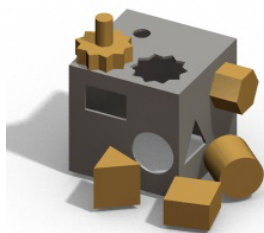




MM&A

Micro Manipulation and Assembly

D2.2



PROGETTO DI MASSIMA DELLA
MINI-PIATTAFORMA DI
ORIENTAMENTO

Documento interno		MM&A-PRIN2009-0002	
Progetto	PRIN2009	Coordinatore scientifico	Prof. Giovanni Legnani
Data	04/07/2012	N° pagine	--

6			
5			
4			
3			
2			
1	Prima emissione	UNIVPM	04/07/12
Rev.	Descrizione	Autore	Data

Indice

1	Specifiche di progetto.....	3
2	Architettura cinematica.....	3
3	Caratteristiche cinematiche e ingombri	5

1 Specifiche di progetto

La piattaforma di orientamento verrà progettata tenendo conto delle seguenti specifiche:

- 2 gdl di rotazione;
- piattaforma in grado di contenere e orientare solidi con diagonale pari circa a 35mm;
- capacità di presentare verso l'alto 3 diverse facce di un cubo o di una piramide alloggiati sulla piattaforma;
- range di rotazione di $90^\circ (\pm 45^\circ)$ rispetto a ciascun asse (il range effettivo sarà leggermente superiore per evitare problemi di fine corsa dei giunti attuati);
- copertura dello spazio di lavoro (90°) in un tempo $\leq 1s$ alla velocità massima;
- carico orientabile ad alta velocità equivalente alle proprietà inerziali di una sfera di raggio 10mm e massa 30g (materiale ipotizzato acciaio);
- carico orientabile a bassa velocità pari a 100g, paragonabile al peso di una convenzionale cassa di orologio da 35mm in acciaio;
- risoluzione dell'ordine di 10^{-2} gradi;
- ripetibilità possibilmente dello stesso ordine di grandezza della risoluzione;
- l'ingombro globale della piattaforma (dotata di attuatori e di base di appoggio) è stimato in un cubo di lato 150mm;

2 Architettura cinematica

Sono state studiate due distinte possibili configurazioni (configurazione A, configurazione B) che si differenziano per la posizione del centro sferico rispetto alla piattaforma (in un primo caso posizionato al centro della piattaforma, in un secondo caso traslato verso l'alto). Potrà essere previsto un dispositivo per traslare la piattaforma in direzione uscente da essa e avvicinarla o allontanarla dal punto comune attorno alle quali avvengono le rotazioni. Detta traslazione dovrà essere ripetibile.

Vengono riportate alcune figure che illustrano le possibili architetture cinematiche:

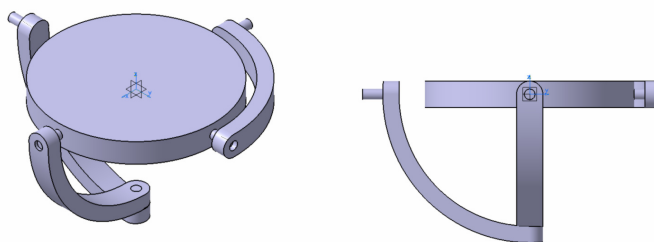


Fig.1: Piattaforma secondo configurazione A

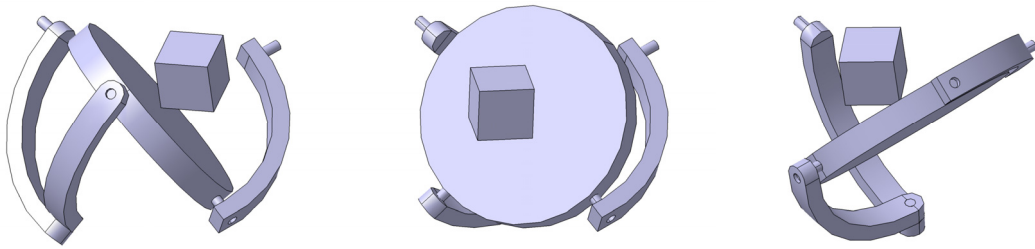


Fig.2: Orientamento di un cubo presentando tre facce distinte verso l'alto con giacitura sul piano orizzontale

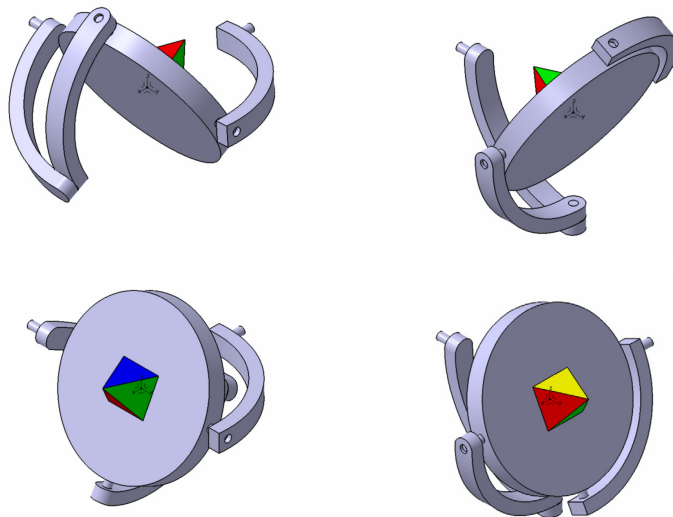


Fig.3: Orientamento di una piramide presentando quattro facce distinte verso l'alto con giacitura sul piano orizzontale

