



DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA DI LAVORAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DI UNA COPIA A GRANDEZZA NATURALE DEL GIGANTE DI MONT'E PRAMA DENOMINATO "MANNEDDU"

MATERIALI E METODI

Il modello 3D di partenza per la realizzazione della riproduzione in scala 1 a 1 del gigante di Mont'è Prama denominato "Manneddu" (Figura 1) è stato fornito dal CRS4 che ha effettuato la ricostruzione tridimensionale della statua a partire da una serie di acquisizioni fotografiche ad alta risoluzione. Il modello finale consiste in due blocchi separati: Base (dimensioni massime: 593 x 563 x 200 mm circa) e Corpo (dimensioni massime: 1683 x 675 x 359 mm circa) (Figura 2).

Per la realizzazione materiale della riproduzione della scultura è stato utilizzato un braccio robotico Kuka a 6 assi (Modello KR 210 R2700 EXTRA allestito ed integrato da ESA S.p.A.- Figura 3) accessoriato di varie tipologie di fresa (Figura 4). Per la preparazione e l'inserimento del modello 3D nell'ambiente di lavoro virtuale del braccio robotico è stato usato il software Rhinoceros (versione 7 – Mc Neel & Associates). Per l'impostazione delle lavorazioni (tipo di fresa utilizzata, delimitazione delle regioni di lavoro, orientamento del braccio, risoluzione della lavorazione, etc) e la generazione del codice per la movimentazione del braccio sono stati utilizzati rispettivamente i software Sum3D (CIMsystem) e RoboMove (ESA S.p.A) integrati con lo strumento.

La riproduzione è stata realizzata in polistirolo espanso di densità 30 kg/m³ che ha consentito di ottenere una buona qualità superficiale e un peso ridotto per la successiva installazione. Il peso finale complessivo è risultato di circa 9 kg.

FASE OPERATIVA

La prima fase del lavoro è consistita nell'inserire separatamente le due parti (Base e Corpo) del modello tridimensionale prodotto dal CRS4 all'interno dell'ambiente virtuale di lavoro del Kuka, riprodotto in un file 3D del software Rhinoceros (Figura 5). Per fare questo è stato necessario definire le dimensioni dei blocchi di polistirolo di partenza ("grezzi") da fresare per ottenere il risultato finale. Le dimensioni dei blocchi utilizzate sono state: 680 x 615 x 245 mm per la base e 1800 x 800 x 500 mm per il corpo.

Col software Rhinoceros sono stati quindi disegnati i modelli 3D dei grezzi, al loro interno sono stati posizionati opportunamente i modelli 3D della statua (Figura 6) e il tutto è stato inserito nel modello virtuale dell'ambiente di lavoro del Kuka nella posizione poi utilizzata per le lavorazioni (Figure 7 e 8).

Il file di Rhinoceros (estensione 3dm) è stato poi importato nel software CAM (Sum3D) col quale sono state impostate e calcolate le singole lavorazioni.

Dopo il calcolo le lavorazioni sono state inviate al post-processor che prepara un file di ingresso al software RoboMove che consente la gestione del movimento del braccio robotico e produce il codice utilizzato dal robot. Il software è impostato per il controllo dello specifico robot (ha memorizzati l'origine del sistema, i limiti spaziali di funzionamento, gestisce i controlli di sicurezza, la verifica delle collisioni, lo spegnimento del sistema, etc.).

Nel caso della base la lavorazione è potuta avvenire mantenendo il blocco in un'unica posizione fissa, come mostrato nella figura 7, dal momento che la superficie inferiore della base è stata considerata piana. E' stato necessario però porre il grezzo in posizione sopraelevata, sopra una base per evitare possibili interferenze del braccio robotico col piano di lavoro.

Nel caso del corpo invece la situazione è stata più complessa, poiché la lavorazione andava fatta a tutto tondo (parti frontale, posteriore e laterali).

Di conseguenza si è provveduto in una prima fase ad effettuare una serie di lavorazioni relative alla parte posteriore della statua (Figura 8).

