. Se è superiore a 20°C e inferiore a 25°C, il LED RGB si illuminerà di VERDE. Se è compresa tra 25°C e 30°C il LED RGB si illuminerà di ARANCIONE. E infine, se la [temperatura](#) è superiore a 30°C il LED RGB si illuminerà di ROSSO e il relè si accenderà, attivando una ventola o un altro LED per emulare questa funzione.

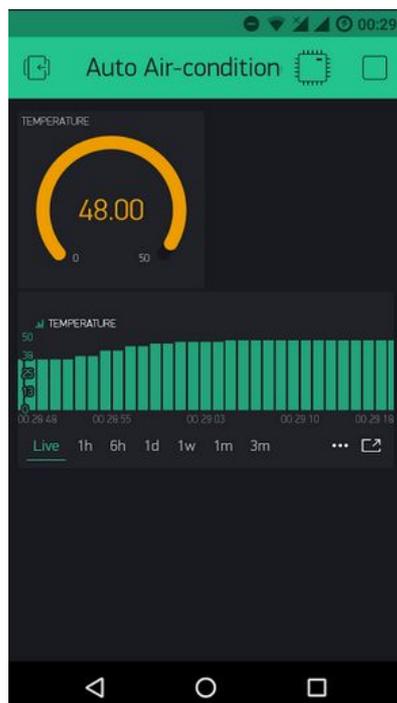
Per tutto questo tempo, controlleremo la [temperatura](#) sulla nostra app Blynk guardando anche la cronologia dei risultati.



Lo schema del circuito sarà il seguente:



Il progetto Blynk sarà semplice come questo screenshot:



Il codice è il seguente:

```
/******  
Download latest Blynk library here:  
https://github.com/blynkkk/blynk-library/releases/latest  
  
Blynk is a platform with iOS and Android apps to control  
Arduino, Raspberry Pi and the likes over the Internet.  
You can easily build graphic interfaces for all your  
projects by simply dragging and dropping widgets.  
  
Downloads, docs, tutorials: http://www.blynk.cc  
Sketch generator: http://examples.blynk.cc  
Blynk community: http://community.blynk.cc  
Follow us: http://www.fb.com/blynkapp  
http://twitter.com/blynk_app  
  
Blynk library is licensed under MIT license  
This example code is in public domain.  
  
*****  
  
This example shows how value can be pushed from Arduino to  
the Blynk App.  
  
WARNING :  
For this example you'll need Adafruit DHT sensor libraries:  
https://github.com/adafruit/Adafruit_Sensor  
https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library  
  
App project setup:  
Value Display widget attached to V5  
Value Display widget attached to V6  
*****/  
  
/* Comment this out to disable prints and save space */  
#define BLYNK_PRINT Serial  
  
#include <ESP8266WiFi.h>  
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>  
#include <DHT.h>  
  
// You should get Auth Token in the Blynk App.  
// Go to the Project Settings (nut icon).  
char auth[] = "????????????????????";
```



```
// Your WiFi credentials.
// Set password to "" for open networks.
char ssid[] = "XXXXXXXXXXXXXXXXXX";
char pass[] = "YYYYYYYYYYYYYYYYYY";

#define DHTPIN 12    // What digital pin we're connected to

// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
// #define DHTTYPE DHT22 // DHT 22, AM2302, AM2321
// #define DHTTYPE DHT21 // DHT 21, AM2301

int redPin = 5;
int greenPin = 4;
int bluePin = 0;

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BlynkTimer timer;

// This function sends Arduino's up time every second to Virtual Pin (5).
// In the app, Widget's reading frequency should be set to PUSH. This means
// that you define how often to send data to Blynk App.
void sendSensor()
{
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature(); // or dht.readTemperature(true) for Fahrenheit

  if (isnan(h) || isnan(t)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    return;
  }
  else {
    Serial.println(t,0);
    if (t < 20){
      digitalWrite(14, LOW);

      analogWrite(redPin, 0);
      analogWrite(greenPin, 0);
      analogWrite(bluePin, 255);
    }
    else if (t <= 25 && t >= 20) {
      digitalWrite(14, LOW);
    }
  }
}
```



```
analogWrite(redPin, 0);
  analogWrite(greenPin, 255);
  analogWrite(bluePin, 0);
}
else if (t > 25 && t <= 30) {
  digitalWrite(14, LOW);

  analogWrite(redPin, 255);
  analogWrite(greenPin,93);
  analogWrite(bluePin, 0);
}
else {
  digitalWrite(14, HIGH);

  analogWrite(redPin, 255);
  analogWrite(greenPin, 0);
  analogWrite(bluePin, 0);
}
}
}
// You can send any value at any time.
// Please don't send more that 10 values per second.
Blynk.virtualWrite(V5, h);
Blynk.virtualWrite(V6, t);
}

void setup()
{
  // Debug console
  Serial.begin(9600);

  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  // You can also specify server:
  //Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 8442);
  //Blynk.begin(auth, ssid, pass, IPAddress(192,168,1,100), 8442);

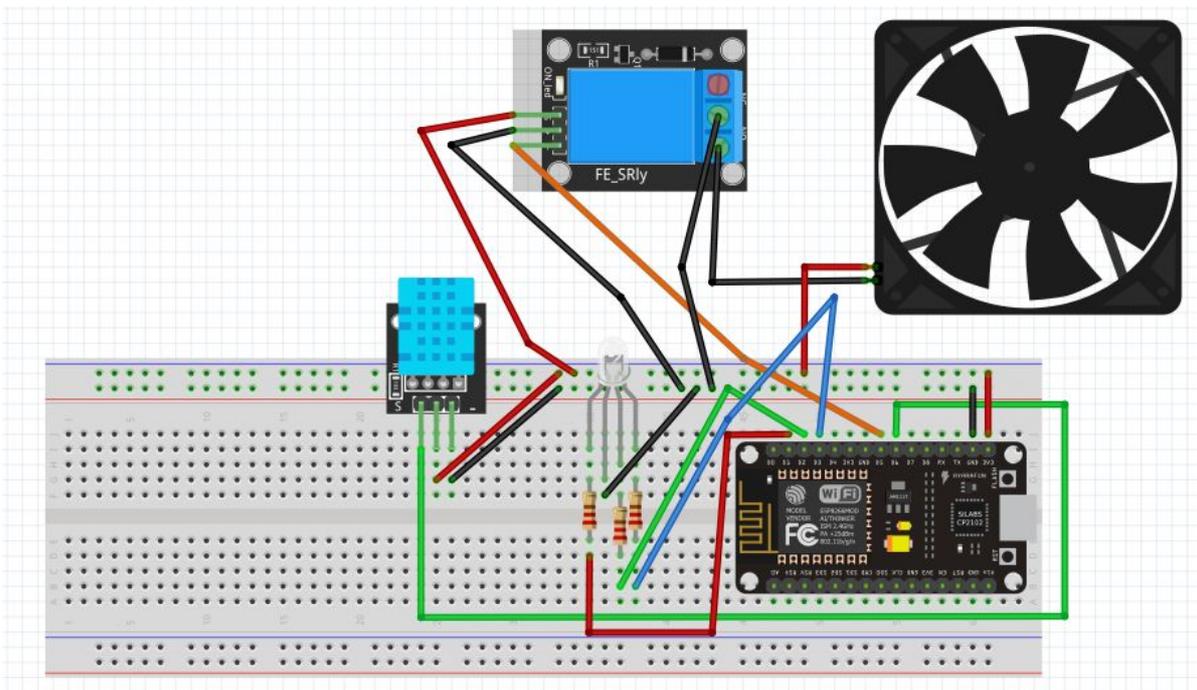
  dht.begin();

  // Setup a function to be called every second
  timer.setInterval(1000L, sendSensor);

  pinMode(redPin, OUTPUT);
  pinMode(greenPin, OUTPUT);
  pinMode(bluePin, OUTPUT);
}
```

```
pinMode(14, OUTPUT);  
}  
  
void loop()  
{  
  Blynk.run();  
  timer.run();  
}
```

Puoi giocare con i limiti di variazione del colore del LED RGB e provare la configurazione con un ventilatore ad aria calda.



