

Camillo Trevisan

GEOMETRIE AL COMPUTER

Manuale del programma **CARTESIO 3.0**
per la didattica e l'applicazione interattiva
delle proiezioni geometriche e dei fondamenti del CAD

Marchi registrati

AutoCAD è un marchio registrato da AutoDESK.

DoDot è un marchio registrato da Halcyon Software.

Paint Shop Pro è un marchio registrato da JASC Inc.

Pentium è un marchio registrato da Intel.

Photoshop è un marchio registrato da Adobe.

Windows e DOS sono marchi registrati da Microsoft.

I programmi *CARTESIO* e *ZEUS*, contenuti nel dischetto allegato al manuale, sono forniti senza alcuna garanzia, esplicita o implicita, relativa alla loro idoneità per applicazioni specifiche.

L'autore declina pertanto ogni responsabilità, morale o materiale, derivante dall'uso dei programmi *CARTESIO* e *ZEUS*.

I programmi *CARTESIO* e *ZEUS* possono essere copiati e distribuiti solo gratuitamente e senza alcun fine di lucro.

Tutti i diritti sono riservati. Stampato in Italia.

Nessuna parte di questo libro, ad esclusione dei programmi *CARTESIO* e *ZEUS*, può essere riprodotta, memorizzata in sistemi d'archivio o trasmessa in qualsiasi forma o mezzo elettronico, fotocopia, registrazioni o altri, senza la preventiva autorizzazione scritta dell'editore.

Indice

7	Introduzione	
11	Capitolo 1	Installazione del programma CARTESIO
17	Capitolo 2	Fondamenti
17	2.1	Premessa
18	2.2	Nozioni di base per l'uso di CARTESIO
19	2.3	Terna degli assi cartesiani
20	2.4	Quadranti e piani cartesiani
21	2.5	Proiezione e sezione
23	2.6	Proiezioni ortogonali
23	2.7	Proiezioni assonometriche ortogonali
25	2.8	Proiezioni assonometriche oblique
26	2.9	Proiezioni prospettiche
28	2.10	Finestra di vista: <i>window</i> e <i>viewport</i>
29	2.11	Trasformazioni geometriche
32	2.12	Vettori e matrici di trasformazione
38	2.13	<i>Shading</i> , superfici e <i>wire-frame</i>
43	Capitolo 3	Sessione di lavoro di esempio
43	3.1	Avvio di CARTESIO
44	3.2	Aprire una finestra di rappresentazione
45	3.3	Analisi di una finestra di rappresentazione
47	3.4	Scegliere uno dei solidi predefiniti
49	3.5	Modificare la rappresentazione
52	3.6	Modificare la finestra di rappresentazione
69	3.7	Aprire più di una finestra di rappresentazione
91	3.8	Applicare le trasformazioni geometriche
103	3.9	Deformare gli oggetti
111	3.10	Sezionare gli oggetti
111	3.11	Stampare una finestra di rappresentazione e creare immagini
113	3.12	Creare un file DXF della finestra di rappresentazione attiva
115	3.13	Aprire un file DXF generato da altri programmi
117	3.14	Modificare un file DXF generato da altri programmi
122	3.15	Salvare e riaprire una sessione di lavoro

- 123 **Capitolo 4 Uso della tastiera e del mouse**
- 123 4.1 I tasti usati per modificare le proiezioni
- 128 4.2 Uso del mouse per tutte le proiezioni
- 128 4.3 Proiezioni ortogonali
- 129 4.4 Proiezioni assonometriche ortogonali
- 130 4.5 Proiezioni assonometriche oblique
- 131 4.6 Proiezioni prospettiche

- 135 **Capitolo 5 Comandi presenti nei menu di CARTESIO**
- 135 5.1 La selezione di un comando
- 135 5.2 Menu File
- 139 5.3 Menu Solidi
- 141 5.4 Menu Proiezioni
- 144 5.5 Menu Trasformazioni
- 149 5.6 Menu Finestre
- 150 5.7 Menu Vista
- 152 5.8 Menu Help

- 153 **APPENDICE A Analisi del riquadro *Informazioni***
- 159 **APPENDICE B Solidi predefiniti**
- 175 **APPENDICE C Alcune proiezioni predefinite**
- 215 **APPENDICE D Soluzione dei principali problemi**
- 231 **APPENDICE E Il programma ZEUS**
- 239 **APPENDICE F Tavola sinottica dei comandi di CARTESIO**

- 245 **Indice analitico**

Sessione di lavoro di esempio

3.1 AVVIO DI CARTESIO

Per eseguire CARTESIO è sufficiente effettuare un doppio *click* con il mouse sull'icona del programma. Apparirà un riquadro, sovrapposto alla "scrivania" di Windows, che fornisce alcune indicazioni sul programma e su come ottenere l'aiuto in linea (vedi figura 3-1).