Una volta completate le lavorazioni relative a questa fase, con Rhinoceros sono stati progettati in posizioni opportune precisamente definite sei supporti riproducenti in negativo il modello 3D della parte posteriore della scultura (Figura 9). Si è proceduto poi alla loro lavorazione col braccio robotico direttamente nella posizione programmata. (Figura 10)

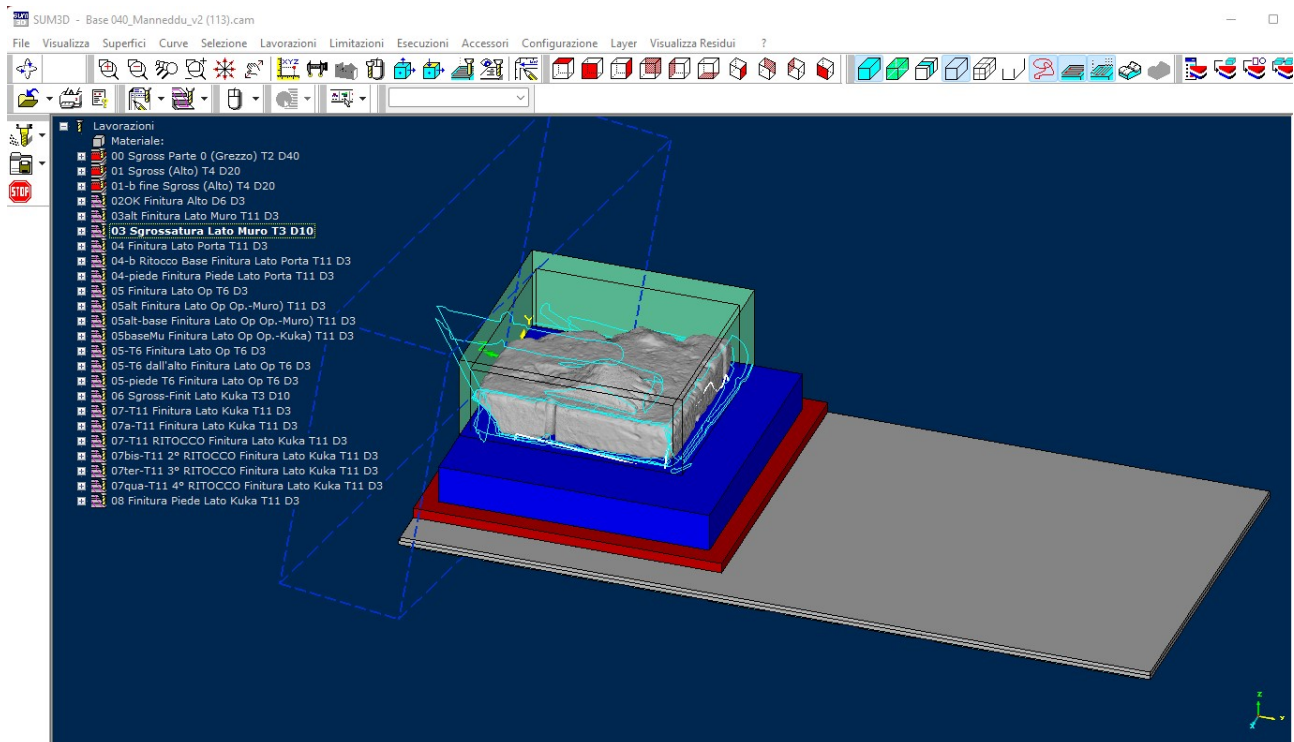
Sui supporti è stata quindi posizionata (incastrata) la statua parzialmente lavorata (essendo ancora presente una grossa parte del grezzo residuo dalla prima serie di lavorazioni) ruotata di 180° rispetto alla posizione utilizzata per la prima serie di lavorazioni (figure 11 e 12).

