

CONTRIBUTI ALL'AUTONOMIA DI SPOSTAMENTO DI DISABILI TETRAPLEGICI

Prof. D. Cambiaghi, Ing. S. Uberti, Ing. V. Villa

Università degli studi di Brescia, Italia
Dipartimento di Ingegneria Meccanica
Correo electrónico: villa@ing.unibs.it

RESUMEN

Sono presentati i risultati del lavoro di un gruppo informale di ricerca operante presso l'Università di Brescia ed orientato alla ricerca applicata alla realizzazione di ausili per disabili. In particolare si esaminano due progetti orientati a permettere la salita in auto del disabile in carrozzella in modo totalmente autonomo.

Una soluzione prevede l'adattamento di una vettura commerciale, mentre l'altra prevede un veicolo sviluppato appositamente.

Sono tenuti in considerazione anche gli aspetti di economia, marketing e design.

Palabras clave: disabile, carrozzella, ausili, salita in macchina, discesa dalla macchina, design, marketing.

ABSTRACT

At the University of Brescia a research panel works to develop auxiliary devices for disabled people. Especially the problem of climbing on board a car is considered, and the results of two dedicated projects are reported. The aim is the total autonomy of the disabled man. One project foresees a transform kit to be integrated on a standard car, while the other one deals with a customized car. Economy, design and marketing aspects are considered too.

Key words: disabled people, wheel chair, auxiliary devices, climbing on a car, getting off a car, design, marketing.

1 Introduzione

1.1 Mobilità utenza disabile, mezzi pubblici/mezzi privati

La necessità e la richiesta di mobilità è sempre più integrata nello stile di vita dell'uomo di inizio millennio: mobilità intesa come "esigenza di esserci", come partecipazione, per i più diversi motivi (dal lavoro al turismo), alla vita sociale i cui orizzonti si identificano col fenomeno di "globalizzazione" in atto. Questa esigenza attraversa tutti gli strati sociali e, a dispetto delle moderne tecnologie informatiche (Internet, video-conferenze, tele-lavoro), è sempre più pressante.

In generale, il bisogno di muoversi non è condizionato né dallo stato sociale, né dal sesso, né dall'età e, dunque, interessa anche "l'utenza ampliata" [1] e cioè una fascia di

popolazione che comprende i disabili, gli anziani, le persone con temporanei impedimenti, le donne incinte e i bambini. La consistenza numerica, su base europea, di tali persone è stimabile nel 25%-30% dell'intera popolazione con una proiezione in aumento considerando l'allungamento della vita media.

Concentriamo la nostra attenzione sull'utenza disabile. Risulta che esiste un numero considerevole di persone disabili in grado di spostarsi, intrattenere relazioni sociali e lavorare rimanendo in carrozzina. Molte di queste persone sono anche abilitate alla guida di veicoli dotati di particolari ausili, e quindi potrebbero risolvere, almeno in parte, il problema della mobilità. Per queste persone il momento più critico della fase dello spostamento è quello dell'ingresso (od uscita) nell'autovettura. Essi devono essere letteralmente spostati di peso dalla carrozzina al sedile dell'auto. In questa fase, umiliante e talvolta pericolosa, sono completamente dipendenti dall'accompagnatore e perdono gran parte della conseguita autonomia.

Da queste considerazioni ha preso spunto il lavoro di un gruppo di ricerca costituitosi informalmente presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Brescia.

Obiettivo di tale gruppo è permettere al disabile tetraplegico di entrare ed uscire da un automezzo seduto sulla propria carrozzina in maniera autonoma e sicura. La ricerca si è sviluppata seguendo due ipotesi di lavoro, sostanziate in due progetti. Il primo progetto, TeDriS, riguarda lo studio di un servo-meccanismo atto ad 'agganciare' la carrozzina e trasferirla, con la persona, al posto guida o al posto passeggero anteriore di un'auto monovolume in commercio (Megan Scenic di Renault) ponendo così al centro dell'attenzione gli interventi da operarsi sull'assetto della carrozzina e lasciando di fatto inalterata l'autovettura; il secondo, MarGO, parte da un'ottica complementare ovvero progettare un nuovo veicolo 'intorno alla carrozzina' sfruttando la normativa meno vincolante in termini di omologazione che regola i veicoli con propulsore aventi potenza fino a 4 kW.

1.2 Linee guida per la progettazione di veicoli per disabili tetraplegici

Prima di iniziare i lavori di progetto si sono volute definire delle linee guida valide in generale [5] [6].

