

## PRESENTAZIONE DELLA TESI DI LAUREA

**Autore:** *Alessandra Moscatelli*

**Titolo:** *Il trattamento delle malattie infettive in area disagiata. Progetto di un centro mobile.*

**Relatore:** *Prof. Ing. F. Polverino*

**Co-Relatore:** *Prof. Ing. G. Riccio*

**Recensore:** *Prof. Arch. A. Maglio*

### ***Inquadramento del tema trattato e del lavoro svolto***

Lo scopo della presente tesi è la definizione progettuale di una specifica tipologia di edilizia per la sanità pubblica, ovvero una struttura mobile di emergenza per il trattamento delle malattie infettive gravi e altamente contagiose, da realizzare in area disagiata.

La caratteristica di mobilità rende la struttura svincolata dalla particolare localizzazione, ma adatta ad essere trasportata dove si presenti un'emergenza epidemica.

La struttura è composta da container dismessi opportunamente trasformati e connessi tra loro per conformare gli spazi di accoglienza e di cura previsti e, per meglio rispondere alle differenti esigenze dettate dalle caratteristiche epidemiologiche e di localizzazione particolari, la struttura è implementabile.

Il tema del contenimento delle malattie infettive attraverso dispositivi ad alto livello di isolamento è diventato particolarmente attuale negli ultimi anni a causa della pericolosità dell'epidemia da virus Ebola. In rapporto al trattamento dei pazienti affetti da questa patologia ed alle modalità di trasmissione tra gli individui, sono stati analizzati nello specifico gli aspetti architettonici e funzionali da garantire in fase progettuale.

Il lavoro di tesi è stato, quindi, sviluppato analizzando ambiti molteplici e diversificati tra loro, tra i quali l'epidemiologia delle malattie infettive, la relazione tra progettazione e contenimento del rischio biologico e gli aspetti logistici e strutturali connessi alla progettazione di una struttura composta da elementi architettonici trasportabili e modulari, per giungere alla definizione progettuale.

### *La ricerca*

La prima fase del percorso di tesi è consistita in una ricerca approfondita sulla storia dell'edilizia ospedaliera, la quale storicamente nasce dall'esigenza di avere ambiti dedicati all'emergenza. Per quanto riguarda i centri di trattamento delle malattie infettive, questi nacquero in Italia in seguito alla grande epidemia di peste trecentesca come Lazzaretti. Prima, infatti, gli ospedali erano spazi caritativo-assistenziali aperti a chiunque ne avesse bisogno.

I lazzaretti erano strutture ospedaliere per il recupero di malati gravi altamente contagiosi ed erano, solitamente, spazi chiusi fuori città, strutturati sulla base del bisogno sanitario piuttosto che del bisogno sociale. Di questi ultimi è stata analizzata con particolare interesse la conformazione spaziale, studiandone nello specifico alcuni degli esempi più rappresentativi ed i dispositivi di protezione individuale utilizzati dagli operatori sanitari nel tempo.

Inoltre, per ben definire i requisiti della struttura, è stato effettuato un approfondito studio sull'epidemiologia delle malattie infettive. Sono state analizzate le sorgenti e i veicoli di infezione, le vie di penetrazione e di eliminazione dei germi nell'organismo, le condizioni predisponenti ed immunizzanti e le modalità di trasmissione delle malattie infettive in modo da individuare le strategie progettuali atte a conformare spazi di accoglienza e cura sicuri per gli operatori. La ricerca è stata focalizzata, in particolare, sulle malattie infettive a trasmissione aerea, quelle per cui le procedure di contenimento dal punto di vista progettuale sono più complesse. Infatti, il progetto di una camera di degenza in isolamento respiratorio necessita di opportuni accorgimenti su materiali, sulle finiture e

sugli impianti. Tutto ciò contribuisce a garantire sicurezza agli operatori ed ai pazienti e fa sì che sia possibile trattare malattie estremamente importanti evitando la diffusione.