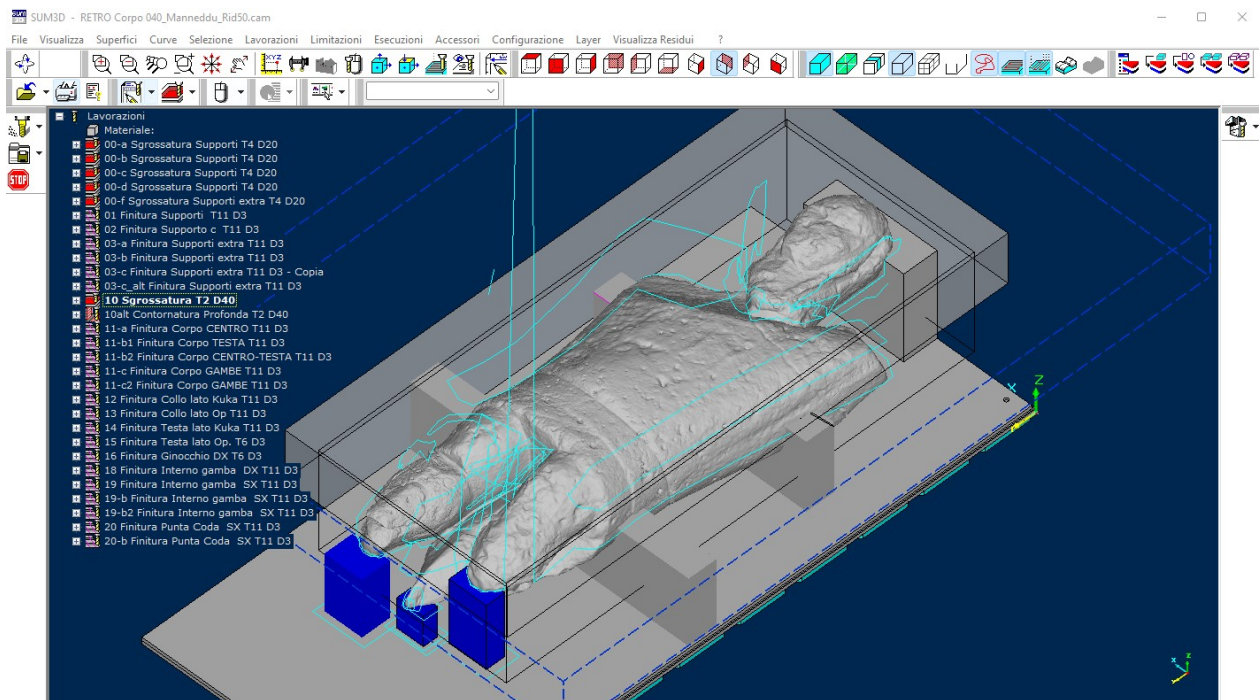
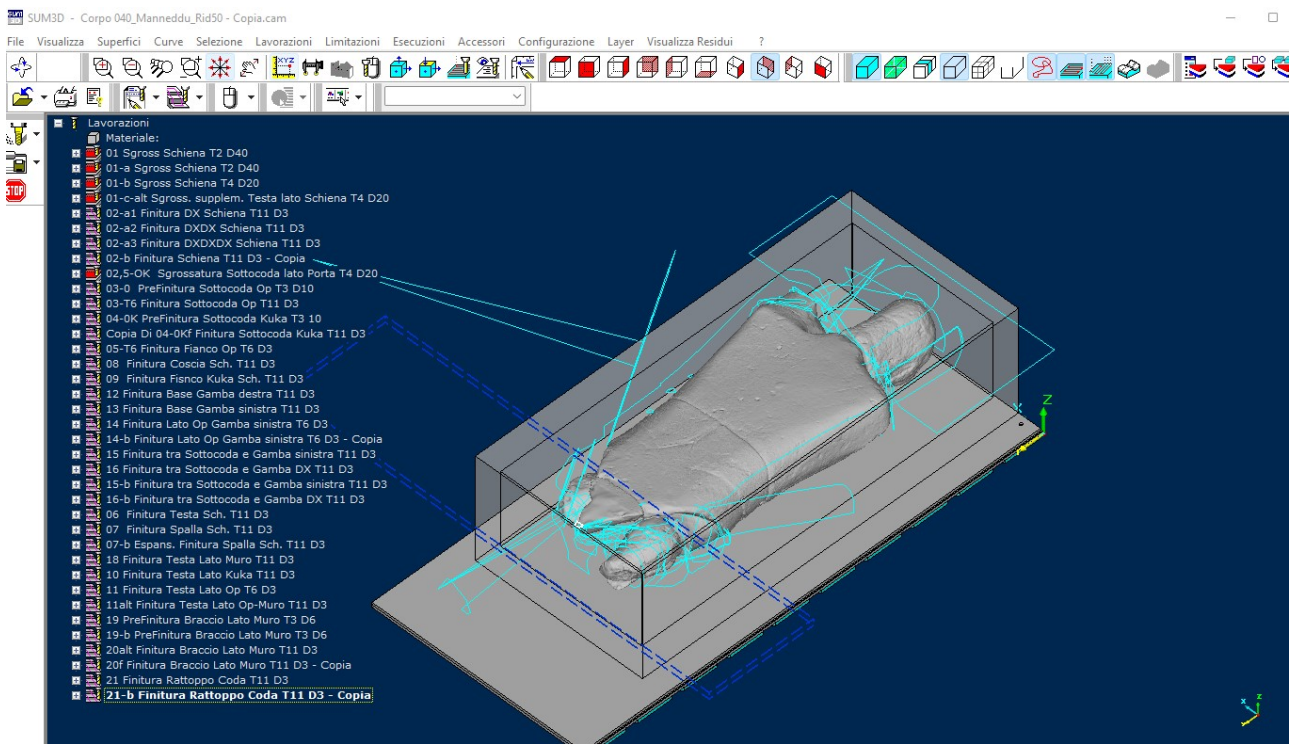
A questo punto è stata effettuata una seconda serie di lavorazioni relative alla parte frontale della scultura.