Si premette che è difficile stabilire le caratteristiche di un veicolo adatto a disabili tetraplegici. Infatti, a seconda di come si presenta la disabilità, le abilità residue possono risultare molto diverse nei diversi soggetti a parità di lesione.

Inoltre, molte delle possibili modifiche al veicolo potrebbero non essere compatibili con le leggi correnti o il comune senso estetico che, nella maggior parte dei casi, guida le scelte dei produttori del settore auto e moto.

A dispetto di ciò è possibile dare alcune indicazioni di validità generale che, per quanto non definitive, sono utili alla progettazione di sistemi per la salita al mezzo sia come guidatore che come passeggero.

Non si vuole qui ripercorrere le logiche che hanno guidato alla scelta di tali linee guida.

2 Il progetto TeDriS - Tetraplegic Driving System

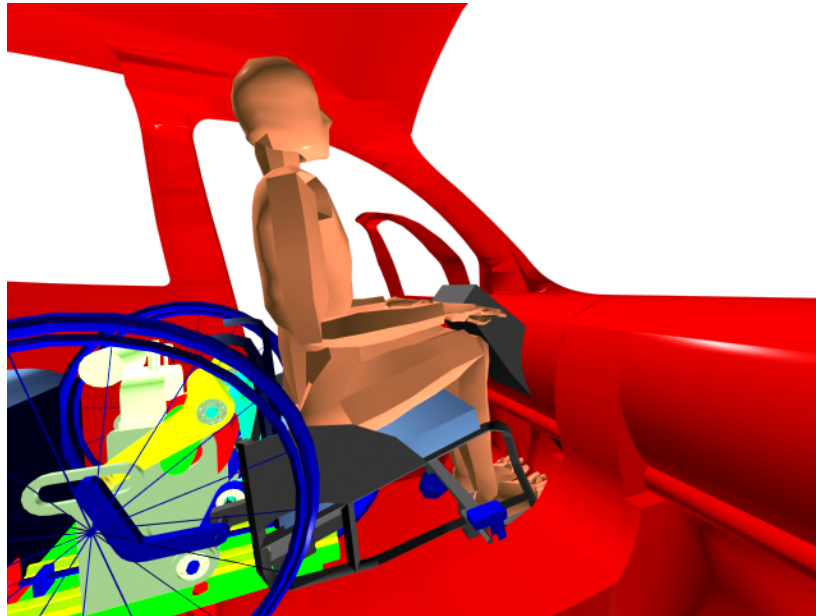


Figura 1: Progetto TeDriS.

2.1 Il problema affrontato

Mentre esistono prodotti commerciali che consentono la guida ad un soggetto tetraplegico una volta a bordo del veicolo, risulta un punto estremamente delicato e non ancora effettivamente risolto il collocamento autonomo del disabile al posto di guida.

Alle difficoltà intrinseche del passaggio in autovettura (ingombri, accessibilità “anello porta”, spazi interni che limitano la mobilità, ecc.), va aggiunto il fatto che la massima autonomia e comfort per il disabile si verifica quando lo stesso si trova sulla propria carrozzina: è indispensabile che la carrozzina sia dove è il disabile.

2.2 La soluzione proposta

Lo studio, dopo aver affrontato e risolto i principali problemi funzionali in modo innovativo, sfruttando tecniche di simulazione tridimensionale (che hanno consentito di by-passare una fase di costruzione di modelli fisici, solitamente lunga e onerosa), è proseguito con la prima stesura del progetto esecutivo del servomeccanismo e della carrozzina, nonché con la definizione delle modalità operative di impiego del dispositivo. Sono state quindi eseguite delle simulazioni di traiettorie di ingresso, predisposti modelli numerici per l'analisi strutturale della carrozzina in condizioni di carico differenti da quelle tipiche e verifiche delle parti critiche del servomeccanismo di sollevamento e dell'interfaccia con la carrozzina. Per approfondimenti di carattere tecnico scientifico si rimanda alla bibliografia allegata.

