

CHAPTER 1

LE MINE ANTI PERSONALI E IL CONFLITTO INTERNO IN COLOMBIA

"Una rivoluzione è un fenomeno naturale governato da leggi fisiche diverse dalle regole che governano lo sviluppo della società in tempi normali"

Federico Engels

1.1 Il conflitto

Il conflitto armato in Colombia, nasce dall'organizzazione di un gruppo di contadini di origine liberale tra il 1957 e il 1964, che dopo l'accordo tra liberali e conservatori nel 1957 per alternare la loro rappresentanza al potere manifestano il loro disaccordo sull'amnistia e iniziano le loro proteste organizzate, chiedendo allo stato colombiano una riforma agraria, proteste che erano sempre più organizzati e territori occupati in diverse città del paese.



Figura 1. Repubbliche indipendenti

Dopo l'organizzazione e la continuità dei disaccordi e delle proteste dei contadini liberali, le idee comuniste sono presentate e influenzate; in seguito questi gruppi organizzati sono chiamati "Repubbliche Indipendenti", guidati dall'ex comandante della guerriglia *Manuel Marulanda Alias "Tiro Fijo"*, che guadagnando più importanza nel 1964 sono militarmente intervenuti dal governo.

Dopo lo smantellamento e gli attacchi delle forze armate colombiane sui partecipanti delle cosiddette "Repubbliche Indipendenti", i gruppi non possono finire nella loro interezza, al contrario, nel maggio 1964 circa 50 ex-partecipanti assumono nuovamente la leadership e si organizzano già

come un gruppo di opposizione armata che si autodefinisce le Forze armate rivoluzionarie della Colombia -FARC-, che nei suoi inizi è noto come un gruppo di guerriglieri per rivendicare la lotta radicale agraria.

Gruppi armati

Con il riconoscimento nel paese come gruppo di opposizione armata, le **FARC** hanno un drastico impatto sul funzionamento del sistema politico e del sistema colombiano in termini di economia, politica, investimenti e principalmente nella sfera sociale e nell'ordine pubblico dell'intero territorio colombiano.

Il consolidamento delle FARC come gruppo armato illegale dà luogo all'emergere di nuovi gruppi armati illegali formati da disaccordi di fronte a qualche processo nazionale, dove gruppi come l'ELN National Liberation Army nel 1964, un gruppo armato, si distinguono. che attualmente è presente nel Paese e con cui il governo del presidente Juan Manuel Santos ha avviato dialoghi.

Altri gruppi armati riconosciuti che sono riusciti a consolidare sono: **I'M-19** (movimento 19 aprile) nato a seguito di una presunta frode alle elezioni presidenziali dell'aprile 1970, altri gruppi paramilitari opposti alla guerriglia e ai gruppi ribelli, alcuni dei quali maggiore riconoscimento delle Forze di autodifesa della Colombia unite - AUC-, un gruppo che smobilita nel governo di Álvaro Uribe Vélez.

Un altro fattore influente nel conflitto è il traffico di droga, che nel bel mezzo del problema tra governo e diversi gruppi armati, riesce a proteggersi e non generare allarme mentre esplose in modo tale che in seguito diventa

alleato e finanziatore di diversi gruppi armati.



Figura 2. Azioni di guerriglia

Con l'aumento del traffico di droga, i guerriglieri e gruppi paramilitari gruppi, la Colombia è coinvolto in una lunga crisi nel settore della sicurezza e il benessere sociale armati, di conseguenza molti crimine ordinario è generato in tutte le città e le regioni del paese, con i colpi di guerriglia ai checkpoint e basi militari e di polizia, molti civili sono vittime di sparizioni, proiettili vaganti, mine antiuomo, assunzioni spostamento dalle loro case e terre tra molti altri proprio sfortunati eventi di una guerra interna.

Inoltre, a causa della persecuzione illegale e guerre tra i gruppi paramilitari e guerriglieri delle FARC e del **ELN** nei decenni degli anni '90 e del 2000 un altro grande numero di vittime civili a causa di modifiche dei conti, presunte collaborazioni acuisce uno o l'altro partecipanti armati gruppo familiare,

link al traffico di droga, o di sostenitori di un gruppo così ogni scusa sarebbero diventati bersagli di conflitto molti contadini, bambini, donne, anziani massacri, infine, che presentano, violazione dei diritti umani da ogni punto di vista, paura, insicurezza e violenza ovunque.

Le città non erano ignare delle conseguenze del conflitto armato nel paese, anche se con meno impatto delle città e delle regioni più dimenticate lontano dallo stato, solo per citare alcuni comuni di Cauca, Putumayo, Nariño e Santander, tra molti altri in città come Bogotá, Medellin Cali, ecc. Ha presentato l'impatto della violenza rappresentata negli attacchi ai centri commerciali, l'insicurezza e il crimine nelle strade, le assunzioni, la distruzione di oleodotti, rapimenti di uomini d'affari, politici o investitori tra molti altri.

Poiché gli omicidi, gli sfollati e le vittime che il conflitto armato ha lasciato in Colombia sono indeterminati, il paese è stato anche colpito dalla sua economia riducendo notoriamente gli investimenti stranieri, nonché settori come la sanità, l'istruzione, le infrastrutture tra altri sono stati direttamente e indirettamente colpiti da questo flagello che la Colombia soffre da oltre 50 anni. (COCUPO, 2017)

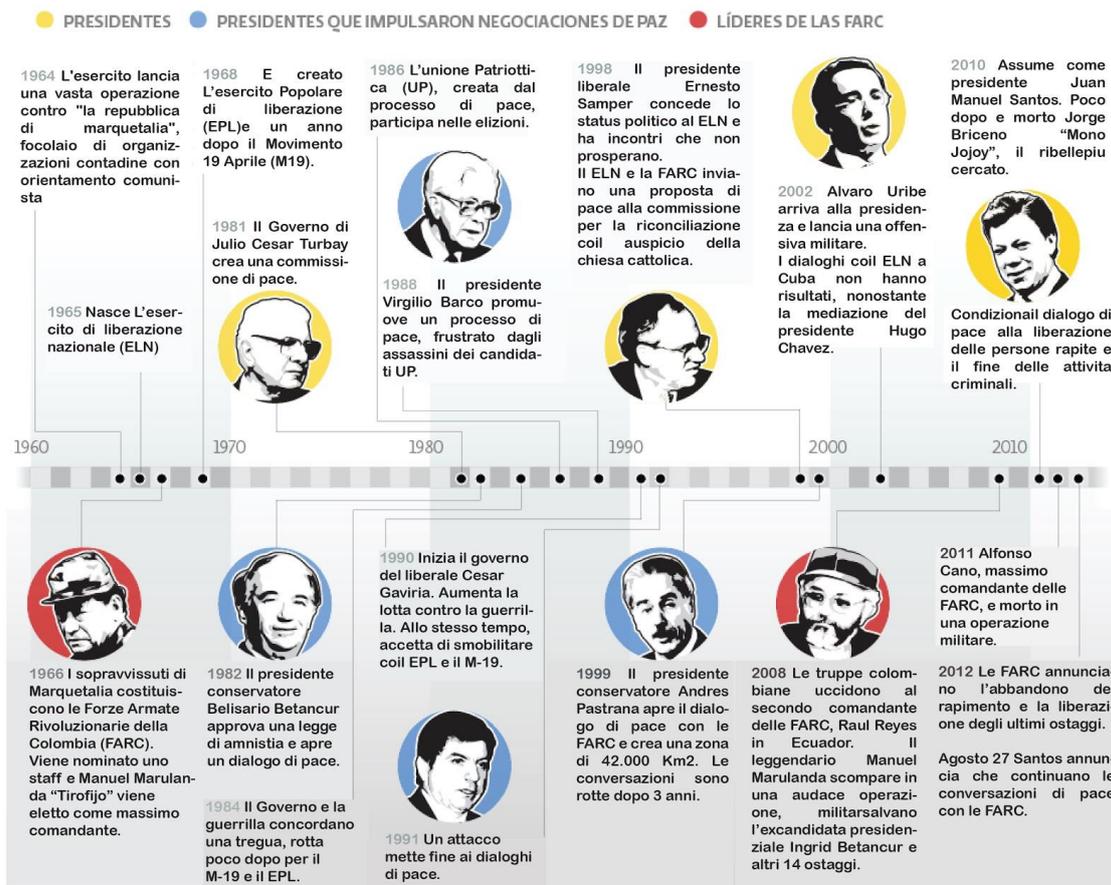


Figura 3. Linea del tempo del conflitto in Colombia

1.2 Mina Antipersona o Antiuomo

Per definizione, sono armi di distruzione indiscriminata vietate dal diritto internazionale umanitario; Essendo piccoli e leggeri, possono essere prodotti, usati e trasportati da una o due persone. Ferite che producono mine antiuomo sono particolarmente gravi: lo scopo di queste armi è quello di uccidere, o più spesso, le vittime fuori combattimento per tutta la vita, in quanto sono appositamente realizzati per frantumare gli arti e la vita al di là di riparazione.

Essi sono in genere in posizione strategica da parte dei governi di proteggere, o arbitrariamente gruppi irregolari per attaccare installazioni che

racchiudono forze pericolose: dighe, dighe, oleodotti o centrali elettriche, una volta attaccato può causare il rilascio di quelle forze e causa, di conseguenza, perdite importanti nella popolazione civile.

Le mine antiuomo rappresentano un serio problema durante e dopo la fine dei conflitti perché non fanno distinzione tra soldati e civili. Uccidono e mutilano un bambino che gioca a calcio con la stessa facilità di un soldato di pattuglia. Nelle situazioni postbelliche, è più comune che la vittima sia un civile che svolge i suoi compiti quotidiani.

Chiusura di conflitti armati, le miniere che non è esplosa e restano metropolitana (anche dopo 50 anni, una miniera può esplodere) in punti strategici di comunicazione e di

approvvigionamento, impedire l'ingresso di aiuti umanitari e personale tecnico i programmi progettati dai governi per le aree più colpite. Inoltre, rende impossibile per gli sfollati tornare e sostenerli, poiché la maggior parte delle miniere si trova in fertili campi di produzione agricola. (Colombia, 2018)

1.2.1 Tipi di Mine

In Colombia i tipi di mine variano in composizione, tipo e quantità di esplosivo, meccanismo di attivazione e profondità, in base alla regione in cui sono installati. Ad oggi, questi sono i tipi di mine che sono state trovate nel nostro paese:

1.2.1.1 Tipo chimico per pressione

Mina antipersona a onde esplosive a basso contenuto di metallo. Trovata in profondità tra 2 e 17 centimetri e installato tra il 2002 e il 2007.

Costo approssimativo di produzione: \$ 5 USD.

Contenitore: contenitori in plastica di veleni, erbicidi (arrotondati) e tubi in PVC.

Esplosivo: nitrato di ammonio + ACPM + alluminio (polvere o chip). Intervallo tra 450-800 gr.

Meccanismi di attivazione: pressione quando si sale sullo stantuffo della siringa.

Iniziazione: esotermica per reazione chimica, il contatto dell'acido con la polvere di clorato e / o il detonatore.

Pericolo: onda esplosiva.

Trovato in: Antioquia, nei comuni di Abejorral, Carmen de Viboral, Nariño e Sonsón.

1.2.1.2 Tipo elettrico per pressione

MAP a onde esplosive con carico principale separato dal meccanismo di attivazione e batterie facili da sostituire e mantenere per lunghi periodi attivi. Installato tra gli anni 2005 e 2007.

Costo approssimativo di produzione: \$ 10 USD.

Contenitore: contenitori in vetro o metallo ad alta densità (come bombole di gas).

Esplosivo: nitrato di ammonio + ACPM + alluminio (polvere o chip). Intervallo tra 250-2500 gr.

Meccanismi di attivazione: pressione quando si fa un passo sullo stantuffo della siringa, che è separato dal carico principale.

Avvio: elettrico con batteria 9v, al contatto dei terminali all'interno della siringa. Generalmente detonatore elettrico o pirotecnico industriale modificato.

Pericolo: onda esplosiva.

1.2.1.3 Pirotecnica tipo di tropiezo

Miniera anti-uomo di grande utilità durante le pieghe tattiche e nelle aree preparate. Artefatto di bassa potenza e alta efficacia a breve termine. Facilità di montaggio e sistema di attivazione tramite "tiraflector". Installato tra gli anni 2002 e 2005.

Costo approssimativo di produzione: \$ 5 USD.

Contenitore: sacchetti di plastica che ospitano l'esplosivo e sono stampati e isolati con nastro adesivo.

Esplosivo: miccia detonante industriale come moltiplicatore dell'amfo in casa (nitrato di ammonio + ACPM + alluminio), circa 200 gr.

Meccanismi di attivazione: lo stress inciampando con filo dolce, nylon o canapa legati dalla miniera a un ostacolo fisso.

Iniziazione: pirotecnico da "tiraflector" che produce fiamma all'interno del detonatore.

Pericolo: onda esplosiva.

1.2.1.4 Tipo elettrico per movimento

Mina antiuomo di media complessità utilizzata contro specialisti che conducono operazioni di sminamento o disattivazione di ordigni esplosivi. Collocato a livello della superficie con doppio detonatore. Installato tra gli anni 2007 e 2008.

Costo approssimativo di produzione: \$ 10 USD.

Contenitore: bottiglia in plastica di diserbante "Panzer".

Esplosivo: miccia di detonazione industriale come moltiplicatore dell'anulus casalingo (nitrato di ammonio + ACPM + alluminio), circa 800 gr.

Meccanismi di attivazione: movimento, potenzialmente quando si inclina il contenitore o ci si ferma sopra.

Avvio: elettrico utilizzando una batteria da 9 V collegata a due (2) detonatori con circuiti principali e alternati.

Pericolo: onda esplosiva.

1.2.1.5 Tipo elettrico di torpeda

Mina antiuomo e anti-gang utilizzata durante i ritiri tattici e in aree preparate per imboscate. Manufatti di grande potenza e complessità tecnica media per il montaggio; con la possibilità di "manutenzione" quando si effettua un cambio periodico della fonte di energia, che normalmente è separata dal carico principale. Installato tra gli anni 2005 e 2007.

Costo approssimativo di produzione: \$ 20 USD.

Contenitore: tubo in PVC o galloni di plastica sigillati con silicone, all'interno di sacchetti di plastica per mantenere l'esplosivo asciutto.

Esplosivo: miccia di detonazione industriale come moltiplicatore dell'anulus casalingo (nitrato di ammonio + ACPM + alluminio), circa 400 gr. Contengono pezzi di metallo sotto forma di frammentazione (shrapnel), che aumenta il loro raggio di azione letale.

Meccanismi di attivazione: lo stress inciampando con filo dolce, nylon, canapa o filo legato dalla miniera a un ostacolo fisso.

Iniziazione: elettrico tramite anelli sciolti che durante l'unione consentono la conduzione dell'energia elettrica che avvia il detonatore.

Pericolo: onda esplosiva e frammentazione.

1.2.1.6 Mina anti Group improvvisata

Tipo chimico per pressione

Iniziazione anti-gang a pressione diretta, usata durante i ritiri tattici e in aree preparate per imboscate o punti vicini. Artefatto di grande potenza e alta efficacia a breve termine, che contiene pezzi di metallo disposti come frammentazione (granata), che aumenta il raggio di azione letale e provoca più vittime. Installato tra gli anni 2002 e 2005.

Costo approssimativo di produzione: \$ 10 USD.

Contenitore: in PVC modellato con legno per dargli tonicità, regolato con pizzo, foderato di plastica, nastro adesivo e buste di plastica interne per mantenere l'esplosivo asciutto.

Esplosivo: miccia di detonazione industriale come moltiplicatore dell'amfo in casa (nitrato di ammonio + ACPM + alluminio), circa 600 gr.

Meccanismi di attivazione: pressione quando si sale sullo stantuffo della siringa.

Iniziazione: esotermica per reazione chimica, il contatto dell'acido con la polvere di clorato e / o il detonatore.

Pericolo: onda esplosiva, frammentazione primaria ed effetto termico aumentati dall'uso del beccheggio come agglutinatore.

Trovato in: Antioquia, nel comune di Nariño y Sonsón.

1.2.1.7 Tipo meccanico per la pressione

MAP di iniziazione a pressione diretta, usata per bloccare le strade e proteggere le aree del campo. Manufatto di uso preferenziale da parte di gruppi armati quando hanno richiesto blocchi per brevi periodi di tempo a causa della possibilità di rimuoverli e delocalizzare secondo le loro tattiche di guerra. Installato tra gli anni 2007 e 2014.

Costo approssimativo di produzione: \$ 20 USD.

Contenitore: PVC circolare.

Esplosivo: Pentolite e miccia detonante industriale come moltiplicatore, circa 90 gr.

Meccanismi di attivazione: pressione quando si sale sul gancio che sporge dal contenitore.

Iniziazione: Meccanica per percussioni.

Pericolo: onda esplosiva, frammentazione primaria (per componenti).

Trovato in: Meta, nel comune di San Juan de Arama.

1.2.1.8 Tensione di pressione di tipo elettrico

Mina antiuomo e anti-gang utilizzata durante i ritiri tattici e in aree preparate per imboscate. Artefatto di grande potenza e alta efficacia a breve termine; di media complessità tecnica per il montaggio e con possibilità di "manutenzione" quando si effettua un cambio periodico della fonte di energia, che normalmente è separata dal carico principale. Installato tra gli anni 2007 e 2014.

Costo approssimativo di produzione: \$ 15 USD.

Contenitore: tubo in PVC o galloni di plastica sigillati con silicone, all'interno di sacchetti di plastica per mantenere l'esplosivo asciutto.

Esplosivo: miccia di detonazione industriale come moltiplicatore dell'anulus casalingo (nitrato di ammonio + ACPM + alluminio), circa 400 gr.

Meccanismi di attivazione: sollecitazione facendo inciampare con filo dolce, nylon, canapa o filo legati ad un ostacolo fisso.

Iniziazione: elettrico tramite anelli sciolti che durante l'unione consentono la conduzione dell'energia elettrica che avvia il detonatore.

Pericolo: onda esplosiva e frammentazione. Contiene pezzi di metallo come frammentazione (shrapnel), che aumenta il raggio di azione letale.

Trovato in: Antioquia, nel comune di Nariño. (Colombia G. d., consultado en el 2018)

1.3 Dati dei feriti in Colombia per mine anti personali

Secondo la legge 1448 del 2011 vittime, sono considerati, quelli che singolarmente o collettivamente hanno subito un danno da eventi dal 1o gennaio 1985, a seguito di violazioni del diritto umanitario internazionale o violazioni gravi e flagranti standard internazionali sui diritti umani, verificatisi durante il conflitto armato interno.

Secondo la normativa e la giurisprudenza nazionale e

internazionale sulle violazioni dei diritti umani (HR) e le violazioni del diritto internazionale umanitario (IHL), sono vittime di MAP e MUSE quelli dei civili o membri delle forze di sicurezza che hanno subito perdite nella loro vita, l'integrità personale, anche fisico o psicologico, la sofferenza emotiva così come la perdita di valore dei loro diritti fondamentali, perdite finanziarie o danni alle loro proprietà a seguito di atti o omissioni relativi alla impiego, di stoccaggio, produzione e trasferimento di mine antipersona (MAP).

Nota 1: ai fini della Information Management System Attività sulle mine antiuomo (IMSMA, per il suo acronimo in inglese), è considerato una vittima, per scopi operativi, la persona che ha subito un pregiudizio fisico o psicologico derivante dall'impatto diretto della l'esplosione di MAP e UXO.

Situazione delle vittime in Colombia

Alla data del limite, **11.556 vittime** sono state registrate per mine antipersona e ordigni inesplosi, con il 2006 come l'anno più critico, dal momento che sono state presentate 1232 vittime, il più grande numero nella storia della Colombia. Nell'ultimo decennio, la tendenza è diminuita, ad eccezione dell'anno 2012, fino a raggiungere il 2016 a livelli che non sono stati presentati dal 1999. Nel corso del 2018 ci sono state 28 vittime.

Questo problema ha causato l'80% di feriti (9279) delle vittime e 2277 persone sono morte a causa dell'incidente, cioè 1 su 5 muore. D'altro canto, la Colombia è stata uno dei paesi al mondo con il maggior numero di vittime delle forze pubbliche e questo ha significato quello del numero totale di vittime, il 61% è stato membro della forza pubblica e il

restante 39% corrisponde a civili. (Colombia G. d., Descontamina Colombia, consultado 2018)

1.3.1 Vittime MAP e UXO in base all'età e alla fascia di età

La maggior parte (89%) delle vittime era costituita da persone di età legale (13.375), gran parte di queste vittime appartiene alle forze di sicurezza. Sebbene, solo prendendo in considerazione le vittime civili, il gruppo demografico più colpito, di nuovo, sono le persone di età legale per sesso maschile (65%); il secondo gruppo sono le più colpite mostrando minori di sesso maschile (20%) e quindi sono persone femmine anziane e minori di sesso femminile con l'8% e il 6%, rispettivamente, 1.

Decontamina Colombia registra almeno 11.002 vittime di mine antipersona e 554 vittime di ordigni inesplosi. Sebbene gli incidenti UXO non siano così frequenti, bisogna tenere presente che gli incidenti UXO (1 su 4 vittime muoiono) sono più letali delle mine antiuomo (1 su 5 vittime muoiono). Una delle cause che spiegano questo fatto è che il 62% (345) delle vittime civili a causa di incidenti da parte dell'UXO sono stati minori; mentre nel caso delle vittime di incidenti da parte di MAP, il 21% (836) è minorenni.

1. Include il Distretto Capitale, Bogotá

1.3.2 Frequenza annua degli incidenti per dipartimento

In 515 comuni dei 32 dipartimenti del paese ci sono stati incidenti da MAP e UXO da quando è stato registrato. 5 comuni con il più alto numero di vittime, dal 1990 ad oggi sono stati Vistahermosa (Meta) con 363 vittime, Tame (Arauca), con 347 vittime, San Vicente del Caguán (Caqueta) 263, Montañita (Caquetá) con 249 e Taraza (Antioquia) con 243 vittime.