Capitolo Quattro: IoT in Agricoltura

I. Agricoltura di precisione

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- Identificare l'agricoltura di precisione (PA)
- Comprendere le diverse implementazioni della PA
- Identificare veicoli/droni senza pilota
- Comprendere come vengono raccolti i dati per le applicazioni PA
- Identificare le quattro fasi di un ciclo di agricoltura di precisione

1. Introduzione

L'agricoltura di precisione (PA) è un sistema integrato di informazione e gestione agricola che si basa su diversi strumenti tecnici come il sistema di posizionamento globale, il sistema di informazione geografica e il telerilevamento. È progettato per aumentare l'efficienza di produzione dell'intera azienda agricola con un basso costo, evitando gli effetti indesiderati del carico chimico nell'ambiente. L'obiettivo dell'agricoltura di precisione è raccogliere e analizzare le informazioni sulla variabilità del suolo e delle condizioni delle colture al fine di massimizzare l'efficienza degli input colturali all'interno di piccole aree del settore agricolo. Per raggiungere questo obiettivo di efficienza, la variabilità all'interno del campo deve essere controllabile.

La PA è anche un approccio di gestione dell'intera azienda agricola che utilizza la tecnologia dell'informazione, i dati di posizionamento satellitare (GNSS), il rilevamento remoto e la raccolta di Proximal Data. Queste tecnologie hanno l'obiettivo di ottimizzare i ritorni sugli input riducendo potenzialmente l'impatto ambientale. In poche parole, la PA è un modo per "applicare il trattamento giusto nel posto giusto al momento giusto" (Gebbers e Adamchuk, 2010) e lo scopo è migliorare le prestazioni, la produzione e la qualità economica e ambientale.

Infine, la PA è un'innovazione in agricoltura che consente il giusto trattamento delle colture e del bestiame al momento giusto sulla minor scala possibile (fino al trattamento di singole piante o animali). Diventerà il "permesso di produrre" per gli agricoltori dell'UE. La tecnologia per la pratica della PA è diventata disponibile per gli agricoltori negli ultimi decenni, come i Farm Management Information Systems (FMIS), i Global Navigation Satellite Systems (GNSS) e vari sensori. Aprono la strada all'implementazione della PA come concetto di agricoltura.

Il GNSS consente di collegare i dati a coordinate geografiche specifiche (georeferenziazione) e questo può essere combinato con la guida automatica delle macchine. L'agricoltura a traffico controllato (CTF) e i sistemi di guida automatica sono le applicazioni di maggior successo sui terreni coltivabili e mostrano chiari vantaggi in quasi tutti i casi. Per i metodi di applicazione a tasso variabile (VRA), come l'ottimizzazione dell'uso di fertilizzanti o pesticidi in base alle aree di necessità, il successo varia notevolmente a seconda dei fattori specifici dell'applicazione.

Molti sensori sono attualmente disponibili e utilizzati per la raccolta di dati o la fornitura di informazioni per il miglioramento della PA. Esistono dispositivi per valutare lo stato del suolo, per registrare informazioni meteorologiche o dati microclimatici, per quantificare lo stato fisiologico delle colture e si basano su principi di telerilevamento. Particolare interesse è stato recentemente dedicato all'uso di veicoli aerei leggeri senza pilota (UAV) a basso costo spesso chiamati droni, ma ora più correttamente definiti sistemi aerei a pilotaggio remoto (RPAS), inizialmente sviluppati per scopi militari, attualmente utilizzati anche nei procedimenti civili. Gli RPAS sono già disponibili e operativi, consentendo la generazione, per l'azienda agricola, di immagini ad altissima risoluzione (da 2 a 10 cm).

2. Perché l'agricoltura di precisione?

La popolazione mondiale continua ad aumentare e si prevede che raggiungerà i 10,0 miliardi nel 2050 (Lutz et al., 1997). La produzione agricola è importante per tutti e la produzione di alimenti in modo conveniente è l'obiettivo di ogni agricoltore, gestore di aziende agricole su larga scala e agenzia agricola regionale. Un agricoltore deve essere informato per essere efficiente, così da poter elaborare una strategia sostenibile in agricoltura. Questi strumenti lo aiuteranno a comprendere la salute del suo raccolto, l'entità dell'infestazione o dei danni da stress, o la potenziale resa e le condizioni del suolo. I broker finanziari sono anche molto interessati al fatto che le aziende agricole producano bene, poiché le stime di rendimento (sia di quantità che di qualità) per tutti i prodotti controllano il prezzo e il commercio mondiale. L'agricoltura di precisione si occupa dello studio dell'applicazione della tecnologia nella produzione agricola per soddisfare i requisiti alimentari mondiali rispetto ai metodi agricoli convenzionali e ridurre l'impatto negativo sull'ambiente.

3. Raccolta dati

I dati raccolti da diversi sensori dovrebbero essere georeferenziati in mappe per fornire informazioni sullo stato fisiologico delle colture e sullo stato del suolo, attraverso i sistemi di informazione geografica (GIS). In particolare, sono necessari modelli per comprendere le causalità e le interrelazioni tra pianta, suolo e clima prima che gli input possano essere regolati spazialmente. Un FMIS è un sistema per la raccolta, l'elaborazione, l'archiviazione e la diffusione dei dati sotto forma di informazioni necessarie alla gestione dell'azienda agricola. È messo a disposizione degli agricoltori tramite servizi di avvertenza, e formazione. La consulenza del servizio pubblico è generalmente molto limitata.

Le applicazioni della PA includono sistemi di guida automatica e tecnologia a velocità variabile che consentono lavorazioni precise, semina, fertilizzazione, irrigazione, applicazione di diserbanti e pesticidi, raccolto e allevamento di animali. La gestione delle colture e gli aspetti dell'allevamento sono ottimizzati grazie all'utilizzo di informazioni raccolte da sensori montati a bordo di macchine agricole (proprietà del suolo, superficie fogliare, temperatura interna animale) o derivate da dati telerilevati ad alta risoluzione (stato fisiologico della pianta). I vantaggi che si possono ottenere includono l'aumento di stabilità e resa economica (principalmente per i coltivatori di seminativi), un maggiore benessere degli animali e il miglioramento di vari aspetti della gestione ambientale.

La PA può svolgere un ruolo sostanziale nel soddisfare la crescente domanda di cibo garantendo nel contempo l'uso sostenibile delle risorse naturali e dell'ambiente. Tuttavia, le dimensioni e la diversità delle strutture agricole rendono difficile la sua adozione in Europa. Secondo la relazione del Parlamento europeo, dovrebbero essere organizzate campagne di sensibilizzazione e di informazione tra gli agricoltori, sono necessarie linee guida appropriate e dovrebbe essere sviluppato uno strumento di "calcolo dell'agricoltura di precisione" dell'UE che apporti valore di supporto decisionale agli agricoltori e ai consulenti. Ciò dovrebbe essere accompagnato da studi di ricerca e sviluppo.

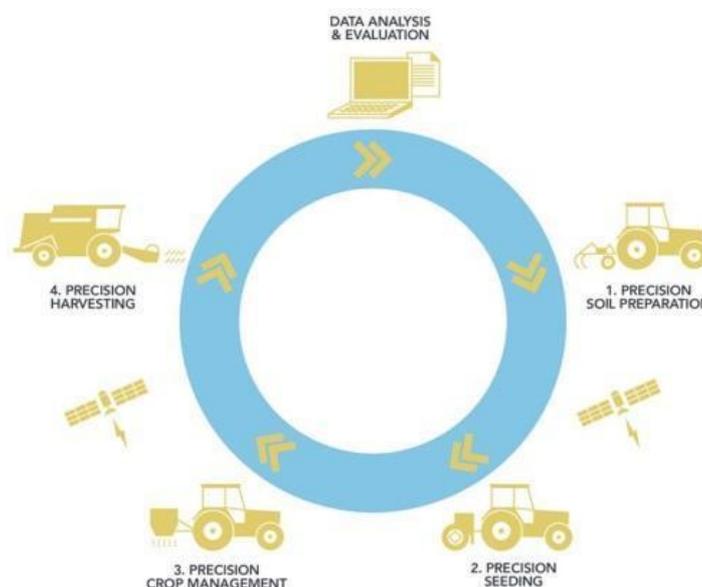
4. Sistema integrato di agricoltura di precisione

L'intero processo di un sistema integrato di PA si divide in 4 fasi (Ciclo di agricoltura di precisione). La prima ha a che fare con tutte le raccolte di dati utili per l'elaborazione come mappe di produzione, risultati di analisi del suolo e altre analisi chimiche. Durante il periodo di coltivazione vengono raccolti più dati come dati meteorologici, protezione delle colture e trattamento delle sementi (Elms & Green, 1997). Molte di queste fasi del processo possono essere automatizzate con l'uso di sistemi e sensori appropriati. La seconda fase riguarda l'analisi e l'elaborazione dei dati raccolti. Il modo in cui i dati di ciascun sistema vengono combinati dipende dalla coltivazione e dall'algoritmo che è stato utilizzato (McCauley, 1999, McKinion et al., 2001). In questa fase è necessario l'utilizzo di un database appropriato per l'esportazione dei risultati (libreria). Lo scopo finale è quello di definire le zone di gestione all'interno di un appezzamento, che sono caratterizzate da qualità comuni del suolo o agronomiche ed enologiche (Blackmore et al., 2003).