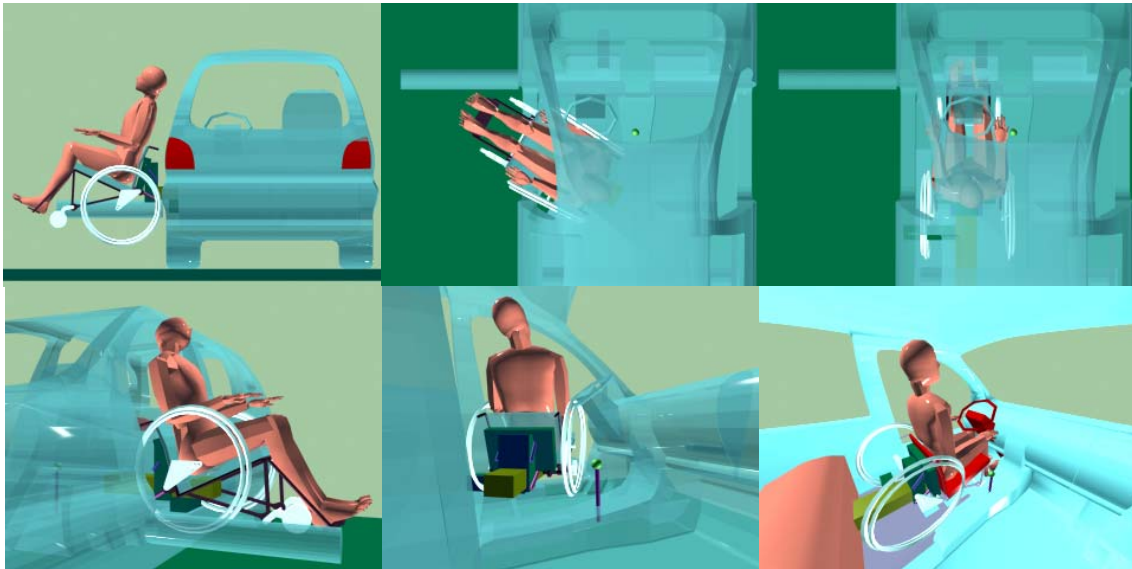


Figura 3: Immagini dal simulatore 3D: soluzione servoassistita sviluppata dal Dipartimento di Ingegneria Meccanica.

Il sistema, costituito essenzialmente da un sollevatore meccanico che realizza una opportuna traiettoria e da una carrozzina modificata, sembra rispondere pienamente alle specifiche prefissate e, stanti le esaustive e severe verifiche sul modello virtuale, è apparso realizzabile e funzionante, tanto che l'Università ha proceduto alla copertura brevettuale dello stesso.

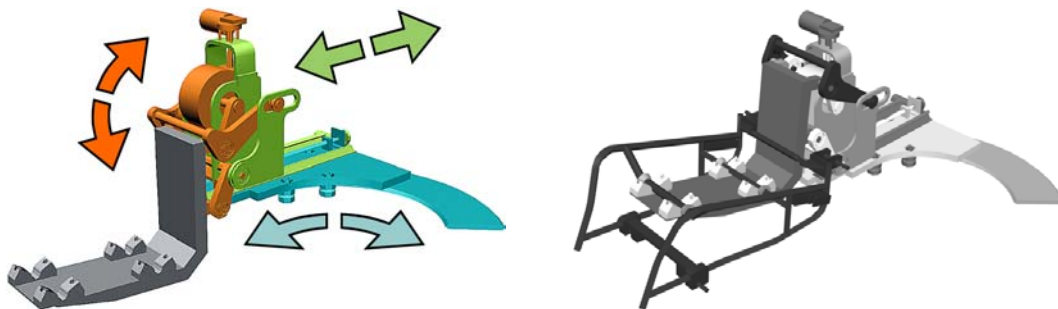


Figura 4: Servomeccanismo sollevatore.

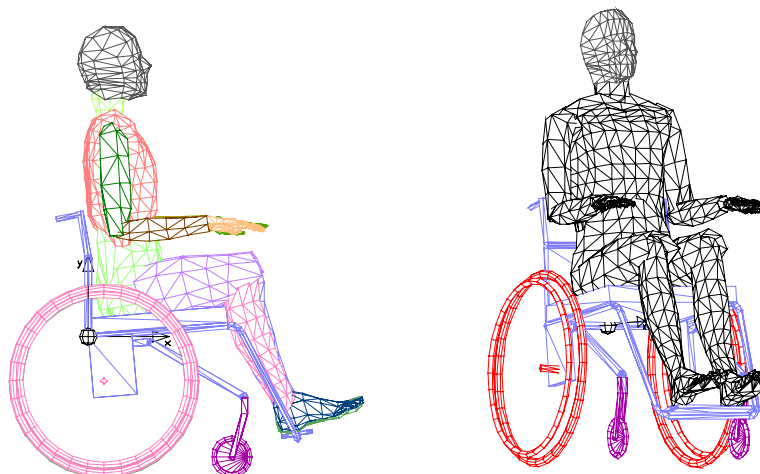


Figura 5: Carrozzina modificata: attraverso un meccanismo a quadrilatero articolato le ruote si sollevano riducendo l'ingombro verticale.