Come suddetto, data l'attualità e la drammaticità legata alla diffusione di uno dei virus più letali della storia della medicina, è stato esaminato nello specifico il caso-studio di un centro di trattamento di epidemia da virus Ebola.

Fondamentale è stato, al fine di conoscere profondamente le caratteristiche delle strutture sanitarie specifiche per il trattamento di pazienti affetti da patologie gravi altamente contagiose come la malattia da virus Ebola, il colloquio, presso il centro "Emergency" di Napoli, con il personale "Emergency". È stato possibile, quindi, attraverso le preziose informazioni raccolte, ricostruire lo schema funzionale del centro "Emergency" di trattamento di Ebola, avente una capienza di 100 posti letto, costruito a Goderich in Sierra Leone ed attivo da dicembre 2014.

Un centro di trattamento specifico per la cura di pazienti affetti da Ebola è strutturato in 2 macro-aree principali: una zona sicura ed una zona ad alto rischio di contagio, all'interno della quale è permesso l'accesso solo al personale autorizzato, munito di opportuni dispositivi di protezione individuale.

All'interno di quest'ultima area vi è un'ulteriore suddivisione in una zona in cui i pazienti sospettati di aver contratto il virus attendono di essere visitati ed in una zona in cui vi sono le aree di degenza e trattamento per i casi accertati.

Le funzioni principali da dislocare, affinché i percorsi risultino sicuri per gli addetti, in un centro trattamento Ebola, sono: ingressi separati per malati e personale, degenza, terapia intensiva, laboratori, magazzini, uffici, spogliatoi per il personale in ingresso e in uscita, bonifica dei pazienti guariti, generatori e generatori di emergenza, riserve di acqua e clorina, inceneritori per rifiuti, Morgue. All'interno della zona rossa è necessario utilizzare tutti i DPI previsti. La zona rossa fisicamente all'interno del centro di trattamento di Goderich è delimitata unicamente da due reti di protezione, poste ad una distanza tale da garantire l'isolamento per contatto e droplets poiché attraverso queste vie di trasmissione il virus si diffonde.

Durante il colloquio con il personale "Emergency" è emerso che, purtroppo, in caso di emergenza è troppo complesso e dispendioso realizzare in opera in area disagiata un centro di trattamento che abbia caratteristiche tali da consentire un effettivo contenimento del rischio biologico generato da malattie infettive a trasmissione aerea. **Una soluzione, invece, potrebbe essere la possibilità di dotare le ONG di unità mobili progettate per assicurare il più alto grado di contenimento verso tutti i tipi di trasmissione (contatto, droplets o via aerea), da assemblare sul posto.**

Per questo motivo, sono state seguite, in fase di progettazione del centro di trattamento oggetto della presente tesi, le direttive suggerite dalle linee guida dell'European Network of Infectious Diseases specifiche per la progettazione di reparti in alto isolamento.

L'EU.N.I.D. prescrive che i pazienti affetti da Malattie Altamente Contagiose(MAC) debbano essere curati all'interno di questi reparti perché siano garantite le adeguate misure di biosicurezza verso il personale, gli altri pazienti e le comunità in genere. Sono stati analizzati esempi di unità di questo tipo site presso l'Istituto Nazionale di Malattie Infettive "Lazzaro Spallanzani" di Roma, il "Royal Free Hospital" di Londra e l'"Emory University Hospital" di Atlanta, i quali rappresentano eccellenze internazionali in quest'ambito.

Per garantire la possibilità di trasporto intermodale internazionale è stato scelto di realizzare la struttura sanitaria combinando opportunamente container dismessi. Le tipologie di container utilizzate sono quelle definite dalla norma ISO 830:2013 per i container 20' high cube e 40' high cube, i quali garantiscono un'altezza utile interna tale da rendere i container abitabili nonostante la presenza di controsoffittatura da progetto. Fondamentale è stato analizzare gli aspetti strutturali del container per capire come fosse possibile utilizzarlo e modificarlo per renderlo elemento base del centro di trattamento, garantendo le sue caratteristiche di resistenza e riutilizzo.