La terza fase prevede la realizzazione di lavori sul campo e interventi enologici, secondo i risultati della fase precedente. A questo punto è necessario adattare l'attrezzatura che viene utilizzata per supportare l'applicazione delle esigenze colturali variabili (applicazione a tasso variabile - VRA) in ciascuna delle zone di gestione del campo (Bowers et al., 2001).

La quarta fase riguarda la valutazione delle tecniche applicate che aiuta nella pianificazione dell'anno successivo a quello esaminato. La mappatura della produzione e altri parametri possono essere il punto di partenza per la creazione di zone di gestione, ma anche un punto di valutazione dell'anno passato.

5. Ciclo di agricoltura di precisione



II. Sistemi aerei senza pilota (droni)

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- Identificare i tipi di droni
- Identificare le parti principali di un drone
- Identificare i vantaggi dei droni vs i veicoli con equipaggio vs i satelliti

1. 1. Tipi di droni

I droni, o UAV sono robot volanti. Esistono tre tipi di droni:

- Sistemi ad ala fissa: forme tipiche degli aeroplani
- Sistemi ad ala rotante: sistemi mono o multirottore
- Ali VTOL: Wing-copters

Rispettivamente queste categorie hanno questo aspetto:

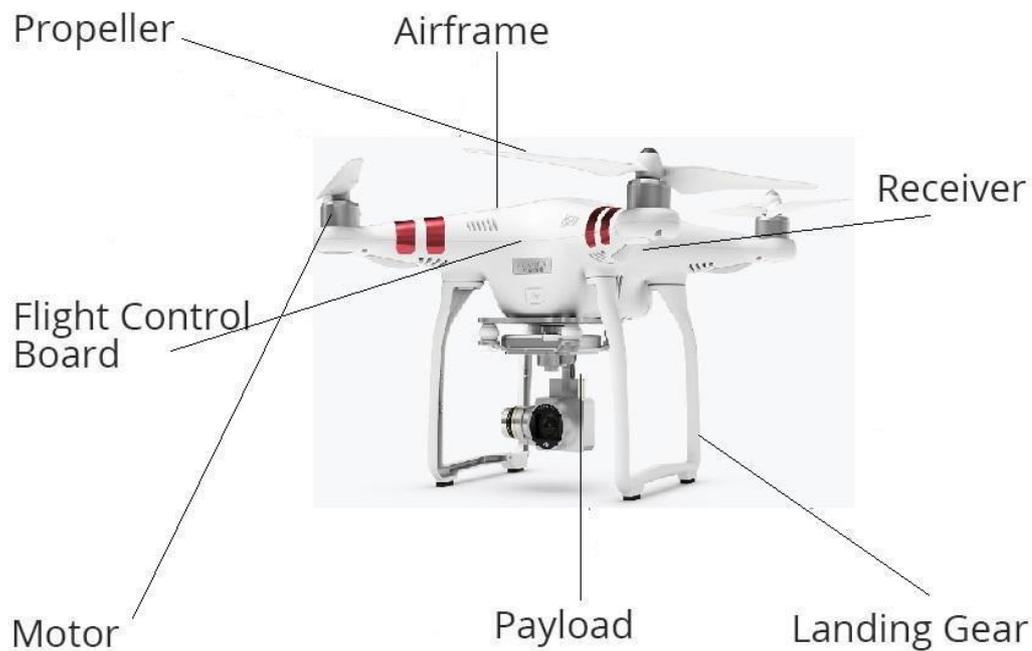


Fonte immagine: Geosence, Thessaloniki, Grecia

2. Parti del drone

Le parti principali di un UAV o di un drone includono i seguenti elementi:

- elica (propeller)
- struttura del velivolo (airframe)
- motore (motor)
- ricevitore (receiver)
- carico utile (payload)
- scheda di controllo di volo (flight control board)
- carrello di atterraggio (landing gear)



Phantom III model by DJ

3. Ala fissa vs ala rotante



Fixed - Wing

- + Aerodynamic shapes
- + Less complicated designs and electronics
- + Simple/Easy maintenance
- + Fly more time
- + Fly in higher speed
- + More wind resistant
- + In case of stall they glide
- Need space to take off
- Need space to land
- Cannot loiter
- More expensive

Cover big areas in one battery
 Mapping/surveying
 Precision agriculture
 Border patrol
 Study of phenomena
 SaR
 Wing span
 Battery powered or fuel motor



Rotary - Wing

- + More complex designs (3 - 4 - 6 - 8 rotors)
- + Relative cheap
- + Vertical take off
- + Vertical Landing
- + Loiter
- Complicated electronics
- A lot of moving parts
- Complex maintenance
- High demand of power
- Less wind resistant
- Fly less time
- Reduced cruising speed
- If they stall, they crash

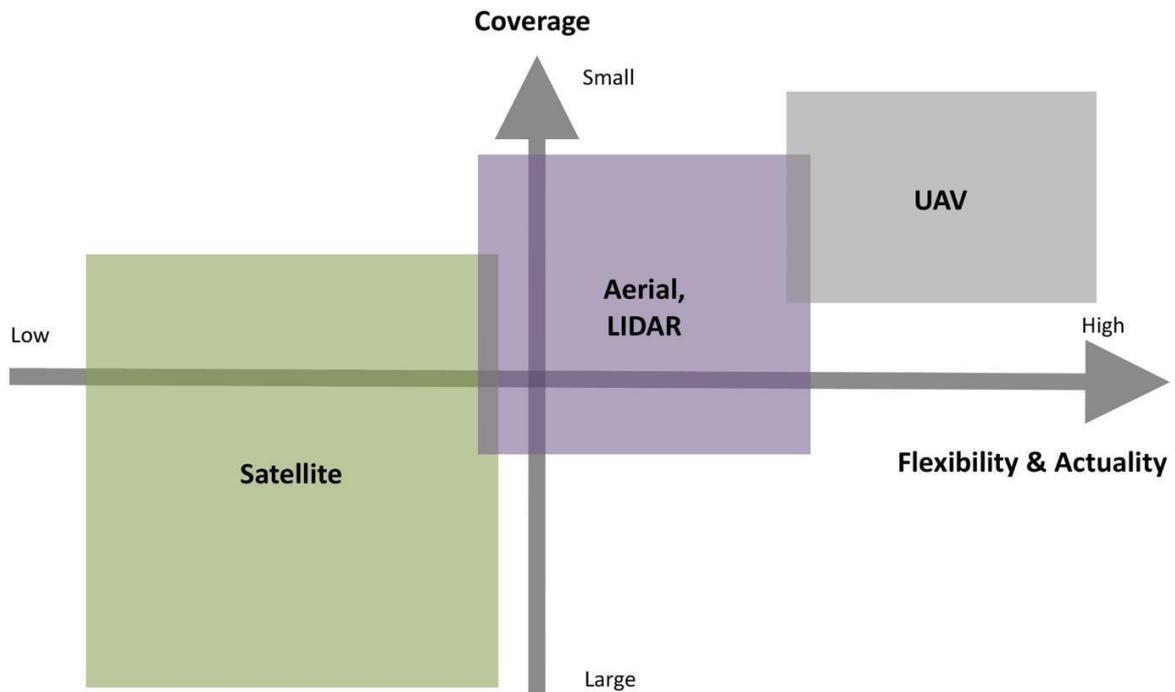
- Inspection and close mapping
- Industrial inspection
- Construction inspection
- Oblique images
- Small scale mapping
- Filming
- SaR
- Diagonal length between rotors
- Battery powered motors
- Recovery if a rotor fail (applies to 8 + rotor systems)

Riferimenti

Introduzione alla moderna fotogrammetria UAV, presentazione PowerPoint, Geosense, Salonico, Grecia Vital UAV Operation, I1 Cert, corso di formazione online, FlyingIQ, USA

4. Droni vs con equipaggio vs satellite

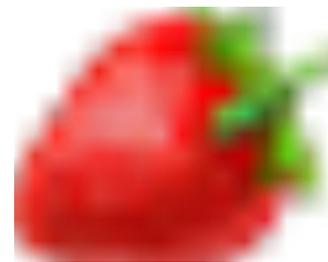
Un confronto tra senza equipaggio (droni), con equipaggio e satelliti relativo alla copertura di una superficie.