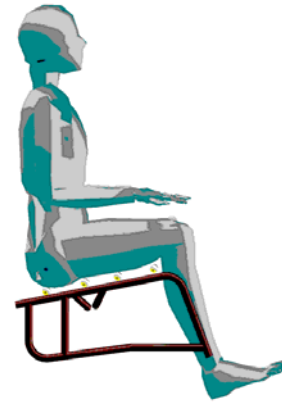
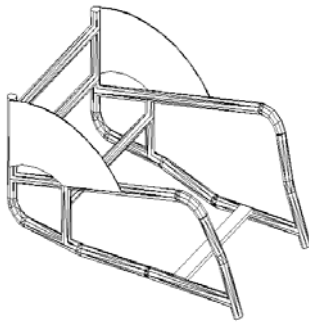


Figura 6: Telaio della carrozzina con simulazione della postura del disabile.

I risultati fin qui ottenuti sono stati pubblicati in varie occasioni sia in Italia che all'estero e presentati ad un numero molto ristretto, per ora, di osservatori più qualificati: disabili e operatori economici del settore “Ausili per Disabili”. L’interesse è stato notevole ed ha suscitato apprezzamenti soprattutto per la sua originalità.

Grazie a finanziamenti, provenienti quasi esclusivamente dal settore privato, è stato possibile realizzare un prototipo del servomeccanismo di sollevamento completo di interfaccia con la carrozzina. Attualmente è in corso una attività di verifica della cinematica e delle capacità di carico.

Di seguito viene mostrata la sequenza di ingresso al posto guida.

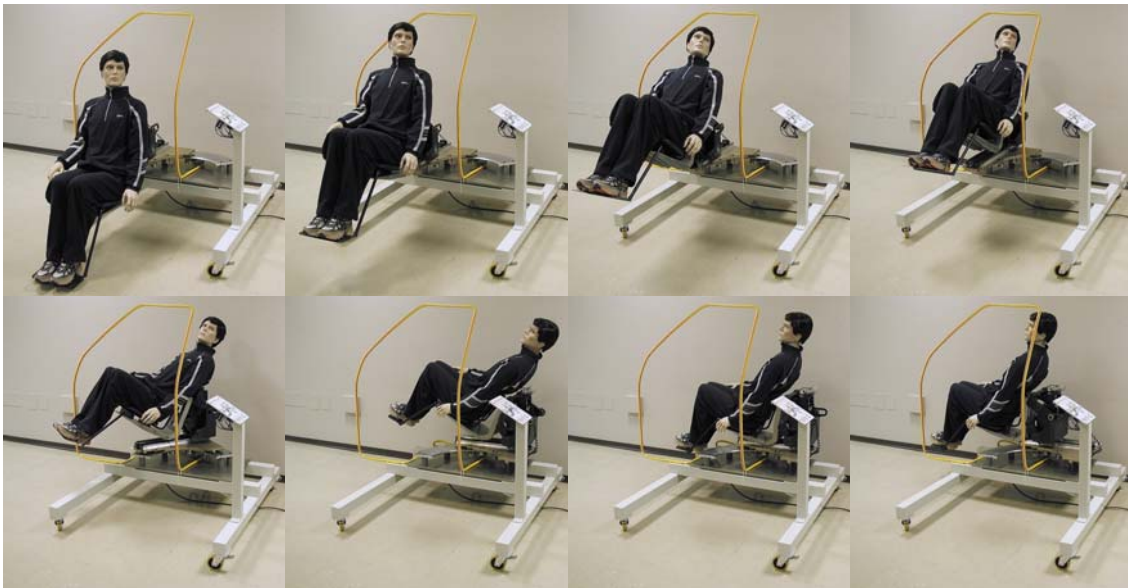


Figura 7: Sequenza fasi prototipo.

2.3 Breve descrizione del sistema

I punti salienti della soluzione si riassumono come segue:

- 1 La vettura non subisce alcuna modifica strutturale irreversibile, ciò significa: riduzione dei costi di installazione; mantenimento del valore commerciale in caso di vendita prima della fine del ciclo di vita del mezzo, cosa opportuna e raccomandabile in quanto nei veicoli la probabilità di guasto aumenta con l’usura, anche in caso di perfetta manutenzione.