Per entrare nel programma vero e proprio portare il cursore sul tasto OK ed eseguire un singolo *click* oppure premere il tasto INVIO (RETURN) o anche la barra spaziatrice. La configurazione iniziale di CARTESIO è presentata nella figura 3-2 e corrisponde a quella di un tipico programma Windows.

All'inizio sono attivate solo tre delle varie voci di menu: *File*, *Proiezioni* ed *Help*. Infatti all'inizio di una sessione di lavoro è possibile solo aprire una nuova finestra di proiezione (mediante il menu *Proiezioni*), oppure richiamare una configurazione di

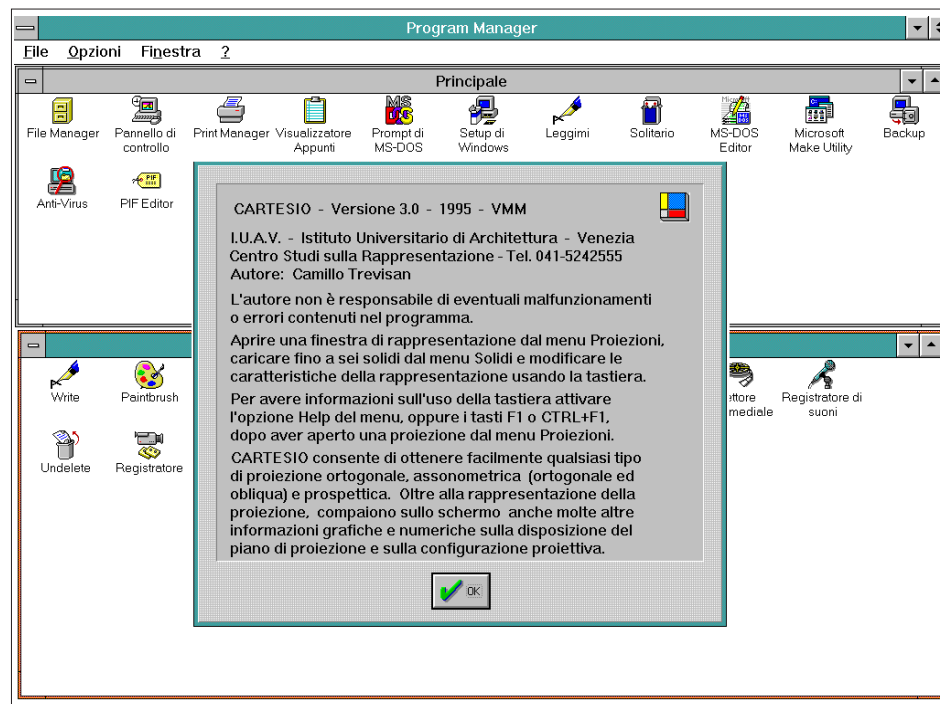


Fig. 3-1 Schermo iniziale di CARTESIO contenente alcune indicazioni per l'uso

proiezioni precedentemente memorizzata per mezzo della combinazione *File-Apri*.

L'uso del programma consiste nel richiamare sul video una o più finestre (fino ad un massimo di sei), contenente ciascuna una data proiezione, sia essa ortogonale, assonometrica o prospettica; nel caricare poi uno o più solidi predefiniti (fino ad un massimo di sei) oppure un file DXF prodotto da AutoCAD o altri programmi e nel modificare le caratteristiche delle proiezioni per verificare le loro configurazioni oppure nell'applicare ai solidi trasformazioni geometriche, operazioni di sezione o deformazione.