Sono state inoltre studiate le modalità di movimentazione dei container ed i dispositivi utilizzati solitamente in fase di trasporto sono stati utilizzati anche in fase di progettazione per connettere tra loro i container durante il montaggio della struttura.

## Il progetto

Il centro mobile per il trattamento delle malattie infettive è composto da container opportunamente combinati per costituire una zona operativa (triage, bonifica, visita, trattamenti, terapia intensiva, sala operatoria, supporti) ed una zona riservata alle degenze, implementabile in base alle necessità. In particolare ogni stecca-degenze ospita 12 posti letto in unità ad alto livello di isolamento. E' stato individuato un nucleo minimo di progetto costituito da una zona operativa e da 2 stecche-degenza, complessivamente in grado di garantire 24 posti letto e, successivamente, è stata ipotizzata l'implementazione di questo fino a garantire la possibilità di ospitare 96 posti letto. E' stato studiato in dettaglio il caso in cui la struttura sanitaria sia dotata di 57 posti letto suddivisi in 4 stecche-degenza, e sia composta complessivamente da 75 container.

Per definire la configurazione progettuale di strutture di trattamento di pazienti contagiosi, fondamentale è concentrarsi sulla **differenziazione dei percorsi**, esterni ed interni alla struttura. I percorsi esterni pedonali sono distinti per pazienti, personale e visitatori.

Inoltre, il concetto di umanizzazione del luogo di cura deve essere sempre alla base di tutte le scelte progettuali. Per questo motivo, durante la degenza è necessario assicurare che il paziente non si senta abbandonato, anche se quest'ultimo è affetto da una patologia altamente contagiosa. Per questo motivo sono stati delineati dei percorsi esterni alla struttura, riservati ai visitatori, caratterizzati da corridoi-brise-soleil in lamiera forata, in corrispondenza delle visive delle camere di degenza, conformati per garantire privacy durante il colloquio tra pazienti e visitatori, e che fungessero inoltre da brise-soleil per le camere di degenza.

La struttura sanitaria oggetto della presente tesi è suddivisa in due macro-aree principali: una **zona operativa**, in cui vi sono l'accoglienza, la bonifica, gli spazi riservati alla diagnosi e gli spazi riservati alla cura intensiva ed una zona riservata alle **degenze**. All'interno della zona operativa vi è l'ingresso riservato ai pazienti deambulanti, la "camera calda" in cui arrivano le autoambulanze e l'ingresso riservato al personale. Dopo il triage in cui avviene una prima discretizzazione tra pazienti sospetti di aver contratto il virus e non (per i pazienti trasportati in autoambulanza il triage avviene già in quella sede), seguono due postazioni in cui i pazienti sospetti vengono bonificati prima di accedere all'area di diagnosi, in cui viene effettuato tra gli altri il test PCR. Il campione di sangue prelevato è portato al laboratorio LBS3 interno alla zona operativa attraverso la pass box e, tramite la suddetta analisi, è possibile stabilire se il caso è sospetto o accertato. Per progettare in biosicurezza è necessario operare una differenziazione tra aree ad alto rischio (in cui il personale deve indossare tutti i DPI previsti, inclusi tute integrali e respiratori), e aree sicure. Aree di passaggio sono le **zone-filtro** in cui in ingresso avviene la vestizione del personale ed in uscita sono presenti docce di decontaminazione passanti, utilizzate per rimuovere agenti contaminanti dagli indumenti del personale in uscita dalla zona ad alto rischio. Il funzionamento di una doccia di decontaminazione si basa sull'azione meccanica esercitata sulle particelle depositate sugli indumenti da "getti d'aria" emessa ad alta velocità. Fondamentale è il passaggio dei pazienti attraverso il tunnel di decontaminazione (che consente il passaggio anche a barelle o letti mobili) per essere poi condotti verso la zona di cure intensive e verso la zona degenze.