- 2 Gli unici interventi, peraltro reversibili, al telaio del veicolo sono: aumento dell'angolo di apertura della portiera; motorizzazione dell'apertura della portiera (solo versione guidatore).
- 3 Il disabile rimane seduto sulla propria carrozzina, ciò significa: sicurezza, il passaggio dalla carrozzina al sedile è fonte di rischio e a volte di piccole contusioni; comfort psicologico, la carrozzina è una protesi, diviene estensione del corpo della persona, separarsene è fonte di disagio; comfort fisico, la carrozzina e la seduta sono molto più adatti e adattati al soggetto di quanto possa essere il miglior sedile.
- 4 Economicità: il kit, già nella versione prototipo, costa meno delle attuali soluzioni, che tentano, senza riuscirvi, di effettuare lo stesso tipo di servizio.

3 Il progetto MarGO

3.1 Motivazioni

Il progetto Tedris si propone di risolvere il problema utilizzando una vettura commerciale con modifiche modeste e reversibili, allo scopo di ottenere evidenti vantaggi di economia ed affidabilità.

Si è però voluto esplorare anche l'ipotesi di un veicolo progettato appositamente, ovviamente puntando su una soluzione meno complessa rispetto ad una vettura tradizionale.

Allo scopo sono stati posti dei vincoli progettuali complementari rispetto ai precedenti:

- 1 carrozzina di tipo qualsiasi;
- 2 dispositivo di caricamento estremamente semplice, possibilmente assente;
- 3 vettura da costruire intorno all'interfaccia uomo-macchina (accesso, ancoraggio, controllo del mezzo).

La soluzione che ne è derivata è anch'essa complementare, il veicolo è adatto a spostamenti brevi con frequenti soste. Inoltre, l'aver affrontato la progettazione di un veicolo su premesse assolutamente non tradizionali consente un nuovo e interessante punto di vista sulle questioni della mobilità in generale, evidenziando, tra l'altro l'opportunità di definire una nuova categoria di veicoli valida in senso generale.

3.2 Concezione di un veicolo nella logica dell'utenza ampliata

RISCHIO DI "POSIZIONAMENTO MARKETING" NEGATIVO

Si è pensato che un veicolo sviluppato appositamente per la disabilità avrebbe potuto soffrire, sul piano del marketing, di una immagine intrinsecamente negativa, tale da impedirne applicazioni al di fuori del bacino degli utenti disabili, e penalizzarne la diffusione anche in tale bacino.

Si ricordino al proposito le automobili DAF degli anni '60/'70 che si erano immeritatamente connotate come automobili per disabili e anziani a causa del cambio automatico di uso particolarmente facile, e che, pur essendo ottime vetture erano state penalizzate commercialmente da questa immagine.

OPPORTUNITÀ DI UNA NUOVA CATEGORIA DI VEICOLI

A questo proposito appare più opportuno che l'auto per disabili possa configurarsi come un sottoinsieme di una più vasta categoria di veicoli utilizzabili da altre categorie di utenti "normali".

Sostanzialmente il disabile, come utente di un veicolo, si distingue in quanto per lui le fasi di accesso/uscita sono più importanti delle fasi di trasporto. Si è notato che questa situazione si presenta anche per utenti non disabili quando si richiedono tragitti molto brevi a fronte di continui accessi/uscite dal veicolo. Esempi tipici possono essere il postino, il corriere espresso, il distributore di pane, latte, giornali, ecc.

La meta potrebbe essere la definizione di una nuova categoria di veicoli dalle prestazioni modeste ma dalle fasi di accesso/uscita particolarmente agevoli; di tali veicoli anche i disabili potrebbero essere ottimi fruitori, senza tuttavia connotarne l'immagine in modo esclusivo. Tale nuova categoria di veicoli è stata definita **“Pick & Place”** (prendi e posa).

L'immagine seguente mostra il veicolo proposto per l'utenza non disabile. Particolarmente curata risulta la facilità e rapidità di accesso. Le soluzioni tecniche sono descritte in dettaglio in [9].



Figura 8: Sequenza di accesso versione base.

3.3 Interfaccia uomo macchina nel caso dell'utente disabile

Come nel progetto TeDriS anche qui si è voluto consentire che un veicolo pensato per un'utenza non disabile possa essere modificato in modo reversibile tramite un kit di trasformazione, la differenza è che in questo caso il veicolo di partenza non è un preso dal commercio ma è stato disegnato nel modo più conveniente allo scopo.