In generale in tutti i casi è stata effettuata una prima sgrossatura del grezzo con frese piane di diametro 40 mm o 20 mm con passaggi successivi da 15 mm e sovrmetalto 4 mm, sia dall'alto che da direzioni laterali, seguita da una serie di finiture con diversi orientamenti effettuate con frese sferiche da 10 mm e cilindrico-coniche di diametro 2 o 3 mm, con passaggi da 0,8 mm che hanno garantito una precisione submillimetrica.

A causa della presenza di numerosi sottosquadra, è stato necessario operare da diverse angolazioni sia in fase di sgrossatura che in fase di finitura.

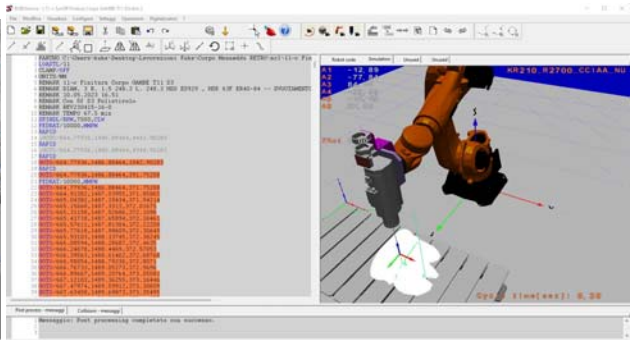
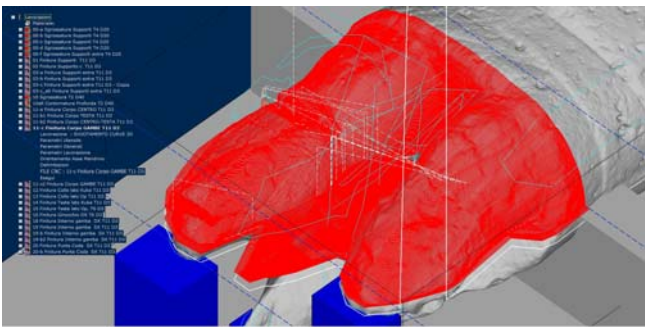
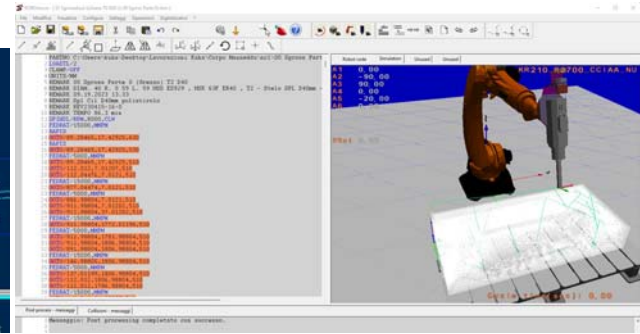
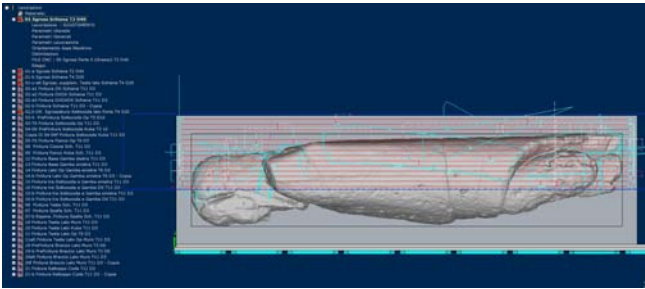
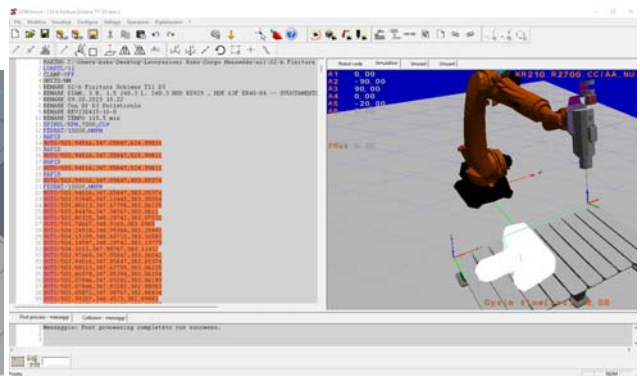
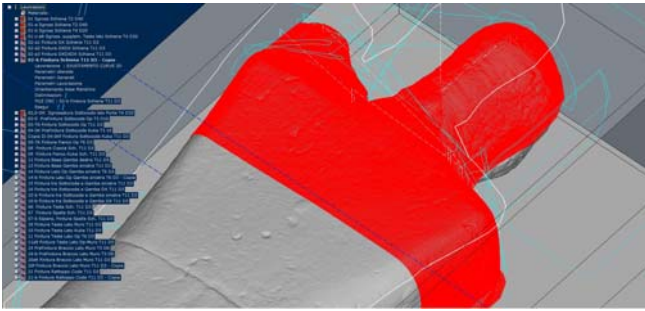
Nelle immagini seguenti, tratte dai software Sum3D e RoboMove sono riportate le liste delle lavorazioni effettuate per le varie fasi.