All'interno della zona di cure intensive è presente il blocco operatorio, distinto in zona di preparazione chirurgici, zona di induzione dell'anestesia, sala operatoria e zona risveglio, e, tramite un secondo filtro, si accede alla terapia intensiva, caratterizzata da 9 unità letto in alto isolamento, in container semi-espandibili da 3 unità letto ciascuno. Dovendo assicurare un alto livello di biosicurezza, la terapia intensiva non può costituire un unico ambiente, ma, in seguito ad un'analisi della visibilità di ogni paziente da parte degli operatori, utilizzando coni ottici e prevedendo opportune visive, è stato possibile garantire in qualsiasi momento, da parte del personale presente, il controllo agevole dei pazienti e la garanzia di immediato intervento in caso di necessità.

A fronte dei principi della cromoterapia particolare importanza è stata data alla selezione dei colori. In particolare, nelle unità letto in terapia intensiva, è stata prevista una pavimentazione in linoleum di colore arancione poiché stimola attività e movimento, nelle degenze invece il colore arancione è stato utilizzato per le partizioni verticali, per le sue caratteristiche di luminosità e calore ed il verde è

stato previsto per la pavimentazione, poiché è un colore delicato e rilassante. In merito alla pavimentazione, diverse gradazioni di blu, indicato in aree di transizione, sono state adoperate nelle aree di diagnosi e di trattamento ed all'interno delle zone filtro. Per i collegamenti, invece, è stato previsto un colore neutro come il grigio.

Dalla zona operativa si giunge all'area delle degenze, composta da quattro stecche ad andamento longitudinale ognuna costituita da una zona filtro e 12 camere di degenza in alto isolamento, progettate come high level isolation unit.

### ***Evidenziazione del grado di innovazione dei risultati ottenuti***

L'idea progettuale scaturisce dalla volontà di conformare un edificio ospedaliero a disposizione di organizzazioni non governative, riutilizzabile in luoghi diversi, con notevoli vantaggi economici. Il trasporto della struttura sanitaria è reso possibile dalla scelta progettuale di utilizzare containers, definiti in base alla sagoma massima per il trasporto intermodale internazionale, opportunamente connessi tra loro.

Sono state seguite, per la progettazione in biosicurezza, linee guida di riferimento internazionali, uniche nel loro genere, che dettano prescrizioni circa gli aspetti architettonici, funzionali ed impiantistici.

Dovendo essere la struttura trasportabile ovunque si presenti un'emergenza epidemica, particolare cura è stata posta agli aspetti di efficienza energetica in relazione all'involucro dei container e al dimensionamento degli impianti HVAC, idrico-sanitario, fotovoltaico e solare termico stand-alone.

Sebbene si tratti di una struttura di emergenza in tutte le scelte progettuali sono stati considerati gli aspetti connessi all'umanizzazione del luogo di cura per assicurare i migliori livelli di comfort ai pazienti.

#### **Il container come elemento di edilizia complessa**

Oggi, i notevoli cambiamenti sociali impongono di proiettare la progettazione verso la sostenibilità e reversibilità ambientale dell'oggetto architettonico, mirando ad un uso prossimo allo zero di materie prime e sperimentando strategie che assicurino nessun consumo irreversibile di suolo. Per questo motivo studi di architettura e di ingegneria in tutto il mondo si sono specializzati nell'utilizzo dei containers come strumento di progetto.

Utilizzare i container in questo campo significa ottenere numerosi vantaggi, tra i quali fabbricabilità in serie, resistenza, riutilizzo, trasporto, flessibilità. Per riuscire a garantire condizioni di comfort analoghe a quelle di una struttura in opera si ricorre alla progettazione dei container "shelterizzati" (da shelter, in inglese rifugio).