Gli UAV sono strumenti più flessibili e possono fornire dati nel momento esatto in cui ne abbiamo bisogno, rispetto ai satelliti o persino ai veicoli aerei con equipaggio. I satelliti possono coprire un'area solo in determinati orari (quando ci passano sopra), nel caso in cui siano equipaggiati hanno bisogno di un pilota, sono costosi e se l'area non è accessibile o le condizioni meteorologiche non sono adatte i dati possono non essere ottenuti in tempo.

Gli UAV o droni possono volare teoricamente ogni volta che ne abbiamo bisogno, possono fornire big data in breve tempo e non ci sono rischi per la vita umana (nessun pilota).

Come appare l'immagine di un drone, di un velivolo senza pilota e di un satellite rispettivamente? Immagina una fragola, sarà così:



Fonte grafico e immagini: Geosense, Thessaloniki, Grecia

III. Droni in agricoltura

Risultati di apprendimento

Dopo il completamento di questa sezione, gli studenti saranno in grado di:

- Descrivere le tre principali strategie di gestione della PA
- Enumerare i vantaggi delle fattorie intelligenti
- Esaminare la salute delle piante in un campo coltivato
- Misurare i campi e altri parametri di coltura
- Misurare lo stress idrico

1. Strategie di gestione dell'agricoltura di precisione

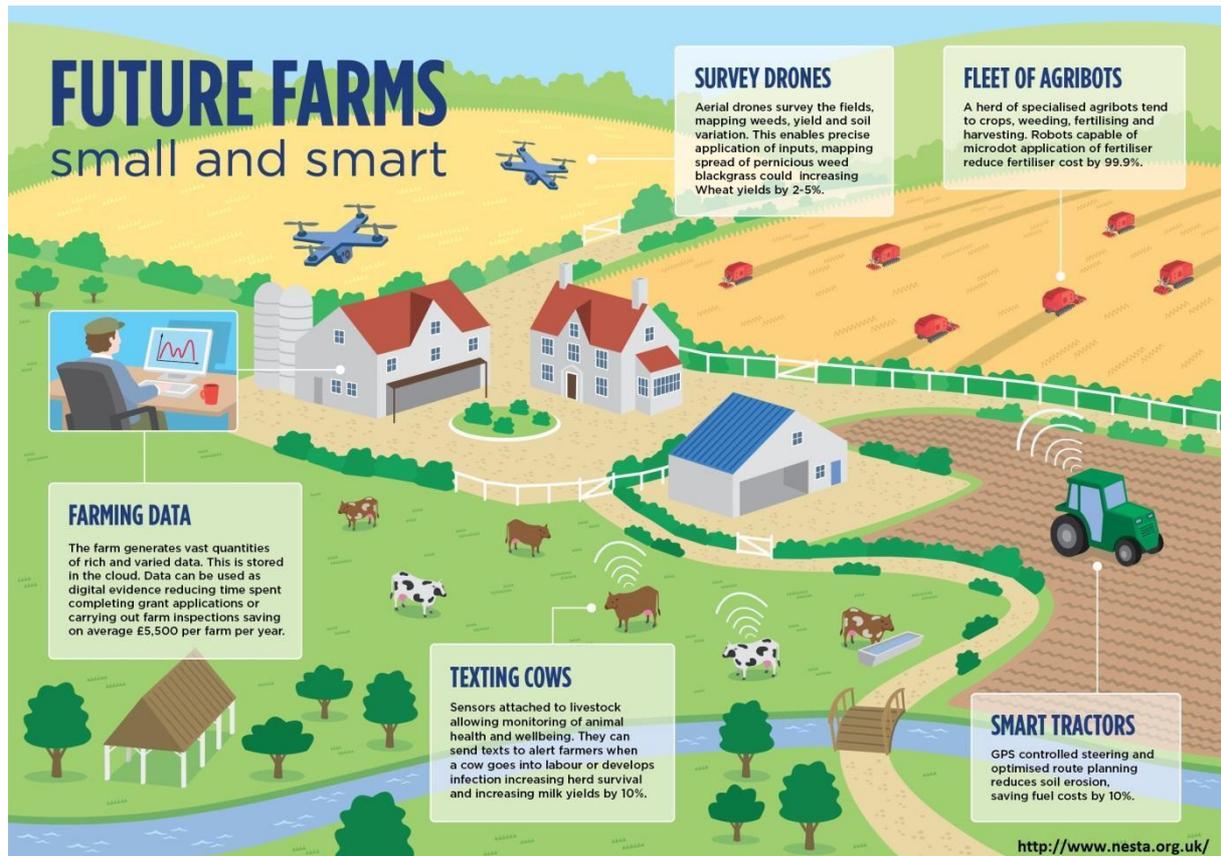
La PA non è identificata con nessuna tattica di gestione particolare. Consente semplicemente all'amministratore (produttore, agronomo, consulente, azienda o sistema esperto) di comprendere e controllare meglio la gestione degli appezzamenti. Poiché l'Agricoltura di Precisione è sviluppata in un sistema integrato, le varie strategie di gestione che possono essere descritte (anche integrate in appositi software) forniscono pratiche costanti e coerenti, soprattutto per quanto riguarda i loro effetti sull'ambiente.

Tre sono, in generale, tre strategie principali che possono essere applicate (Blackmore, S., 1994): Strategia A: Protezione della produzione - Grandi quantità di input - Nessun interesse per l'ambiente. Unica volontà dell'agricoltore è quella di migliorare e tutelare la produzione. I criteri ambientali non vengono volutamente considerati e vengono utilizzate quantità elevate di input. Le quantità di input delle variabili spaziali sono finanziariamente le migliori e contemporaneamente in grado di mantenere bassi o nulli i livelli di infestanti.

Strategia B: input ridotti - raccolta definitiva - moderata preoccupazione per l'ambiente. È accettato un livello di rischio di perdita di produzione più elevato e gli input sono limitati a livelli economicamente ottimali, in base al grado di rischio assunto. Le considerazioni ambientali vengono tenute di conto, ma non definite chiaramente e le quantità immesse sono tali da mantenere i parassiti e le malattie a livelli moderati. L'uso di lubrificanti nei valori economicamente più ottimali.

Strategia C: input ridotti - Elevato interesse per l'ambiente. La protezione dell'ambiente viene prima di tutto, sia per la comprensione della sua importanza (attenzione all'ambiente), sia per gli incentivi finanziari (sostegno finanziario, sussidi, agroturismo, ecc.). Le quantità di input applicate sono tali da mantenere i parassiti e le malattie a livelli moderati. Gli input si applicano a prezzi economicamente inferiori a quelli ottimali, ma sufficientemente alti da evitare perdite significative di rendimento.

Una tipica fattoria intelligente



<http://www.nesta.org.uk>

2. Benefici dell'uso dei droni

L'uso di droni in agricoltura fornirà all'agricoltore vantaggi specifici come:

- Disponibilità di molti sensori diversi
- Facilità d'utilizzo
- Scouting veloce e preciso
- Riferimento spaziale accurato
- Riduzione dei costi di fertilizzanti e prescrizioni
- Valutazione di qualsiasi azione intrapresa
- Previsione di produzione
- Strumenti di supporto decisionale
- Tracciabilità

Un esempio è il riso in Giappone, dove l'uso dei droni ha aumentato la resa di produzione del 15% e ridotto del 30% il costo di produzione!!!

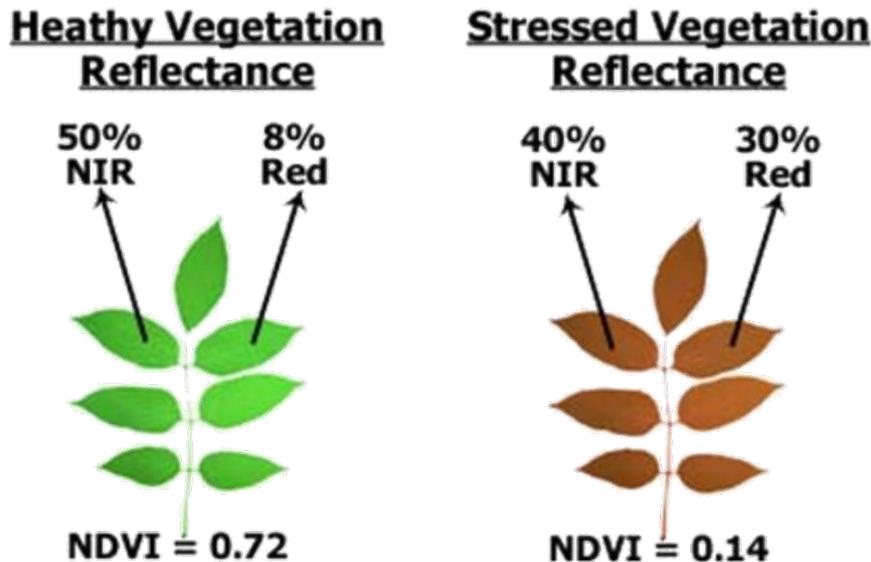
In Grecia, l'uso di droni nelle colture di cereali, riso o altro tipo è limitato o assente secondo un'indagine avvenuta nel 2015, in cui i ricercatori/autori hanno cercato di capire se gli agricoltori avessero familiarità con l'uso dei droni in agricoltura e se avessero mai sentito parlare dei loro benefici per la produzione agricola.