3.2 APRIRE UNA FINESTRA DI RAPPRESENTAZIONE

Si attivi ora una finestra contenente una proiezione ortogonale portando il mouse sulla voce di menu *Proiezioni*, premendo il tasto sinistro e, tenendo premuto il tasto, spostando il mouse fino ad evidenziare la voce *Proiezione ortogonale* per poi rilasciarlo (vedi figura 3-3).

È anche possibile aprire una nuova finestra per mezzo della sola tastiera, attivando il menu *Proiezioni* con la combinazione di tasti ALT+P (la lettera sottolineata della voce Proiezioni) e scegliendo la proiezione ortogonale premendo la lettera sottolineata: in questo caso la lettera O (sia maiuscola che minuscola). Le varie proiezioni disponibili sono suddivise per classi omogenee: proiezioni ortogonali, assonometrie

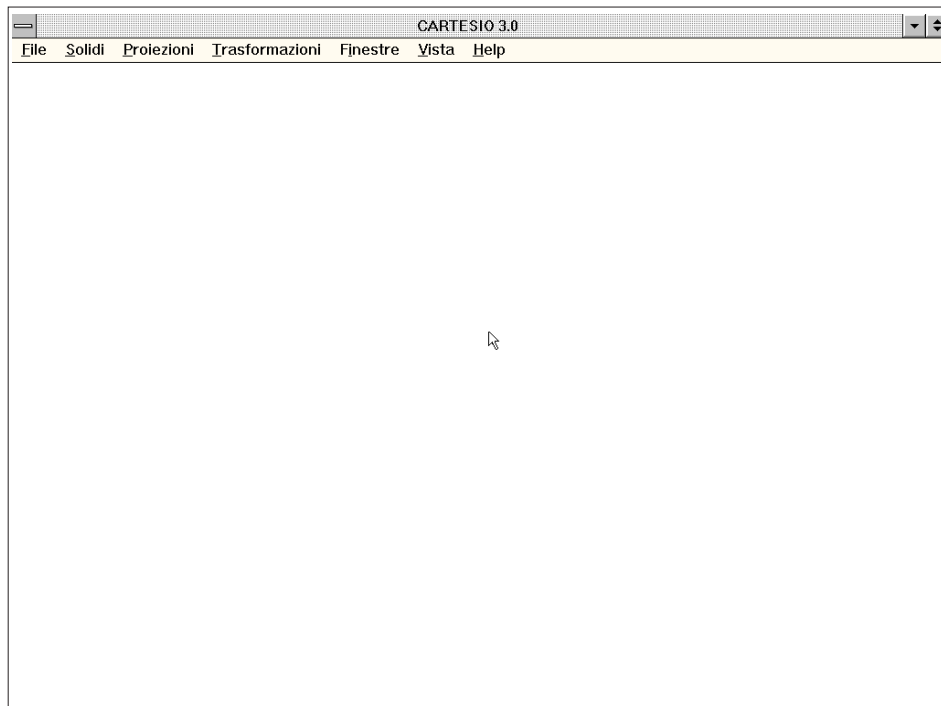


Fig. 3-2 Menu principale di CARTESIO. Inizialmente sono attivati solo i menu *File*, *Proiezioni* ed *Help*

ortogonali, assonometrie oblique e prospettive. Ogni finestra di rappresentazione potrà variare le modalità proiettive ma sempre restando all'interno della sua classe.

Così, ad esempio, una finestra *Proiezione ortogonale* potrà rappresentare uno o più oggetti in una qualunque delle sei possibili proiezioni ortogonali (pianta dall'alto o dal basso e quattro prospetti), mentre una finestra *Prospettiva frontale* manterrà sempre il quadro parallelo a due assi cartesiani, pur potendo modificare la posizione del centro di proiezione e la distanza di questo dal quadro per mezzo della tastiera (vedi capitolo 4 e paragrafo 3-5).

Questa caratteristica si rivela particolarmente utile operando con molte finestre di rappresentazione, specie se si modificano i parametri iniziali di *default*: in ogni momento si saprà con certezza che quanto scritto in testa alla finestra di rappresentazione corrisponde alla effettiva proiezione in essa contenuta.