La progettazione di questi moduli tecnologicamente avanzati è basata sull'integrazione tra componenti impiantistiche e architettoniche per ottenere, quindi, elementi funzionali che garantiscano **livelli di comfort termoigrometrico analoghi a quelli degli edifici tradizionali**. Gli "shelter" possono essere anche espandibili, per ottenere, all'occorrenza, un maggior volume utile all'interno di ogni elemento garantendo, comunque, le medesime possibilità di trasporto intermodale. La struttura sanitaria oggetto della presente tesi è composta da container "shelterizzati", le cui caratteristiche tecnologiche sono state progettate in dettaglio per rispondere ad esigenze di comfort termoigrometrico, di umanizzazione del paziente e di biosicurezza.

In fase di progettazione, tra gli altri, è stato studiato dettagliatamente il caso del **container semi-espandibile**, conformato in modo da ospitare tre camere di degenza in alto isolamento.

E' stata effettuata la scelta di utilizzare questa tipologia di container in modo da assicurare una superficie interna di ogni camera di degenza pari a 13,5 m<sup>2</sup>. In fase di trasporto le dimensioni di questo container sono analoghe a quelle di un container ISO 40' high cube, mentre in fase di esercizio la larghezza del container aumenta di 2,05 m. Il telaio strutturale del volume espandibile è stato ipotizzato in montanti e traversi scatolari in acciaio che scorrono su binari, sostenuti da una piastra di base e da tiranti in acciaio incernierati a profili angolari.

Per far fronte alle esigenze di trasporto e riutilizzo degli elementi costituenti il centro di trattamento è stato progettato un **pacchetto tecnologico mobile** e modificabile in base alla localizzazione che prevede un sistema di coibentazione "a cappotto" ed è realizzato mediante pannelli sandwich autoportanti in poliuretano espanso, di spessore variabile in base alla particolare localizzazione (il caso studio oggetto di dimensionamento ha riguardato la zona di Goderich in Sierra Leone,

sconvolta dall'ultima epidemia di Ebola), da agganciare alla lamiera di tamponamento dei container ed a telai metallici, agganciati ai blocchi d'angolo dei container mediante twist-lock (dispositivi utilizzati per l'ancoraggio del container alle unità di movimentazione in fase di trasporto). I suddetti telai, superiore ed inferiore, adempiono a funzioni di supporto fondamentali. Infatti, per consentire la **ricollocazione del centro di trattamento dove si presenti l'emergenza** è stato scelto di non forare il telaio strutturale del container, ma di agganciare gli elementi costituenti il pacchetto tecnologico ai suddetti telai metallici aggiuntivi. Inoltre, il telaio superiore funge da supporto ai volumi tecnici in lamiera forata nei quali sono integrati il serbatoio dell'impianto **solare termico** e l'inverter **dell'impianto fotovoltaico** e che ospitano, inoltre, le **unità di trattamento aria** e gli elementi impiantistici di supporto.

Il telaio inferiore, invece, è stato progettato per garantire un ottimale ancoraggio al terreno mediante apposite viti di aggancio al terreno. Sulla base dei concetti di **temporaneità dell'emergenza e di reversibilità ambientale** è stato ipotizzato che fosse possibile realizzare totalmente a secco un piano d'appoggio della struttura in **ghiaia stabilizzata**, avente una resistenza a compressione di 400 ton/m<sup>2</sup>.

L'elemento di **connessione orizzontale tra i container**, per assicurare la tenuta, è stato approfonditamente studiato, fino ad ipotizzare un aggancio realizzato tramite dispositivi di connessione orizzontale utilizzati solitamente durante il trasporto sulle navi porta-container, i **tandem-lock**. Per assicurare la tenuta è stato progettato ad hoc un profilo in lamiera pressopiegata di spessore 4 mm, sagomato in modo da essere incastrato ai montanti angolari del container ed avvitato ai telai metallici superiore ed inferiore, ancorati ai container.

#### Alto isolamento, Malattie Altamente Contagiose e High Level Isolation Unit

Con il termine "Alto isolamento" si indica un complesso modello di gestione, che comprende misure individuali, strutturali e logistiche volte ad evitare la trasmissione di patologie gravi altamente contagiose (che quindi potrebbero causare epidemie mortali) all'interno dell'ambiente nosocomiale e, conseguentemente, della comunità.