E a livello di dipartimento, i 5 dipartimenti con il più alto numero di vittime civili è stato Antioquia (1145), Nariño (573), Meta (421), Cauca (266) e Norte de Santander (238).

1.3.3 Vittime MAP e UXO per gruppo etnico

In questa corte, 389 persone indigene sono state vittime di incidenti da parte di MAP e UXO, che, in termini relativi al totale delle vittime di MAP e UXO, rappresentano il 3%. Tuttavia, essendo un gruppo di minoranza in Colombia, il tasso di vittime della mappa e MUSE 1990 ad oggi per 100.000 indiani è vicino a 342, il che rappresenta un grave problema per questo gruppo di minoranza. Inoltre, è necessario tener conto del fatto che il 37% (143) delle vittime indigene sono minorenni e che il 32% delle vittime totali muore a causa dell'incidente.

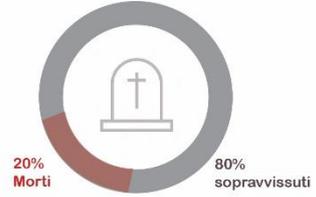
Dal 2012, il numero delle vittime indigene è diminuito continuamente.

2. Tenendo conto delle proiezioni demografiche e dei censimenti del 1993 e del 2005 del Dipartimento amministrativo nazionale delle statistiche (DANE). (Colombia G. d., Descontamina Colombia, consultado 2018)

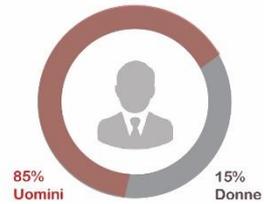
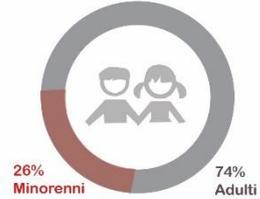
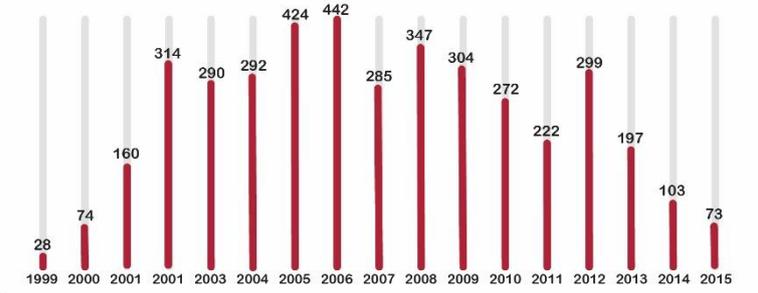
Vittime

di artefatti e residui bellici esplosivi

Le cifre raccolte dallo stato indicano che il 39% delle vittime di contaminazione da parte di armi sono civili. Tuttavia, molti non sono stati registrati ufficialmente, specialmente quelli di residui bellici esplosivi.



NUMERO DI VITTIME CIVILI



Fonte: Direzione per l'azione integrale contro le mine antiuomo (DAICMA). Dati al 31 Dicembre 2015

Figura 4. Statistiche delle vittime del conflitto

1.4 Sminamento umanitario

È l'assistenza umanitaria fornita alle comunità colpite dalle mine anti persona (APM) e dagli ordigni inesplosi (UXO) in seguito agli standard nazionali di sminamento umanitario, che sono stati preparati sulla base della legislazione nazionale, gli Standard internazionali per l'azione contro le mine. (IMAS per il suo acronimo in inglese) e i Principi fondamentali di umanità, neutralità e imparzialità, sanciti nella risoluzione 46/182 dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite (dicembre 1991).

Il suo scopo è liberare la terra dalle mine anti persona per essere utilizzata in piena libertà da sfollati, vittime del conflitto armato e della comunità in generale. (Colombia G. d., Descontamina Colombia, 2018)

È uno scenario spaventoso dire che oltre il 70% del paese ha sospettato la contaminazione da mine. Per questo motivo, la Colombia sta facendo un grande sforzo per pulire la terra in modo che le persone possano tornare a vivere in loro e riprendere le loro vite senza paura. Parliamo di sminamento umanitario, un concetto che ha iniziato a prendere piede nel 1997 con la Convenzione sul divieto di uso, stoccaggio, produzione e trasferimento di mine anti persona e sulla loro distruzione, meglio conosciuta come Convenzione o Trattato di Ottawa, un'iniziativa internazionale che mira a porre fine alla sofferenza causata da queste armi. Questo sforzo ha prodotto risultati: 157 dei 162 paesi che lo hanno firmato non hanno più conservato mine e, nel complesso, hanno distrutto oltre 47,5 milioni di mine.

È molto importante chiarire che lo sminamento umanitario è fatto da e per la gente, ed è che proprio l'importanza della Convenzione, in quanto comprende non solo la fornitura di assistenza alle vittime, ma permette il ritorno alla terra da parte quelli sfollati con la violenza, la restituzione della terra e progetti produttivi a beneficio delle comunità.

Colombia ha firmato la Convenzione di Ottawa del 1997, ratificato nel 2000 ed entrato in vigore nel marzo 2001. Entrando, il paese è impegnato a distruggere tutte le mine sul suo territorio. Nel marzo 2011, ha rispettato la distruzione delle mine installati in 35 basi militari, che sono stati utilizzati dallo Stato per proteggere questi luoghi dagli attacchi dei guerriglieri. Tuttavia, è stata richiesta un'estensione di dieci anni per distruggere quelli installati da gruppi esterni alla legge, dal momento che l'uso indiscriminato di questi dispositivi da parte dei guerriglieri rende la pulizia dei territori un compito difficile. (Colombia P. d., consultado 2018)

1.4.1 Tipo di Mine terrestre in Colombia

1.4.1.1 Mine Antiuomo (MAP)

Dispositivi esplosivi che possono ferire, mutilare o uccidere una o più persone e vengono attivati dalla presenza, dalla prossimità o dal contatto della vittima. Possono essere camuffati in un barattolo, una pentola, una borraccia, un pallone, una radio, una lattina, una bottiglia o una bottiglia, tra gli altri oggetti.



Figura 5. Mina antipersonale di pressione

1.4.1.2 Munizioni inesplose (MUSE)

Dispositivi esplosivi che non sono esplosi dopo essere stati lanciati, proiettati, lanciati, abbandonati intenzionalmente o inavvertitamente.

Melograni, mortai, munizioni (proiettili, vaniglia) o bombe, tra gli altri. Causano mutilazione e morte.



Figura 6. UXO (Unexploded Ordnance)

1.4.2 Fasi di sminamento umanitario

1.4.2.1 Studio non tecnico

Coinvolge la raccolta e l'analisi di informazioni con tutte le fonti disponibili che possono possedere i dati di contaminazione MAP e UXO, nonché la ricerca sul campo da un'area considerata sicura, per raccogliere

nuove prove per confermare o smentire i sospetti cosa ha la comunità.

1.4.2.2 Studio tecnico

È un'indagine approfondita in un'area pericolosa, mediante un intervento fisico invasivo, per confermare o annullare il sospetto sulla presenza di MAP e UXO. Se confermato, l'area pericolosa confermata è delimitata, che sarà quindi intervenuta con l'autorizzazione. Altrimenti, viene annullato.

1.4.2.3 Liquidazione

Attività o azioni per rimuovere e / o distruggere tutti i pericoli di MAP e UXO in un'area pericolosa confermata ad una profondità specifica e concordata tra l'Organizzazione per lo sminamento umanitario e l'autorità nazionale.

1.5 Tecniche di sminamento

1.5.1 Manuale

Processo eseguito da un sminatore, che con un metal detector e una sonda o un'apparecchiatura di scavo localizza ed espone una mina o munizioni inesplose in modo da essere successivamente distrutta o neutralizzata da personale esperto, in conformità con Standard nazionali e internazionali.



Figura 7. Sminamento manuale

1.5.2 Meccanico

Consiste nell'utilizzare attrezzature di spazzamento, che possono essere presidiate o controllate a distanza, che eseguono la distruzione delle mine antipersona, in conformità con gli standard nazionali e internazionali.

1.5.3 Canine

Sono uno strumento aggiuntivo e complementare nella definizione dell'entità dell'inquinamento utilizzato solo per i seguenti scopi:

- Riduzione delle aree pericolose e delimitazione del perimetro dell'AP / APC nei processi di studi tecnici
- Cancellazione di aree pericolose o aree pericolose confermate.
- Controllo interno della qualità (consegna dei compiti) alle aree deselezionate con tecnica manuale e / o tecnica meccanica e / o canina. (Colombia G. d., Descontamina Colombia, 2018)

Oggi in Colombia, le operazioni di sminamento umanitario possono essere effettuate dalle forze militari e dalle organizzazioni umanitarie di sminamento civile - accreditate OCDH.

Le organizzazioni che svolgono operazioni di sminamento umanitario in Colombia sono:

- Brigada de Ingenieros de Desminado Humanitario N°1 - BRDEH
- Agrupación de Explosivos y Desminado de Infantería de Marina - AEDIM
- The HALO Trust
- Handicap International
- Ayuda Popular Noruega - APN
- Campaña Colombiana Contra Minas - CCCM
- Asociación Colombiana de Técnicos y Expertos en Explosivos e Investigadores de Incendios y NBQR - ATEXX
- Perigeo NGO
- Danish Demining Group - DDG
- Polus Center

(Colombia G. d., Descontamina Colombia, 2018)

1.6 Strategie in contro delle MAP

Mining Risk Education (MRE) è uno degli strumenti sviluppati in Colombia per contrastare gli effetti causati dalla presenza di mine anti-persona (APM), ordigni inesplosi (UXO), ordigni esplosivi improvvisati (AEI) e residui bellici esplosivi (REG). L'ERM, come è noto tra le persone che lavorano sulla questione, fa parte dei cinque pilastri che compongono l'Azione integrale contro le mine, che, secondo il DAICMA, è l'insieme permanente di azioni politiche, sociali ed economiche che hanno oggetto di ridurre l'impatto

sociale, economico e ambientale generato da questo tipo di artefatti.

In Colombia, la Corporation pace e la democrazia e la Campagna colombiana contro le mine antiuomo hanno fatto progetti Risk Education miniera dal 2001. Secondo Jimenez, gli sviluppi del meccanismo di cambio è stato un lungo processo, che è stato appreso per affinare e regolare gli strumenti e le metodologie per rendere il messaggio il più semplice possibile.

Sempre più organizzazioni sono aggiunti insieme per sviluppare progetti di MRE e gli sforzi delle istituzioni che hanno lavorato sul tema per diversi anni concentrarsi su questo, e ribadisce Jimenez, ciò che viene detto in Arauca è lo stesso dire in Antioquia, come si dice in Nariño e Cordoba, in modo che vi sia coerenza nel parlare, metodologie, strumenti di trasmissione e di garantire in qualche modo la sicurezza e le squadre di collegamento a lavorare questi problemi.

In Colombia c'è uno standard nazionale per azione contro le mine (ENAM) e National Bureau of ERM, che è responsabile per l'aggiornamento questo standard, in base alle lezioni apprese dai progetti già realizzati. MRD gestisce i messaggi di prevenzione, se non si dà modo pertinente e tempestivo può diventare un'azione con la ferita, quindi è importante che tutti gli operatori che svolgono questi progetti funzionano gli stessi messaggi, perché ciò che è in gioco è la vita delle persone.

Nell'ultima versione dello standard vengono presi in considerazione due aspetti principali per il miglioramento dei progetti ERM nel paese. Da un lato, la questione dell'articolazione tra il MRA e i processi di sminamento umanitario, poiché secondo Duyerney Pabón, consulente del Dipartimento

per l'inquinamento delle Armi del Comitato Internazionale della Croce Rossa (CICR), lo sminamento umanitario e le MRE sono azioni complementare, dove si sostiene l'altro. (Navas, 2015)



Figura 8. Educazione e prevenzione in contro delle MAP

Ha firmato il Trattato di Ottawa il 3 dicembre 1997. Lo ha ratificato il 6 settembre 2000 ed è entrato in vigore nel 2001. Ha definito un quadro giuridico nazionale per l'applicazione della convenzione. Il Congresso sanzionò la legge 759 del 25 luglio 2002, attraverso la quale l'Osservatorio delle mine antiuomo fu creato come centro tecnico per l'azione contro le mine antiuomo in Colombia. La produzione, l'uso e la commercializzazione delle mine antiuomo sono state punite fino a 20 anni di carcere; furono create le missioni umanitarie nazionali; fu definito il regime di sequestro e distruzione e furono istituite la commissione intersettoriale nazionale e le sottocommissioni tecniche per l'azione concertata dello Stato e la comunità nazionale e internazionale delle mine antiuomo. Questa commissione intersettoriale nazionale per l'azione contro le mine antipersona è presieduta dal Vicepresidente della Repubblica e conta su un'ampia partecipazione di organizzazioni governative e non governative, il cui obiettivo è l'eliminazione totale delle

mine antipersona in Colombia. Ha approvato il piano d'azione nazionale contro le mine antipersona, avviando l'esecuzione nei dipartimenti di Antioquia, Meta, Bolívar, Valle del Cauca e Cauca. Ha realizzato 21 workshop di informazione e sensibilizzazione per 947 rappresentanti dello Stato e della società civile che lavorano in una popolazione residente in 78 comuni e 29 dipartimenti. Prodotta e disseminata 20.000 opuscoli per la prevenzione e la promozione dell'attenzione alla popolazione colpita; 20.000 newsletter sull'analisi territoriale; 200.000 tabloid per facilitare l'individuazione delle aree minate e l'apertura della parola 759/02, che è stata aggiornata e aggiornata in

modo permanente sulla pagina web. Le Forze militari hanno designato nel 1999 la squadra di produzione familiare e nel 2004 hanno distrutto 5.807 mine. Distruggeranno, secondo le scadenze stabilite dal governo nel quadro della Convenzione di Ottawa, la totalità delle scorte immagazzinate. Ha stanziato 2.500 milioni di pesos (863.000 USD) nel bilancio nazionale del 2004 (legge 848 del 12 novembre 2003 e il decreto regolamentare 3787 del 26 dicembre 2003) per rafforzare l'azione contro le mine. Chiama tutti gli attori armati non statali a ripensare l'uso delle mine antiuomo come lotta armata e distruzione indiscriminata.

(Colombia G. d., Minas antipersonal, consultado 2018)

CHAPTER 2

ATTENZIONE MEDICA

AI FERITI DA MINE ANTIPERSONALI

Quelli feriti da mine o residui di guerra esplosivi richiedono cure mediche immediate e intensive, quelli che sopravvivono hanno bisogno di una lunga riabilitazione fisica, supporto psicosociale e assistenza per il loro reinserimento economico. Per tutti i disabili, i sopravvissuti agli incidenti in miniera dovrebbero essere protetti contro la discriminazione da leggi e politiche specifiche.

I servizi sanitari e sociali non possono solo servire le vittime delle mine ed escludere altri pazienti feriti o malati. L'assistenza alle vittime delle mine dovrebbe essere parte integrante dei sistemi sanitari nazionali e dei servizi sociali e unisciti ai programmi

più ampio per supportare questi sistemi. Tuttavia, si riconosce che il trattamento delle vittime delle mine richiede più risorse mediche rispetto ad altre categorie di lesioni, di conseguenza, è essenziale prestare particolare attenzione alle strutture sanitarie nelle zone infestate dalle mine. Gli Stati chiesti di prestare assistenza alle vittime delle mine, sia nella Convenzione di Ottawa e il protocollo sui residuati bellici esplosivi, si riconosce che i servizi sociali e di assistenza sanitaria nelle zone colpite devono affrontare maggiori esigenze. Tuttavia, questi sistemi non solo migliorando in vigore a beneficio delle vittime di mine, ma anche feriti, mutilati o comunque disabilitati un incidente causato da miniera, così come la popolazione generale.



Figura 9. Feriti di MAP

2.1 Assistenza medica

L'assistenza medica di un ferito inizia con il primo soccorso che gli viene dato e termina quando lascia l'ospedale:

2.1.1 Attenzione medica di urgenza

La sopravvivenza di un ferito per MAP dipende dall'assistenza prestata a lui nelle ore cruciali immediatamente dopo l'incidente. La vittima dovrebbe ricevere il primo soccorso per il quale è necessario rimuovere il campo minato senza mettere in pericolo la vita degli altri, fermare l'emorragia e stabilizzare lo stato di ferito. Anche è conveniente per somministrare antibiotici per prevenire una grave infezione, come la cancrena, soprattutto se la ferita contaminata non viene trattata per più di sei ore. Quindi, la vittima dovrebbe essere evacuata rapidamente all'ospedale. Ciò implica che le aree interessate dalle miniere devono avere capacità adeguate in termini di pronto soccorso, mezzi di trasporto, forniture mediche e attrezzature e personale specializzato.

I paesi più colpiti dalle mine emergono da lunghi anni di conflitti e mancano, quindi, le strutture e i servizi necessari per rispondere a tali emergenze. Spesso, gli ospedali si trovano lontano dalle zone minate. L'evacuazione dei feriti deve essere fatta a volte da camion o una macchina trainato da animali attraverso le montagne, deserti o risaie. L'alto tasso di vittime delle mine non sopravvivono le loro ferite (fino al 50% dei decessi, secondo il CICR e la ricerca medica) è attribuita alla mancanza di primo soccorso e di trasporto.



Figura 10. Trasporto dei feriti all'ospedale

2.1.2 Cure ospedaliere

Data la gravità delle ferite, le vittime delle mine hanno bisogno di cure mediche specifiche e lunghi ricoveri. In generale, devono subire l'amputazione di uno o più arti e operazioni multiple durante le quali sono spesso richieste grandi quantità di sangue per la trasfusione, in media più di sei volte quelle necessarie a chi è ferito da proiettili o schegge. servizi di supporto di radiologia o di laboratorio sarà anche un intervento chirurgico. Gli interventi chirurgici richiedono un lungo periodo di recupero in ospedale e di fisioterapia dopo l'amputazione. È essenziale disporre di attrezzature, medicinali e medicazioni adeguati e in quantità sufficiente. Oltre a salvare la vita della persona ferita, un intervento chirurgico corretto migliora le prospettive di riabilitazione.

Tuttavia, nei paesi più colpiti dall'impatto delle mine, ci sono pochi ospedali che dispongono delle risorse necessarie (attrezzature, medicinali, attrezzature e personale specializzato) per curare i feriti dalla miniera. Inoltre, relativamente pochi chirurghi conoscono le tecniche di amputazione appropriate per questo tipo di lesioni e non vi è praticamente alcuna

formazione istituzionalizzata in adeguate tecniche chirurgiche.

2.1.3 Riabilitazione e reintegrazione

Dopo essere stato dimesso, la persona sopravvissuta all'esplosione di una mina deve ricostruire la propria vita, per fare ciò, il sopravvissuto deve riacquistare la propria mobilità per poi reintegrarsi nella vita sociale ed economica. Riabilitazione fisica e reinserimento socioeconomico sono due aspetti inseparabili. In effetti, consentire a una persona disabile di camminare o muoversi è un grande risultato in sé; è anche una condizione indispensabile per poter partecipare di nuovo alla vita familiare e comunitaria e avere accesso al mondo del lavoro e dell'educazione.

La riabilitazione fisica include la fisioterapia e il posizionamento di arti artificiali (protesi) o dispositivi per compensare la disfunzione di un arto (ortosi), nonché la fornitura di altri dispositivi ortopedici, come le stampelle e le sedie a rotelle. Questi feriti avranno bisogno di una riabilitazione fisica per il resto della loro vita: un bambino che percorre una miniera di uomini d'affari avrà bisogno di 35 protesi durante la sua vita.

Tuttavia, pochi paesi colpiti dalle mine possono offrire ai disabili centri di riabilitazione fisica autosufficienti e sostenibili, laddove esistono, queste strutture si trovano spesso nella capitale, lontano dalle aree in cui si verificano incidenti in miniera. I centri possono essere troppo costosi o pericolosi per chi ha bisogno di assistenza. In alcuni paesi, un gran numero di pazienti amputati non ha mai

ricevuto cure riabilitative, mentre in altri, i pazienti devono aspettare mesi o addirittura anni prima di poter sostituire una protesi danneggiata o maladattata, che può essere traumatizzante come perdere un'altra volta. gamba.

2.1.4 Reintegrazione sociale ed economica

Permette alla persona disabile di riprendere la sua vita e diventare parte integrante della comunità, è possibile superare parzialmente il trauma psicologico e la perdita di autostima subita da persone con disabilità a seguito di un incidente minerario attraverso il sostegno familiare e psicosociale. , l'accettazione della comunità e l'accesso al lavoro, che aiuta a ripristinare il senso di produttività e dignità della persona, gli stessi sopravvissuti insistono sul fatto che la cosa più importante per loro è tornare a essere membri produttivi della comunità essere in grado di sostenere la sua famiglia, la formazione professionale e la creazione di opportunità di lavoro sono quindi due mezzi essenziali per aiutare i sopravvissuti a ricostruire le loro vite.

Tuttavia, la maggior parte dei sopravvissuti vive in paesi a basso reddito che possono solo allocare risorse scarse, quando esistono, a programmi di occupazione per persone con disabilità e ricevere supporto psicosociale è ancora meno probabile. le persone disabili subiscono uno stigma sociale, il che rende ancora più difficile il loro reinserimento: in molti casi, dopo aver lasciato i centri di riabilitazione fisica, i pazienti diventano mendicanti e vengono abbandonati al

loro destino dalla famiglia e dalla comunità.

Come tutte le persone con disabilità, i miei superstiti dovrebbero essere protetti da leggi e politiche specifiche.

Le leggi e le politiche dovrebbero proteggere la natura pubblica di sopravvissuti alle mine e altri portatori di handicap da ogni forma di discriminazione e garantire la parità di accesso ai servizi pubblici, programmi sociali e opportunità di lavoro al di là educazione. Più di assistenza medica e riabilitazione, l'assistenza alle vittime delle mine è una questione di diritti umani.