3.3 ANALISI DI UNA FINESTRA DI RAPPRESENTAZIONE

Una finestra di proiezione, di qualunque proiezione si tratti, è sempre suddivisa in tre aree:

- una zona grafica centrale nella quale saranno rappresentati gli oggetti scelti. Di norma quest'area contiene una griglia di riferimento (il cui passo e la cui giacitura possono essere scelti dall'utente per mezzo della combinazione *Finestre-Passo e*

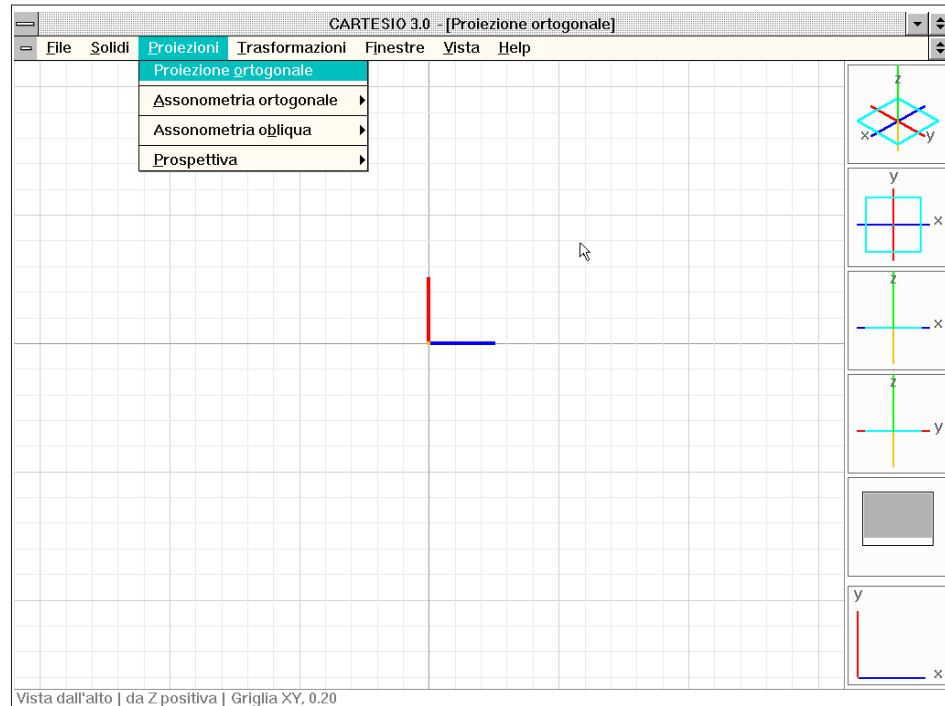


Fig. 3-3 Apertura di una finestra di proiezione (e rappresentazione) con proiezione ortogonale

giacitura griglia, ma solo dopo aver scelto un solido dal menu *Solidi*).

Il cursore del mouse assume in quest'area la configurazione a *cross-hair* (a “capelli incrociati”), tipica dei programmi CAD e utile per l'identificazione sicura di un punto nell'area grafica.

- Un'area di controllo (disattivabile), sulla fascia destra, che comprende alcuni grafici il cui significato verrà analizzato più avanti.

- Una linea di testo, in basso, che contiene alcune indicazioni alfanumeriche relative alla proiezione.

Inoltre ad ogni proiezione corrisponde un riquadro di dialogo (attivabile con la combinazione *File-Informazioni*) contenente tutte le informazioni numeriche relative alla proiezione. Anche questo riquadro sarà spiegato ed analizzato più avanti, oltre che in Appendice A.

La figura 3-4 mostra la finestra *Proiezione Ortogonale* (con tutti i grafici sulla fascia a destra) e il riquadro di dialogo attivato dalla combinazione *File-Informazioni*. Il significato dei grafici posti a destra della finestra è il seguente:

- In basso sono rappresentati gli assi X, Y e Z così come sono disposti sul piano di proiezione. La lunghezza degli assi in questo grafico non è definita, ma le lunghezze relative sono proporzionali: così se un vettore unitario lungo l'asse X è proiettato sul quadro con una lunghezza pari alla metà di un uguale vettore lungo l'asse Y, sul grafico i due assi saranno rappresentati uno (l'asse Y) doppio dell'altro (l'asse X).