Complessivamente è stato necessario calcolare ed effettuare più di 90 lavorazioni che hanno richiesto circa 35 giorni di lavoro per l'elaborazione file (con Rhinoceros, Sum3D e RoboMove) e la fresatura con il robot KUKA.

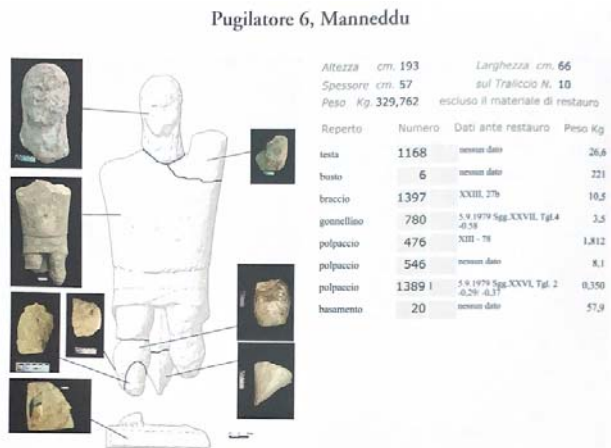
Seguono alcune immagini della preparazione delle lavorazioni con i software Sum3D e RoboMove e alcune foto delle varie fasi della lavorazione.



Sum3D

RoboMove

FIGURE



Scultura costituita da 8 frammenti e ricomposta in due parti: corpo, basamento. La scultura presenta dimensioni maggiori rispetto a tutte le altre e una doppia linea incisa a definire la parte inferiore del gonnellino. La testa presenta alterazioni cromatiche di origine microbiologica, con conseguenti difetti di coazione e abrasione, che compromettono la lettura dei dettagli decorativi. È stato necessario un intervento biocida, a blanda azione preventiva. Un'incrostazione carbonatica aveva inglobato terra e depositi organici su tutta la superficie. Le diffuse cadute di materiale lapideo sono dovute alla presenza di residui fossili nel blocco di pietra. Le dimensioni della statua sono compatibili con la base attribuita.