KIT DI TRASFORMAZIONE - 1) SISTEMA DI ACCESSO

Il sistema di accesso IMPLICA una serie di semplici dispositivi forniti come kit di trasformazione della versione base, ed è costituito dai seguenti elementi:

- 1 Barra – è un profilato tubolare a forma di “U”. La barra ha due scopi: occupare area parcheggio nella zona retrostante per evitare che qualcuno parcheggi troppo vicino; proteggere il guidatore in carrozzina durante le fasi di salita e discesa in cui è più vulnerabile, la presenza della barra fornisce anche una sicurezza psicologica oltretutto oggettiva all'utente disabile in quanto l'uscita dal mezzo di schiena è fonte di apprensione.
- 2 Pedana/Pavimento Abbassabile – il disabile può avere difficoltà a superare (a forza di braccia) il dislivello dal piano terra al pianale del veicolo. Per ovviare a questo problema è stato disegnato un meccanismo che consente di abbassare una porzione

del pianale fino al livello dal suolo: la carrozzina vi sale e poi il piano si rialza fungendo da sollevatore.

- 3 Motorizzazione Portellone – questo componente è necessario perché per il guidatore in carrozzina è praticamente impossibile chiudere autonomamente il portellone come invece accade nella versione base.

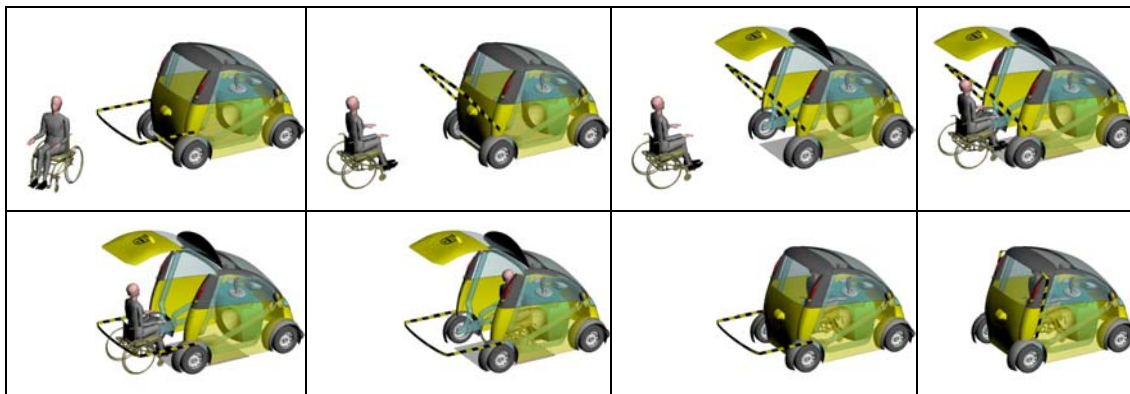


Figura 9: Sequenza di accesso versione disabili.

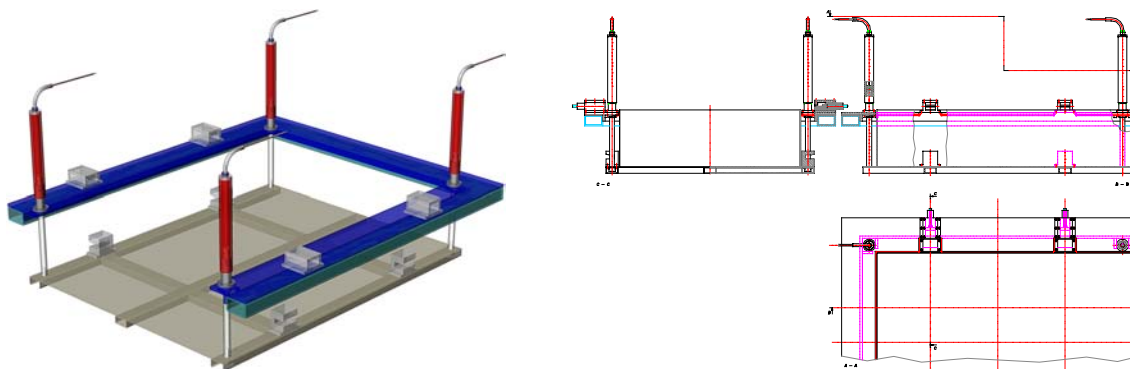


Figura 10: Pedana/pavimento abbassabile.