Per un immediato riconoscimento degli assi, questi sono tracciati con colori diversi:

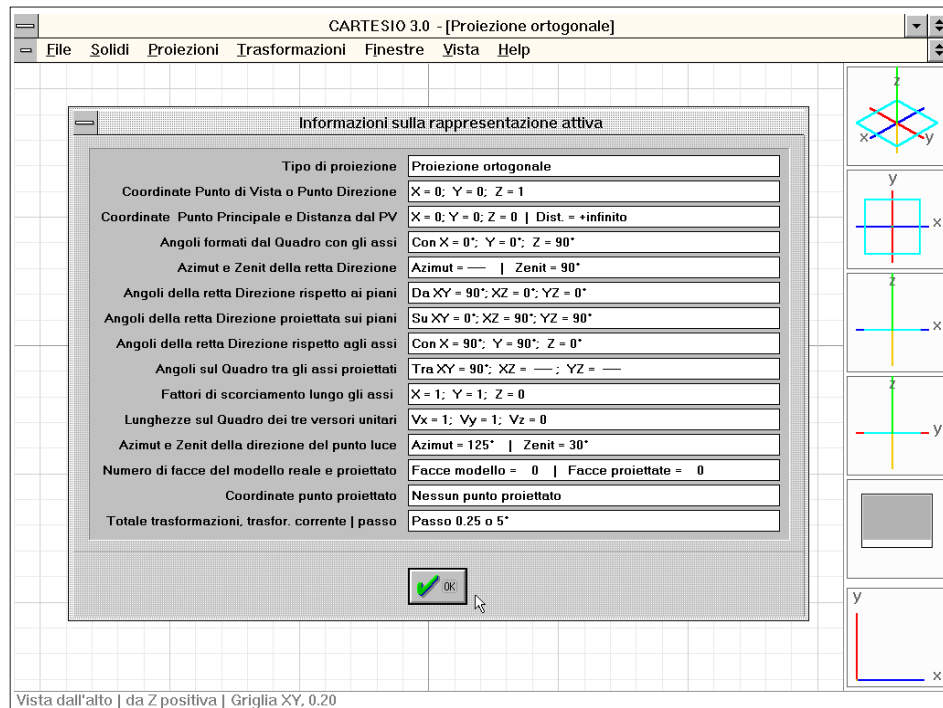


Fig. 3-4 Riquadro informazioni relativo alla finestra di proiezione ortogonale

blu l'asse X, rosso l'asse Y e giallo l'asse Z.

La terna di assi rappresentata invece al centro della finestra grafica della figura 3-3 è in scala con gli oggetti e la griglia e pertanto la lunghezza degli assi può variare in funzione della scala di rappresentazione.

Per modificare la lunghezza di questi assi di riferimento (lunghezza iniziale 0.5 unità), è necessario usare la sequenza *File-Preferenze-Scala assi nelle proiezioni*.

- In alto sono invece rappresentati, in assonometria ortogonale isometrica dal primo quadrante positivo, gli assi X, Y e Z, il piano di proiezione (in azzurro) e la direzione di proiezione (in verde) ed eventualmente la direzione di luce (in magenta).

Questo rende possibile la comprensione spaziale della configurazione proiettiva in quel momento presente nella zona grafica della finestra.

- I tre grafici sottostanti rappresentano gli stessi elementi (assi, quadro e direzione) visti rispettivamente in pianta dall'alto, in prospetto frontale da Y negativa e in prospetto laterale da X positiva. La combinazione di questi quattro grafici, uniti alle indicazioni del grafico in basso, rendono conto in modo esaustivo della disposizione del quadro e della direzione di proiezione rispetto agli assi cartesiani.

- Il quinto grafico rappresenta invece la porzione di immagine in quel momento rappresentata sulla finestra: la parte scura identifica il rettangolo che contiene l'immagine, mentre il rettangolo vuoto (nella figura 3-4 esterno al rettangolo scuro) identifica la parte rappresentata. Più avanti in questa lezione saranno analizzati i comandi di Zoom e Pan che modificano la rappresentazione a video (ma non il tipo di proiezione).

La linea di testo posta in basso nella figura 3-4 riporta alcune semplici indicazioni relative alla proiezione: molte altre informazioni numeriche sono invece disponibili nel riquadro informazioni attivato dal comando *File-Informationi*.

Il riquadro di dialogo della stessa figura 3-4 propone invece molte più informazioni, diverse secondo il tipo di proiezione (vedi Appendice A).