Figura 1. La scultura da riprodurre (“Manneddu”)

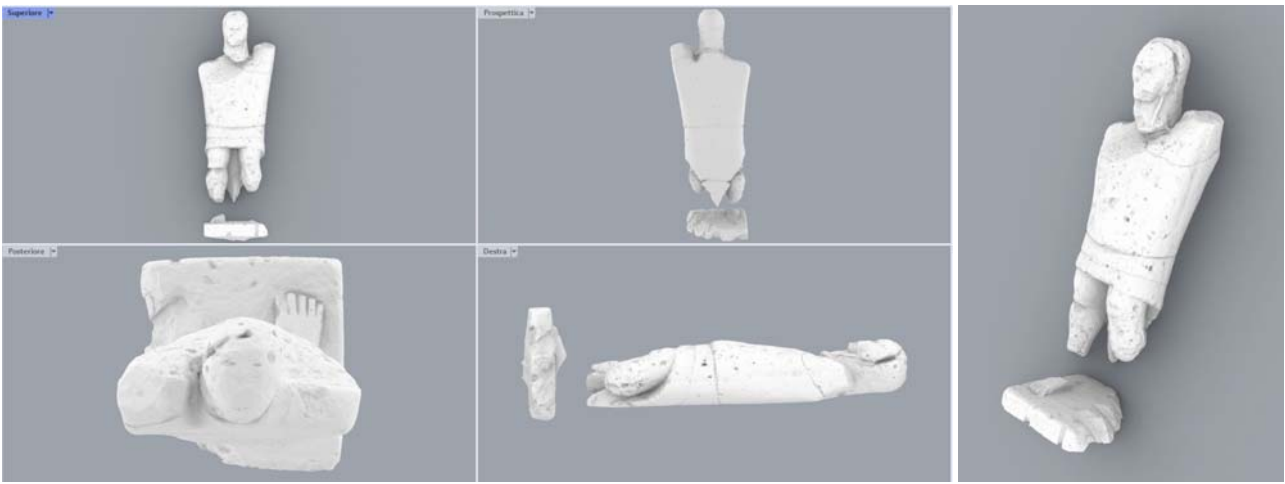


Figura 2. Modello virtuale della scultura (Rendering Rhinoceros)



Figura 3. Il braccio robotico Kuka KR 210 R2700 EXTRA utilizzato



Figura 4. Le frese disponibili per lavorazione

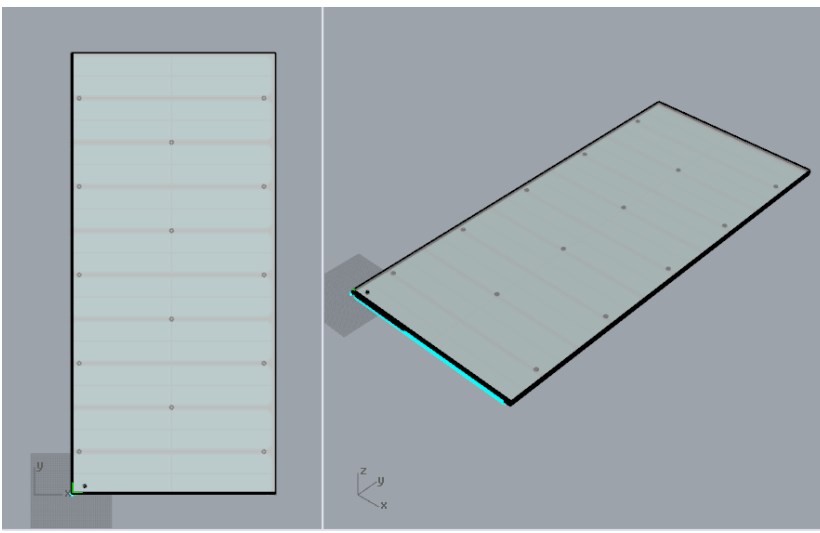


Figura 5. Piano di lavoro del robot Kuka in Rhinoceros (Rendering Rhinoceros)