I pazienti affetti da Malattie Altamente Contagiose (MAC) devono necessariamente essere ricoverati in Unità ad Alto Livello di Isolamento (High Level Isolation Units, H.L.I.U.s), strutture assistenziali specifiche con caratteristiche strutturali in grado di fornire il più alto grado di contenimento verso tutti i tipi di trasmissione (contatto, droplets, o via aerea). Queste unità comprendono una zona filtro, di preparazione del personale in ingresso e di decontaminazione in uscita, camere di degenza in alto isolamento e i necessari ambienti di connessione e di supporto. Trattandosi di strutture altamente specializzate, al momento in Europa sono estremamente pochi i centri che ospitano reparti di malattie infettive con Unità ad Alto Livello di Isolamento, quindi non sempre è possibile ricoverare o trasferire un paziente in una HLIU.

"Qualora il ricovero presso queste strutture specifiche non fosse possibile, i pazienti affetti da MAC devono comunque essere ricoverati in stanze per l'isolamento respiratorio.

Queste stanze sono solitamente collocate all'interno di comuni reparti ospedalieri, ed in questi casi occorre applicare alcune procedure (ad es. il trasferimento in altri ambienti dei pazienti, presenti nel reparto o nell'area che condivide l'impianto di aerazione) con l'obiettivo di ridurre al minimo il tempo di sosta e di transito dei soggetti affetti da MAC in aree comuni. Se una struttura sanitaria, per carenze strutturali o logistiche, non può mettere in atto queste strategie, il paziente deve essere trasferito al più presto in un altro ospedale che possa garantirne l'isolamento ed il controllo."<sup>1</sup>

L'EUropean Network of Infectious Diseases definisce una malattia infettiva altamente contagiosa come una patologia mortale, trasmissibile da individuo a individuo, che presenta grave pericolo in ambito sanitario e per la comunità e il cui contenimento richiede misure di controllo in alto isolamento. L'EU.N.I.D. definisce una High Level Isolation Unit come una struttura sanitaria specificamente progettata per fornire un alto grado di sicurezza nella prevenzione della trasmissione e di qualità nella cura di soggetti affetti da malattie altamente contagiose. Il rinnovato interesse, negli ultimi anni, per la ricerca nel campo della biosicurezza, alimentata dalla paura del bioterrorismo, ha contribuito all'aumento del numero di laboratori di massimo contenimento, in cui avviene la manipolazione di agenti patogeni appartenenti al gruppo di rischio 4 (massimo gruppo di rischio), e ciò ha reso più

---

<sup>1</sup> "Malattie contagiose: misure di isolamento in ambito ospedaliero." A. Delfino (2010)

alta la probabilità di incidenti sul lavoro, che, in quest'ambito, necessitano di cure in Unità ad Alto Livello di Isolamento.

Con riferimento alle prescrizioni dell'EU.N.I.D. circa i requisiti minimi delle Unità ad Alto Livello di Isolamento e dei reparti specializzati in malattie infettive gravi altamente contagiose in cui devono essere ubicate (superfici, finiture, strumentazione, aree filtro, aerazione, spogliatoi, percorsi, uscite di sicurezza), è stata progettata la struttura sanitaria oggetto della presente tesi.

Per assicurare elevati standard di funzionalità e comfort, **il container è rivestito internamente da pareti tecniche specifiche per ambienti a contaminazione controllata**, aventi superfici lisce, facili da disinfettare e che non presentano spigoli vivi, che all'interno possano ospitare le canalizzazioni degli impianti elettrico e idrico e che possano garantire un certo livello di flessibilità grazie all'aggancio mediante profili a scatto agli orizzontamenti.

All'interno di ogni camera di degenza è presente una cappa di biosicurezza di 3° livello per confezionare provini e portarli in sicurezza all'esterno.