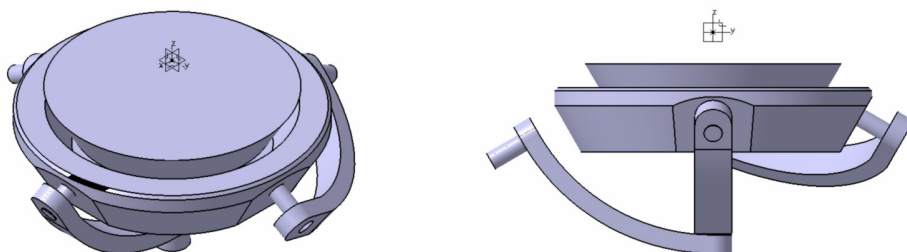


Fig.4: Piattaforma secondo configurazione B

Gli ingombri della piattaforma dovranno essere studiati per far sì che, qualsiasi sia il suo orientamento, le parti sporgenti non interferiscano con il sistema di presa ed i movimenti del robot quando si avvicina e allontana dalla piattaforma.

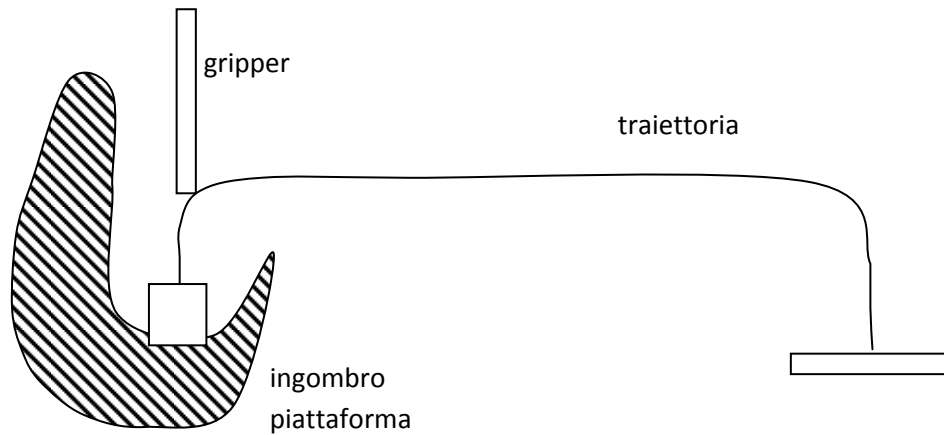


Fig.5: Schematizzazione degli ingombri

3 Caratteristiche cinematiche e ingombri

A partire dallo schema cinematico di base di figura 6 è stata effettuata una progettazione funzionale del dispositivo volta a garantire le prestazioni cinematiche richieste da specifica.

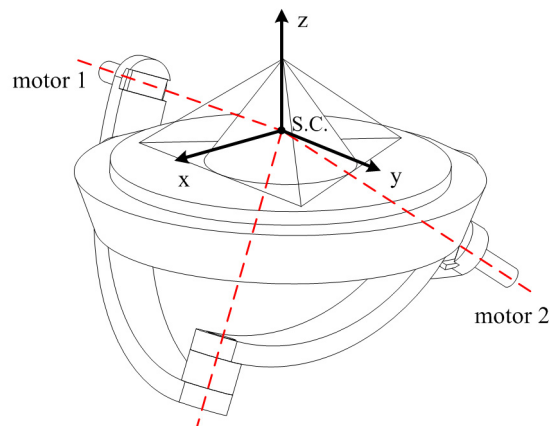


Fig.6: schema cinematico

In particolare lo spazio di lavoro (curve fucsia nelle figure 8 e 9) deve essere tale che sia possibile orientare le tre facce della piramide per qualunque orientazione iniziale della piramide stessa (rotazione della piattaforma di $\pm 54.7^\circ$ rispetto a qualsiasi asse passante per SC e appartenente al piano x-y). La necessità di ricoprire tale spazio di lavoro ha portato ad una rotazione rigida del riferimento telaio del dispositivo; come conseguenza la configurazione di homing in cui i motori si trovano sullo zero non presenta la piattaforma orizzontale (figura 7a). Per orientare la normale alla piattaforma secondo l'asse z del riferimento assoluto sarà necessaria una rotazione di 16.166° del motore 1 e di 14.409° del motore 2 (figura 7b).