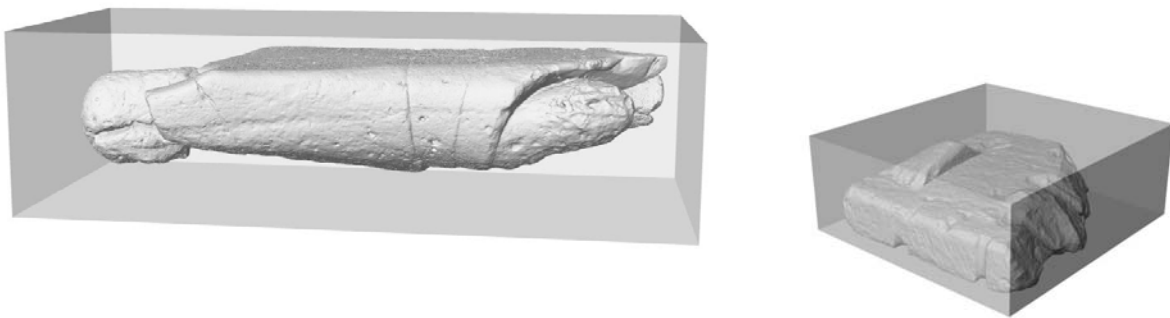


Figura 6. Posizione del Corpo e della Base all'interno dei grezzi (Rendering Rhinoceros)

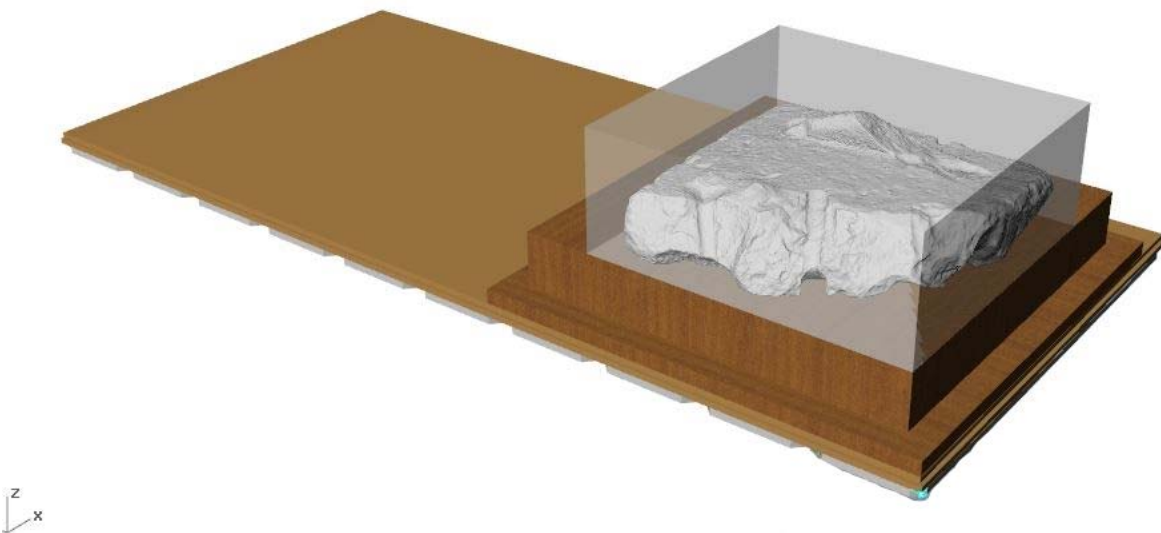


Figura 7. Posizionamento del blocco grezzo della Base sul piano di lavoro del Kuka (Rendering Rhinoceros)