Tuttavia, molti paesi colpiti dal problema delle mine antiuomo mancano di una legislazione adeguata a difendere i diritti dei miei sopravvissuti e di altre persone disabili.

Nei paesi colpiti dalle mine, altre difficoltà anche ostacolano il buon funzionamento dei sistemi sanitari e dei servizi sociali per i feriti di guerra e altre persone disabili, tra i quali includono:

La mancanza di dati precisi sul numero delle vittime e monitorare la localizzazione delle vittime. La raccolta dei dati è un modo preciso per determinare l'entità del problema e il tipo di vittime al fine di gestire e di assistenza efficiente; il fatto che un numero considerevole di persone vive in aree rurali dove l'accesso alle strutture sanitarie è limitato o inesistente; impossibile per le organizzazioni umanitarie di raggiungere le vittime delle mine e altri feriti di guerra a causa dell'insicurezza legati ai pericoli in corso, conflitti o tensioni; la mancanza di priorità data alle cure sanitarie in molti paesi colpiti

dal problema delle mine significa che, come traballante, i sistemi sanitari non forniscono, o lo fanno in modo molto limitato, le attività di pianificazione o rafforzare capacità, per non parlare dell'assenza di una formazione sistematica del personale ospedaliero e del primo soccorso.

Ciascuno Stato membro che è in grado di farlo, fornirà assistenza per l'assistenza e la riabilitazione delle vittime delle mine, e la loro integrazione sociale ed economica, nonché per i programmi di sensibilizzazione sulle mine. Questa assistenza può essere concessa, tra l'altro, canali del sistema delle Nazioni Unite, organizzazioni o istituzioni internazionali, regionali o nazionali, il Comitato internazionale della Croce Rossa e le Società nazionali della Croce rossa e della Mezzaluna rossa e la loro Federazione internazionale, organizzazioni non governative, o base di accordi bilaterali.

Convenzione sul divieto delle mine antiuomo (1997), articolo 6, paragrafo 3

Ogni Alta Parte contraente che è in grado di farlo fornirà assistenza per l'assistenza, la riabilitazione e il reinserimento sociale ed economico delle vittime di residui bellici esplosivi. Tale assistenza può essere facilitata, in particolare, attraverso il sistema delle Nazioni Unite, organizzazioni o istituzioni internazionali, regionali o nazionali competenti, il Comitato internazionale della Croce Rossa, le società nazionali della Croce Rossa e della Mezzaluna rossa e la sua Federazione internazionale, o organizzazioni non governative, o bilateralmente.

Protocollo sui residui bellici esplosivi (2003), articolo 8, paragrafo 2

Quali obblighi implicano i trattati internazionali sugli stati in relazione alle vittime delle mine?

In primo luogo, spetta a ciascuno Stato Parte assicurare il benessere dei propri cittadini. Ne consegue che ogni Stato parte colpito dalle miniere è, in ultima analisi, responsabile di fornire assistenza alle vittime delle mine nel suo territorio. Tuttavia, la maggior parte degli Stati colpiti da queste armi sono paesi in via di sviluppo le cui strutture sanitarie e sociali sono state trascurate o danneggiate dalla povertà o dalla guerra. La Convenzione di Ottawa riconosce le difficoltà incontrate dai paesi colpiti dalle mine a fornire cure adeguate e impegna quindi tutti gli Stati parti ad aiutarsi a vicenda con l'assistenza alle vittime delle mine. Gli Stati Parti del Protocollo del 2003 sui Resti Esplosivi di Guerra devono adempiere allo stesso obbligo.

L'obbligo di assistere le vittime delle mine è una delle peculiarità della Convenzione di Ottawa e del Protocollo del 2003 che li distingue dagli altri trattati sul controllo degli armamenti. Tuttavia, nel contesto della Convenzione di Ottawa, la cosa più difficile finora è stata quella di soddisfare questo requisito e valutare i progressi in questo settore.

Dall'entrata in vigore della Convenzione di Ottawa nel 1999, l'esperienza sul campo acquisita da governi, organizzazioni internazionali e organizzazioni non governative ha lasciato il posto a una maggiore consapevolezza e una migliore

comprensione dei bisogni delle vittime delle mine e, più in generale, dei bisogni delle persone con disabilità nei paesi a basso reddito.

Alla prima conferenza di revisione della Convenzione di Ottawa, tenutasi nel dicembre 2004, gli Stati parti hanno riconosciuto che per adempiere ai loro obblighi di assistere le vittime, è necessario "che i sistemi sanitari e i servizi sociali, i programmi di riabilitazione e la legislazione e la

politica attuali sono adeguati per soddisfare le esigenze di tutti i cittadini, comprese le vittime dell'esplosione delle mine antiuomo, "e anche che" un certo grado di priorità è assegnato ai sistemi sanitari ". e riabilitazione nelle aree in cui le vittime delle mine sono concentrate "(Revisione dell'operazione e stato della Convenzione: 1999-2004, approvata dalla Prima Conferenza di revisione della Convenzione, punto 65). (Rojas, 2005)

LEGGE 1448 DEL 2011 - DECRETO 4800 DE

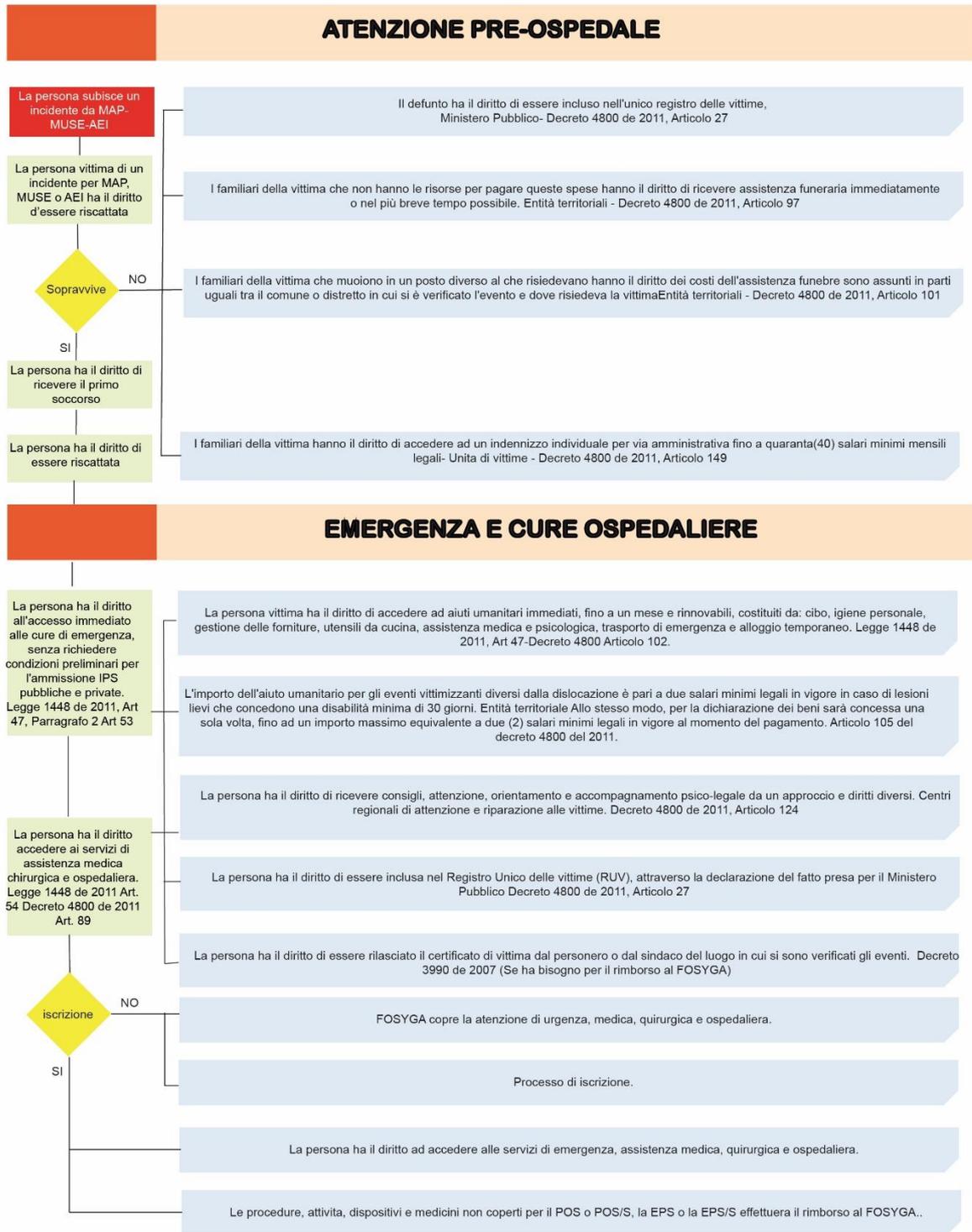


Figura 11. Flusso dell'assistenza medica

CHAPTER 3

SITUAZIONE ATTUALE: TIPI DI FERITE, PRODOTTI E METODI DI FABBRICAZIONE

“L’ho visto senza le gambe, la faccia sporca di sangue e sporczia. Riesci a immaginare che anche se non avessi le gambe, direi: Caporale, caporale, togliti gli stivali, sento che i miei piedi stanno bruciando”.

Testimonianze di guerra

3.1 Tipi di lesioni causate da MAP

La Colombia ha il maggior numero di vittime nel mondo e ogni anno ci sono poco più di mille nuove vittime. Inoltre, è il paese con il maggior numero di mine piantate nel suo territorio. Influenzano il 46% dei comuni del paese e 31 dei 32 dipartimenti. Il dipartimento di Antioquia ha il più alto numero di casi nel paese: il 19,8% del totale.

Le mine antiuomo causano lesioni multiple attraverso complessi meccanismi di trauma, ferite da alta contaminazione, soggiorni ospedalieri prolungati, disabilità e sequele, sommati agli alti costi delle cure, ma le statistiche relative a queste lesioni in Colombia sono limitate.

Attraverso uno studio descrittivo e retrospettivo, tutti i pazienti registrati alla dimissione a causa di traumi causati da operazioni belliche, causati da schegge di mine antiuomo, secondo la classificazione internazionale delle malattie e problemi di salute (ICD 10) (13) sono stati inclusi, dal 1 gennaio 2003 al 31 luglio 2005, nell'ospedale Pablo Tobón Uribe di Medellín, un ospedale universitario di natura generale di elevata complessità, con 270 posti letto. Non abbiamo incluso pazienti con ferite causate da schegge di mine non ricoverate in ospedale o ricoveri in ospedale a causa di complicazioni croniche di ferite causate dalle mine antiuomo.

Abbiamo identificato le caratteristiche demografiche dei pazienti, il tempo trascorso dall'infortunio alla loro cura in ospedale e fino alla prima procedura chirurgica, il sito anatomico compromesso e il tipo di lesioni alle

estremità: ferite cutanee, frattura chiusa, frattura aperta, brucia e amputazione. Sono stati classificati come multipli, quando per il sito anatomico o il tipo di lesione implicavano due o più opzioni.

La classificazione dell'infezione ospedaliera correlata alle lesioni causate dalle mine antipersona è stata effettuata in conformità con le raccomandazioni del Centers for Disease Control and Prevention (CDC) del 1996. I dati ottenuti sono stati analizzati utilizzando il programma Windows 2003 Excel®.

Risultati

Ci sono stati 213 scarichi ospedalieri a causa di schegge da mine o bombe, codice Y362 secondo ICD 10 (13). Quando esaminarono le cartelle cliniche, 62 pazienti che avevano sofferto ferite in operazioni di guerra e che erano stati causati da altri meccanismi oltre alle mine antiuomo, come esplosioni con bombe, granate e missili, tra gli altri, furono esclusi.

Nello studio sono stati inclusi 151 scarichi ospedalieri dovuti a mine antiuomo. Nel 2003, una media di due pazienti è stata trattata mensilmente, quattro pazienti al mese nel 2004 e 11 nel 2005.

Tutti i pazienti inclusi nello studio sono stati ammessi dal Dipartimento di Emergenza, tutti erano maschi, con un'età media di 24 anni (range, da 18 a 37 anni), 143 (94,7%) di loro erano militari e 8 (5,3%) civili.

La degenza ospedaliera media è stata di 20 giorni (da uno a 109 giorni). Sei pazienti sono stati indirizzati a un'altra istituzione. La mortalità ospedaliera è stata del 4% (sei pazienti) e, in media, è stata presentata il quarto giorno di permanenza e tutti i defunti hanno

avuto amputazioni e lesioni multiple alle estremità.

I dati sono stati trovati sul tempo di evoluzione dall'infortunio all'ammissione al pronto soccorso in 145 casi, con una media di 12 ore (intervallo da 1 a 144 ore). 132 pazienti (87,4%) sono stati sottoposti a intervento chirurgico dopo l'ammissione al pronto soccorso; in otto di essi non si registra il tempo trascorso dall'infortunio. Il tempo di evoluzione fino all'intervento era di 15 ore, in media (intervallo da 1 a 125 ore).

In 50 (33,2%) pazienti, le lesioni presentate in un singolo sito anatomico; il restante 101 (66,8%) ha avuto più lesioni (due o più siti anatomici). La tabella 1 mostra la distribuzione per sito di lesioni. I siti anatomici più colpiti erano le estremità in 133 (88%) dei pazienti, 126 (83,4%) con lesioni agli arti inferiori e 51 (33,8%) negli arti superiori. Il tipo di lesione agli arti era multiplo (due o più) in 78 pazienti. Il comportamento del tipo di lesioni alle estremità è presentato nella tabella 2. (Salud, 2010)

Tabla 1. Distribuzione delle lesioni per MAP

Tabella 1. Distribuzione per sito di lesioni causate da mine antipersona, Ospedale Pablo Tobon Uribe, Medellin, dal 2003 al luglio 2005.		
Sito di lesione	No.	%
Testa e collo	42	27,8
Occhi	39	25,8
Torace	10	6,6
Addome	10	6,6
Estremità superiore destra	25	16,6
Estremità superiore sinistra	35	23,2
Estremità inferiore destra	94	62,3
Estremità inferiore sinistra	96	63,6
Genitali	10	6,6
No. =151 pazienti		

Tabla 2. Tipo di ferite causate per MAP

Tabella 2. Tipo di ferite causate dalle mine antiuomo nelle estremità. Pablo Tobon Uribe Hospital, Medellin, dal 2003 al luglio 2005.		
Tipo di lesione agli arti	No.	%
Ferite della pelle	81	60,9
Amputazione	79	59,4
Frattura aperta	41	30,8
Frattura chiusa	28	21,1
Brucciare	9	6,8
No.= 133 Pazienti		

3.2 Livello di amputazione per estremità inferiore

Queste sono considerate amputazioni più importanti perché la sua incidenza è dell'85% di tutti amputazioni eseguite.

L'arto inferiore svolge più funzioni all'interno delle quali tre sono i più importanti: fornire supporto al resto del corpo a ciò che è stata chiamata funzione di supporto del carico, fornisce il controllo della forza di gravità e permette di stare in piedi, camminare o la locomozione.

Esistono diversi sistemi di classificazione in base al livello di amputazione, tra i quali i più studiati sono:

- Anatomia di Oxford
- Topografica de Schwartz (la più utilizzata)
- Centro nazionale di amputati

I vari livelli di amputazione secondo la classificazione di Shwartz sono descritti di seguito:

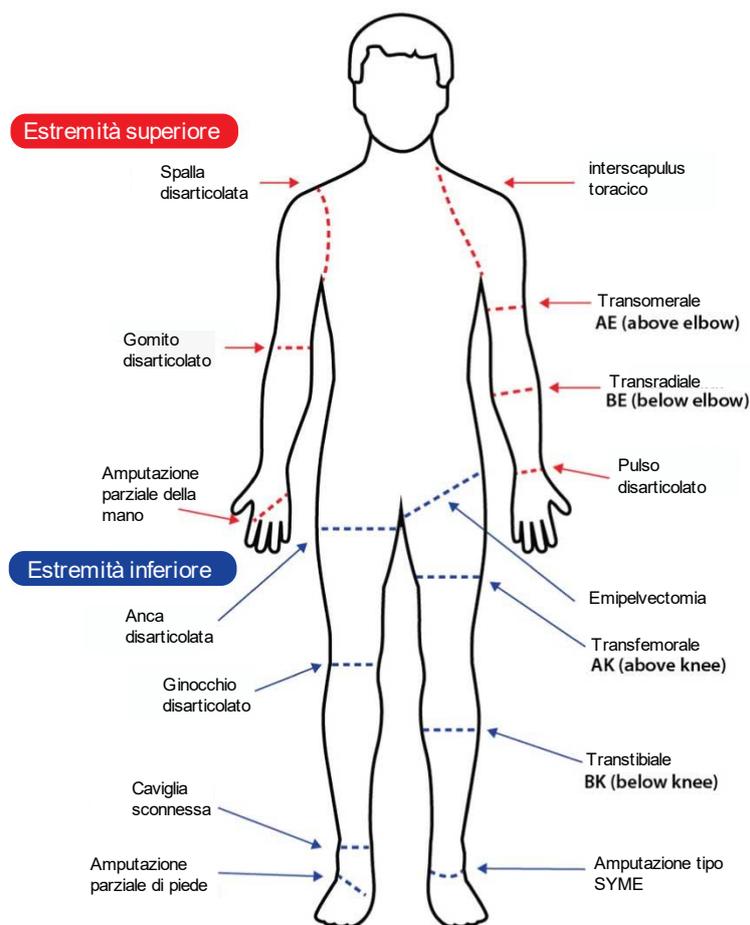


Figura 12. Tipo di amputazione classifica di Schwartz

3.3 Tipi di Protesi per Estremità inferiore

Secondo la norma UNE 111-909-90 / 1, adottata dalla ISO 8549/1, una **protesi** è un dispositivo esterno utilizzato per sostituire completamente o parzialmente un segmento di un membro mancante o deficiente. Ogni dispositivo che ha una parte in esso è incluso all'interno del corpo umano, per esigenze strutturali o funzionali.

Di conseguenza si analizzarono i diversi protesi che si trovano nel mercato attualmente, essendo la perdita di una parte delle gambe la ferita più comune causata per le mine antipersonale. A continuazione si fa l'elenco dei diversi prodotti protesici:

3.3.1 Protesi per l'amputazione delle dita del piede

Protesi per l'amputazione della punta: il principale vantaggio di questo tipo di amputazioni è che puoi usare una scarpa normale. L'amputazione della punta può essere totale o parziale. In questo tipo di amputazioni ci sono diverse opzioni protesiche:

La protesi di riempimento: in cui viene riempito lo spazio lasciato all'interno della scarpa con un materiale elastico e flessibile, in modo che il spostamento del piede negli spazi lasciati dall'amputazione.

Il modello flessibile con riempimento: in esso sono costruiti gli elementi complementare, come prima di

riempire gli spazi vuoti a sinistra, oltre a elementi che possono aiutare a prevenire le deformità del piede derivato da amputazioni (come supinazione, aumento dell'arco pianta, ecc.)

Dita stampate in gomma-silicone: sono incorporate come materiale riempimento di un modello semirigido anche in caso di amputazione il raggio del piede, lo stesso meccanismo sarà usato come nell'amputazione di dita.

3.3.2 Protesi per amputazione trans metatarsale

Protesi trans metatarsali sono normalmente realizzati con materiale flessibile che aumenta la funzionalità del piede ed è più tollerabile.

3.3.3 Protesi per l'amputazione di Lisfranc

È usato nell'amputazione a livello tarsale-metatarsale del piede.

3.3.4 Protesi per amputazione Chopart

Usata in casi di articolazione a livello medio tarsale del piede.

3.3.5 Protesi Syme per amputazione

Usata per sostituire il segmento dell'arto inferiore assente a livello dell'articolazione della caviglia.

3.3.6 Protesi tibiali PTB. PTS e KBM

Sono utilizzati per la sostituzione di segmento dell'arto inferiore assente a livello trans tibiale (sotto il ginocchio).

- **Piede non articolato:** simula una certa flessione plantare della caviglia con il supporto del tallone dalla deformazione del materiale viscoelastico.
- **Piede articolato:** consente un certo grado di flessione plantare o dorsale della caviglia. È basato su una serie di arresti elastici che limitano questo movimento articolare.
- **Piede di accumulo di energia:** ottenere più slancio al decollo a causa dell'accumulo di energia durante la fase di supporto.

3.3.7 Protesi tibiale con socket 3S (sospensione di aspirazione siliconica)

Usata anche in amputazioni trans tibiali.

3.3.8 Protesi endoscheletriche per disarticolazione del ginocchio

Questi protesi sono indicate per amputazioni del piede, della caviglia e del ginocchio. Anche per amputazioni femorali, ma solo con un lungo ceppo in grado di sopportare carichi e con muscoli per lo più intatti con reinserimento distale.

3.3.9 Protesi femorale con socket CAT-CAM

Indicata per amputazioni a livello femorale.

3.3.10 Protesi femorale con sezione quadrangolare

La sezione trasversale di questo tipo di protesi è quadrilatero, con diametro maggiore nel piano frontale che in sagittale.

3.3.11 Protesi per la disarticolazione dell'anca e dell'emisectomia

Usato quando l'arto inferiore deve essere sostituito a livello dell'anca o quando il moncone femorale è molto corto. Esistono due tipi di protesi per questo livello di amputazione:

- La protesi convenzionale: indicata per pazienti obesi e persone più alti.
- Protesi canadese.

3.3.12 Protesi tibiale esoscheletrica PTB, PTS, KBM

Usata per sostituire il segmento dell'arto inferiore assente dal livello trans tibiale.

3.3.13 Protesi esoscheletrica per disarticolazione del ginocchio

Usato di solito per sostituire l'assenza dell'arto inferiore a livello di l'articolazione del ginocchio.