Fondamentale, per assicurare l'isolamento aereo degli ambienti e per proteggere il personale dalla contaminazione, è stata l'attenzione posta verso gli aspetti impiantistici. E', infatti, previsto che l'impianto HVAC sia dotato di filtri HEPA senza ricircolo e che i flussi d'aria siano diretti verso le aree più contaminate. Considerando un tasso di ventilazione efficace medio di 12 vol/h, definito dalle "Linee guida dell'European Network of Infectious diseases", in tutti gli ambienti a rischio è stata individuata la portata d'aria oraria da assicurare.

E' stata quindi operata una differenziazione tra ambienti in pressione ed in depressione rispetto alla pressione atmosferica, in modo da garantire che non vi fosse il trasferimento di aria contaminata tra **ambienti a diverso livello di rischio**. In base alla suddetta differenziazione sono state opportunamente modificate le portate d'aria da immettere e da estrarre in ogni ambiente secondo le prescrizioni dettate dalle "**Guidelines on the Design and Operation of HVAC Systems in Disease Isolation Areas**" a cura del Dipartimento di Medicina Preventiva dell'esercito americano. Sulla base dei dati relativi alle portate d'aria è stato effettuato un dimensionamento di massima delle canalizzazioni dell'impianto di trattamento aria.

Per assicurare che i gradienti di pressione rimangano invariati nel tempo è stata prevista, all'interno di tutti gli ambienti, la presenza di **regolatori di pressione** e nelle aree filtro sono state predisposte **porte con sistema di interblocco** in modo da assicurarne l'apertura alternata.

### ***Evidenziazione del possibile impatto applicativo dei risultati ottenuti***

La struttura sanitaria mobile per il trattamento delle malattie infettive oggetto della presente tesi, si presenta particolarmente adatta nell'ambito della **modernizzazione delle attrezzature di soccorso utilizzate dalle organizzazioni No Profit in area disagiata per il grado di innovazione tecnologica, economicità, versatilità e fattibilità**.

Infatti, la realizzazione di questi moduli tecnologicamente avanzati, fabbricabili in serie e assemblabili sul posto renderebbe possibile il trattamento di malattie infettive gravi e altamente contagiose anche in area disagiata (distante più di 60 minuti dal più vicino presidio di pronto soccorso attrezzato)<sup>2</sup>, minimizzando i rischi di contaminazione per il personale, al contrario di quanto avviene negli odierni ospedali da campo tradizionali, in cui le tecnologie utilizzate non permettono un efficace isolamento aereo.

Oltre alla possibilità di intervenire in area disagiata è stato considerato anche il caso in cui si verifichi un focolaio epidemico in piccoli centri, il cui fabbisogno di edilizia sanitaria non prevede centri specializzati per le malattie infettive, in questo caso la struttura sanitaria mobile può essere posta nelle vicinanze del pronto soccorso, se questo non è in grado di garantire le adeguate cure in alto isolamento.

**La flessibilità di utilizzo di questi container modificati innovativi li rende ideali anche come unità mobili industriali**, utilizzabili anche come clean-room, localizzabili anche in area disagiata.

---

<sup>2</sup> D.M. 70/2015

### ***Rilevanza scientifica dei risultati ottenuti ed eventuali pubblicazioni degli stessi***

Presentando la mia Tesi di Laurea sono stata selezionata tra i 24 giovani ingegneri italiani che hanno seguito dal 3 al 14 luglio 2017 il corso di Alta Formazione “**ENEA Summer School in efficienza energetica 2017**” presso il Centro di Ricerca ENEA di Casaccia(RM).

Sono, inoltre, stata selezionata per partecipare come giovane ricercatrice relatrice al **42<sup>nd</sup>IAHS World Congress dal titolo “The housing for the dignity of mankind”** (Napoli 10-13/04/2018) con la pubblicazione in inglese della mia Tesi di Laurea, dal titolo “Design of a mobile medical facility specialized in the treatment of infectious diseases in disadvantaged area” e con la realizzazione di un poster in formato A0. Il convegno internazionale verterà sulle nuove tendenze in ambito di sostenibilità, accessibilità ed innovazione dell’industria delle costruzioni.