I risultati possono essere trovati nel seguente documento:

Trivellas A., Perdikaris A., Bampagalou A. (2015). The use of unmanned aircrafts on precision agriculture, GREEN-AgriChains 1st International Conference of Agrifood Supply Chain Management (SCM) and Green Logistics, May 2015, Thessaloniki, Greece

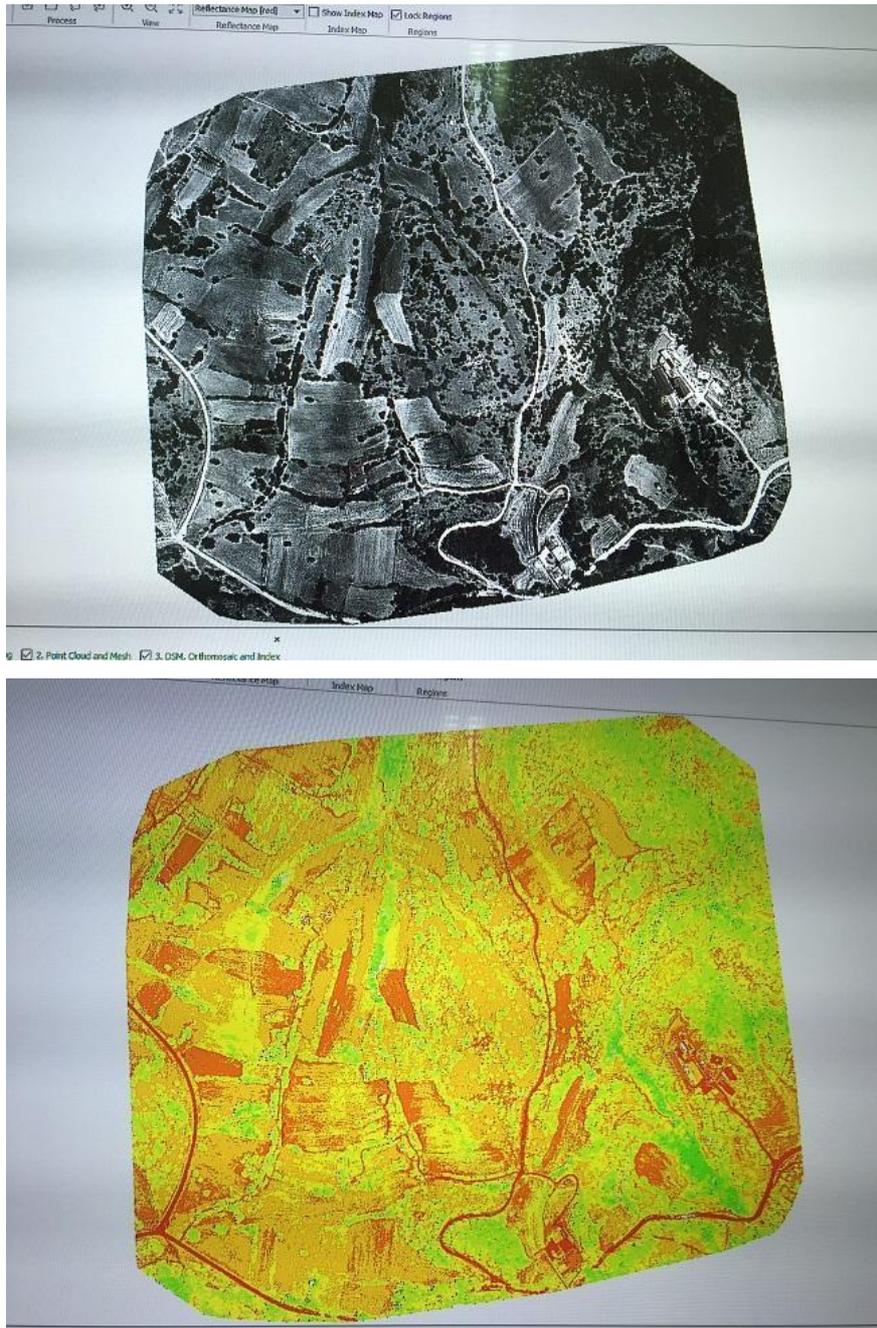
3. Misurare la salute delle piante

Misurando l'indice NDVI possiamo esaminare la salute delle piante in un campo di coltura. L'indice NDVI può essere calcolato secondo il seguente schema:



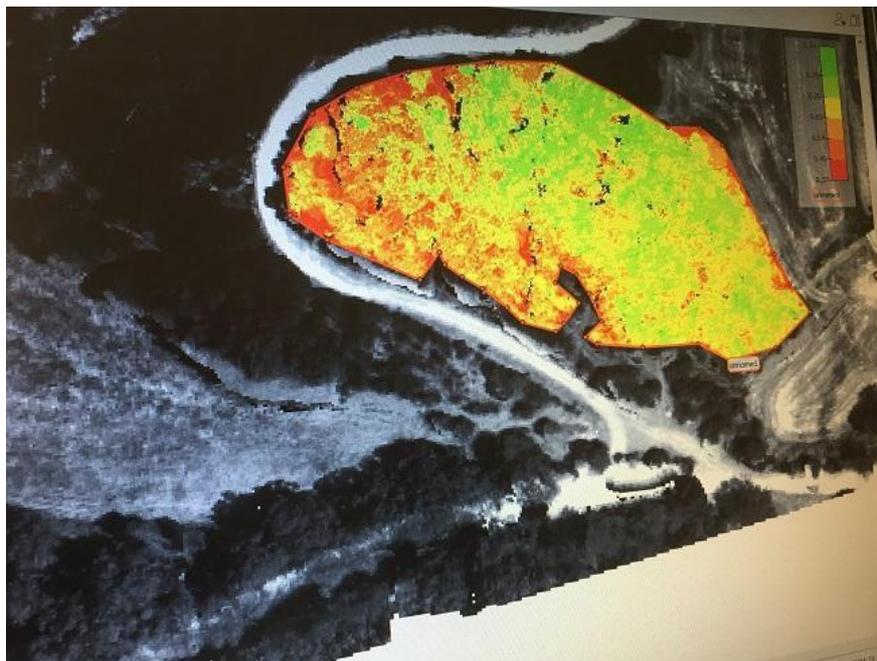
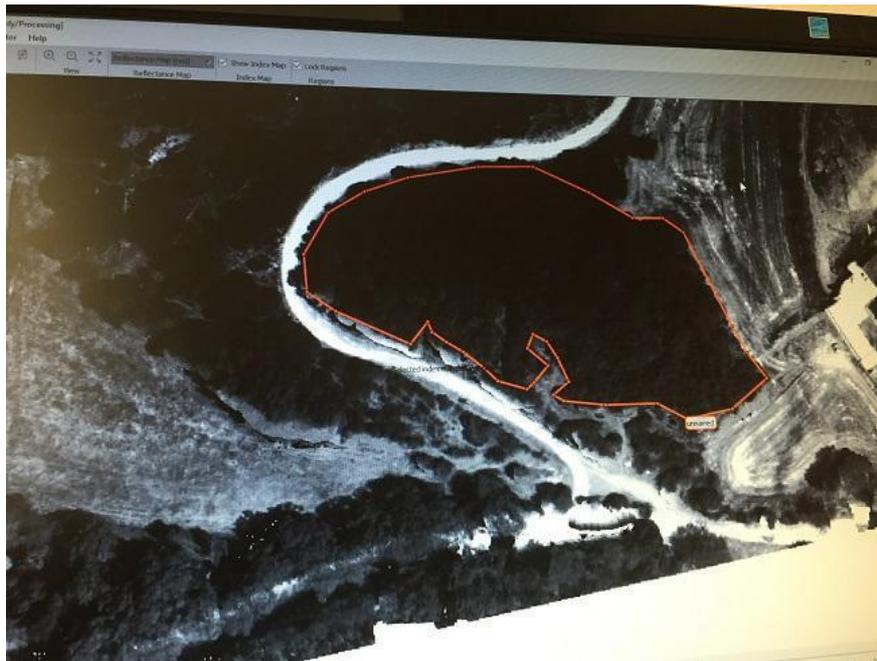
$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Descriviamo un caso reale avvenuto nel luglio 2016, nel nord della seconda capitale della Grecia, Salonicco, dove si coltivano i cereali. A quel tempo i cereali erano stati appena raccolti, quindi non c'erano raccolti nei campi. Solo aree limitate coperte da alberi. L'intero processo richiede 15 minuti per esplorare un'area di 7 Ha, quasi 280 Ha in meno di un'ora!!! L'elaborazione dell'immagine avviene nel nostro ufficio, producendo una mappa di riflessione e una mappa indice (es.NDVI). Il risultato di assomiglia a questo:



La prima immagine corrisponde a una telecamera RGB e la seconda presenta l'indice NDVI della stessa area. Vedi la variabilità anche per piccole aree.