3.3.14 Protesi esoscheletrica femorale con sezione quadrangolare

Usata per sostituire l'assenza dell'arto inferiore a livello della coscia, entro sopra il ginocchio. (Pereira, 2013)

3.4 Parti della protesi

3.4.1 Liner

The Liner è una cover protettiva realizzata in materiale flessibile e imbottito. Viene posizionato sull'arto residuo (moncone) in modo da coprirlo, in modo da ridurre il movimento e l'attrito tra la pelle dell'utente e la presa protesica.

I Liners sono progettati con caratteristiche specifiche, che consentono loro di lavorare con diversi sistemi di sospensione di arti protesici.

La scelta del rivestimento corretto aiuta a garantire che la protesi si adatti correttamente e comodamente. Ci sono molti modelli disponibili da Liner, i modelli "standard" sono disponibili in tre diversi tipi di materiali:

3.4.1.1 Silicona (SIL)



Figura 13. Liner di Silicona

Un rivestimento in silicone offre all'utilizzatore un'eccellente stabilità e un'ottima adesione se l'arto residuo ha molti tessuti molli. Questo tipo di Liner funziona meglio con un sistema di sospensione con navette ("Lanzadera" implica che ci sarà un perno situato nella parte più distale del Liner, che verrà inserito all'interno di un meccanismo installato nella parte inferiore del sistema di allacciatura, il che lo manterrà e servirà come

connessione dell'utente al resto della protesi).

Il silicone è morbido ma è molto resistente alla pressione, è anche resistente e facile da pulire.

Questo tipo di Liner è consigliato a individui con un livello di attività Basso-Medio o Medio-Alto.

3.4.1.2 Poliuretano (PUR)

Il poliuretano ha una proprietà quasi unica per conformarsi a livelli elevati di pressione. Grazie a questo, con un rivestimento in poliuretano, la pressione sarà ben distribuita nella sua presa protesica.

Un rivestimento in poliuretano offre una calzatura precisa e comoda per tutti i tipi di arti residui. Le sue caratteristiche di conformazione e ammortizzazione della pressione del moncone lo rendono una scelta eccellente per gli arti sensibili o ossei residui.

Il rivestimento in poliuretano offre prestazioni migliori nei sistemi di aspirazione o aspirazione, come il sistema Harmony P3 o il sistema Total-Contact.

Il poliuretano è consigliato agli utenti con livelli di attività sia bassi che alti, sempre in base al tipo di pizzo da utilizzare.

3.4.1.3 Copolimero (COP)

Il copolimero è un materiale morbido, trapuntato e molto elastico che offre protezione agli utenti con un basso livello di attività, che hanno diversi tipi di arti residui.

Di solito il copolimero è un elastomero termoplastico bagnato da olii gradevoli e benefico per la pelle, che lo rende particolarmente utile per quegli utilizzatori con ceppi che soffrono di pelle secca.

Il copolimero Liner funziona al meglio con un sistema di contatto Contact-Total. Inoltre, questo tipo di Liner è consigliato solo agli utenti con un livello di attività basso o medio-basso.

3.4.2 Socket o presa

La presa è uno dei sistemi più importanti nella protesi trans femorale, è una delle parti che fissa la protesi al corpo e che determina in larga misura se l'aggiustamento è buono o meno. Il pizzo rende il la protesi è soggetta alla persona e ciò che consente le unità del piede e del ginocchio lavoro.

3.4.2.1 Presa convenzionale

Questo socket è tenuto nell'area dell'anca. Il suo design è conico, presentando come problema la pressione esercitata dai risultati del ceppo sono maggiori rispetto alle aree ossee e ai gruppi muscolari, che non si adatta e lascia spazi tra il ceppo e la presa, questo spazio è a tipo di pistone, che rende necessario l'aiuto di una cintura o di un giunto meccanica dell'anca, per avere una presa migliore della protesi con il resto del corpo. Come risultato di questo problema, c'è una perdita di fiducia nella mobilità e stabilità del paziente durante lo sviluppo di alcune attività.

3.4.2.2 Presa quadrangolare

Ha contorni irregolari, la forma del suo interno forma quattro lati, presenta le

parti in entrata e in uscita, queste parti facilitano tenere premuto e premere alcune aree del moncone, mira a sostenere il peso e allo stesso tempo, le parti sporgenti dei lati dello zoccolo alleviano queste pressioni eccessivo sui muscoli in contrazione.

Il socket è composto da cinque parti, che si riferiscono alla morfologia umano in cui è composto il moncone che è il residuo dell'amputazione.

Le parti sono:

- Muro precedente
- Muro mediale
- Supporto Ischia
- Parete posteriore
- Parete laterale



Figura 14. Socket, vista superiore

3.4.2.3 Presa di contatto totale

Il contatto totale del moncone è uno delle caratteristiche dell'attuale riserva quadrangolare, presentando miglioramenti in entrambi la circolazione sanguigna del moncone, evitando la formazione di edemi e problemi dermatologica; contribuire alla distribuzione della pressione, stimola la risposta sensoriale del moncone che migliora il controllo della protesi; distribuire il carico di peso supportato dalla protesi.

3.4.3 Sistema di sospensione

Tutti i merletti devono avere un sistema di sospensione o una misura sicura per evitare che la protesi si allenti. Alcuni lacci sono fatti di plastica flessibile, altri sono composti da materiali laminati e realizzati con fibra di carbonio a seconda del tipo di materiale, se sono flessibili o rigidi, tutti questi merletti devono essere ben attaccati al moncone del paziente amputato. Sotto chiameremo alcuni sistemi di sospensione più frequenti, che vengono utilizzati per questo classe del dispositivo:

- Valvola di aspirazione.
- Guinzagli o cinghie flessibili che circondano la vita.
- Una cintura rigida che fissa l'area del bacino e utilizza una cerniera meccanica per tenere l'arto.

3.4.3.1 Sistema di sospensione con valvola di aspirazione

Quando l'arto residuo penetra attraverso la parte superiore della presa, l'aria esce attraverso una valvola situato unidirezionale in basso. Questo crea uno spazio tra la pelle dell'arto residuo e l'interno della presa per essere in grado di attutire il moncone.

Quando l'arto è completamente inserito nella presa, la pelle della parte superiore della coscia e il pizzo di plastica creano una tenuta perfetta. Poiché l'aria non può ritornare alla presa attraverso la valvola, a meno che non venga rilasciata deliberatamente, il vuoto creato impedisce la fuoriuscita della vestibilità. Questo è chiamato pressione negativa e mantiene il socket fissato all'arto senza che venga fuori al momento dell'esecuzione di una determinata attività.

3.4.3.2 Sistema di sospensione con cinghie flessibili o cinghie che circondano il Vita

La maggior parte delle persone che hanno problemi con l'uso delle sospensioni

questo tipo di sistema, fissando la protesi alla vita. Quando inizi uso, i test vengono eseguiti dove viene preso ciascuno dei materiali morbidi, come sono: il neoprene, diversi tipi di tessuto e pelle. Queste morbide cinghie di sospensione reggere la protesi con una parte, mentre l'altra parte è legata intorno alla vita, di solito sopra di essa, e fissato con fibbie.

3.4.3.3 Sistema di sospensione con cinghie rigide

In alcune persone, le cinghie morbide li fanno sentire insicuri e cercano di ottenere un altro sistema sospensione che consente loro di avere più fermezza nella presa della protesi. Il Le cinghie rigide possono aiutare queste persone a sentirsi più sicure. Una cintura molto rigida che tiene l'anca e una cerniera meccanica può far sì che la protesi rimanga al suo posto e l'anca si muova correttamente. (ULLOA, 2007)

3.4.4 Ginocchio protesico



Figura 15. Diversi tipi di ginocchi

I sistemi protesici del ginocchio sono i componenti più complessi. Questo perché le ginocchia dovrebbero fornire supporto quando la persona è in piedi, facilitare il movimento quando si cammina e consentire il movimento quando si è seduti, piegare le gambe o inginocchiarsi.

Le ginocchia protesiche possono variare dai sistemi semplici che sono stati usati per secoli ai sistemi automatici avanzati così ben noti oggi. Sebbene il ginocchio protesico perfetto non sia stato ancora inventato, la ricerca mostra che ci sono molti tipi di tecnologia promettenti.

Oggi, ci sono più di cento tipi di sistemi di ginocchio tra cui scegliere. Medici, protesisti e riabilitatori tengono conto dell'età, della salute, del livello di amputazione e dello stile di vita dell'amputato quando offrono suggerimenti sul tipo di ginocchia e sulla stabilità e sulle opzioni di movimento che meglio si adattano alla persona.

Esistono due tipi principali di ginocchia: meccanici e computerizzati. Entrambi hanno vantaggi (ciò che funziona bene) e svantaggi (che non funziona così bene).

3.4.4.1 Meccaniche

Le ginocchia meccaniche possono anche essere suddivise in due classi: asse singolo e policentrico (più di un asse).

3.4.4.1.1 Ginocchio singolo asse

Questo tipo di ginocchio funziona come una cerniera.

- È durevole

- È leggero
- Costa meno di altri sistemi di ginocchio.
- Non ha controllo di posizione, il che significa che le persone con amputazioni devono usare i muscoli per mantenere l'equilibrio mentre stanno in piedi.
- Di solito hanno un blocco manuale per compensare la mancanza di controllo della posizione.
- Spesso usano l'attrito per impedire alla gamba di oscillare troppo in avanti quando si inizia il passo successivo.

3.4.4.1.2 Ginocchia policentriche

Banda policentrica. Questo tipo di ginocchio è più complesso e consente una maggiore libertà di movimento. anche:

- Potrebbe aver bisogno di essere riparato o sostituito più spesso di altri tipi di ginocchia protesiche.
- Pesa più delle ginocchia del singolo asse.
- È molto stabile durante la prima parte della fase di supporto (quando si avvia il passo).
- Riduce la lunghezza della gamba quando si avvia la fase, riducendo così il rischio di inciampare.
- Si piega nella fase di oscillazione (quando la gamba è in aria) o quando l'utente si siede.
- Funziona bene in molte persone con amputazioni, comprese quelle che hanno avuto problemi con altre ginocchia protesiche o hanno una disarticolazione del ginocchio,

amputazioni alle gambe bilaterali o ceppi lunghi.

- Ha un semplice controllo dell'oscillazione che consente una velocità di marcia ideale.
- Di solito ha un controllo di oscillazione del fluido (un pistone all'interno di un cilindro con aria o olio) che consente diverse velocità di marcia.
- Può limitare parte del movimento del ginocchio ma non tanto da supporre un problema.

3.4.4.1.3 Ginocchia bloccanti manuali

Questo tipo di ginocchio:

- È il ginocchio più stabile che esista.
- Si chiude automaticamente nella fase di estensione per impedirne la piegatura.
- Può essere facilmente sbloccato.
- Ha bisogno di molta energia e porta a un'andatura rigida e rigida quando il ginocchio è bloccato.
- Può essere usato da molte persone con amputazioni che hanno poca forza o stabilità, così come quelle che sono più attive ma camminano su terreni irregolari.

3.4.4.1.4 Ginocchio con controllo della posizione attivato dal peso

Questo tipo di ginocchio:

- È molto stabile
- Esercita un attrito costante sull'albero durante la fase di oscillazione della gamba.

- Non si piega quando il peso della persona è sulla protesi.
- Di solito è la prima protesi utilizzata da un amputato o da persone più anziane o meno attive.

3.4.4.2 Idrauliche

- Usano liquido (solitamente olio di silicone) per rispondere a un gran numero di velocità di marcia.
- Forniscono un ginocchio con funzionalità quasi normale.
- Sono più pesanti, richiedono più manutenzione e costano di più rispetto ai sistemi pneumatici.
- Sono spesso usati da persone attive.

3.4.4.3 Neumatiche

- Comprimo l'aria quando il ginocchio è flessa, si accumula e, successivamente, restituisce energia quando il ginocchio inizia la fase di estensione.
- Possono avere una molla a spirale per aumentare il controllo del modo di camminare.
- Forniscono un migliore controllo dell'oscillazione rispetto ai sistemi di frizione.
- Sono meno efficaci dei sistemi idraulici.

3.4.4.4 Ginocchi computati (con microprocessori)

Le ginocchia computerizzate sono tipi relativamente nuovi di tecnologia protesica. Al momento, ci sono diverse classi disponibili e altre sono in via di

sviluppo. Sebbene ciascun modello abbia caratteristiche e prestazioni leggermente diverse, tutte le ginocchia computerizzate:

- Di solito sono più piccoli e più leggeri delle ginocchia meccaniche.
- Sono inizialmente programmati per "memorizzare" le caratteristiche del progresso dell'utente.
- Hanno sensori di tempo, di forza e di oscillazione che eseguono più di 49 letture al secondo e, immediatamente, regolano il sistema di controllo del fluido di conseguenza.
- Richiedono meno sforzo per regolare il tempo, il che significa che gli amputati hanno un modo più naturale di camminare, possono camminare più a lungo e avere un controllo migliore sulle superfici irregolari, anche quando scendono le scale.
- Sono adatti per le persone con amputazioni che svolgono attività da moderate a attive. (America, 2008)

3.4.5 Pilastro

Pezzo di metallo, legno o polimero che collega il ginocchio con il piede della protesi. Attualmente vengono fatti di materiali molto leggeri e resistenti come il Titanio e la fibra di carbonio.

3.4.6 Piede protesico



Figura 16. Pie protesico

Oggi sono disponibili più di 50 modelli di piedi protesici. Alcuni sono progettati per svolgere compiti specifici come camminare, ballare, andare in bicicletta, giocare a golf, nuotare, sciare o correre. Molti sono impermeabili e sono fatti di materiali leggeri come plastica, leghe metalliche e materiali compositi in fibra di carbonio.

I piedi protesici possono essere di base (fissi), articolati (muoversi in una o più direzioni) o dinamiche (accumulare e restituire energia quando si cammina, dando una sensazione di "spinta", qualcosa di molto simile a ciò che fa il piede umano). Attualmente, i piedi protesici possono avere molle nell'area corrispondente alle dita dei piedi e al tallone per consentire un maggior movimento della caviglia, regolazione del tallone a varie altezze e assorbimento dell'impatto.

Sotto una classificazione dei vari tipi di piedi protesici:

3.4.6.1 Piede non articolato

Esistono due tipi di piedi protesici di base: il piede SACH (caviglia ferma con tallone imbottito) e il piede elastico della chiglia.

3.4.6.1.1 Piede Sach

Il piede SACH è il più semplice dei due. È rigido e non può essere piegato. Il tallone è un cuneo di gomma che viene compresso sotto il peso dell'utente e consente al tallone di spostarsi un po' all'inizio della fase di supporto della marcia (all'avvio del passo). Fornisce stabilità, ma poco movimento laterale, durante il "supporto medio" (quando si cammina). Il piede SACH offre tacchi di diverse altezze in modo che possa essere utilizzato con diversi tipi di calzature.

3.4.6.1.2 Piede con chiglia elastica

Sono leggermente più flessibili dei piedini SACH. Permettono all'adattatore di adattarsi alle varie condizioni di guida, ma rimangono rigidi e stabili quando la persona è in piedi o cammina.

Entrambi i tipi di piedi protesici non articolati:

- Non hanno parti articolate, durano a lungo e hanno bisogno di poche correzioni.
- Costano meno dei piedi protesici articolati.
- Sono fatti di schiuma e la loro forma è simile a quella del piede umano.
- Sono imbottiti ma assorbono e restituiscono meno energia quando camminano rispetto ai piedi della risposta dinamica.
- Sono progettati per persone che camminano un po' e che lo fanno a velocità costante.
- Sono spesso usati come prime protesi e talvolta vengono sostituiti da un tipo di piede protesico più avanzato.

3.4.6.2 Piede articolato

Esistono due tipi di piedini articolati: asse singolo e asse multiplo. Entrambi consentono il movimento in uno o più piani, simile a quello eseguito dal piede umano.

3.4.6.2.1 Piede di asse semplice

- Hanno una caviglia che consente al piede di muoversi su e giù, il che aggiunge stabilità al ginocchio.
- Solitamente sono usati da persone con alti livelli di amputazione (dal ginocchio all'anca).
- Riducono lo sforzo necessario per controllare una protesi e prevenire la flessione del ginocchio.
- Aggiungono peso alla protesi, hanno bisogno di riparazioni periodiche e costano poco più della maggior parte dei piedi di base.
- Sono spesso usati da persone che hanno bisogno di stabilità.

3.4.6.2.2 Piedi multiasse

- Sono simili ai semplici piedini in termini di peso, riparazioni e costi.
- Si muovono su, giù e di lato per adattarsi a superfici irregolari meglio dei piedini a singolo asse.
- Hanno un movimento del tallone che assorbe parte della tensione creata durante la deambulazione, proteggendo la pelle della persona e limitando l'usura della protesi.
- Di solito sono usati da escursionisti, golfisti, ballerini e altri che hanno bisogno di molto movimento del piede.

3.4.6.2.3 Piedi di risposta dinamica

- Accumula e rilascia energia durante il ciclo della marcia.
- Forniscono una sensazione di spinta, un range di movimento più normale e una modalità di andatura bilanciata.
- Possono avere un design delle dita per aggiungere stabilità.
- Possono ridurre l'impatto che si verifica sul tallone dell'altro piede.
- Sono così comodi e rispondono così bene che le persone con amputazioni possono aumentare il loro livello di attività.
- Rispondono bene e sono adatti a persone attive che variano la loro velocità di camminata, cambiano direzione velocemente o percorrono lunghe distanze. (America A. c., 2008)

3.5 Processi di Fabbricazione dei protesi per estremità inferiore

Attualmente ci sono diversi processi che vengono utilizzati per produrre prodotti ortopedici, i quali si usano nelle diverse fasi della protesi, come si spiega da seguito:

3.5.1 Metodo tradizionale

3.5.1.1 Bende di gesso

Usando questo tipo di benda vengono prese le misure del moncone per ottenere la forma negativa di esso.

Durante l'applicazione delle bende di gesso viene data la forma

quadrangolare richiesta, questo per distribuire omogeneamente i carichi in questa parte della protesi (presa).

È un metodo scomodo per il paziente che ha una sensibilità sufficiente in questa parte del corpo a causa dell'amputazione.

3.5.1.2 Stampo in gesso

Quando la benda di gesso si è asciugata con la forma negativa del moncone, questa viene usata per svuotare l'intonaco e ottenere il positivo con la forma.

Viene utilizzata una barra di metallo posizionata al centro del volume da ottenere, questo per poter sostenere il modello in gesso e apportare le modifiche e i lavori necessari durante il processo.

Quando l'intonaco si asciuga, le dimensioni del mortaio devono essere regolate o verificate, poiché l'intonaco

subisce una contrazione durante l'essiccazione.

3.5.1.3 Termoformato al vuoto

Questo processo consiste nel riscaldare il materiale polimerico per poi posizionarlo sullo stampo in gesso e aspirare l'aria (generare vuoto), in questo modo il materiale polimerico assume la forma dello stampo.

Quindi i pezzi del polimero vengono tagliati e rifiniti per ottenere le diverse parti della protesi.

3.5.1.4 Assemblaggio dei componenti

L'ultima parte di questo processo di fabbricazione tradizionale delle protesi è l'assemblaggio, dove si incontrano lo socket, il ginocchio, il pilastro e il piede protesico.

Durante questo processo, devono essere eseguite le verifiche degli angoli di movimento e degli assi tra i componenti.

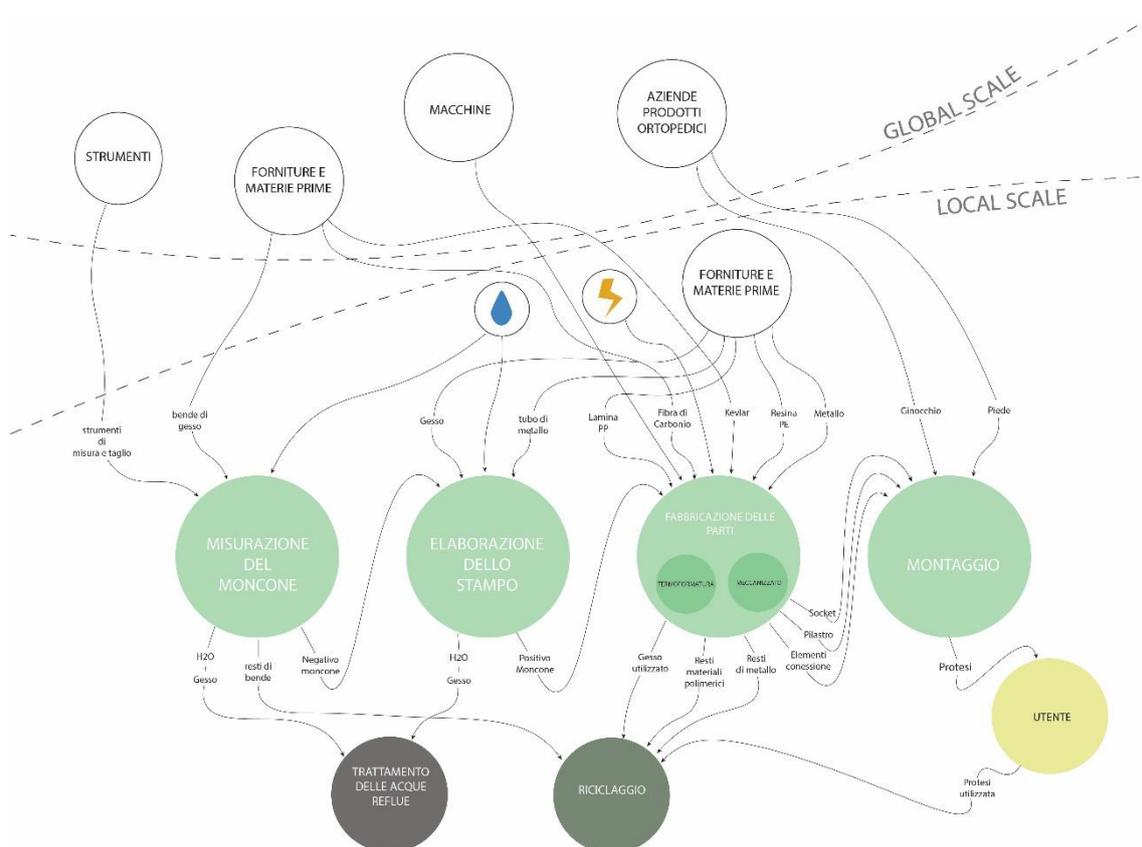


Figura 17. Sistema di produzione tradizionale

3.5.2 Metodo utilizzando Scanner e Stampa 3D

3.5.2.1 Scanner 3D

Ottenimento di misurazioni e immagine tridimensionale (3D). Oltre alle misure esatte, fornisce anche la morfologia tridimensionale del corpo.