KIT DI TRASFORMAZIONE - 2) SISTEMA DI ANCORAGGIO

Quando la carrozzina è a bordo è necessario bloccarla rispetto al pianale. A questo scopo sono previsti i seguenti accessori:

- 4 Cinture Autobloccanti – sono normali cinture di sicurezza del tipo presente su tutte le vetture commerciali, l'accesso da dietro consente di lasciarle permanentemente allacciate;
- 5 Blocco Carrozzina – come già detto il bloccaggio della carrozzina viene realizzato nella fase di salita della Pedana/Pavimento Abbassabile
- 6 Appoggiatesta – è fissato al portellone, quello della versione per guidatore in carrozzina è più piccolo di quello della versione base che comprende anche lo schienale.

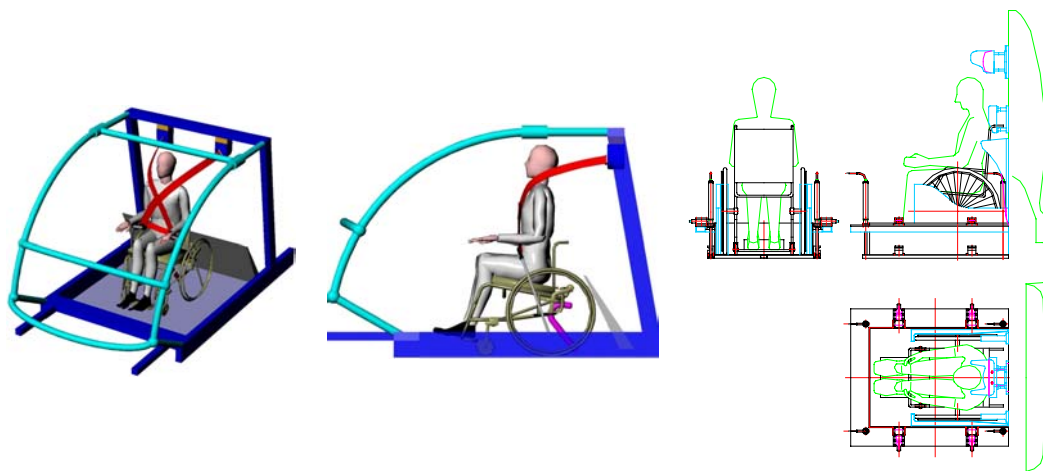


Figura 11: Sistema di ancoraggio.

3.4 Design

Anche qui, come in tutti gli altri settori automotive, il design è molto importante, comunica lo spirito e l'uso del mezzo.

Per la MarGO è stato ricercato un design che fosse più simpatico che aggressivo e che facilitasse gli adattamenti ai vari usi professionali prevedibili per la versione base.

Anche il nome (di fantasia) è stato scelto, dopo una lunga fase di valutazioni, con la stessa ottica.