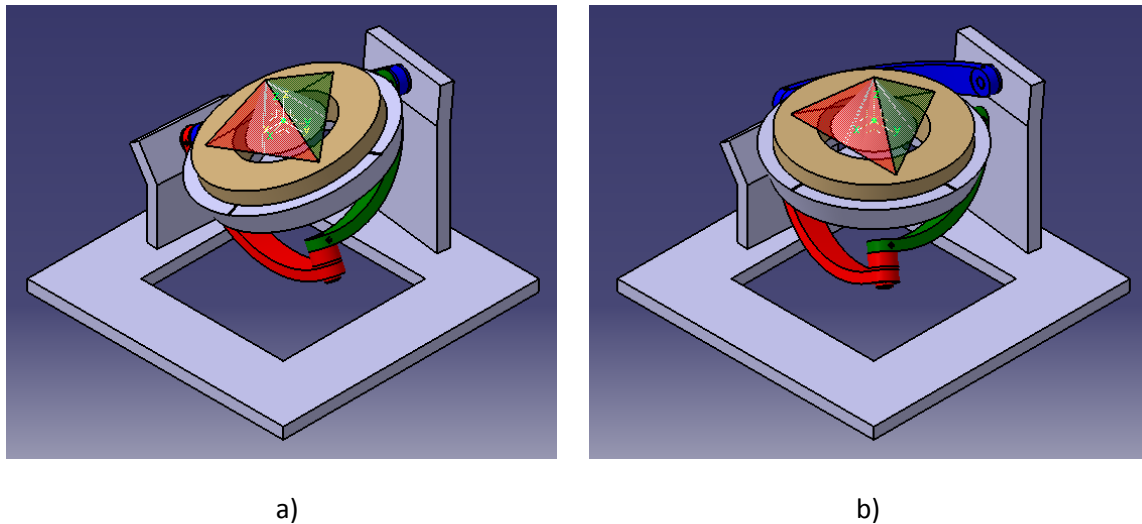


Fig.7: a)posizione di homing; b)configurazione con piattaforma orizzontale

Lo studio analitico della cinematiche della piattaforma ha permesso di valutare le proprietà del dispositivo in termini di condition number e di sensibilità angolare (amplificazione/riduzione sulla piattaforma delle rotazioni dei motori) La figura 8 mostra lo spazio di lavoro nello spazio cartesiano, mentre la figura 9 è riferita allo spazio giunti. La figura 9b mostra una sensibilità angolare ovunque minore a circa 3. Ipotizzando di utilizzare un encoder con 512 count e un riduttore di rapporto di trasmissione 84 si ottiene una risoluzione massima di circa $2.5 \cdot 10^{-2} \text{°}$.

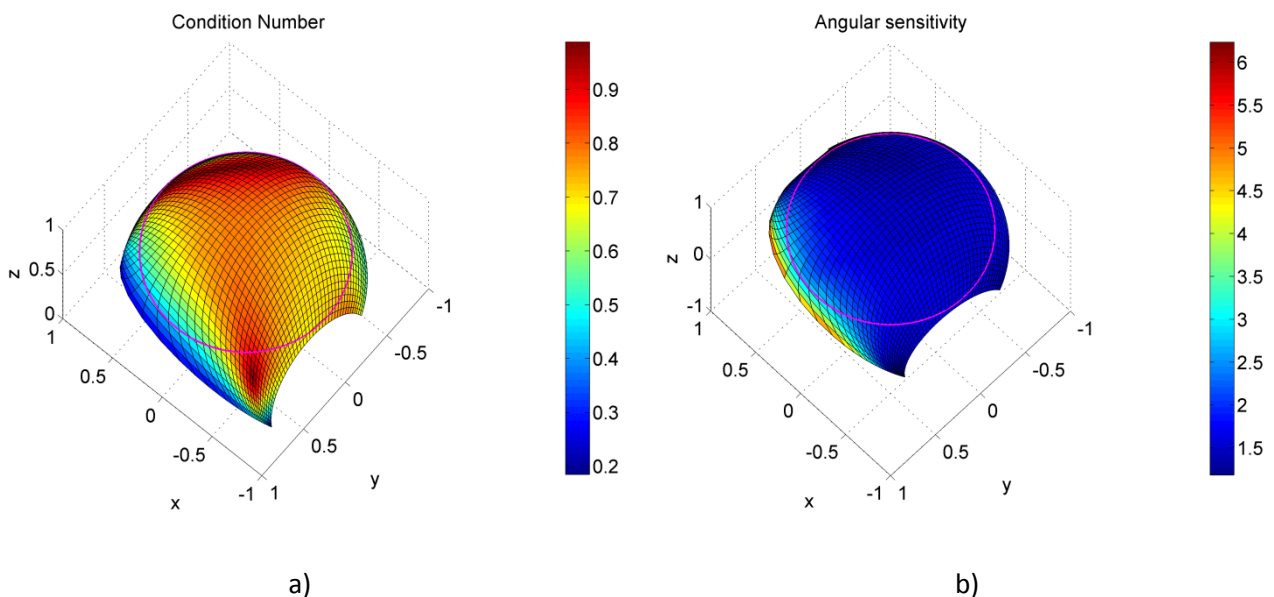


Fig.8: a) condition number su spazio cartesiano; b) sensibilità angolare su spazio cartesiano