Inoltre è anche possibile, per mezzo del comando *File-Crea file informazioni...*, creare un file, avente suffisso INF, che contiene tutte le indicazioni del riquadro informazioni ed anche, sempre per ogni finestra aperta, la matrice di trasformazione proiettiva, l'equazione del piano di proiezione e le coordinate dei tre o quattro punti che individuano il piano di proiezione.

3.4 SCEGLIERE UNO DEI SOLIDI PREDEFINITI

Dopo aver aperto la prima finestra di rappresentazione ed averla portata a pieno schermo, è necessario scegliere dal menu *Solidi* uno dei solidi predefiniti.

Si porti il mouse sulla voce *Solidi* e, tenendo premuto il pulsante sinistro, si abbassi il cursore sino alla voce *Platonici vacui*, spostandolo poi sulla voce *Tetraedro vacuo* del sub-menu (vedi figura 3-5).

In tal modo si è selezionata una voce operando su menu a più di un livello: questa modalità, tipica di Windows, sarà poi usata in molte altre occasioni. La scelta farà apparire sul video un tetraedro vacuo, vale a dire costituito da spigoli in forma di asticelle, di colore rosso.

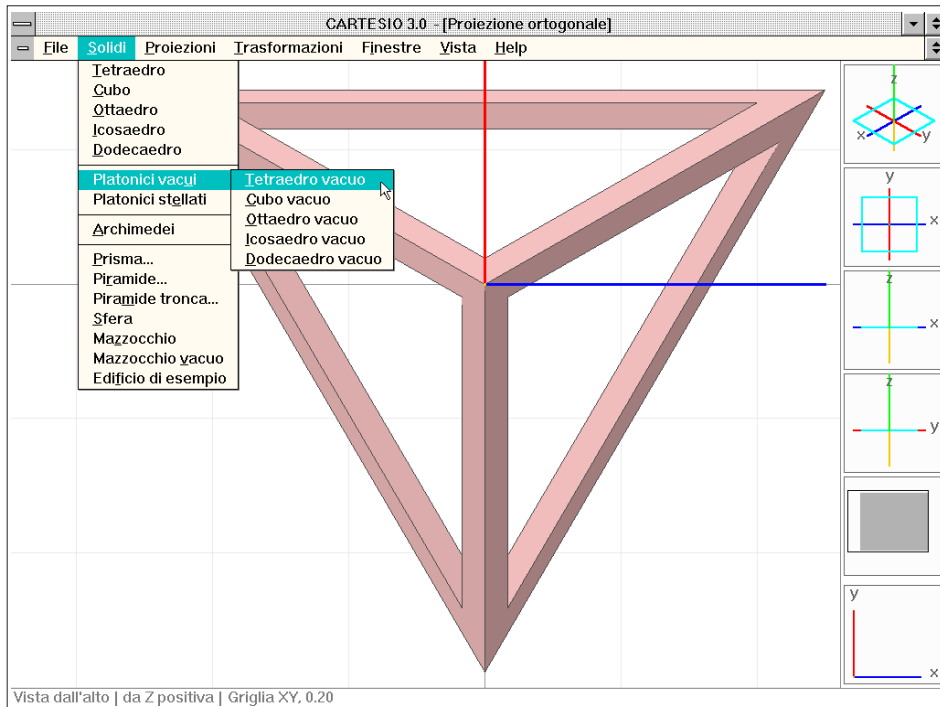


Fig. 3-5 Caricamento nel disegno corrente di un tetraedro vuoto (menu Solidi)