Vedi anche il seguente esempio, che è la prova che il Precision Farming può offrire molto anche alle piccole aziende agricole:

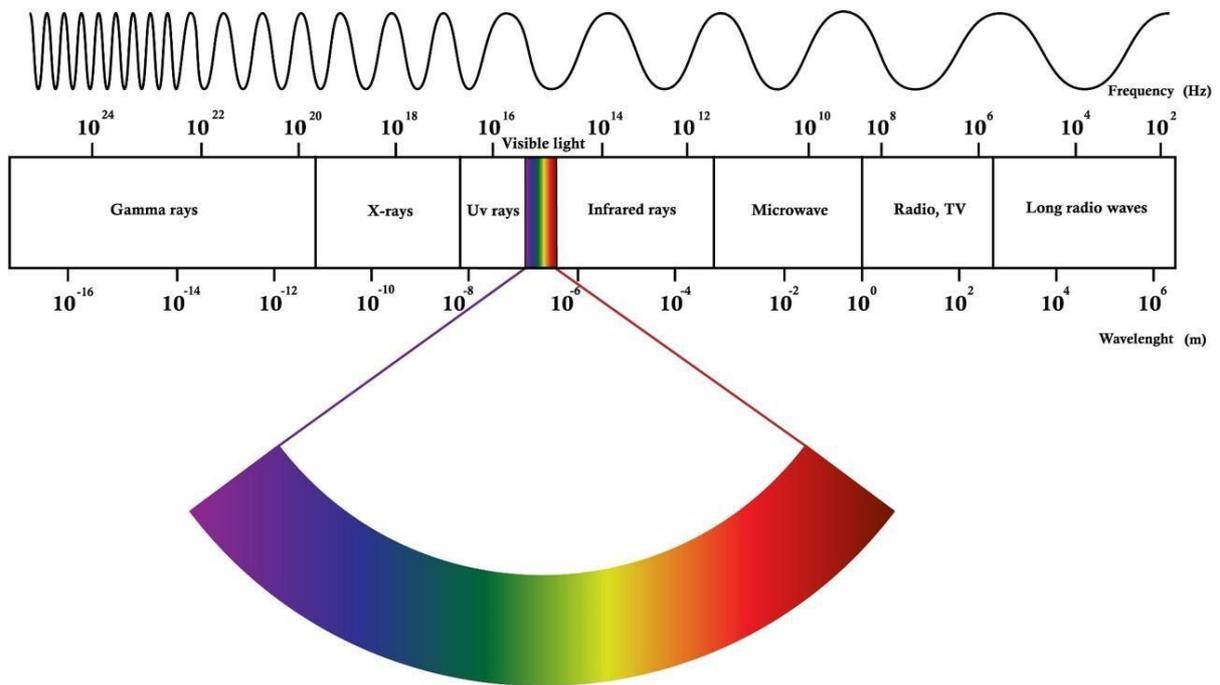


L'area corrisponde a 0.1Ha! Guarda la situazione fitosanitaria vicino alle strade, contrassegnata con il verde (sano) e il rosso (non in salute o assenza di piante) e la diversità per un campo così piccolo!

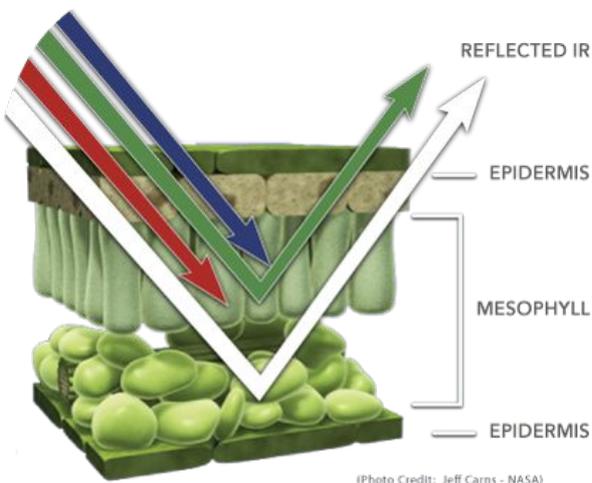
Cosa misuriamo realmente in questo caso? Vedi al capitolo successivo che cos'è l'indice NDVI.

4. Come viene misurato l'indice NVDI

Uno dei processi più importanti sulla terra è la fotosintesi. L'immagine seguente mostra cosa sta realmente accadendo con la luce quando cade su una foglia. La luce è composta da diverse lunghezze d'onda, è come se guardassimo attraverso un prisma, molte diverse lunghezze d'onda compongono lo spettro della luce solare, come mostrato nell'immagine seguente:



Quello che facciamo è studiare l'assorbimento e il riflesso in varie lunghezze d'onda.

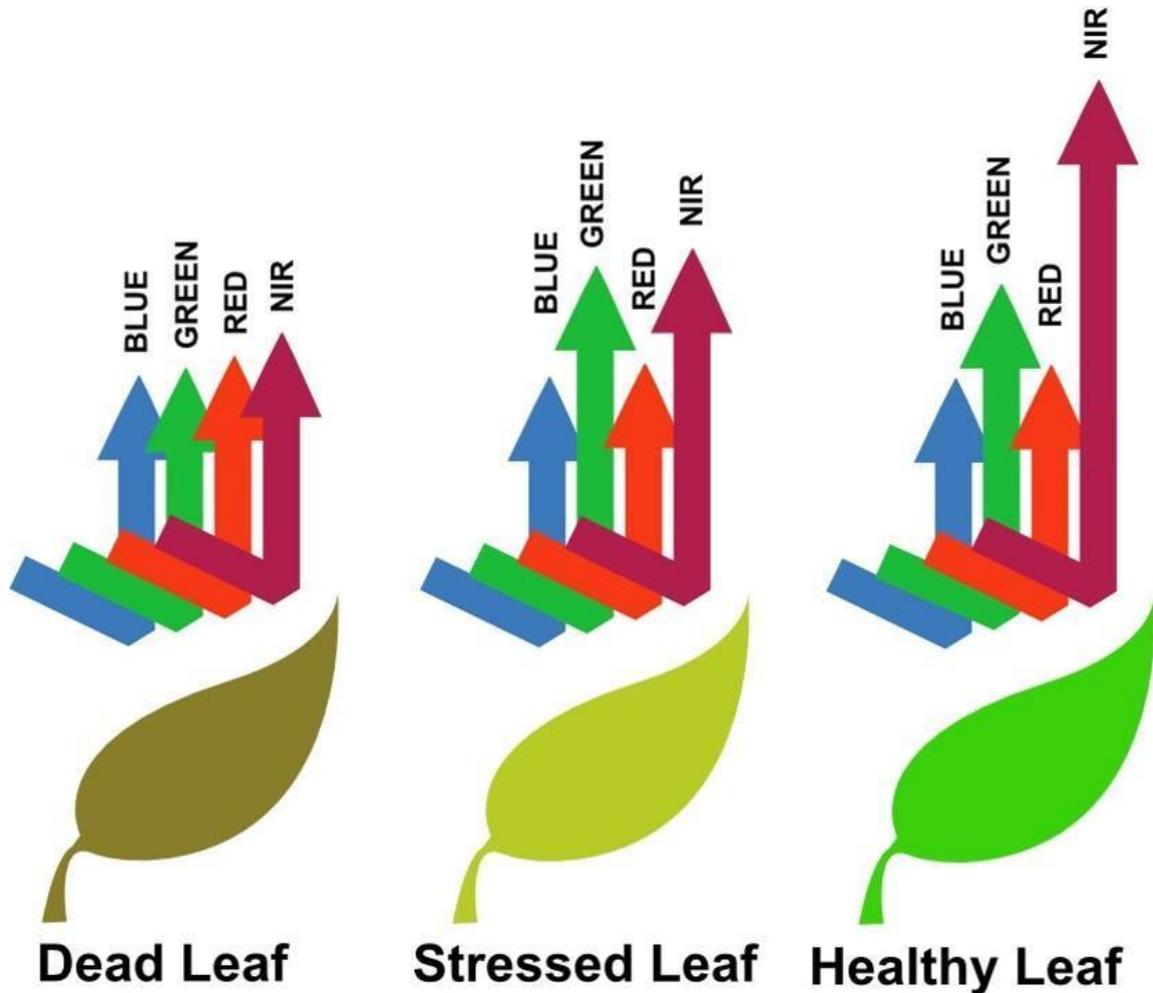


(Photo Credit: Jeff Carns - NASA)

Quando la luce solare colpisce gli oggetti, alcune lunghezze d'onda di questo spettro vengono assorbite e altre vengono riflesse. Il pigmento nelle foglie delle piante, la clorofilla, assorbe fortemente la luce visibile (da 0,4 a 0,7 μm) per l'uso nella fotosintesi. La struttura cellulare delle foglie, d'altra parte, riflette fortemente la luce del vicino infrarosso (da 0,7 a 1,1 μm)

A seconda della riflessione che si ottiene come si vede nell'immagine seguente possiamo concludere lo stato della foglia e in generale dell'intera pianta.