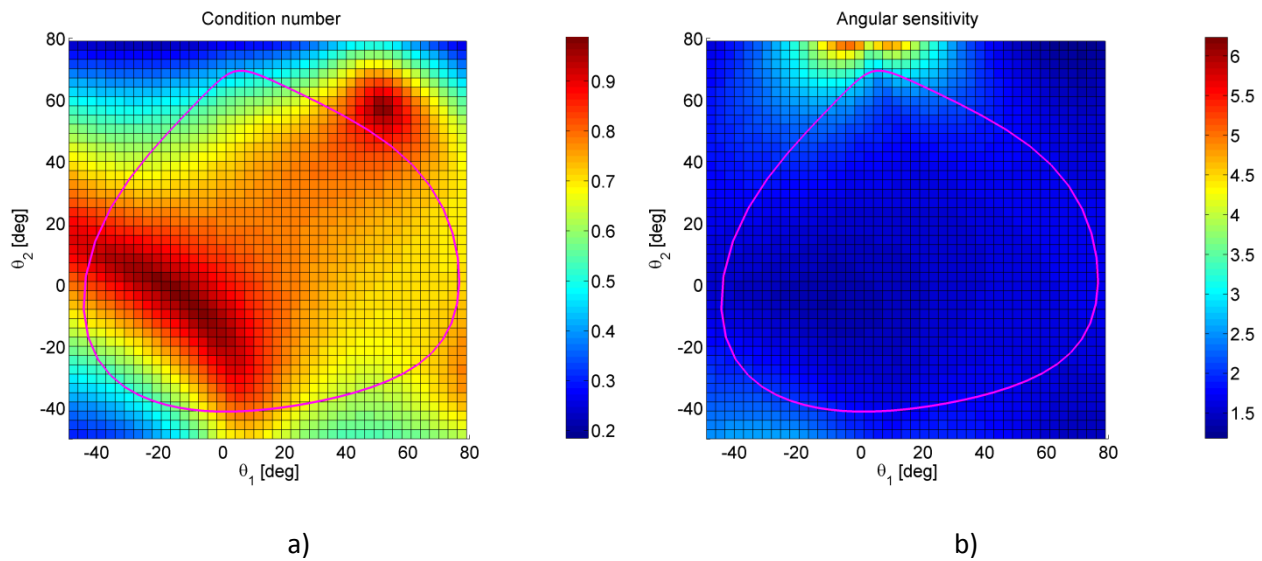


Fig.9: a) condition number su spazio giunti; b) sensibilità angolare su spazio giunti

La distanza della superficie di appoggio della piattaforma mobile rispetto al centro sferico è stata fissata in modo tale che il cerchio iscritto alle facce della piramide rimanga concentrico nella varie orientazioni (figura 10). Così facendo viene definito un secondo cerchio di diametro maggiore che contiene l'intera faccia orientata e che definisce lo spazio massimo di lavoro. Le quote dei due cerchi e della distanza della superficie della piattaforma rispetto al centro sferico sono riportate nelle figure 10 e 11 insieme agli altri valori di ingombro e all'area di lavoro del manipolatore.