Questo metodo non ha bisogno di contatto con la parte da misurare (moncone), per questo motivo è comodo e pulito.

Il tempo di misurazione e il grado di errore nel prendere le misure sono ridotti.

3.5.2.2 Modellazione 3D

L'uso dei diversi programmi (CAD) consente la modifica dei pezzi della protesi e la ricostruzione delle dimensioni dell'utente.

La tradizionale rettifica dei positivi è sostituita dal ritocco in modo virtuale, molto più preciso e adattato alle condizioni di ogni paziente.

3.5.2.3 Produzione delle parti

3.5.2.3.1 Fresatrice numerica

La fresatrice numerica, con i dati memorizzati nel computer, ottiene con precisione gli stampi in poliuretano per la realizzazione di qualsiasi tipo di ortesi e protesi.

3.5.2.3.2 Stampante 3D

Utilizzando il file .STL ottenuto dalla modellazione al computer, viene realizzata la produzione delle varie parti che compongono la protesi.

L'ultima parte di questo processo di fabbricazione tradizionale delle protesi è l'assemblaggio, dove si incontrano lo socket, il ginocchio, il pilastro e il piede protesico.

3.5.2.4 Assemblaggio dei componenti

Durante questo processo, devono essere eseguite le verifiche degli angoli di movimento e degli assi tra i componenti.

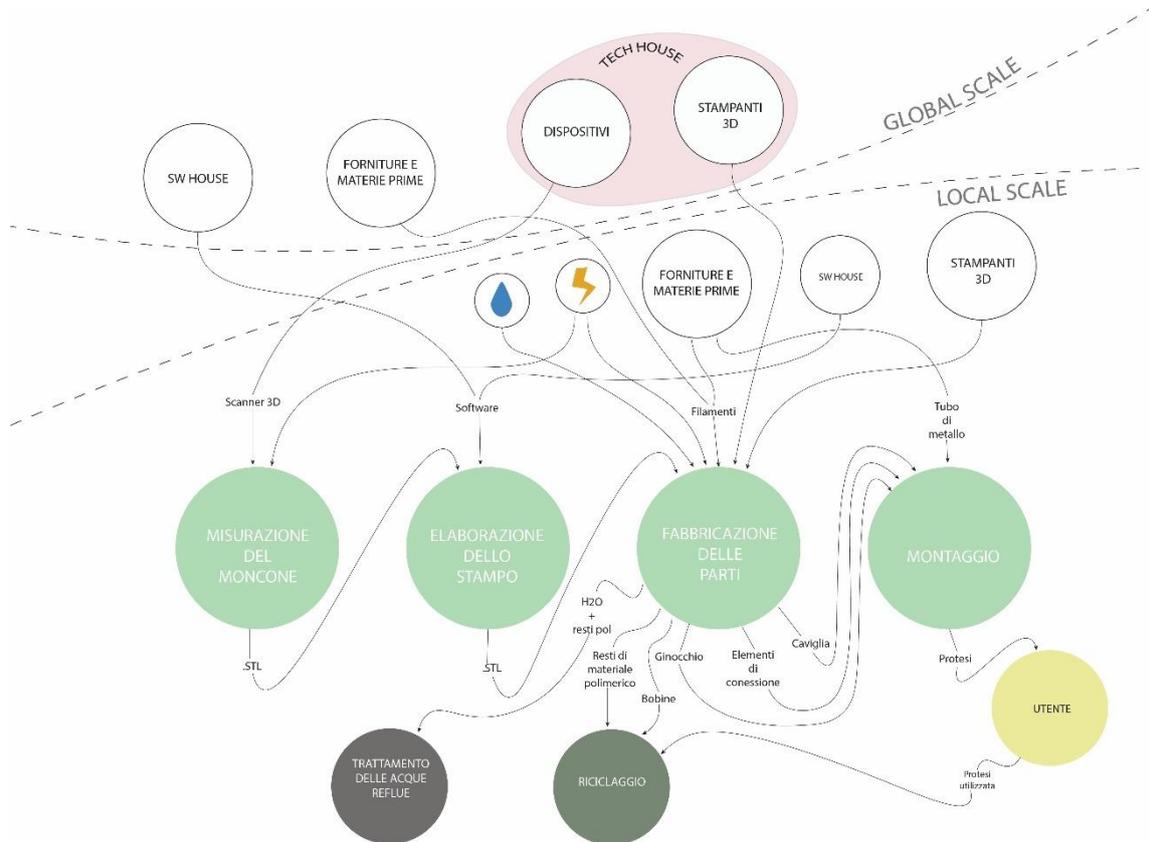


Figura 18. Sistema attuale di produzione con tech 3D

CHAPTER 4

SCENARIO LE TECNOLOGIE 3D

La tecnologia è nulla. L'importante è che tu abbia fiducia nelle persone, che siano fondamentalmente brave e intelligenti, e se dai loro gli strumenti, faranno cose meravigliose con loro.

- Steve Jobs.

4.1 Scanner 3D

4.1.1 Definizione di Scanner 3D

Uno scanner 3D è un dispositivo di imaging che raccoglie le misurazioni del punto di distanza da un oggetto reale e le traduce in un oggetto 3D virtuale.

Gli scanner 3D sono utilizzati per creare immagini e animazioni realistiche in film e videogiochi. Altre applicazioni di scansione 3D includono reverse engineering, prototipazione, modellazione architettonica e industriale, imaging medico e modellazione di dispositivi medici. Le stampanti 3D possono utilizzare i dati delle scansioni 3D per creare oggetti fisici. (Rouse, 2018)

4.1.2 Tipi di Scanner 3D

4.1.2.1 Scanner 3D a contatto

C'è un elemento sensibile (punta di acciaio duro o zaffiro) che si appoggia e si muove sull'oggetto da misurare. Una serie di sensori interni consentono di determinare la posizione spaziale della sonda. Vengono utilizzati principalmente nel controllo dimensionale nei processi di produzione e possono raggiungere precisioni tipiche di 0,01 mm.



Figura 19. Scanner 3D a contatto

Il vantaggio di questo sistema è l'alta precisione. Gli svantaggi sono la lentezza della scansione e l'incapacità di lavorare con oggetti fragili.

4.1.2.2 Scanner 3D senza contatto

4.1.2.2.1 Laser

Il laser scanner funziona a triangolazione, questo sta proiettando un laser che attraversa l'oggetto e una telecamera è responsabile dell'analisi del laser per determinare le coordinate XYZ. Questa tecnica è chiamata triangolazione perché il punto laser, la fotocamera e l'emettitore laser formano un triangolo.

Nei vertici di questo triangolo ci sono: L'emettitore del laser, l'oggetto su cui il laser e la telecamera influenzeranno. Bene, il lato (A) del triangolo che forma la fotocamera con l'emettitore del laser è noto. L'angolo che l'emettitore laser si forma con la fotocamera è anche noto (Ω) e l'angolo del vertice della fotocamera (β) può essere determinato localizzando la posizione del laser nella fotocamera. In questo modo è possibile individuare le coordinate XYZ dell'oggetto nello spazio ed essere in grado di formare la nuvola di punti.

4.1.2.2.2 Luce bianca strutturata

Lo scanner strutturato a luce bianca emette un motivo chiaro (di solito linee parallele) sull'oggetto e una telecamera analizza la deformazione del disegno per formare la geometria. La linea viene proiettata sull'oggetto da analizzare con un proiettore LCD o un laser. Esempio: gli scanner Steinbichler.

Il vantaggio degli scanner di luce strutturati 3D è la velocità. Invece di scansionare un punto alla volta,

scansionano più punti o l'intero campo del panorama immediatamente. Questo riduce o elimina il problema della deformazione del movimento. Alcuni sistemi esistenti sono in grado di scansionare oggetti in movimento in tempo reale.

4.1.2.2.3 Tempo di volo (Time of flight)

Uno scanner del tempo di volo 3D determina la distanza dalla scena impostando il tempo di andata e ritorno di un impulso di luce. Un diodo laser emette un impulso di luce e il tempo viene misurato finché la luce riflessa non viene vista da un rivelatore. Poiché la velocità della luce C è nota, il tempo di andata e ritorno determina la distanza della corsa della luce, che è il doppio della distanza tra lo scanner e la superficie. Se T è il tempo del viaggio completo, allora la distanza è uguale a $(C * T) / 2$. Chiaramente la certezza di uno scanner del tempo di volo laser 3D dipende dalla precisione con cui è possibile misurare il tempo $T = 3,3$ picosecondi (circa). Il tempo richiesto per la luce è di viaggiare di 1 millimetro. Vengono utilizzati laser visibili (verdi) o invisibili (vicino all'infrarosso). (D3D, 2015)

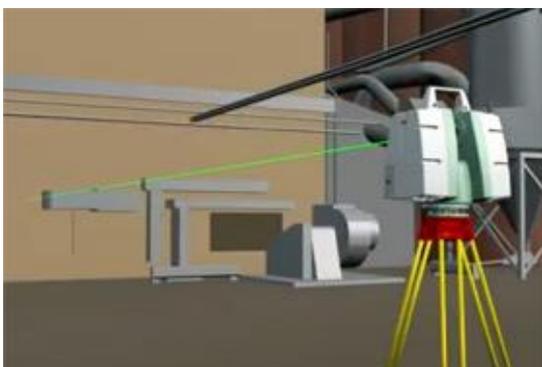


Figura 20. Scanner 3D tempo di volo

4.2 Stampante 3D

4.2.1 Definizione di Stampante 3D

La stampa 3D è quel processo attraverso il quale un filamento di un materiale (solitamente di plastica), è modellato dall'aggiunta per prendere una forma specifica che corrisponde a un disegno fatto da un computer.

4.2.2 Processo di stampa

Quello che viene fatto è di riscaldare il materiale plastico ad una certa temperatura fino a quando non può essere versato per prendere una certa forma, solidificandosi una volta raffreddato.

Ci sono una varietà di metodi di riscaldamento dei materiali con cui è stampata, come fondere il materiale, o utilizzando un raggio laser o tipo (fascio di elettroni, raggi ultravioletti).

Una volta fuso, modellabile, rendendo la stampante è versando la forma liquida o semi-liquida risultante in strati successivi secondo le istruzioni fornite dal programma per computer che segue i piani creati dal progettista.

È inoltre possibile utilizzare materiali diversi, come carta, gesso, cemento o metalli, anche se sono meno comuni e più specializzati.

E, infine, potremmo parlare di stampanti alimentari 3D, per le quali il materiale di base è crudo e il cui risultato è un piatto cucinato, in linea con i cosiddetti "robot da cucina". (ABC, 2018)

4.2.3 Tipi di stampanti 3D

4.2.3.1 Modellazione mediante deposizione fusa (FDM)

La tecnologia FDM è il metodo di stampa 3D più comune nelle stampanti 3D desktop. Il filamento termoplastico viene riscaldato ed estruso in coordinate X e Y attraverso la testa di

estrusione, mentre la superficie di stampa sta abbassando l'oggetto strato per strato nella direzione Z.

In questo modo l'oggetto viene stampato dal basso verso l'alto. Se esiste un caso in cui un modello presenta parti sporgenti, è necessario disporre di strutture di supporto che possono essere rimosse una volta terminata la stampa.

Questo tipo di stampante 3D è un modo economico per sviluppare un prodotto e creare rapidamente prototipi nei settori delle piccole imprese e dell'istruzione, poiché è in grado di produrre parti robuste in modo efficiente e rapido.

4.2.3.2 Stereolitografia (SLA)



Figura 21. Stereolitografia SLA

La stereolitografia, inventata da Chuck Hull nel 1983, è caratterizzata dalla più antica tecnologia di stampa 3D.

Questa tecnologia funziona esponendo uno strato di resina fotosensibile liquida a un raggio laser UV per indurirsi e solidificarsi. Una volta che il laser scorre attraverso uno strato di resina nel modello desiderato, inizia a indurire. Successivamente, la piattaforma di stampa del modello, situata nel serbatoio del liquido della stampante, abbassa uno strato e il laser inizia a formare lo strato successivo. Ogni livello è costruito sul precedente.

Come con la tecnologia di stampa 3D FDM, le parti sporgenti stampate con questi tipi di stampanti 3D necessiteranno di strutture di supporto. Una volta completata la stampa, l'oggetto dovrebbe essere risciacquato con un solvente. A volte viene anche cotto in forno UV per completare la lavorazione.

La tecnologia SLA crea oggetti con superfici lisce e molti dettagli. È sempre più popolare in settori come gioielli e odontoiatria estetica per la creazione di stampi malleabili.

La produzione di un'interfaccia liquida continua (CLIP) potrebbe essere la prossima grande cosa nel tipo di stampa SLA 3D. Per questa tecnologia di stampa 3D hai bisogno anche di resina e raggi ultravioletti. La differenza principale risiede in una membrana permeabile all'ossigeno che si trova sotto la resina, che accelera notevolmente il processo. I creatori di questa tecnologia innovativa affermano di poter stampare oggetti 3D fino a 100 volte più velocemente. Le prime stampanti 3D con tecnologia CLIP sono già in fase di test.

4.2.3.3 Elaborazione digitale della luce (DLP)

La tecnologia di elaborazione della luce digitale (DLP) e la stereolitografia hanno molti aspetti in comune. Entrambi i tipi di stampanti 3D utilizzano foto polimeri liquidi. Entrambi usano "resine" che si induriscono applicando la luce attraverso un proiettore speciale (DLP) e un laser (SLA).

La tecnologia DLP è stata inventata nel 1987 da Larry Hornbeck di Texas Instrument ed è diventata

estremamente popolare sui proiettori. La tecnologia DLP utilizza una rete elettrica di microspecchi controllati da computer disposti in uno stampo su un chip semiconduttore. Questi piccoli specchi si appoggiano avanti e indietro. Quando uno specchio è inclinato, riflette la luce, riflettendo un pixel luminoso. Mentre lo specchio è inclinato sul lato opposto, il pixel diventerà scuro. Questo tipo di tecnologia viene utilizzato in proiettori cinematografici, telefoni cellulari e anche per la stampa 3D. Uno dei vantaggi che presenta per la stampa 3D è la sua velocità: puoi stampare i livelli in un istante.

I tipi di stampanti DLP 3D sono utilizzati principalmente in aree professionali e consentono di produrre parti robuste con una risoluzione eccellente. Anche gli amanti e gli appassionati della stampa 3D stanno costruendo le proprie stampanti 3D basate sulla tecnologia DLP utilizzando fasci di luce o persino smartphone per indurire la resina.

4.2.3.4 Sinterizzazione laser selettiva (SLS)



Figura 22. Tecnologia SLS

La tecnologia SLS è simile allo SLA, ma la differenza principale è che questo tipo di stampante 3D utilizza materiale in polvere nell'area di stampa anziché in resina liquida. Un laser viene utilizzato per sinterizzare selettivamente uno strato di granuli che

lega il materiale per creare una struttura solida. Quando l'oggetto è completamente formato, è permesso di raffreddare nella macchina prima di rimuoverlo.

L'SLS è ampiamente utilizzato per lo sviluppo di prodotti e la rapida creazione di prototipi orientati alle industrie commerciali. Allo stesso modo, è utile per la fabbricazione di prodotti finali di uso limitato, come parti utilizzate nel settore industriale (ad esempio, pezzi di macchinari). I materiali utilizzati nella SLS possono variare da nylon, vetro e ceramica a alluminio, argento e persino acciaio.

Tuttavia, questo tipo di stampante 3D richiede l'uso di costosi laser ad alta potenza, che lo rendono alquanto al di fuori della portata del consumatore medio. Ma c'è sempre la possibilità di utilizzare servizi di stampa 3D professionali come Shapeways, Sculpteo e i.Materialise, che sono più economici.

4.2.3.5 Fusione laser selettiva (SLM)

La tecnologia di fusione laser selettiva è talvolta considerata una sottocategoria del tipo di stampante 3D SLS. La tecnologia SLM utilizza un raggio laser ad alta potenza per fondere completamente le polveri metalliche in pezzi solidi tridimensionali.

I materiali tipici utilizzati in questi tipi di stampanti 3D sono: acciaio inossidabile, alluminio, titanio e cromo-cobalto. La tecnologia SLM viene utilizzata nell'industria aerospaziale o ortopedica per creare pezzi con geometrie complesse e strutture a pareti sottili, con canali nascosti o spazi vuoti. Come si può vedere nel video precedente, è stato anche utilizzato per produrre turbine a gas per l'industria energetica.

4.2.3.6 Fusione a fascio di elettroni (EBM)



Figura 23. Tecnologia EBM

A differenza della tecnologia SLM, l'EBM (per il suo acronimo in inglese) usa, come suggerisce il nome, un fascio di elettroni controllato da un computer. Questa tecnica viene eseguita con un'alta pressione del vuoto e utilizzando temperature elevate che raggiungono fino a 1000 °C per fondere completamente la polvere metallica.

Questo tipo di stampante 3D può utilizzare metalli come titanio puro, Inconel718 e Inconel625 per produrre parti aerospaziali e protesi mediche. Ma, mentre questa tecnologia è promettente, attualmente è molto lenta e costosa.

4.2.3.7 Fabbricazione per oggetti rotanti (LOM)

Il LOM utilizza strati di carta, plastica o laminati di metallo rivestiti di adesivo, che si sciolgono sotto il calore e la pressione e vengono tagliati con un laser o un coltello controllato da un computer. Successivamente, a volte viene eseguito un processo di lavorazione e foratura. L'oggetto 3D viene creato strato per strato e, dopo aver tagliato il materiale in eccesso,

può essere levigato o sigillato con vernice.

Rispetto ai tipi di stampanti 3D SLA o SLS, la precisione dimensionale della tecnologia LOM è leggermente inferiore. Tuttavia, LOM è uno dei metodi di stampa 3D più economici e veloci per creare pezzi relativamente grandi. Permette anche di stampare oggetti 3D a colori.

4.2.3.8 Iniezione di legante (BJ)

Questo tipo di stampa 3D è stato inventato al MIT (Massachusetts Institute of Technology) e ha più nomi: "powder bed fusion", "3D inkjet printing", "drop-on-dust printing" o, probabilmente, il meglio noto come "binder injection" o "binder jetting".

L'iniezione di legante è un processo di produzione additivo. Questo tipo di stampante 3D utilizza due materiali: un materiale a base di polvere (spesso gesso) e un adesivo, che agisce unendo gli strati di polvere. In generale, il legante viene estruso in forma liquida da una testina di stampa come in una normale stampante a getto d'inchiostro 2D. Una volta che uno strato è finito, la superficie di stampa si abbassa e il processo si ripete.

È possibile utilizzare questa tecnologia di stampa 3D con ceramica, metallo, sabbia o plastica.

Questo tipo di stampanti 3D ha un grande vantaggio: puoi stampare a colori aggiungendo pigmenti al rilegatore (di solito ciano, magenta, giallo, nero e bianco). Questo aspetto lo ha reso il metodo preferito per i selfie 3D più popolari. Lo svantaggio di questo metodo è che mette in pericolo l'integrità strutturale degli oggetti. Non otterrai stampe ad alta risoluzione e resistenti, ma ci sono alcune eccezioni.

Possiamo vedere i progressi in questo tipo di tecnologia di stampa 3D. Nel 2016, Hewlett-Packard ha introdotto la tecnologia "Multijet Fusion" (MJF), che mira a portare la tecnologia di iniezione di leganti al livello successivo.

L'operazione è semplice, distribuisce uno strato di materiale stampabile 3D. Quindi, l'inchiostro termico viene iniettato da destra a sinistra, depositando in tutta l'area di lavoro due agenti chimici: agente fondente, per creare uno strato solido del materiale; e agente di dettaglio, per determinare la struttura del livello che si sta creando. Infine, l'energia viene applicata per catalizzare l'agente fondente, mentre la polvere impregnata con l'agente di dettaglio rimane inerte.

Questo tipo di stampante 3D può essere utilizzato per la prototipazione rapida e la produzione a breve termine nei settori automobilistico, medico e aerospaziale. Tuttavia, l'intera gamma di funzionalità MJF non è stata ancora stabilita, poiché i nuovi agenti di fusione promettono di offrire proprietà diverse, come la stampa a colori, la conducibilità, la resistenza e la reattività termica.

4.2.3.9 Iniezione di materiale (MJ) / stampaggio a cera persa

La tecnologia di iniezione di materiale, meglio conosciuta come "stampaggio a cera persa", non è stata inventata da nessuno in particolare, ma piuttosto è una tecnica utilizzata dai gioiellieri per secoli. Lo stampaggio a cera persa (o microfusione) è un processo di produzione che consente principalmente di produrre gioielli personalizzabili di altissima qualità in vari metalli. Ma con la stampa 3D, c'è finalmente un processo per automatizzare lo stampaggio a cera

persa, e per la maggior parte dei gioiellieri è stata una svolta.



Figura 24. Stampaggio a cera persa

Pertanto, è diventato il tipo di tecnologia di stampa 3D più popolare tra i professionisti nel settore della gioielleria, e anche coloro che vogliono sperimentare con gli stampi.