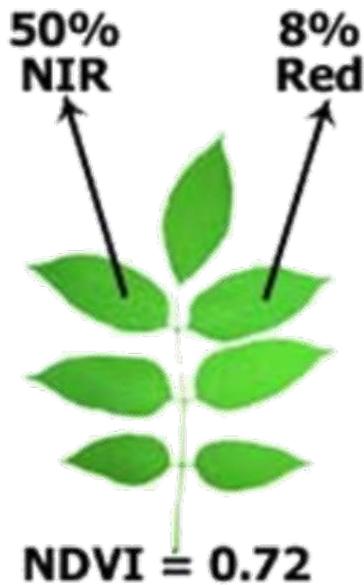
Le lunghezze d'onda riflesse sono diverse da un punto di vista quantitativo come si può vedere:



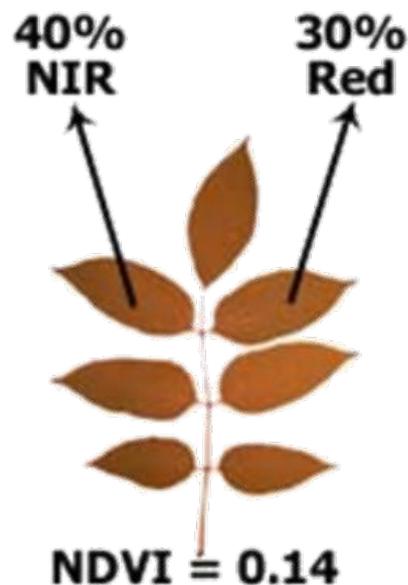
A questo punto arriva l'indice NDVI. L'NDVI viene calcolato dalla luce visibile e infrarossa riflessa dalla vegetazione. Una vegetazione sana (a destra) assorbe la maggior parte della luce visibile che la colpisce e riflette gran parte della luce infrarossa. La vegetazione malsana o scarsa (a sinistra) riflette più luce visibile e meno luce infrarossa.

Se lo consideriamo con una visione più quantitativa, come si vede dall'immagine NDVI seguente corrisponde a:

Healthy Vegetation
Reflectance



Stressed Vegetation
Reflectance

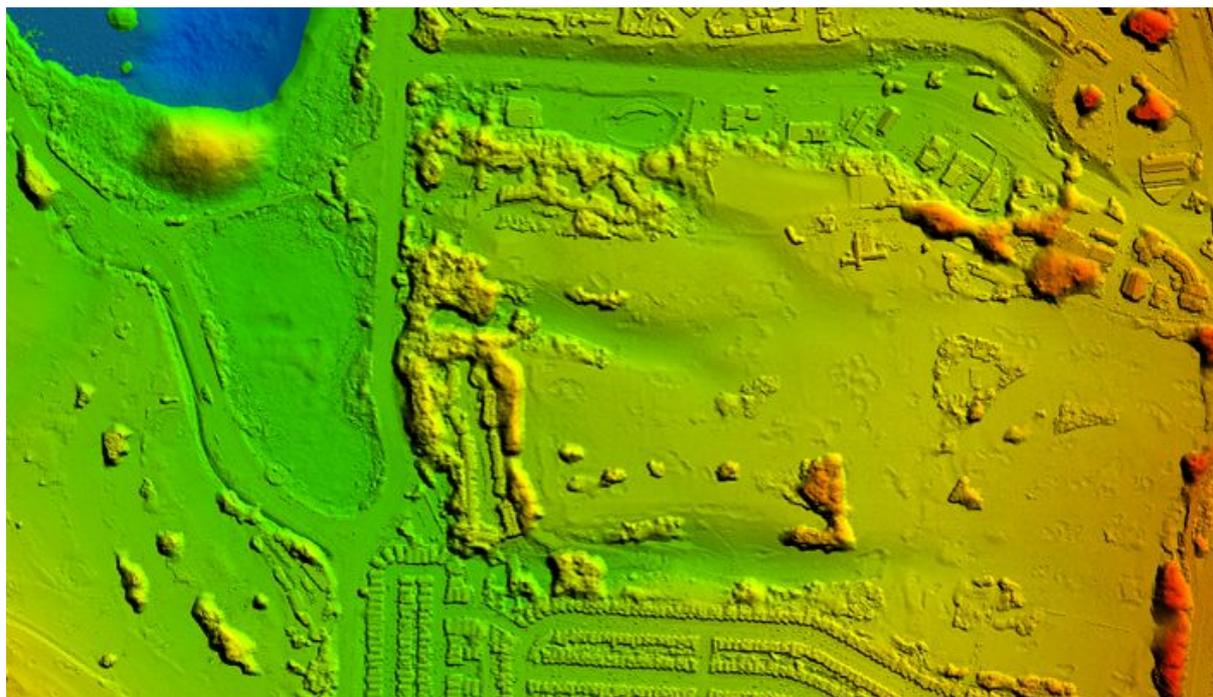


$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

I valori di NDVI per un dato pixel risultano sempre in un numero che va da meno uno (-1) a più uno (+1), tuttavia, nessuna foglia verde dà un valore vicino a zero. Uno zero significa assenza di vegetazione e vicino a +1 (0,8 - 0,9) indica la più alta densità di foglie verdi.

5. Campi di misurazione e altri parametri colturali

È possibile misurare diversi parametri del campo come l'inclinazione o l'altezza (1a immagine), nonché alcuni parametri di raccolto come il volume e le dimensioni del taglio o la fioritura (2a e 3a immagine, in senso orario).



Immagni fornite da Geosense, Thessaloniki, Grecia

6. Misurare lo stress idrico

NDVI può essere utilizzato come indicatore della siccità. Ciò che viene misurato è la differenza tra NDVI medio per un determinato mese di un dato anno e NDVI medio per lo stesso mese negli ultimi 20 anni. Questa differenza è chiamata anomalia NDVI.

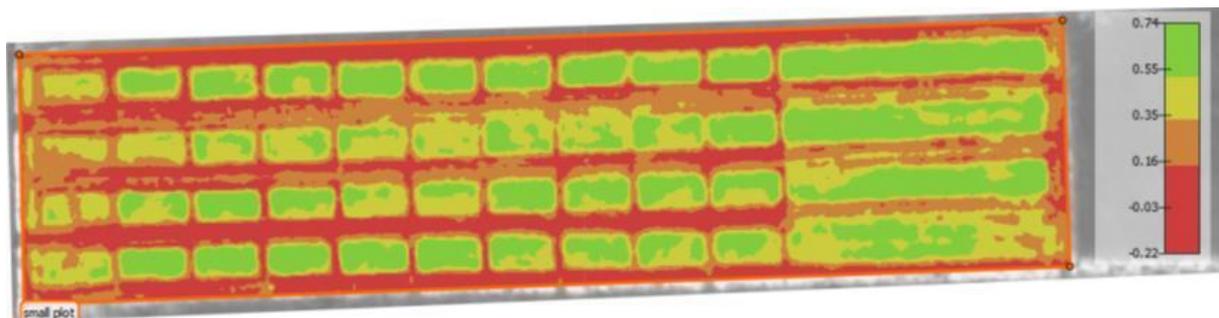
Accettiamo l'ipotesi che nella maggior parte dei casi la crescita della vegetazione sia limitata dall'acqua, quindi la densità relativa della vegetazione è un buon indicatore della siccità agricola.

È ovvio che per stimare la siccità è essenziale disporre di dati degli anni passati.