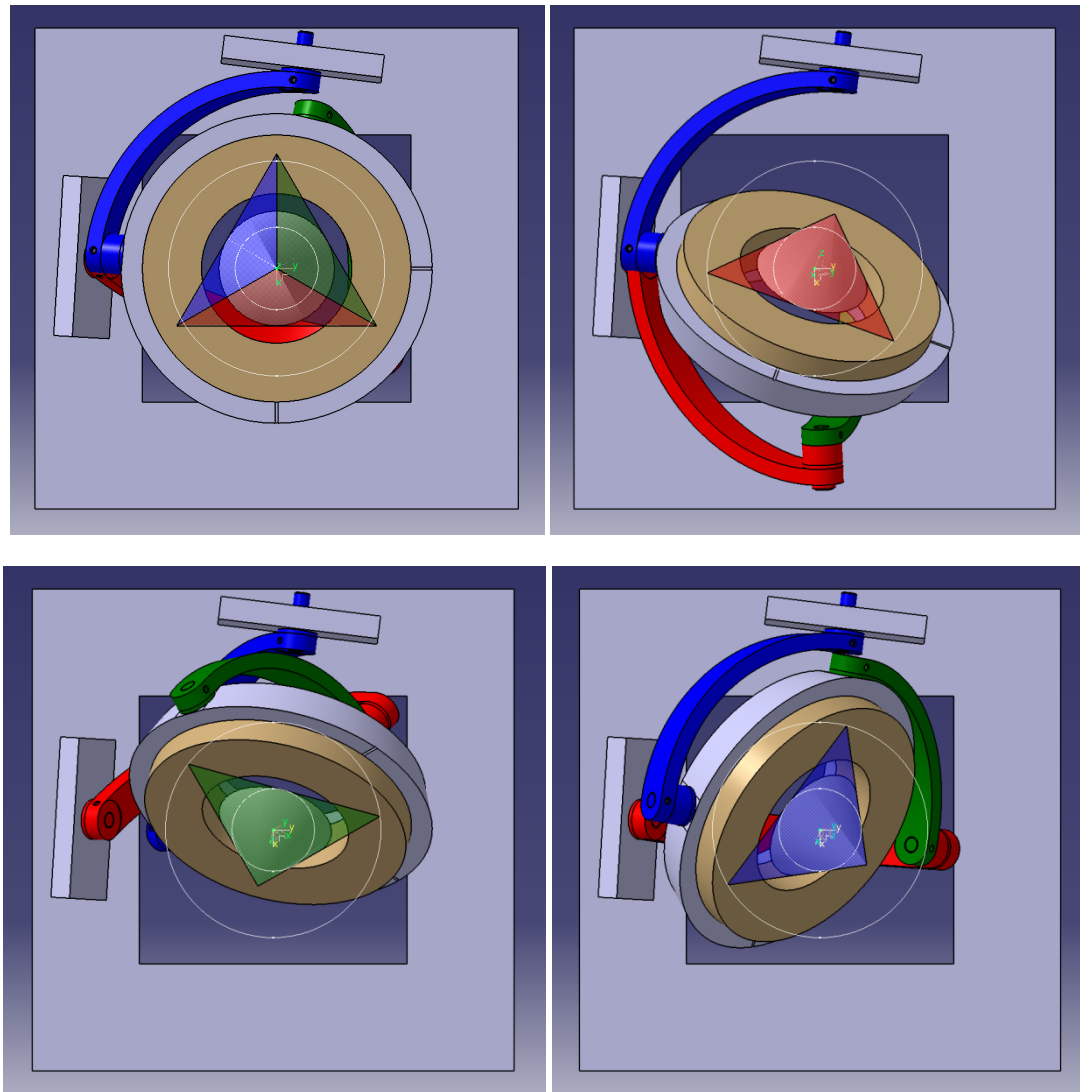


Fig.10: orientamento delle tre facce della piramide

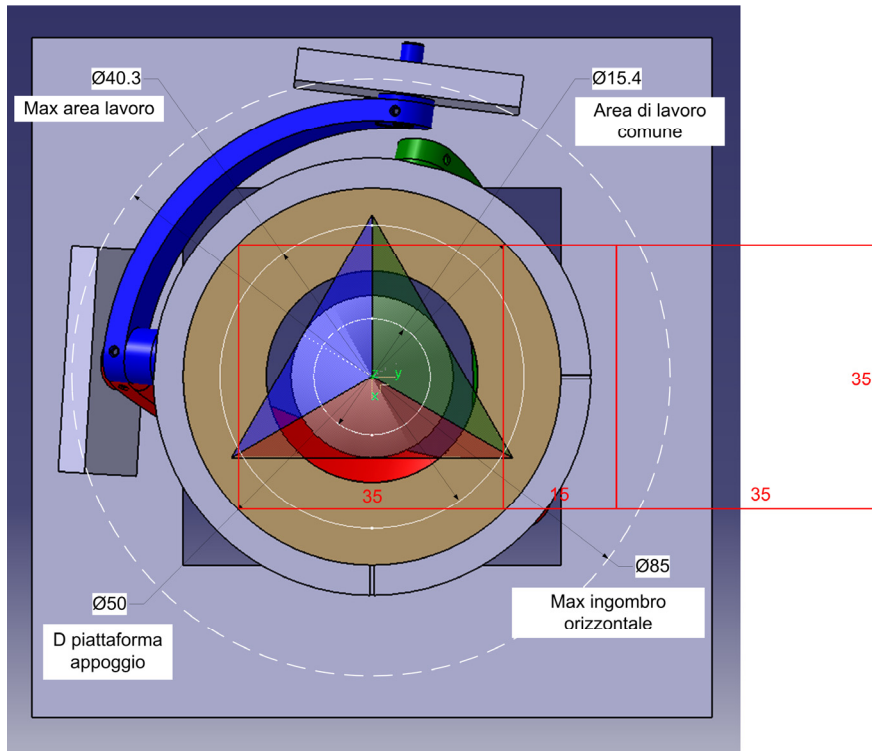


Fig.11: area di lavoro e ingombro orizzontale

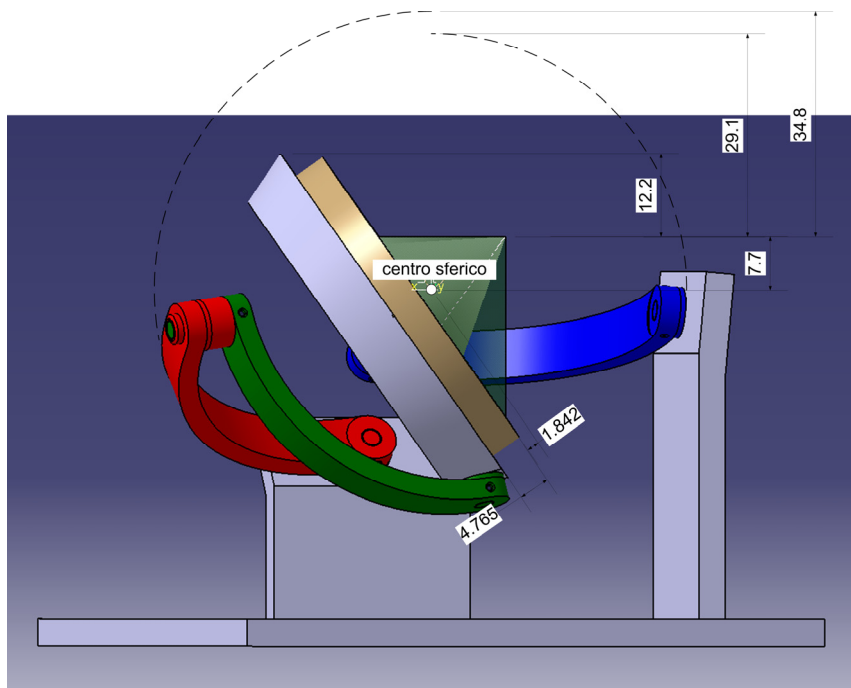
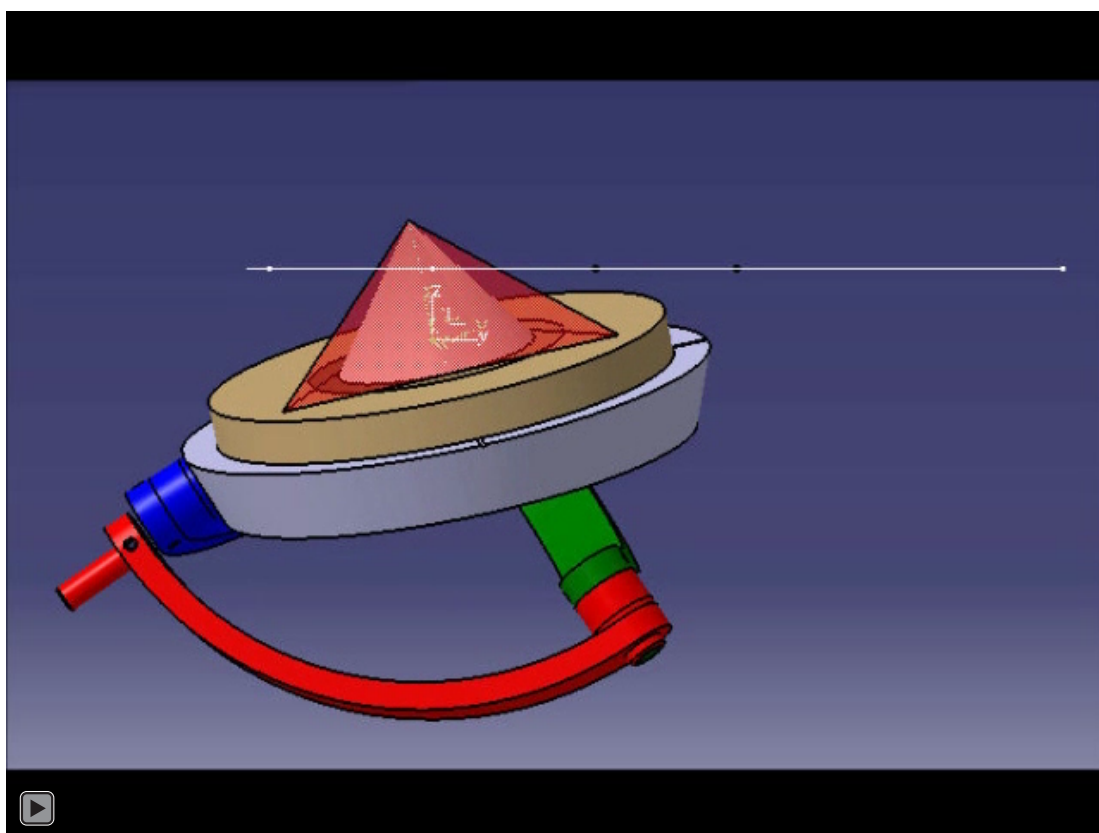
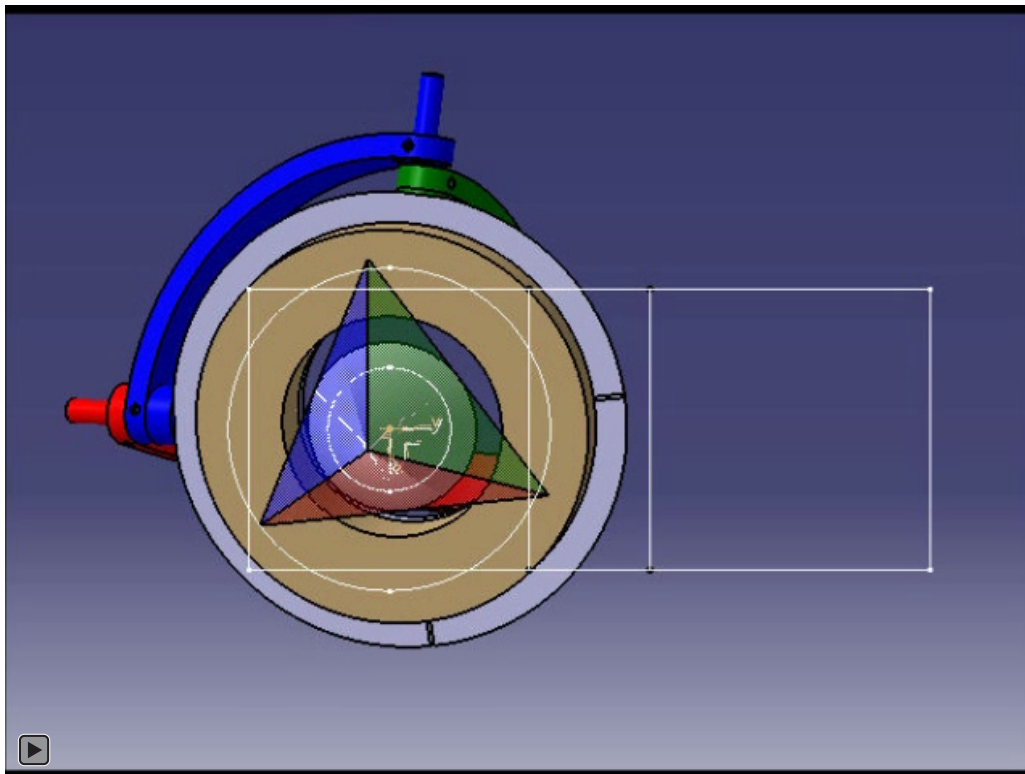


Fig.12: ingombro di profondità

Effettuando una simulazione in cui vengono orientate verso l'alto in successione tutte le direttrici del cono iscritto nella piramide (video 1) è possibile verificare gli ingombri effettivi dei vari membri effettuando lo swept dei volumi (figura 13).