Esistono diverse stampanti 3D professionali come Statasys "Wax Jet" che utilizzano la tecnologia dello stampaggio a cera persa. Per testare questa tecnica di stampa 3D non è necessario acquistare una stampante. Esistono servizi di stampa 3D come Shapeways o Sculpteo che utilizzano macchine con tecnologia MJ o MJM per questo compito.

La cera fusa viene depositata a strati su una piattaforma di alluminio da diversi ugelli che attraversano l'area di costruzione. Quando il materiale caldo entra nella superficie di stampa, si solidifica. In questo caso viene utilizzato un diverso tipo di cera a bassa temperatura di fusione, che viene depositato sotto le parti sporgenti del prodotto, fungendo da supporto per la struttura. Al termine della stampa, viene inserito in un bagno caldo che scioglie il materiale di supporto.

La cera modellabile è molto fragile e deve essere maneggiata con cura. Comincerà a ammorbidire intorno a 60 ° C e fondere a 80 ° C. Si deforma e si

indebolisce lentamente, quindi ti consigliamo di essere veloce.

Se vuoi sperimentare lo stampaggio a cera persa su una stampante FDM convenzionale, dovresti provare il filamento Moldlay. (Locker, 2018)

4.2.4 Usi della stampante 3D

Gli usi delle stampanti 3D in medicina, edilizia e produzione alimentare sono spesso le più sorprendenti di tutte le applicazioni delle tecnologie additive. Tuttavia, la stampa di un edificio, di una protesi o di un hamburger in linea di principio non è molto diversa dalla stampa di un oggetto di design, una sedia o un tavolo: in tutti questi casi il processo di stampa 3D è sullo sfondo e il materiale viene posizionato in una determinata configurazione dal programma digitale, ciò che è diverso da una situazione all'altra è il materiale che usiamo.

A proposito, la dimensione della stampante e i dettagli della tecnologia sono totalmente diversi tra la stampa di un edificio e un osso protesico, ma per capire l'impatto profondo che le tecnologie additive avranno nel lungo termine, è importante tenere a mente l'osservazione di Bertrand Russell sul "lavoro consiste nel spostare la materia nello spazio". La stampa 3D è una costellazione di tecnologie che, nel tempo, possono posizionare la materia nello spazio in qualsiasi modo vogliamo e, in questo senso, non è sorprendente che le stampanti 3D diventeranno una tecnologia universale con applicabilità a qualsiasi processo di produzione, sia che si tratti di hamburger o di edifici, proprio come i computer oggi sono una tecnologia di gestione delle informazioni universale per il contatore Excel, il DJ's MP3 o il Photoshop del designer grafico.

Stampa 3D in costruzione

Il settore delle costruzioni è uno dei più pericolosi di tutti. Secondo Behrokh Khoshnevis, professore alla University of Southern California, negli Stati Uniti. UU. Ogni anno circa 10 mila lavoratori muoiono a causa di incidenti e circa 400 mila sono feriti nel corso del loro lavoro. Inoltre, il processo di costruzione è di solito molto lento, costoso e in molti casi dominato dalla corruzione e dalla burocrazia municipale.

Ci sono già diverse aziende e gruppi accademici che sono nelle fasi avanzate di portare tecnologie additive nel settore delle costruzioni. Una delle aziende leader si chiama D-Shape e ha sviluppato una stampante 3D con la possibilità di stampare qualsiasi struttura architettonica che si adatti a un cubo di 6 metri per lato. Con un'area di stampa di queste dimensioni, D-Shape può stampare panchine, fontane, chioschi, piscine, piccoli ponti, statue, colonne, archi, ecc.

L'architetto inizia il processo di costruzione modellando l'edificio o un altro oggetto in modo digitale in un programma CAD. Quindi salvare il disegno come un file STL e aprirlo in un programma D-Shape che controlla la testina della stampante. Sotto il controllo del programma, la testa costruisce l'oggetto iniettando una soluzione adesiva sugli strati di sabbia nel disegno che rappresenta la struttura desiderata. Una volta che l'adesivo solidifica la sabbia, la testa si solleva per stampare lo strato successivo. Come abbiamo visto in precedenza, il motivo principale per cui la rivoluzione 3D si è verificata ora non è l'idea della stampante stessa, ma gli enormi progressi nei materiali e nel software che si sono verificati nell'ultimo decennio. Questo caso non è un'eccezione. La soluzione adesiva

che solidifica la sabbia produce un materiale finale così forte che ha le stesse caratteristiche del blocco di marmo solido e ha una resistenza così superiore ai migliori cementi che non è necessario rinforzare la struttura con barre di ferro, che è normalmente fa oggi. Inoltre, utilizzando processi additivi, le macchine D-Shape utilizzano le risorse in modo molto più economico e con meno sprechi rispetto ai processi di costruzione tradizionali, e quindi offrono anche importanti vantaggi ambientali.

Come nel caso di tutte le tecnologie di stampa 3D, la complessità dell'oggetto da stampare non ha costi aggiuntivi e una delle sfide pratiche dell'architettura nell'era delle tecnologie additive è quella di capire che le capacità di una macchina in questo modo sono molto più ampi della semplice stampa di chioschi e piscine. Come qualsiasi stampante 3D, la macchina D-Shape ha la capacità di stampare strutture con geometrie di qualsiasi complessità. Ad esempio, gli archeologi possono stampare parti perse per ricostruire vecchi edifici; i paesaggisti possono stampare pietre, pietre e piccole montagne per la decorazione di parchi e giardini; gli architetti possono stampare un modello da 1/4 di un edificio come prototipo o possono stampare qualsiasi struttura in pietra come porte, finestre o mattoni di dimensioni specializzate. Poiché la complessità non ha costi aggiuntivi, ogni porta può essere decorata con un piccolo bassorilievo personalizzato e ogni colonna può avere un gargoyle con un volto diverso, l'unico limite è l'immaginazione.

I vantaggi di questa tecnologia diventano ancora più importanti se combinati con il processo di scansione 3D. New York City ha recentemente scelto D-Shape come vincitore del concorso di idee su come ripristinare

l'area costiera della città. Molti moli e banchine necessitano di restauro, ma i processi di costruzione tradizionali sono estremamente costosi in quanto le colonne portanti e altri elementi delle strutture sono immersi nell'acqua e l'accesso è molto difficile. Inoltre, le strutture sono state costruite in momenti diversi, quindi quando vengono erose, la loro sostituzione richiede lavoro con parti che non sono standardizzate oggi.

Con la tecnologia del calcestruzzo digitale di D-Shape, i supporti che necessitano di restauro vengono scansionati con uno scanner 3D speciale, anche quando sono sott'acqua, e quindi viene stampata una struttura in calcestruzzo con la forma regolata con precisione per ciascun supporto. Nel cubo 6 x 6 metri della macchina a forma di D, fino a 50 strutture si adattano a un'unica impressione e ogni struttura ha una propria forma.

Solo al Pier # 40 di Manhattan ci sono 3.500 stand, di cui il 30% sono classificati come "in grave erosione" e, per il resto, quasi tutti necessitano di un restauro. La città di New York ha più di 800 chilometri di zone costiere e si stima che risparmierà 2,9 miliardi di dollari utilizzando la tecnologia D-Shape invece dei tradizionali processi di costruzione.



Figura 25. Applicazione stampa 3D in architettura

Case sulla Terra e basi sulla Luna

L'Istituto di architettura avanzata in Catalogna ha creato una macchina simile a quella di D-Shape. Si dedicano allo sviluppo di un'architettura sostenibile e, dicono, vogliono "spingere i confini della produzione digitale ed esplorare le possibilità di produzione con materiali locali". L'Istituto robot-stampante miscelazione materiali di suolo con una soluzione adesiva è approvata come certificazione LEED ecologico (certificazione verde edificio in EE.UU.). Il robot è controllato dal computer e funziona utilizzando l'energia solare.

La città di New York non è l'unica entità che scommette su queste nuove tecnologie. La NASA ha visto così tanto potenziale per una delle squadre che stanno sviluppando stampanti-costruttori e ha investito \$ 100.000 per iniziare a testare il concetto di strutture di stampa sulla Luna, tra passerelle, pareti, di atterraggio e altre piattaforme. L'idea è quella di usare polvere lunare e cemento prodotto da rocce locali ricche di calcio come input.

Sviluppi sperimentali, come i due esempi che abbiamo visto, dimostrano che siamo lontani decenni dal risolvere il problema degli alloggi per sempre. Il nostro pianeta ha un totale di 14,8 Gha (14,8 miliardi di ettari) di superficie terrestre, di cui per uso umano usiamo solo 0,03 Gha. In termini di fornitura di alloggi decenti per tutti, il fattore limitante non è mai stata la disponibilità di terra. Un giorno, non lontano, stampanti 3D e altre tecnologie robotiche alimentate da raggi del sole costruiranno tutte le case di cui abbiamo bisogno, e lo faranno senza centinaia di migliaia di morti o incidenti dei lavoratori e una molto più amichevole per la natura modo.

Stampa 3D in Medicina

In termini pratici, le stampanti 3D hanno già rivoluzionato due campi di protesi: ci sono già oltre 3 milioni di apparecchi acustici stampati in 3D nel mondo; e l'uso della stampa 3D per creare corone dentali è già molto comune per molti dentisti. Due esempi dimostrano chiaramente i vantaggi: prima di produrre la protesi il medico ha preso un'impronta di cera e poi, sulla base di questo stampo, sono stati prodotti la corona o l'apparecchio acustico. Era un processo costoso, lento e impreciso. Oggi il dentista esegue la scansione del dente rotto, se necessario, lo corregge digitalmente e lo invia alla stampa. L'intero processo richiede un paio d'ore invece di prendere settimane, come era abitudine prima. Inoltre, la protesi è naturalmente molto più comoda perché ha una forma molto precisa, la forma esatta del dente o dell'orecchio.

L'uso della stampa 3D sulle protesi sta avanzando rapidamente. Nell'anno 2012 per la prima volta hanno fatto un trapianto di una mascella stampata in titanio. Oggi, trapianti di questo tipo non sono più una novità e ci sono molti casi di successo di trapianti di fianchi, mascelle e altre parti del corpo. Ancora più importante, dall'avvento delle stampanti 3D a basso costo, le persone fuori dal campo medico hanno iniziato a sperimentare e inventare le proprie soluzioni.

Ad esempio, Richard Van As, un falegname sudafricano, ha perso le dita in un incidente e ha scoperto che i modelli protesici che esistevano erano puramente cosmetici. Ecco perché ha deciso di progettare un nuovo tipo di protesi che gli avrebbe permesso di continuare a lavorare. Dopo aver sviluppato il concetto della sua invenzione, Richard vide che il costo di chiedere a un'azienda specializzata di

realizzare una protesi su misura era più di \$ 10.000. Alcuni anni fa probabilmente non avrei avuto un'altra opzione, ma oggi con una stampante 3D come MakerBot puoi stampare la tua nuova protesi ad un costo totale di materiali di 2,50 USD. E dal momento che il design digitale è facile da personalizzare, il costo totale della creazione di una protesi per qualcun altro con questa necessità è di soli \$ 150. L'invenzione fatta da Richard, ora chiamata Robohand, ha già aiutato molte persone a recuperare alcuni usi delle dita perse.



Figura 26. Robohand

Chimici e pillole personalizzati

Il processo di personalizzazione non deve essere limitato solo alla creazione di moduli precisi, ma può anche essere utilizzato per stampare pillole personalizzate direttamente in farmacia. Una delle sfide della medicina geriatrica è che a volte il paziente deve assumere fino a dieci pillole al giorno ed è facile dimenticare o prendere la dose sbagliata. Con l'arrivo della farmacologia digitale, il medico sarà in grado di indicare online esattamente quale combinazione di farmaci e con quale dose il paziente dovrebbe assumere, e la farmacia accanto stamperà una singola pillola

contenente tutti i trattamenti indicati per questa persona.

Il professor Lee Cronin, dell'Università di Glasgow, vuole prendere la produzione digitale delle pillole molto più tardi usando il concetto che chiama "Chemputer". Con questo dispositivo, chiunque può stampare i farmaci a casa.

L'idea è di creare una serie di disegni digitali delle camere di reazione che possono essere scaricati e stampati a casa utilizzando una stampante 3D. Con questi dispositivi e le applicazioni software sviluppate dal team Cronin per ciascun farmaco, l'utente sarà in grado di sintetizzare i farmaci sulla base di un set di reagenti di base a basso costo che Cronin chiama "inchiostro chimico".

Ora il team di Cronin sta sviluppando la sua prima applicazione che consentirà la produzione domestica di Ibuprofen. Quando questo o un altro progetto simile avrà successo, migliorerà la distribuzione dei farmaci di base in molte aree povere del mondo, specialmente in aree che non sono facilmente accessibili dai sistemi di distribuzione tradizionali.

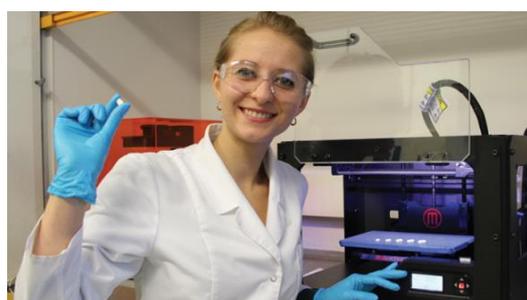


Figura 27. Uso farmaceutico della stampa 3D

Stampa di organi: spostamento di celle nello spazio

Solo negli Stati Uniti UU. Ci sono 90 mila persone in lista d'attesa per un

trapianto di rene. Nel mondo ci sono milioni di persone che hanno bisogno di polmoni, reni e cuori per vivere. È una situazione estremamente triste e crudele poiché ci sono molte più persone che hanno bisogno di un trapianto rispetto ai donatori e, data la carenza di organi, le persone con determinate caratteristiche vengono automaticamente escluse dalla lista. Ad esempio, negli Stati Uniti UU., Le persone con più di 70 anni non hanno diritto a ricevere un trapianto di cuore. Anche per coloro che possono essere sulla lista, è una vita difficile per la stragrande maggioranza di noi immaginare, vivendo da un giorno all'altro, senza sapere se il trapianto arriverà prima che scada il tempo. Questo problema diventerà sempre più serio perché man mano che la popolazione invecchia, le liste d'attesa saranno sempre più lunghe.

I progressi nella produzione di organi sono l'applicazione di stampa 3D più sorprendente. Alcune persone hanno persino paura, dicendo che l'impressione di organi viventi è qualcosa che va "contro natura". Ma l'impressione 3D degli organi è molto più naturale dei trapianti che abbiamo oggi, perché gli organi stampati in 3D saranno realizzati con le cellule del paziente stesso e, quindi, non ci sarà il rifiuto immunitario, che è il problema più importante con i trapianti moderni. Un destinatario di un trapianto deve spesso passare il resto della sua vita in terapia immunosoppressiva per prevenire il rigetto. Pensando da questa prospettiva, si vede che in termini biologici è molto più naturale avere un nuovo cuore stampato con le proprie cellule piuttosto che avere un trapianto da un corpo estraneo.

Concettualmente, la stampa 3D degli organi funziona in modo simile a molte stampanti 3D comuni basate sulla tecnologia di estrusione dei materiali.

Normalmente, ci sono due teste, una che posiziona materiale di supporto, come un idrogel, mentre l'altra posiziona la coltura cellulare prelevata dal paziente. Come con tutte le tecnologie additive, è un processo che stampa strato per strato sotto il controllo del computer. Inizialmente, il materiale di supporto mantiene le cellule nella forma desiderata, ma una volta che le cellule sono interconnesse, le strutture di supporto si dissolvono e il tessuto cresce in un bioreattore fino a raggiungere la maturità.

Per ora siamo lontani dall'essere in grado di stampare cuori e reni che funzionano nei pazienti, ma con organi più semplici ci sono già state diverse importanti pietre miliari. Il Dr. Anthony Atala è già riuscito a stampare una vescica e alla conferenza TED del 2011 ha presentato uno dei suoi pazienti, Luke Massala, che diversi anni fa vive con una vescica fatta di cellule sue.

L'importanza di questa invenzione è enorme dal momento che oggi la produzione di carne è incredibilmente inefficiente. Per produrre un hamburger singolo, sono necessari circa 7 metri quadrati di terreno. In termini di energia, per produrre 1 calorie di alimenti vegetali, sono necessarie solo 3 calorie, mentre per produrre 1 calorie di carne sono necessarie 35 calorie di energia. Secondo il recente rapporto dell'Istituto di ingegneri meccanici, per produrre 1 chilogrammo di carne sono necessari in totale tra 5mila e 20mila litri d'acqua (tenendo conto dell'acqua utilizzata nella produzione di cibo per animali). Un terzo di tutta la superficie disponibile del pianeta è attualmente utilizzato per il bestiame e la produzione di carne è la causa di circa il 18% delle emissioni di gas legate al

riscaldamento globale. Si stima che entro il 2050 ci sarà il 70% in più di domanda di carne e non c'è semplicemente posto sulla terra per accogliere questa nuova domanda, a causa dell'inefficienza dei metodi tradizionali.

Ecco perché Peter Thiel e altri scommettono sulla tecnologia di stampa 3D per la produzione di carne. Disse Thiel, "se si guarda all'intensità di tutte le risorse necessarie per produrre un hamburger, è un vero disastro ambientale".

La società Modern Meadow è consapevole che la carne stampata è qualcosa di molto nuovo per molte persone e che ci vorrà del tempo per l'adozione massiccia di questa nuova fonte di cibo. Spiega il rappresentante dell'azienda: "L'adozione di questo tipo di prodotto da parte del consumatore può presentare alcune sfide. Puntiamo prima i consumatori vegetariani e coloro che preferiscono non mangiare carne per motivi etici".

Stampa 3D negli alimenti

Dopo aver parlato dei processi di stampa di edifici, carne artificiale e organi per i trapianti, potrebbe non essere così sorprendente rispetto al grande entusiasmo che esiste sull'uso di stampanti 3D per la preparazione dei cibi. Gli chef digitali amatoriali hanno modificato le stampanti Open Source come RepRap per creare macchine che stampano biscotti, cioccolatini e molto altro. La pasticceria è una delle prime applicazioni nella stampa di alimenti perché questi prodotti sono generalmente realizzati in un unico materiale e pertanto è facile modificare una stampante 3D esistente per adattarla a questo scopo.



Figura 28. Stampa 3D per alimenti

In termini generali, il lavoro di cucina può essere suddiviso in tre fasi:

- (1) Mix ingressi
- (2) Mettere i materiali di consumo
- (3) Applicare un trattamento (es. Calore)

La NASA ha recentemente assegnato un finanziamento a una società chiamata SMRC solo per creare un sistema in grado di gestire questi tre aspetti della creazione di cibo in un modo molto generale. La stampante, anch'essa basata sul progetto RepRap, ha la capacità di combinare input primitivi in un'ampia varietà di alimenti. Il computer controlla digitalmente non solo il processo di stampa, ma anche il processo di miscelazione e l'applicazione del calore. Dato che si tratta di uno sviluppo basato su un progetto aperto, sicuramente avremo presto un team indipendente di appassionati che creerà qualcosa di simile per l'uso pubblico.

C'è un sacco di dibattito sul fatto che avremo tutti una stampante 3D a casa. La risposta è semplice: alcuni sì, altri no. La tecnologia della cucina digitale è così semplice e divertente che

sicuramente tra tre o cinque anni avremo tutti una stampante 3D per il cibo come oggi abbiamo le microonde (e qualcuno potrebbe ricordare che non molto tempo fa un forno a

microonde sembrava fantascienza). D'altra parte, è difficile vedere uno scenario in cui ha senso acquistare un edificio o una stampante di organi per uso personale. (Vazhnov, 2013 2014)

CHAPTER 5

PROGETTAZIONE DI PIEDE PER PROTESI DI ESTREMITÀ INFERIORE

Quando disegno, non considero l'aspetto tecnico e commerciale, ma nei sogni e nei desideri delle persone per le quali il progetto o l'oggetto è focalizzato.

Philippe Starck

Analizzando la situazione delle persone che sono state ferite dalle mine anti persona in Colombia, con gli arti inferiori che sono la parte del corpo più frequentemente colpita da questi ordigni esplosivi, è stato deciso di progettare la caviglia della protesi, usando Tecnologia di stampa 3D. Ciò al fine di ridurre i costi nella produzione di questo tipo di protesi, dal momento che la popolazione civile colpita da MAP è per lo più a basso reddito, le persone che vivono in aree rurali lontano dalle capitali municipali, che hanno poco potere d'acquisto, quindi a volte non è possibile acquistare questi prodotti a causa del loro alto costo.

Successivamente, verrà analizzata la biomeccanica dell'articolazione della caviglia, dato che è importante capire il suo funzionamento, per poi prendere le rispettive considerazioni nella progettazione di questo elemento attraverso la stampa 3D.

5.1 Biomeccanica della Caviglia

L'articolazione della caviglia è molto particolare e non può essere paragonata al resto delle articolazioni dell'arto inferiore. Così tanto quindi, alcuni autori lo considerano la "regina" delle articolazioni del piede non troviamo un'articolazione

di grande congruenza ma con un sottile strato di cartilagine. Lo spessore medio della cartilagine articolare della caviglia è di circa 1,6 mm, in confronto con i 6-8 mm del ginocchio (Monteagudo e Villarde - Franchi, 2007; Shepeherd e Seedhom, 1999). Questo comune supporta molto più carico di qualsiasi altro nel

Corpo umano: 5-7 volte il peso corpo nella fase finale del ciclo di marcia, rispetto a 3-4 volte nel ginocchio e 2-3 nell'anca (Monteagudo e Villardefrancos, 2007). L'estensione della superficie articolazione della caviglia è simile a del ginocchio e dell'anca, ma la superficie di contatto durante il caricamento è solo un terzo della superficie di caricare il ginocchio o l'anca (350 mm² contro 1.100 mm²) (Kimikuza et al., 1980).