7. Esempio: agricoltura di precisione nei campi di riso

L'agricoltura di precisione si concentra sull'ottimizzazione degli input agricoli come fertilizzanti, pesticidi, acqua ecc. E sull'aumento delle rese, riducendo i costi di coltivazione e minimizzando l'impatto ambientale attraverso una gestione specifica legata al tempo e al luogo.

L'immagine seguente è una vista NDVI di un campo di riso. I colori corrispondono a cm per pixel e il valore superiore a 0,4 corrisponde a piante sane. Anche in piccoli campi (questo è un campo sperimentale) la diversità è evidente.



Grafici sperimentali del riso, indice NDVI
5 mx 3 m = 83 x 50 pixel = 4150 pixel per terreno

Fonte dell'immagine: Geosense, Thessaloniki, Grecia

Fonti utilizzate in questa unità:

- <http://future-farmer.eu/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=tbkTi3zNN9s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=du7wJX6hEP4>
- <https://youtu.be/1KxgsLzd1-8>

Risorse supplementari

Questa pubblicazione presenta scenari di apprendimento concreti che abbiamo convalidato nel corso delle attività del progetto nei tre paesi partner: Grecia, Italia e Polonia. Abbiamo cercato di renderli più pratici possibile per facilitare l'adozione delle nostre idee oltre i confini dell'IFP formale e non formale e quindi incoraggiare lo svolgimento di programmi supplementari da parte di altre organizzazioni. Gli scenari di apprendimento sono divisi in moduli e coprono varie aree del curriculum IFP in linea con le competenze delle nostre organizzazioni. Durante la progettazione abbiamo attinto ad un'ampia gamma di pubblicazioni e risorse online, delle quali consigliamo la consultazione agli insegnanti che potrebbero voler arricchire il loro programma di formazione. Riassumiamo di seguito le risorse più utili e accessibili con brevi informazioni sul loro contenuto e rilevanza. Sono qui raccolte nei temi specifici trattati dalla pubblicazione.

Modellazione 3D

Tinker CAD: Questo software viene eseguito direttamente nel browser Web e utilizza la modellazione booleana per creare oggetti. In pratica, una forma viene aggiunta a/sottratta da un'altra per creare oggetti sempre più complessi. Facile da imparare e gratuito. Molto utile per chi si avvicina alla modellazione 3D per la prima volta.

Free CAD: Software open-source e multiplatforma per la modellazione CAD 2D e 3D. Molto semplice da usare, con numerosi tutorial e una rete comunitaria molto ampia.

Blender: Uno dei più completi software di modellazione 3D open-source, le cui caratteristiche competono con i più famosi software commerciali. Per questo motivo è uno dei programmi più utilizzati. La documentazione reperibile in rete e sotto forma di manuali cartacei è molto ampia, ma forse, viste le sue caratteristiche, anche tra le più difficili da apprendere.

Zbrush: Uno dei software più diffusi al mondo per la scultura digitale. Non particolarmente facile da imparare, però ad un prezzo contenuto.

Sculptris: Programma molto semplice ed intuitivo per avvicinarsi al mondo della scultura digitale. Dalla stessa software house ZBrush.

Rhinoceros: Viene utilizzato in vari campi, nel design è diventato uno strumento standard. Caratterizzata da un'interfaccia di facile apprendimento e da un prezzo abbastanza contenuto, è possibile utilizzare la versione di prova per 90 giorni, tempo sufficiente per apprenderla e valutare l'eventuale acquisto.

3DCoat: Un software professionale molto conveniente che consente di creare forme organiche e scolpire modelli 3D attraverso strumenti digitali e costruzioni poligonali. Ha le stesse caratteristiche di ZBrush.

SketchUp: È un software di modellazione 3D basato sul web con un'ampia gamma di applicazioni per l'interior design, l'architettura, l'ingegneria e la progettazione di videogiochi. La sua versione di base è gratuita e quindi facilmente accessibile per gli studenti che vogliono ampliare la loro cassetta degli attrezzi digitale.

Stampa 3D

3DSourced: Il suo obiettivo principale è quello di diventare la fonte di stampa 3D più informativa. Il contenuto presentato è esaminato accuratamente, con particolare attenzione alla rimozione di qualsiasi pregiudizio influenzato commercialmente. La piattaforma fornisce guide complete a stampanti 3D, tecnologie di stampa 3D, software, scanner, servizi, marchi e altro ancora.

Thingiverse: Un ampio database online con file STL pronti, che possono essere stampati su qualsiasi stampante FDM. Contiene modelli in molte categorie diverse e accoglie i caricamenti di oggetti progettati dagli utenti.

All3dp: È una delle principali riviste di stampa 3D con oltre 2 milioni di utenti al mese. Rivolto sia ai principianti che ai professionisti, All3DP.com fornisce contenuti interessanti, utili, educativi e divertenti.

Yeggi: È un motore di ricerca per modelli 3D stampabili, che raccoglie dati da tutte le comunità 3D e marketplace che offrono modelli 3D da stampare. Ti darà i migliori risultati per trovare modelli 3D su Internet. Online dal 2013 con un ampio indice.

Cura: Software di slicing utilizzato per preparare i file STL per la stampa, uno dei più diffusi sul mercato. Puoi preparare le stampe con pochi clic, integrarle con il software CAD per un flusso di lavoro più semplice o immergerti nelle impostazioni personalizzate per un controllo approfondito.

Internet of Things

Arduino: Una piattaforma elettronica open source basata su hardware e software di facile utilizzo. Le schede Arduino sono in grado di leggere gli input - luce su un sensore, un dito su un pulsante o un messaggio di Twitter - e trasformarli in un'uscita - attivando un motore, accendendo un LED, pubblicando qualcosa online. Puoi dire alla tua bacheca cosa fare inviando una serie di istruzioni al microcontrollore sulla scheda. Per fare ciò si utilizza il linguaggio di programmazione Arduino (basato su Wiring) e il software Arduino (IDE), basato su Processing.

NodeMCU: Un ambiente di sviluppo software e hardware open-source costruito attorno a un System-on-a-Chip (SoC) molto economico chiamato ESP8266. L'ESP8266, progettato e prodotto da Espressif Systems, contiene tutti gli elementi cruciali del computer moderno: CPU, RAM, rete (wifi) e persino un moderno sistema operativo e SDK. Se acquistato all'ingrosso, il chip ESP8266 costa solo \$ 2 USD al pezzo. Ciò lo rende una scelta eccellente per i progetti IoT di tutti i tipi.

Blynk: è stato progettato per l'Internet of Things. Può controllare l'hardware da remoto, può visualizzare i dati dei sensori, può memorizzare dati, visualizzarli e fare molte altre cose interessanti. Ci sono tre componenti principali nella piattaforma: Blynk App: ti consente di creare interfacce sorprendenti per i tuoi progetti utilizzando vari widget forniti dalla piattaforma. Blynk Server - responsabile di tutte le comunicazioni tra lo smartphone e l'hardware. Puoi utilizzare Blynk Cloud o eseguire localmente il tuo server Blynk privato. È open-source, può facilmente gestire migliaia di dispositivi e può anche essere lanciato su un Raspberry Pi. Le librerie Blynk, per tutte le piattaforme hardware più diffuse, consentono la comunicazione con il server ed elaborano tutti i comandi in entrata e in uscita.

Riferimenti

- [1.](#) NURBS è l'acronimo di Non Uniform Rational B-Splines. Molto semplicemente, le NURBS sono una rappresentazione matematica attraverso la quale è possibile definire accuratamente geometrie 2D e 3D come linee, archi e superfici a forma libera.
- [2.](#) Miriam Graziano “Bambino ridente di Desiderio da Settignano – Intervento di restauro” Corso “fresco”, CER – Scuola professionale Edile e CPT di Firenze
- [3.](#) Miriam Graziano “Bambino ridente di Desiderio da Settignano – Intervento di restauro” Corso “fresco”, CER – Scuola professionale Edile e CPT di Firenze
- [4.](#) Miriam Graziano “Bambino ridente di Desiderio da Settignano – Intervento di restauro” Corso “fresco”, CER – Scuola professionale Edile e CPT di Firenze
- [5.](#) Tradizionalmente, un'opera viene studiata attraverso la manipolazione diretta e l'ispezione visiva, operazione concessa a un numero limitato di esperti, con limiti di tempo e spazio. Altri studi possono essere fatti attraverso immagini bidimensionali che dipendono dal punto di vista specifico e dall'illuminazione specifica. La divulgazione del rilievo 3D consente di ampliare il numero di studiosi che possono analizzare l'opera nella sua forma completa, da qualsiasi punto di vista, per un tempo illimitato, in qualsiasi luogo, indipendentemente dal tipo di illuminazione e senza il rischio di danneggiare l'originale.