Video 1: orientamento di tutte le direttrici del cono iscritto nella piramide

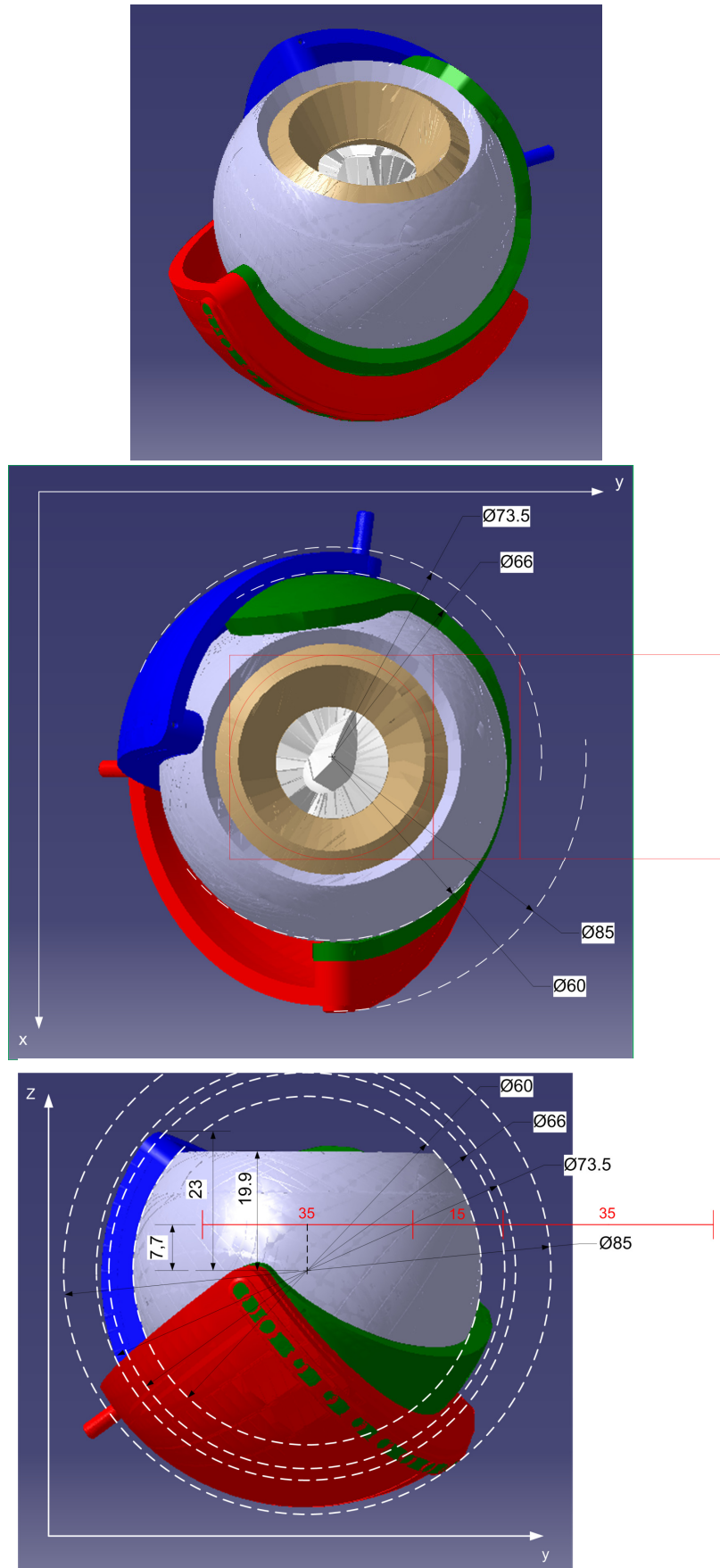
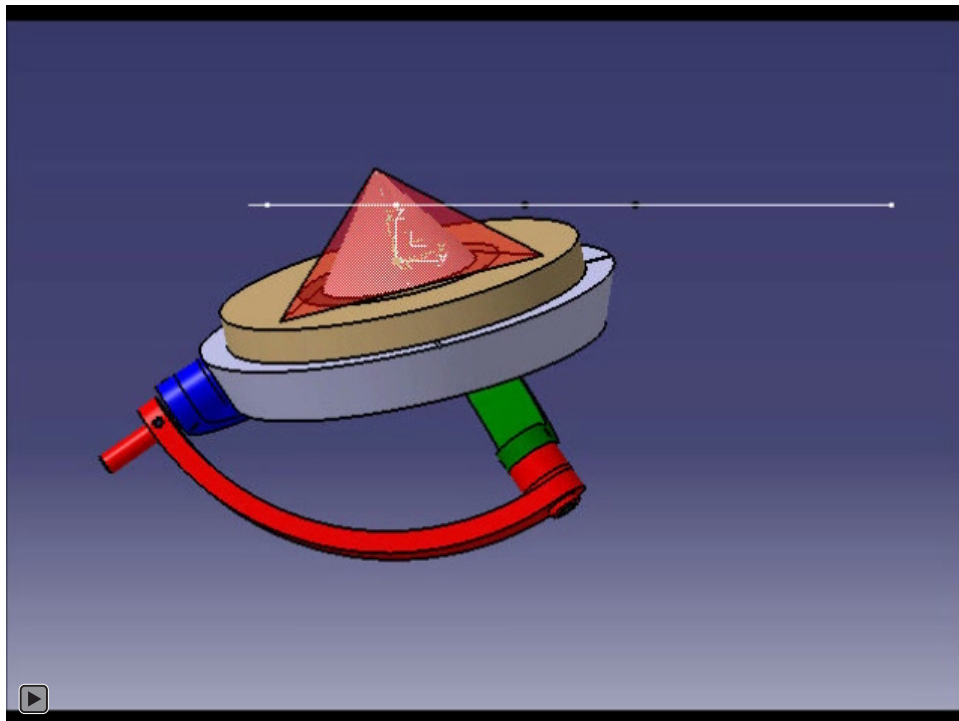
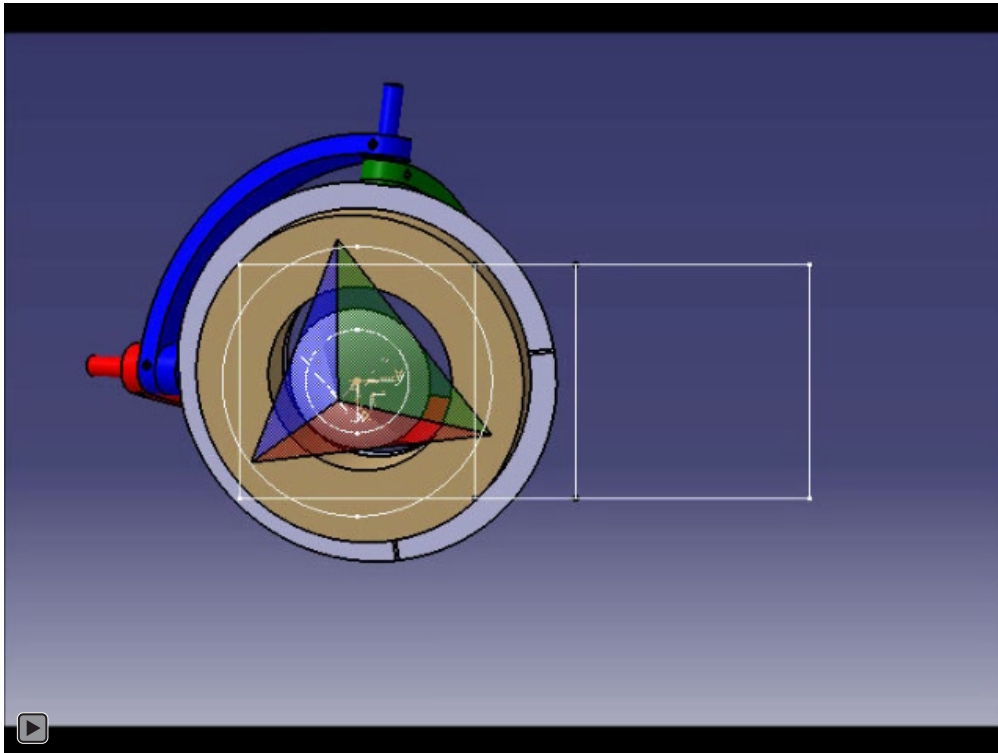