5.1.1 Flesso estensione

Partendo dalla caviglia neutra (suola angoli retti rispetto alla tibia) la flessione dorsale o estensione è definita movimento sul dorso del piede all'aspetto anteriore della tibia è solitamente circa 15°-30° flessione dorsale; mentre la flessione o la flessione plantare è il movimento opposto, di maggiore ampiezza (30°-50°) e in esso avviene la decompressione dell'articolazione e dello scivolamento. Il centro di rotazione di questo movimento è nell'astragalo. Nella flessione plantare si ha una diminuzione, una rotazione esterna e un'approssimazione della fibula alla tibia (chiusura del sudario tibioperoneale); mentre nella flessione dorsale avviene il contrario, l'ascesa, la rotazione interna e la separazione della fibula (i malleoli separati). Il talamo tibioperoneo si comporta come una leva del secondo genere durante la marcia, essendo il punto di appoggio, il supporto nei metatarsi; resistenza, peso corporeo (trasmessa dalla tibia al piede attraverso la caviglia); e la forza, il tendine di Achille nel suo inserimento nel calcagno.

La pressione interarticolare a cui è sottoposta la tibioperonea durante la deambulazione è la seguente: - Fase di sostegno del tallone: 2 volte il peso corporeo. - Fase di supporto delle

piante: uguale al peso corporeo. - Fase di decollo o impulso: 3 volte il peso corporeo (poiché è soggetto a forza di torsione, pressione del terreno e azione muscolare).

È un'articolazione con una grande rilevanza nel ciclo della marcia, dove nonostante l'80° della mobilità della tibioastragolica, sono necessari solo 10° di flessione plantare e 20° di flessione dorsale. Durante la gara, è richiesto un aumento della gamma di dorsiflessione e un aumento di entrambi è necessario per salire e scendere le scale.

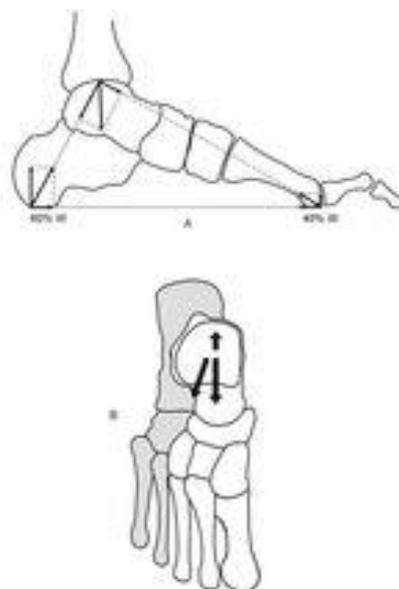


Figura 30. Distribuzione del peso corporeo

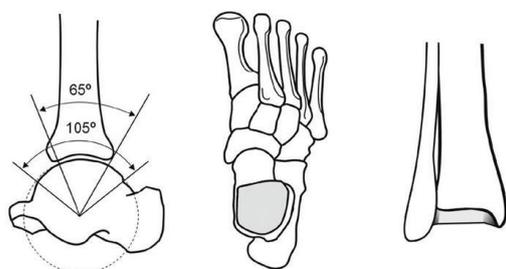


Figura 29. Articolazione della caviglia, flessione estensione

5.1.2 Cinetica

Nella posizione bipodale, il peso del corpo viene trasmesso dal bacino al pavimento attraverso le estremità inferiori. Ogni piede sostiene, quindi, metà del peso del corpo.

Raggiunto il piede, il primo osso trovato dalle forze è l'astragalo, la cui principale missione cinetica è quella di distribuire le forze verso i diversi punti di appoggio.

Quando vengono analizzate le forze nel piano sagittale, è stato possibile verificare mediante analisi baropodometrica che il 60% delle forze sono dirette al calcagno e il 40% all'avampiede. Questa proporzione varia considerevolmente quando il tallone viene sollevato da terra, momento in cui aumenta il carico sull'avampiede.

Analizzando le forze nel piano trasversale si osserva che anche l'astragalo svolge il ruolo di distributore di carico. Verso la parte posteriore, trasmette la maggior parte del carico, che raggiunge il pavimento attraverso la tuberosità del calcagno. Avanti, una parte della forza viene trasmessa, attraverso la testa dell'astragalo, ai cunei e ai primi 3 metatarso, cioè al cosiddetto "piede dinamico". Sul lato esterno, le forze raggiungono il suolo attraverso calcagno, cuboidi e metatarsi, cioè il "piede statico".

Nell'avampiede, come già accennato, il carico è distribuito attraverso tutti i metatarsi, con la particolarità che il primo, anatomicamente il più dotato, assorbe almeno il doppio della forza di ciascuno degli altri e lo trasmette a

terra attraverso i sesamoidi. (Reumatologia, 2003)

5.2 Tipi di filamenti per Stampa 3D

Le proprietà dei filamenti più comunemente utilizzati nella stampa 3D per questo tipo di protesi sono indicate di seguito:

5.2.1 PLA

Questo termoplastico è anche noto come "acido lattico" o "poliacido lattico" con nome chimico (acido 2-idrossipropanoico). La principale materia prima del PLA è il mais (materiale ecologico).

Caratteristiche

Il filamento PLA è noto soprattutto per la sua facilità di stampa, che lo rende uno dei primi materiali con cui i consumatori iniziano a stampare in 3d, anche senza avere molta idea.

Oltre a questa grande qualità del filamento PLA, il resto delle caratteristiche che possiede sarà dettagliato di seguito:

- L'intervallo di temperatura di stampa è compreso tra (190-220) °C. La temperatura alla quale deve essere stampata deve essere compresa tra i due; sebbene la temperatura di stampa ottimale (dipende da ciascun estrusore), è solitamente compresa tra (198-210) °C.
- Ha una bassa resistenza meccanica, cioè è un materiale fragile che è duro allo stesso tempo. Ciò implica che, una volta stampato il pezzo, non è consigliabile formulare trattati meccanici (trapani, carta vetrata, ...). Tuttavia, possono essere eseguiti con estrema cura e senza troppa fatica.
- In riferimento alla temperatura, qualsiasi oggetto o pezzo stampato su PLA diventa debole a temperature intorno a (60-70) °C.
- A seconda della marca del filamento, può avere un aspetto traslucido o opaco. Il passaggio della luce attraverso il pezzo si riduce quando aumenta lo spessore di esso.
- Il filamento PLA traslucido ha una certa luminosità quando la luce colpisce il materiale.
- Meno contrazione tra gli strati. Ciò consentirà che l'effetto di "warping" non avvenga o che gli strati intermedi-alti siano incrinati da una cattiva adesione tra loro "l'opposto dell'ABS".
- Più di una fase cambia quando questo materiale viene riscaldato, mantenendo uno stato più liquido rispetto ad altri materiali.
- Un odore più gradevole e non tossico, dal momento che, come già accennato sopra, il PLA è fatto di mais. Questo lo rende ideale per la stampa in casa e soprattutto in ambienti frequentati da molte persone.
- Bassa resistenza termica (60-70) °C. Questo rende questo materiale plastico non molto utile per quelle parti che

richiedono alte temperature.
Assorbe molta umidità.

Tabla 3. Proprieta PLA

Proprietà	Valore
Modulo di elasticità alla trazione	2346,5 MPa
Strain to strain	49,5 MPa
Sforzo di trazione innovativo	45,6 MPa
Allungamento alla deformazione	3,3%
Allungamento alla rottura	5,2%
Resistenza alla flessione	103,0 MPa
Modulo di piegatura	3150,0 MPa
Resistenza al test di impatto Izod, con nick (a 23 °C)	5,1 kJ / m2
Resistenza al test di impatto Charpy (a 23 °C)	83 (Shore D)
Durezza	

5.2.2 ABS

L'ABS è ampiamente utilizzato negli attuali processi di fabbricazione: Lego, alloggiamenti elettrici, componenti automobilistici. Avendo un elevato punto di fusione, può essere utilizzato per produrre contenitori di liquidi caldi, deve estrudere circa 230-260 gradi e devi stamparlo su stampanti con base di stampa a caldo (alcuni resistori che riscaldano la base in cui è depositato il materiale).

L'ABS è un polimero composto da tre blocchi, acrilonitrile, butadiene e stirene, che è il motivo per cui è ter polimero.

Ciascuno dei tre blocchi fornisce caratteristiche diverse. Rigidità acrilonitrile, resistenza agli attacchi chimici, durezza e stabilità alle alte temperature. Butadiene, tenacità a temperatura quando è particolarmente bassa e resistenza agli urti; e stirene, resistenza meccanica, rigidità, brillantezza, durezza.

Questa miscela di proprietà rende il prodotto finale di grande applicazione nella produzione di attrezzature pesanti e dispositivi elettronici.

L'ABS è un esempio di un composito di materiali che, con l'unione delle loro proprietà, cerca di essere un'alternativa allo sviluppo di nuovi materiali.

La resistenza dell'ABS alle temperature estreme, specialmente quando sono sotto lo zero, lo rende un materiale particolarmente interessante per gli ambienti freddi, rimanendo invariato dove gli altri diventano fragili.

Inoltre, l'ABS assorbe poca acqua ed è facilmente rivestito con strati di metallo in quanto è molto ricettivo ai bagni di metallo.

L'ABS è opaco e può essere scuro o avorio. Può essere pigmentato nella maggior parte dei colori ottenendo una buona finitura e non è tossico, per questo motivo possiamo trovarlo presente nella maggior parte dei pezzi di plastica dei blocchi di Lego o Bandai. Questo materiale termoplastico può essere estruso, stampato per iniezione, lappato e pressato. Non è altamente infame anche se mantiene la combustione. In caso di applicazione di un ritardante di fiamma, l'ABS può essere incombustibile.

Nel nostro ambiente quotidiano, l'ABS è presente in molti oggetti di routine come armadi TV, radio, computer e apparecchiature informatiche, nonché in cucitrici o cartelle.

L'ABS può anche essere utilizzato in leghe con altre materie plastiche, come il PVC, da cui si ottiene una plastica ad alta resistenza utilizzata nella fabbricazione di televisori.

È inoltre possibile aggiungere PTFE (Teflon) per ridurre il coefficiente di attrito o composti alogenati per aumentarne la resistenza al fuoco.

Al raggiungimento del punto di fusione l'ABS rilascia gas che in alte concentrazioni possono essere dannosi. Può essere utilizzato senza problemi a casa o in ufficio, ma per evitare alte concentrazioni non è consigliabile avere più stampanti in esecuzione in uno spazio piccolo e non ventilato.

L'ABS può essere lavorato, lucidato, levigato, limato, perforato, verniciato, incollato, ecc. con estrema facilità, e il finale è ancora buono. Inoltre, è estremamente resistente e ha un po' di flessibilità. Tutto ciò lo rende il materiale perfetto per le applicazioni industriali.

L'ABS è molto più ecologico del PLA, perché questi riciclatori sono scatole in cui si inserisce l'ABS in eccesso e da esso il riciclatore ci rende una nuova bobina. Al momento, il PLA non può essere riutilizzato.

Tabla 4. Proprieta ABS

Proprietà	Valore
Modulo di elasticità alla trazione	1681,5 MPa
Strain to strain	39,0 MPa
Sforzo di trazione innovativo	33,9 MPa
Allungamento alla deformazione	3,5 %
Allungamento alla rottura	4,8 %
Resistenza alla flessione	70,5 MPa
Modulo di piegatura	2070,0 MPa
Resistenza al test d'impatto Izod, con nick (a 23 °C)	10,5 kJ/m ²
Resistenza al test di impatto Charpy (a 23 °C)	76 (Shore D)
Durezza	

5.2.3 Fibra di Carbonio

I filamenti in fibra di carbonio utilizzano fibre minuscole che si mescolano con un materiale di base per migliorarne le proprietà. Alcuni dei materiali di base che sono mescolati con carbonio sono PLA, PETG, Nylon, ABS e policarbonato. Queste fibre di carbonio sono estremamente resistenti e aumentano la resistenza e la rigidità del filamento.

Renderà anche le parti stampate in 3D molto più leggere e più stabili durante il raffreddamento, poiché la fibra di carbonio aiuterà ad evitare la contrazione del pezzo durante il raffreddamento.

Le impostazioni di stampa del filamento in fibra di carbonio, quali temperatura di stampa, velocità, ecc., Saranno molto simili alle normali impostazioni utilizzate per il materiale di base a cui sono state aggiunte le fibre (ad esempio, le regolazioni per PLA sarebbero un buon punto di partenza per il filamento in fibra di carbonio basato su PLA).

Tuttavia, ea causa della fibra di carbonio aggiunta, il filamento in fibra di carbonio sarà più soggetto a intasamento e potrebbe richiedere alcune modifiche nella stampante per evitare di danneggiarlo.

Logicamente, il filamento in fibra di carbonio ha una natura abrasiva, che causerà l'usura degli ugelli in ottone, molto più velocemente dei normali filamenti. Raccomandiamo sempre l'uso di ugelli in acciaio inossidabile o altre leghe temprate.

Fino ad oggi, la maggior parte dei filamenti di fibra di carbonio disponibili sono fatti su una miscela di PLA miscelato con polvere di carbone. Il PLA è un materiale termoplastico fragile e tale debolezza viene trasferita al pezzo, sebbene sia stata rinforzata aggiungendo fibra di carbonio. Per questo motivo, i migliori filamenti in fibra di carbonio utilizzano un materiale diverso da PLA o ABS, che è anche fragile.

L'uso di materiali come PETG e Nylon, ci darà risultati che saranno più vicini a quello che ci si aspetterebbe da un filamento in fibra di carbonio. (3D.com, 2018)

Tabla 5. Proprieta Fibra di Carbonio

Proprietà	Valore
Peso netto:	+/- 0,50 kg
EAN:	8718924473092
COD:	175CARBFIL-BLCK-0500
Materiale:	CarbonFil™
Trasparenza:	opaca
Diametro:	(1,75 - 2,85) mm
Diametro di tolleranza:	+/- 0,05
Temperatura di stampa	: (240 - 265) °C
Temperatura di transizione vetrosa:	+/- 85°C
Densità (21,5 °C):	1,19 g / cm ³
Velocità di stampa:	simile al PLA
Forza di impatto:	7,9 KJ / m ²
Forza di prestazione:	52,5 MPa

5.3 Requisiti della Progettazione

Il design di questo elemento protesico è rivolto a persone che hanno subito una perdita totale o parziale dell'arto inferiore a causa delle mine antipersona nel territorio colombiano.

5.3.1 Forma

Il design dell'elemento protesico corrisponde alla sintesi dell'articolazione peroneale tibiale con l'astragalo, che è di tipo trocleare, questo allo scopo di consentire il flesso estensione del piede articolato e adattarsi all'irregolarità del terreno. Il piede protesico deve sostenere il peso del corpo durante la marcia, assorbire l'impatto quando colpisce la superficie su cui è calpestato. Questo deve avere un meccanismo di accoppiamento con il pilastro. Consentire il montaggio e lo

smontaggio delle parti da riparare o modificare. Il piede protesico deve avere dimensioni anatomiche da utilizzare con le calzature.

5.3.2 Materiale

Il materiale deve essere resistente alla rottura e alla compressione, perché quando si cammina il 50% del peso del corpo cade sull'arto e colpisce la superficie su cui cammina, questo genera forze in entrambe le direzioni che potrebbero causare la rottura del qualsiasi componente della protesi. Il materiale deve essere resistente all'acqua, in quanto la protesi non deve subire ammorbidimento o perdita di materiale a causa del contatto con l'acqua. Il materiale deve essere facile da ottenere e con basso costo. Questo allo scopo di offrire la possibilità di stampare e / o sostituire qualsiasi parte della protesi, rendendola accessibile a persone di qualsiasi livello socioeconomico. Il materiale deve permettere il riutilizzo e riciclaggio di questi componenti della protesi.

5.3.3 Tecnologia

Viene proposto l'uso di nuove tecnologie come la stampa e la scansione 3D. L'obiettivo principale di questo è essere in grado di rendere il prodotto più accessibile all'utente, riducendo i costi di produzione, riparazione e / o riutilizzo degli elementi. Essendo un progetto pensato per lasciare l'open source, tutti coloro che sono interessati all'argomento possono ottenere il modello base dell'elemento protesico per adattarlo alle sue dimensioni, modificarlo per riprodurlo e apportare le modifiche necessarie per ciascun utente.

5.3.4 Modularità

Le protesi esoscheletriche degli arti inferiori sono costituite da: l'incavo, il ginocchio, il pilastro, il piede e gli elementi di collegamento. È importante tenere presente che il design del piede protesico deve poter essere accoppiato in modo semplice con il pilastro, utilizzando gli stessi strumenti per il suo assemblaggio come quelli usati con qualsiasi altro tipo di protesi. L'elemento deve permettere di essere sostituito o riparato nel caso in cui subisca qualsiasi tipo di danno o usura, questo rende il costo inferiore rispetto a dover cambiare la protesi nella sua interezza.

5.3.5 Flessibilità

Dato che il progetto è sviluppato come Open Source, questo elemento sarà disponibile per coloro che hanno gli strumenti (stampanti 3D e scanner) e sarà in grado di modificarlo e adattarlo alle esigenze dell'utente, dal momento che alcune caratteristiche come peso corporeo, livello di attività, età, livello di amputazione, tra gli altri aspetti, variano da un utente all'altro.

5.3.6 Usabilità

Secondo lo standard internazionale **ISO 9241-11: Orientamento sull'usabilità (1998)** si riferisce all'usabilità e offre una definizione del suo contenuto e scopo:

[Usabilità si riferisce] al grado in cui un prodotto può essere utilizzato da utenti specifici per raggiungere obiettivi specifici con efficacia, efficienza e soddisfazione dato un contesto specifico di utilizzo.

In questo caso e riferendosi allo standard, l'elemento dovrebbe essere comodo per l'utente, permettendogli di svolgere attività quotidiane come alzarsi, appoggiarsi, camminare, sedersi, ecc., Utilizzando il piede protesico in modo semplice.

Da un punto di vista sistemico, l'elemento non deve essere progettato solo per l'utente finale, ma anche tutti i diversi attori coinvolti nel processo devono essere presi in considerazione direttamente o indirettamente: progettisti, produttori, venditori, riparatori, riciclatori, tra gli altri.

5.3.7 Ciclo di vita

Questo tipo di elementi, in genere ha un ciclo di vita da 3 a 5 anni, questo per gli utenti in età adulta, nei minori questo ciclo di vita è ridotto, perché l'utente è in costante crescita, che fa sì che alcuni o tutti gli elementi vengano sostituiti con una frequenza maggiore. Dal punto di vista sistemico, l'elemento che ha completato il suo ciclo di vita può essere riciclato e / o riutilizzato per creare altri prodotti con questo materiale.

5.4 Strategie di progettazione

Dopo aver analizzato i requisiti di progettazione dell'elemento, verranno proposte le soluzioni più appropriate per il raggiungimento di ciascuno degli obiettivi.

5.4.1 Forma

La forma del piede articolato assomiglia al piede anatomico, ha un meccanismo di articolazione uniassiale nell'articolazione della caviglia, che

consente all'utente di eseguire il movimento di estensione della flessografia, ma limita i movimenti di abduzione della adduzione e supinazione della pronazione. L'elemento può essere utilizzato con le calzature dell'utente, al fine di proteggere l'elemento dalla contaminazione con le superfici di contatto e di ridurre l'usura nell'area plantare.

5.4.2 Materiale

L'ABS è stato scelto come filamento da utilizzare poiché, rispetto alla fibra di carbonio, ha un costo molto inferiore. È un materiale che può essere lavorato dopo essere stato stampato, il che consente di assemblare e forare, lucidare, ecc. E ottenere il prodotto finale. Sebbene il PLA sia anche ampiamente utilizzato per la stampa 3D, è un materiale con bassa resistenza all'acqua, che rende l'ABS più adatto alla funzione che il prodotto deve soddisfare. Attualmente l'ABS è l'unico filamento che viene riciclato, il che riduce ulteriormente il costo del materiale sprecato.

5.4.3 Tecnologia

È stato pensato all'uso di nuove tecnologie, come lo scanner e la stampante 3D.

Lo scanner 3D contribuisce a ridurre il tempo di misurazione del moncone, disagio del paziente quando è a contatto con ingessature per fare lo stampo, riduzione dei margini di dimensioni errore perno, ottenendo quasi immediatamente digitalizzato modello del moncone.

Stampante 3D consente elemento riproduzione a basso costo rispetto all'uso di forme tradizionali di produzione (ad esempio TERMOFORMATURA) perché il lavoro dell'operatore se riduce.

Nel caso di questo progetto open source, la produzione dell'elemento non sarebbe seriale, dal momento che deve essere personalizzata e adattata a ciascun utente e può essere prodotta da esso se è necessario sostituirla.

La misurazione e la fabbricazione della presa della protesi richiede la consulenza e la realizzazione da parte di una persona con le conoscenze tecniche, che darà la forma appropriata e fabbricherà la presa secondo le condizioni e le caratteristiche dell'utente.

Poiché le protesi sono costituite da diversi elementi e ognuna di esse è prodotta con determinati metodi, l'uso di queste nuove tecnologie non dovrebbe essere in conflitto con quelle tradizionali, poiché ciò che si cerca con questo è di estendere la sua applicazione nel campo di ortopedia.

5.4.4 Modularità

La progettazione degli elementi costitutivi della protesi in forma modulare garantisce un prolungamento del ciclo di vita del prodotto, in quanto gli elementi possono essere sostituiti o riparati in modo singolare, senza la necessità di sostenere l'acquisto dell'intera protesi, che aumenterebbe significativamente i costi dello stesso per l'utente. Essere modulare consente inoltre di modificare le parti della protesi in base a cambiamenti nelle caratteristiche

quali: peso corporeo, livello di attività o comfort nell'uso dell'elemento.

5.4.5 Flessibilità

Il design dell'elemento open source è progettato in modo che ogni persona con accesso al progetto possa modificarlo liberamente, al fine di adattarlo alle sue esigenze.