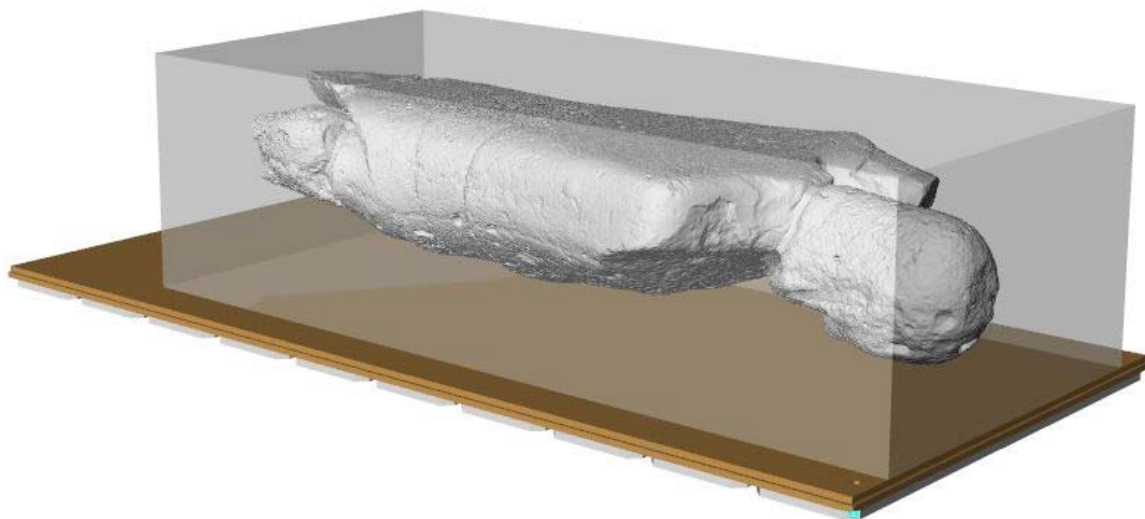


Figura 8. Posizionamento del blocco grezzo del Corpo sul piano di lavoro del Kuka (Rendering Rhinoceros)

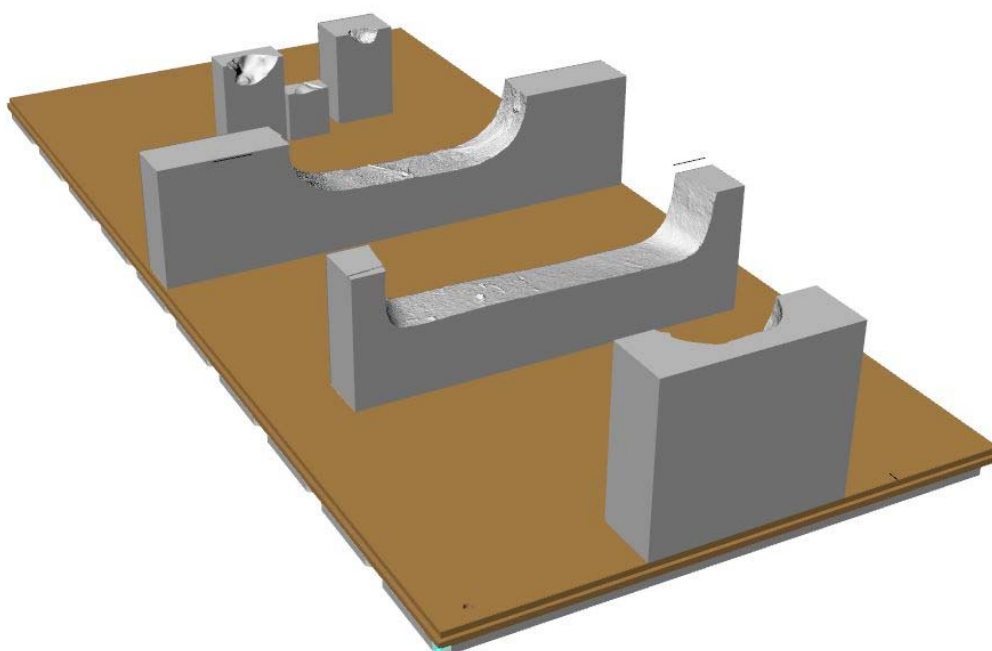


Figura 9. Posizionamento dei supporti sul piano di lavoro del Kuka (Rendering Rhinoceros)



Figura 10. Posizionamento dei supporti sul piano di lavoro del Kuka

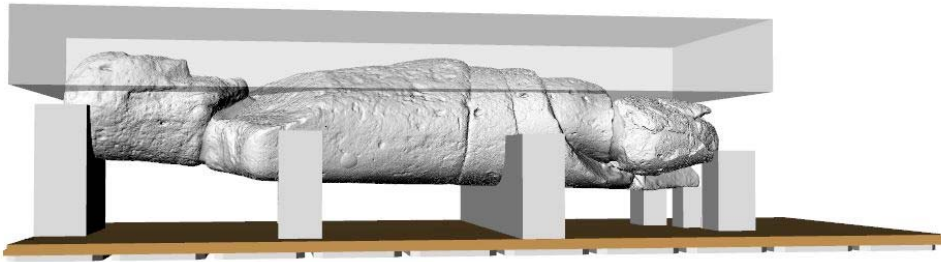


Figura 11. Posizionamento del Corpo sul piano di lavoro del Kuka [Lavorazione fronte] (Rendering Rhinoceros)



Figura 12. Posizionamento del Corpo sul piano di lavoro del Kuka [Lavorazione fronte]