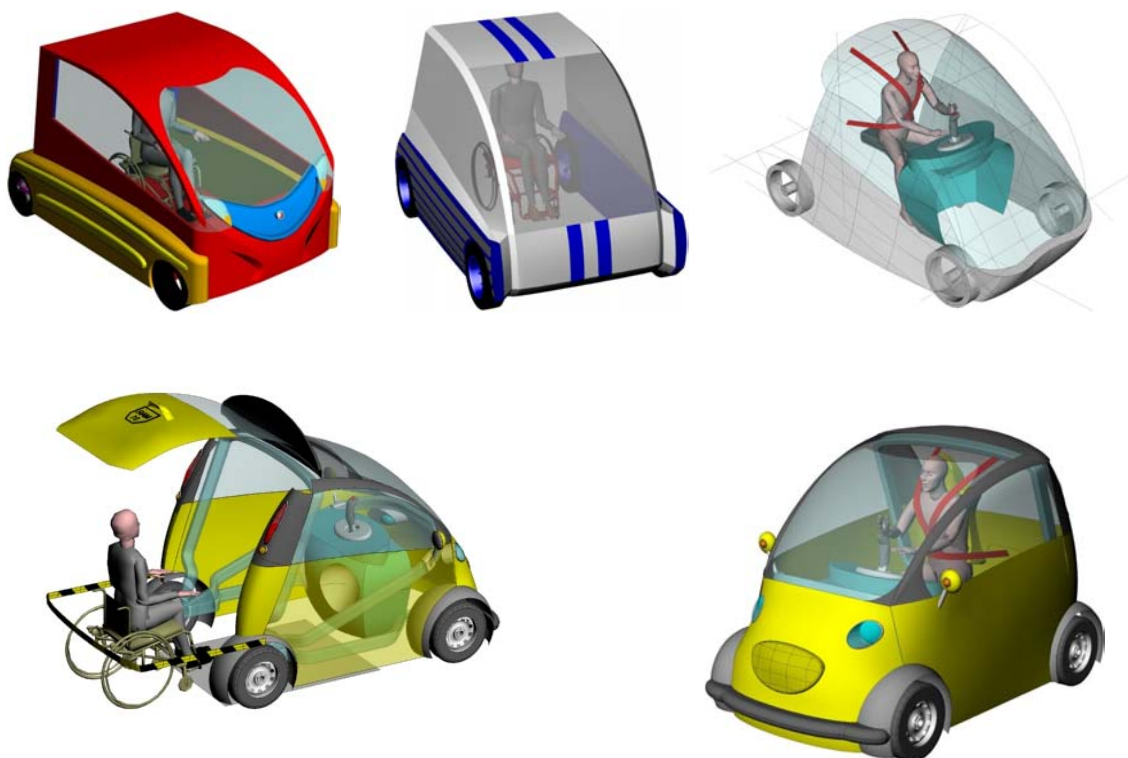


Figura 13: Evoluzione del Design.

4 Conclusioni

I due progetti descritti, TeDriS e MarGO, fanno riferimento rispettivamente alle esigenze di spostamento a lungo e corto raggio di un utente tetraplegico e possono dare un'importante e significativa risposta alle esigenze di mobilità avendo affrontato il problema dell'entrata/uscita dal veicolo in sicurezza ed autonomia, tema il più delle volte trascurato a favore dello studio di sistemi di guida, ma decisivo per un'effettiva autonomia. La 'filosofia progettuale' che li informa tiene conto dei criteri del 'progetto per l'utenza ampliata: i veicoli non risultano espressamente dedicati per un tipo di utente, le modifiche atte a rendere possibile il loro utilizzo da parte di disabili tetraplegici non modificano il design degli stessi, il costo di produzione è contenuto rispetto ad altre soluzioni presenti sul mercato estero.

5 Riferimenti bibliografici

- 1) G. Del Zanna; "Progettare l'Accessibilità"; Grafill; Palermo; 1999.
- 2) J. Loczi; "Effects of selected car door constraints on selected movement parameters while entering and exiting automobiles"; PhD Thesis, University of Illinois; Urbana-Campaign; U.M.I.; Ann Arbor; Michigan; USA; 1993.
- 3) Al Ries, Jack Trout; "Positioning: The Battle for your Mind"; Warner Books; (Novembre 1985).
- 4) Alberto Arengi; "Urban Mobility of Disabled Users"; VII conferenza internazionale "VIVERE E CAMMINARE IN CITTÀ". Mobilità pedonale e trasporto pubblico"; Brescia-Cremona-Piacenza; 8-9-10 giugno 2000.
- 5) D. Abate , S. Monetti; "Sistemi di ausilio per Disabli: Progetto di un servomeccanismo pilotabile dal disabile finalizzato ad agevolare l'accesso al posto guida di una autovettura"; Tesi di Laurea, Università di Brescia; A.A. 1996/97.
- 6) G. Baronio, A. Modena; "Sistemi di ausilio per Disabli: Progetto di meccanismi integrati nella carrozzina finalizzati ad agevolare l'accesso al posto guida di una autovettura"; Tesi di Laurea, Università di Brescia; A.A. 1996/97.
- 7) A. Arengi, D. Cambiaghi, R. Faglia, M. Gadola, D. Vetturi, V. Villa; "On the design of an auxiliary device for disabled people; IV International Congress of Project Engineering; Cordoba, Spagna, 7-9 Ottobre 1998.
- 8) D. Cambiaghi, P.L. Magnani, V. Villa; "Devices for tetraplegic people: an innovativ mechanical system for climbing aboard the driver car seat"; Tenth World Congress on the Theory of Machines and Mechanism (IFToMM); Oulu; Finlandia; 20-24 Giugno 1999.
- 9) A. Copeta; "Studio di fattibilità di un veicolo leggero per disabili. Modalità di accesso e guida"; Tesi di Laurea; Università di Brescia; A.A. 1999/2000.
- 10) D. Cambiaghi, M. Gadola, S. Uberti, V. Villa; "Morphological study of man-machine interfaces in a completely new type of car"; 12th International Conference on Design Tool and Methods in Industrial Engineering, Rimini; 5-7 settembre 2001.