5.4.6 Usabilità

L'elemento deve essere in grado di essere utilizzato per sostituire i movimenti dell'arto inferiore amputato, consentendo all'utente di svolgere le attività quotidiane in modo semplice, migliorando la qualità della vita.

5.4.7 Ciclo di Vita

L'elemento deve uguagliare o superare il tempo di utilizzo delle protesi attuali, questo al fine di fornire all'utente un'alternativa competitiva in termini di funzionalità, qualità e prezzo.

Dopo il ciclo di vita del prodotto, deve essere riutilizzato o riciclato per aumentare la sostenibilità del progetto. Attualmente esiste in Colombia una società chiamata *Bogohack*, che dal movimento *Makers* nel nostro paese, ha sostenuto la diffusione della tecnologia 3D come alternativa per la produzione di questi prodotti, al fine di ridurre i costi finali di protesi hanno iniziato a produrre i suoi filamenti, che è noto come **Filamento etico**. La materia prima del filamento è ottenuta dalla lavorazione di elementi plastici scartati nella vita di tutti i giorni, che valorizzano gli input riciclati all'interno della catena di produzione attraverso la stampa 3D.

Secondo uno studio condotto da un gruppo di studenti dell'Università Autonoma di Sinaloa (UAS) che ha progettato un sistema che consente di riutilizzare il materiale plastico ABS e PLA delle stampanti 3D. Il sistema in corso di brevetto è costituito da due macchine; In linea di principio, il materiale da riciclare viene granulato e quindi sottoposto all'estrusione e lasciato come materia prima pronta per essere riutilizzata nella stampa 3D. Attraverso questi processi è possibile utilizzare fino a cinque volte lo stesso materiale.

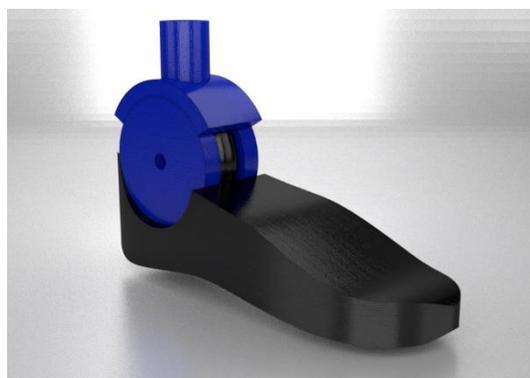


Figura 31. Modello astratto di piede protesico

5.5 Modello sistemico per la produzione digitale dei prodotti ortopedici

Il modello sistemico per la produzione digitale individuale di prodotti ortopedici viene proposto come un modo per dare maggior valore all'uso di materie prime, macchinari e manodopera locale. Ciò avrà un impatto significativo sulla riduzione del prezzo finale del prodotto, come si può vedere di seguito:

5.5.1 Attori

5.5.1.1 A livello Globale

Tech House: queste sono le società responsabili della produzione e distribuzione di dispositivi tecnologici, come lo scanner 3D, poiché questi dispositivi non sono ancora stati prodotti localmente. Producono anche del software che viene utilizzato durante il processo di ricostruzione della forma del moncone, che viene successivamente utilizzato per la fabbricazione della presa.

Forniture e materie prime: A livello nazionale, i materiali di rinforzo come il kevlar e la fibra di carbonio non vengono prodotti, il che rende necessario acquistarli da queste società.

Open source

Tutte queste aziende o persone, che condividono le loro conoscenze e consentono l'uso gratuito di programmi e progetti, rendono queste informazioni accessibili a tutti, il che rende tutto compreso.

5.5.1.2 A livello Nazionale

Makers: questo movimento sta acquisendo importanza nel nostro paese, le diverse fondazioni e società esistenti, come **Fondazione Materializzazione 3D e Bogohack**, che hanno lavorato a beneficio del maggior numero di persone, nel nostro territorio, implementando l'uso di nuove tecnologie nella fabbricazione di prodotti ortopedici.

Nel caso di stampanti 3D, alcune sono già state costruite con materiali e parti locali. Per quanto riguarda la produzione di filamenti, ci stiamo muovendo anche in quella direzione, dal momento che viene riciclato il materiale plastico, che è la materia prima per l'elaborazione del filamento etico.

Forniture e Materie prime: Per la fabbricazione del pilastro della protesi vengono utilizzate barre di alluminio, questo materiale è molto leggero, è prodotto a livello nazionale e ha un costo contenuto.

Tecnico protesico: la persona con le competenze tecniche necessarie per eseguire la misurazione del moncone, serve a garantire che la presa sia regolata correttamente per l'utente, migliorando il livello di comfort durante l'utilizzo della protesi. Dopo che tutti gli elementi della protesi sono stati prodotti, è quello che si occupa di assemblare i componenti.

Progettisti: sono responsabili della realizzazione o dell'adattamento del design dei diversi elementi costitutivi della protesi, eseguono anche la ricostruzione dell'anatomia del moncone con l'aiuto di diversi software specializzati.

Riciclatori: sono coloro che eseguono la raccolta, la classificazione e la pulizia degli oggetti scartati fabbricati in polimeri. Dopo essere stati puliti e ordinati per materiali, questi vengono inviati ai produttori per la produzione di filamenti. Questo ha aperto nuovi posti di lavoro, dato che la stragrande maggioranza delle persone che svolgono questo lavoro hanno un livello economico molto basso e hanno

trovato l'opportunità di guadagnare denaro con questo lavoro.

Utente: il prodotto è rivolto a coloro che hanno subito la perdita totale o parziale di uno dei suoi arti inferiori. L'obiettivo è ridurre al massimo le spese dirette e indirette nella produzione della protesi, rendendo questo tipo di prodotti accessibile a tutti, specialmente a quelli con bassi livelli economici, che trovano più difficile pagare i costi di questi. protesi, che in media hanno valori compresi tra 1 e 20 milioni di pesos colombiani, mentre il salario medio di un lavoratore in Colombia è di 781.242 pesos, che in realtà rappresenta un costo molto

elevato rispetto a quello che guadagnano mensilmente.

Questo sistema rispetto al modo tradizionale di produzione di prodotti ortopedici ha una notevole riduzione dei costi finali delle protesi, poiché i costi superati generati dall'importazione di materie prime e dall'uso di macchinari e dispositivi importati nel paese sono ridotti. Pertanto, vi è anche una riduzione del consumo di combustibili fossili, la valutazione del territorio e la creazione di posti di lavoro. Tutti insieme, rende l'implementazione di queste nuove tecnologie l'opzione più conveniente per raggiungere l'obiettivo fissato all'inizio del progetto.

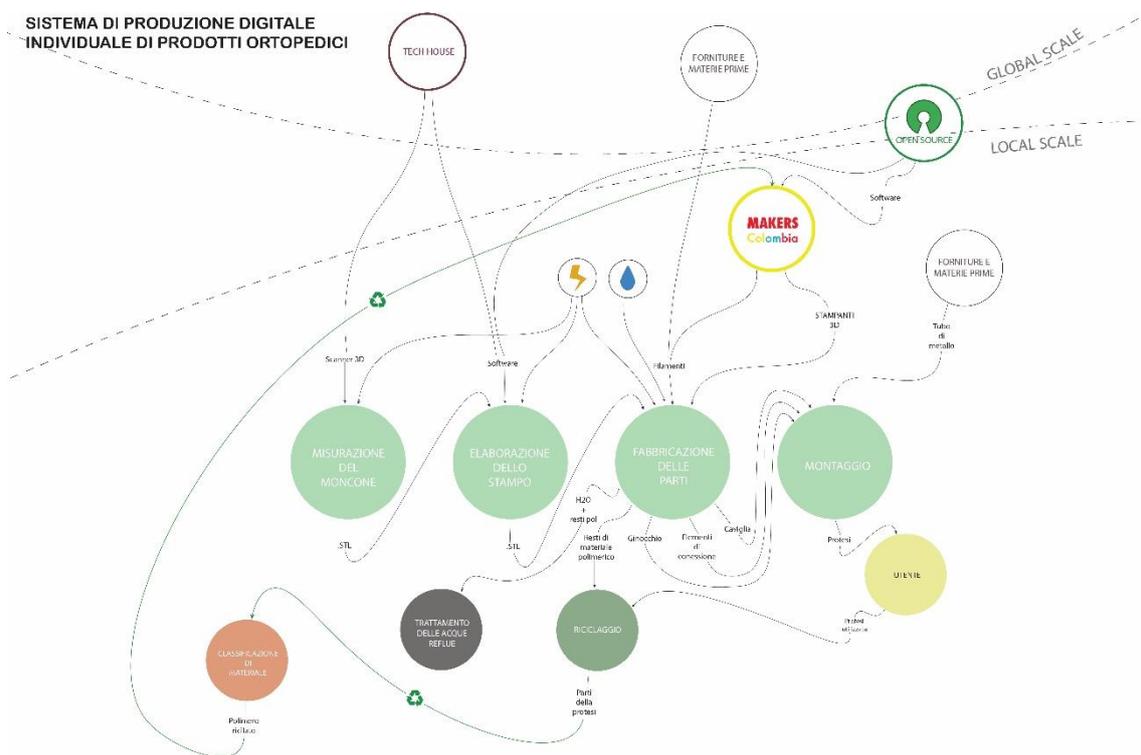


Figura 32. Sistema di produzione digitale individuale di prodotti ortopedici

Conclusioni

Prima la Nazionale

L'utilizzo dei macchinari, nonché le materie prime prodotte nella regione o nel paese contribuiscono a ridurre in modo significativo i prezzi finali dei prodotti, poiché i costi di trasporto sono ridotti, il che a sua volta genera una riduzione del consumo di combustibili fossili. C'è anche una riduzione dei tempi di produzione, perché i materiali possono essere ottenuti più facilmente, senza dover aspettare di essere distribuiti da altri paesi e i tempi delle tempistiche che questo comporta.

Tecnologia accessibile per tutti

Avere accesso alle nuove tecnologie da parte di comunità meno favorite, genera in loro un rafforzamento della conoscenza, facendoli vedere quanto sia facile usarli e trarne benefici. Questo fa parte della condivisione della conoscenza, riducendo le lacune a livello intellettuale di tutti i possibili attori nel sistema produttivo.

Inclusione sociale

Coinvolgete attivamente tutti gli attori all'interno del sistema, questo crea consapevolezza in ciascuno di essi, facendoli lavorare insieme per migliorare progressivamente.

Generare posti di lavoro, a beneficio del maggior numero di persone nel territorio colombiano, lavorare per e per noi, ottenere una migliore qualità della vita.

Materiali riciclabili

All'interno del sistema di produzione l'uso di materiali riciclati o riutilizzati contribuisce a un migliore utilizzo delle risorse, poiché il materiale non viene sprecato, che fa parte di un sistema come OUTPUT entra in un altro sistema come INPUT, nel caso di protesi che vengono scartati, le loro parti possono essere classificate e riutilizzate per la fabbricazione del filamento, il che fa rientrare il materiale nel sistema.

Bibliografía

- 3D.com, I. (Febrero de 2018). *Impresoras 3D.com*. Obtenido de <https://www.impresoras3d.com/los-mejores-filamentos-de-fibra-de-carbono/>
- ABC, D. (2018). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/impresion-3d.php>
- America, A. c. (18 de Setiembre de 2008). *Pie protesico*. Obtenido de <http://www.amputee-coalition.org/spanish/easyread/military-instep/feet-ez.html>
- America, A. C. (18 de Setiembre de 2008). *Sistemas protesicos de rodilla*. Obtenido de <http://www.amputee-coalition.org/spanish/easyread/military-instep/knees-ez.html>
- COCUPO. (28 de Septiembre de 2017). *Tierra colombiana*. Obtenido de Tierra colombiana: <https://tierracolombiana.org/conflicto-armado-en-colombia/>
- Colombia, G. d. (2018). *Derechos humanos*. Obtenido de Derechos humanos: www.derechoshumanos.gov.co/minas
- Colombia, G. d. (2018, 01 19). *Descontamina Colombia*. Tratto da <http://www.accioncontraminas.gov.co/accion/desminado/Paginas/Desminado-Humanitario.aspx>
- Colombia, G. d. (19 de 01 de 2018). *Descontamina Colombia*. Obtenido de <http://www.accioncontraminas.gov.co/accion/desminado/Paginas/Desminado-Humanitario.aspx>
- Colombia, G. d. (consultado 2018). *Descontamina Colombia*. Obtenido de <http://www.accioncontraminas.gov.co/estadisticas/Paginas/victimimas-minas-antipersonal.aspx>
- Colombia, G. d. (consultado 2018). *Minas antipersonal*. Obtenido de www.derechoshumanos.gov.co
- Colombia, G. d. (8 de Mayo de consultado en el 2018). *Descontamina Colombia*. Obtenido de <http://www.accioncontraminas.gov.co/accion/desminado/Paginas/Tipos-de-minas.aspx>
- Colombia, P. d. (14 de 05 de consultado 2018). *Desminado Humanitario*. Obtenido de <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/especiales/Documents/20151103-desminador-humanitario/desminador-humanitario.html>
- D3D. (10 de Febrero de 2015). *Digitalización 3D*. Obtenido de <https://www.digitalizacion-3d.com/que-es-y-para-que-sirve-un-escaner-3d/>
- Facultad de Bioingeniería, U. d. (16 de Febbraio de 2016). *Aprende en línea*. Obtenido de <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=164183>

- Locker, A. (03 de Enero de 2018). *All3DP*. Obtenido de <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>
- Navas, G. (17 de Diciembre de 2015). *Educación en el riesgo de minas*. Obtenido de <http://colombiasinminas.org/accion-contraminas/educacion-en-el-riesgo-de-minas/educacion-en-el-riesgo-de-minas-una-estrategia-que-salva-vidas/>
- Pereira, U. T. (2013). *Guía de amputados*. Obtenido de <http://academia.utp.edu.co/programas-de-salud-3/files/2014/02/GUIA-AMPUTADOS.pdf>
- Reumatología, R. E. (9 de Noviembre de 2003). *Elsevier*. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-reumatologia-29-articulo-anatomia-funcional-biomecanica-del-tobillo-13055077>
- Roja, C. I. (Noviembre de 2005). *Asistir a las víctimas de las minas terrestres*. Obtenido de www.cicr.org
- Rouse, M. (2018). *Techtarget Network*. Obtenido de <https://whatis.techtarget.com/definition/3-D-scanner>
- Salud, I. N. (2010). *Biomedica, Revista del Instituto Nacional de Salud*. Obtenido de <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/267/445>
- ULLOA, K. J. (2007). *CONSTRUCCIÓN DE UN ENCAJE O SOCKET PARA PRÓTESIS DE MIEMBRO*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16445/T44.07%20C144c.pdf?sequence=1>
- Vazhnov, A. (2013 2014). Capítulo 5: Mover Materia en el Espacio: Impresión 3D en Medicina, Construcción y Alimentación. En A. Vazhnov, *Impresión 3D: Como va a cambiar el mundo* (pág. 108). Baikal.

Siti Web

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15714667>

https://es.wikipedia.org/wiki/Acuerdos_de_paz_entre_el_gobierno_de_Juan_Manuel_Santos_y_las_FARC

<https://odihpn.org/magazine/la-crisis-de-las-minas-antipersonal-en-colombia/>

<http://www.elcolombiano.com/colombia/victimas-de-minas-y-su-tratamiento-IE5006578>

<https://www.icrc.org/spa/assets/files/other/caring-landmine-victims-0863-spa.pdf>

<https://www.datos.gov.co/Inclusi-n-Social-y-Reconciliaci-n/Situaci-n-V-ctimas-Minas-Antipersonal-en-Colombia/yhxn-egqw>

<https://www.icrc.org/es/document/minas-antipersonal-explosivos-y-restos-de-guerra-en-colombia-retos-humanitarios>

<http://www.accioncontraminas.gov.co/accion/desminado/Paginas/Tipos-de-minas.aspx>

<https://www.preceden.com/timelines/331512-linea-del-tiempo-conflicto-armado-en-colombia>

<http://www.accioncontraminas.gov.co/accion/Documents/Tipos%20MAP,%20MUSE%20y%20AEI.pdf>

<http://www.elcolombiano.com/colombia/paz-y-derechos-humanos/desminado-tardarias-de-cinco-decadas-JB3605685>

<http://wp.presidencia.gov.co/sitios/especiales/Documents/20151103-desminador-humanitario/desminador-humanitario.html>

<http://colombiasinminas.org/accion-contra-minas/educacion-en-el-riesgo-de-minas/educacion-en-el-riesgo-de-minas-una-estrategia-que-salva-vidas/>

<https://www.icrc.org/spa/resources/documents/misc/5tdm6d.htm>

<https://www.tecnonauta.com/notas/1888-escaner-3d>

<https://www.frax3d.com/escaner-3d-tipos-y-aplicaciones>

<https://www.digitalizacion-3d.com/que-es-y-para-que-sirve-un-escaner-3d/>

<https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>

<https://www.creaform3d.com/es/soluciones-de-atencion-medica/escaner-3d-de-atencion-medica>

<https://www.3dnatives.com/es/top-10-escaneres-3d-low-cost-19102016/>

<https://somosmaker.com/10-usos-practicos-no-sabias-impresion-3d/>

<http://institutobaikal.com/libros/impresion-3d/>

<https://nacionfarma.com/5-formas-sorprendentes-aplicar-la-impresion-3d-la-medicina-actual/>

<http://institutobaikal.com/libros/impresion-3d/mover-materia-en-el-espacio/>

<https://www.cidoportopedia.com/>

<http://www.ortopedia-online.com/articulos.asp>

<http://www.ortopedia-online.com/ortopedia-a-medida.asp?id=29>

<http://protesica.com.co/sistemas-de-encaje/>

<https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/267/445>

<http://www.3msalud.cl/anestesiologia/noticias/chilenos-imprimen-protesis-3d-baratas-calce-perfecto/>

<http://impresiontresde.com/2016/07/28/protesis-pierna-coste-gracias-la-impresion-3d/>

<https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2016/11/30/ergotec-usa-impresion-3d-novedosos-metodos-hacer-protesis-mejores-mas-baratas>

<http://imprimalia3d.com/noticias/2014/05/12/002244/una-empresa-sevilla-lanza-una-colecci-n-fundas-impresas-3d-discapitados>

<http://www.3ddt.com.tr/tr/uygulamalar/medikal/protezler/3d-yazici-ile-protez-uyluk-uretimi>

<https://cnnspanol.cnn.com/2015/02/03/un-colombiano-busca-revolucionar-el-mercado-de-las-protesis-3d-con-almidon-de-maiz/>

<http://www.amputee-coalition.org/spanish/easyread/military-instep/knees-ez.html>

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16445/T44.07%20C144c.pdf?sequence=1>

<https://es.slideshare.net/lugio777/tobillo-biomecanica0000>

https://opedge.com/Articles/ViewArticle/2006-08-01/2006-08_01?spanish=True

<https://3dlink.me/2018/05/restricciones-de-geometria-en-la-impresion-3d/>

<http://biocalistenia.com/biomecanica-de-la-rodilla/>

<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-reumatologia-29-articulo-anatomia-funcional-biomecanica-del-tobillo-13055077>

<https://makershopbcn.com/abs-vs-pla-que-diferencia-existe-entre-estos-dos-filamentos-para-impresora-3d>

<https://www.impresoras3d.com/el-material-de-impresion-abs-y-sus-caracteristicas/>

<https://ultimaker.com/download/67583/TDS%20PLA%20v3.011-spa-ES.pdf>

<https://filament2print.com/es/nylons/797-filamento-de-nylon-fibra-de-carbono-cf15.html>

<https://ultimaker.com/download/67619/TDS%20ABS%20v3.011-spa-ES.pdf>

<http://www.plastico.com/temas/Estudiantes-desarrollan-tecnologia-para-reciclar-ABS-y-PLA+116582>

https://www.vice.com/es_co/article/zndk8w/bogohack-social-bogohack

<http://bogohack.co/>

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1. Reppubliche indipendenti.....	2
Figura 2. Azioni di guerriglia.....	3
Figura 3. Linea del tempo del conflitto in Colombia.....	4
Figura 4. Statistiche delle vittime del conflitto.....	10
Figura 5. Mina antipersonale di pressione.....	12
Figura 6. UXO (Unexploded Ordnance).....	12
Figura 7. Sminamento manuale.....	13
Figura 8. Educazione e prevenzione in contro delle MAP.....	14
Figura 9. Feriti di MAP.....	17
Figura 10. Trasporto dei feriti all'ospedale.....	18
Figura 11. Flusso dell'assistenza medica.....	22
Figura 12. Tipo di amputazione classifica di Schwartz.....	26
Figura 13. Liner di Silicona.....	28
Figura 14. Socket, vista superiore.....	30
Figura 15. Diversi tipi di ginocchi.....	31
Figura 16. Pie protesico.....	34
Figura 17. Sistema di produzione tradizionale.....	37
Figura 18. Sistema attuale di produzione con tech 3D.....	38
Figura 19. Scanner 3D a contatto.....	40
Figura 20. Scanner 3D tempo di volo.....	41
Figura 21. Stereolitografia SLA.....	42
Figura 22. Tecnologia SLS.....	43
Figura 23. Tecnologia EBM.....	44
Figura 24. Stampaggio a cera persa.....	45
Figura 25. Applicazione stampa 3D in architettura.....	47
Figura 26. Robohand.....	49
Figura 27. Uso farmaceutico della stampa 3D.....	49
Figura 28. Stampa 3D per alimenti.....	51
Figura 29. Articolazione della caviglia, flesso estensione.....	55
Figura 30. Distribuzione del peso corporeo.....	55
Figura 31. Modello astratto di piede protesico.....	62
Figura 32. Sistema di produzione digitale individuale di prodotti ortopedici.....	64

ELENCO DELLE TABELLE

Tabla 1. Distribuzione delle lesioni per MAP	25
Tabla 2. Tipo di ferite causate per MAP	25
Tabla 3. Proprieta PLA.....	57
Tabla 4. Proprieta ABS	58
Tabla 5. Proprieta Fibra di Carbonio	59