Fig.13: swept dei volumi

Una seconda simulazione orienta in successione le tre facce della piramide effettuando una pianificazione lineare nello spazio giunti; vengono riportati il video (video2) e lo swept dei volumi (fig.14). Si può notare che l'ingombro generato dai volumi è incluso in quello mostrato in fig.13.



Video 2: orientamento delle 3 facce della piramide

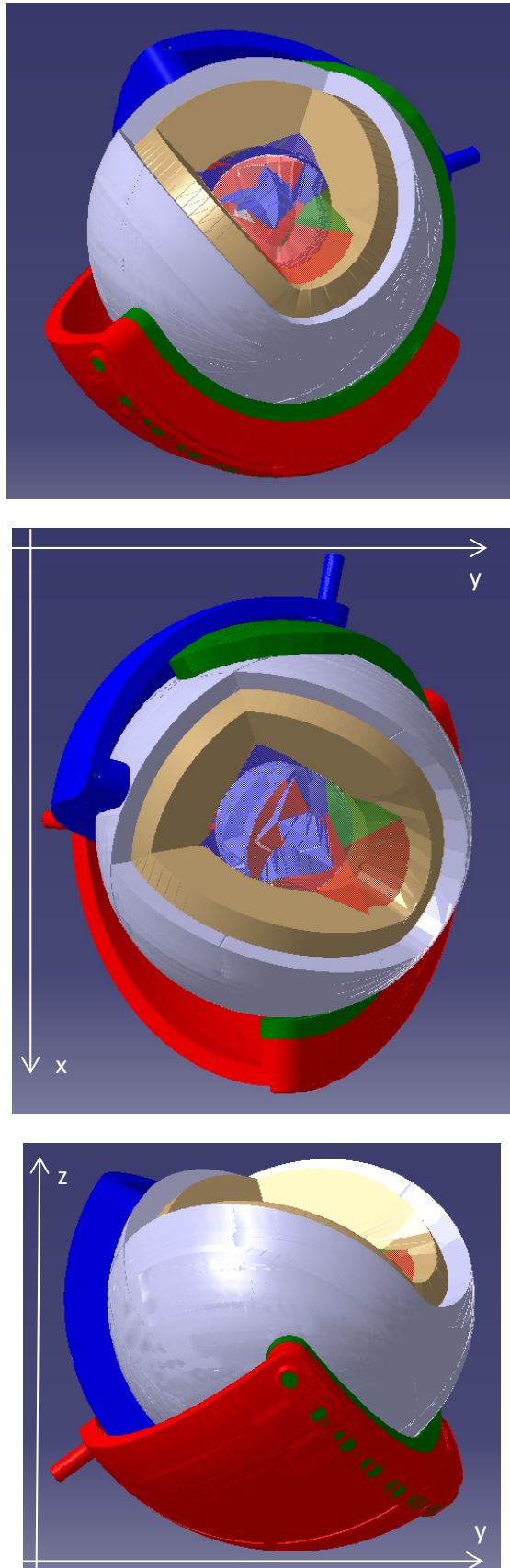


Fig.14: swept dei volumi (orientamento delle tre facce)