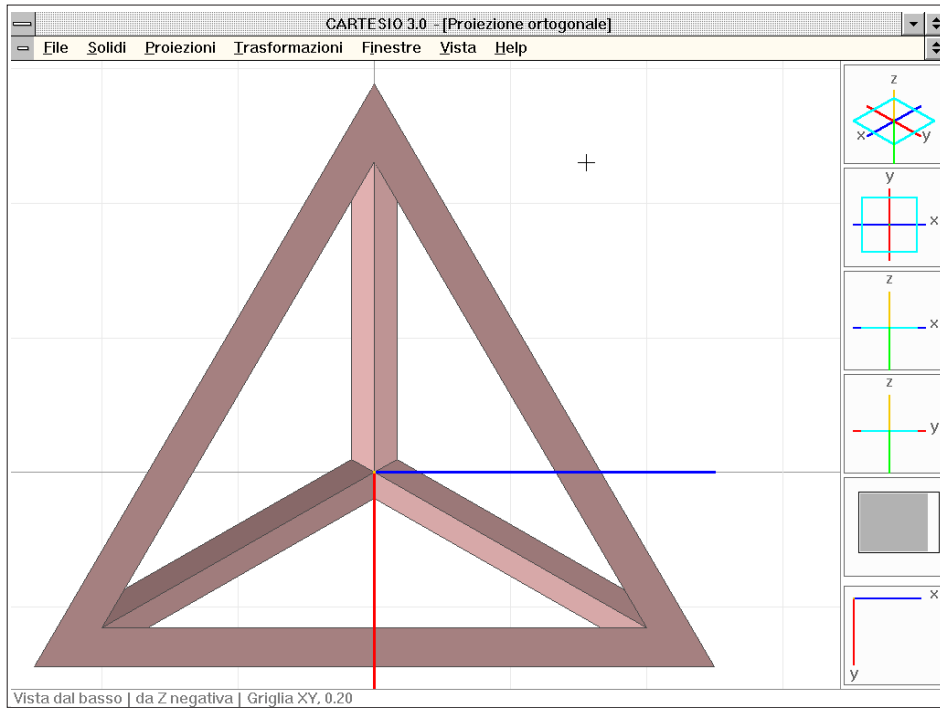


Fig. 3-6 Vista del tetraedro vuoto in pianta, dal basso: le proiezioni si modificano per mezzo della tastiera

È possibile caricare nel disegno fino ad un massimo di sei solidi, purché il totale delle loro facce sia minore o uguale a 1000. Ogni solido avrà un diverso colore: rosso il primo, giallo il secondo, verde il terzo, azzurro il quarto, blu il quinto e magenta il sesto solido. Più avanti si mostrerà come cancellare o cambiare colore ai solidi, che comunque saranno sempre selezionati mediante il loro colore.

In Appendice B sono riportati tutti i solidi disponibili: i cinque solidi platonici (tetraedro, cubo, ottaedro, icosaedro, dodecaedro) e altrettanti platonici vacui e stellati e i solidi archimedei. Inoltre compaiono anche una pseudo sfera formata da settantadue facce, un mazzocchio costituito da dodici parti a sezione di ottagono, un mazzocchio vacuo formato da sette parti a sezione esagonale e un semplice edificio di esempio. Infine sono presenti tre famiglie di solidi regolari: prismi, piramidi e tronchi di piramide. Ognuno di questi solidi potrà avere da tre a trenta lati, definendo così anche cilindri, coni e tronchi di cono.

Ogni solido può essere deformato (vedi sezioni 3.8 e 3.9) per ottenere, ad esempio un ellissoide da una sfera o un cilindro a base ellittica oppure una piramide a base rettangolare o anche trapezoidale.

Nel menu *File* compare il comando *Crea file coordinate...* che genera un file di tipo CDR contenente le coordinate reali dei punti che formano il modello in quel momento presente in CARTESIO (comprese le indicazioni di colore e numero della faccia) e, per ogni finestra di proiezione, le coordinate dei punti delle facce trasformate proiettivamente, alcune indicazioni di base per l'identificazione dei parametri proiettivi e la matrice di trasformazione proiettiva.

3.5 MODIFICARE LA RAPPRESENTAZIONE

Come già detto, ad ogni finestra di rappresentazione corrisponde un tipo di proiezione (in questo caso una proiezione ortogonale), ma ogni tipo può configurarsi in vari sotto-tipi: nel caso delle proiezioni ortogonali vi sono infatti sei possibili configurazioni. Il programma apre pertanto una finestra di rappresentazione con un sotto-tipo di proiezione di *default*, modificabile dall'utente per mezzo della tastiera, come viene spiegato in tutti i dettagli nel Capitolo 4. La modifica della rappresentazione avviene solo se è stato caricato almeno un solido nel disegno.

Nel caso in esempio, mediante le quattro frecce di tastiera è possibile scorrere tutte e sei le configurazioni (vedi figure da 3-6 a 3-10): premendo la freccia verso il basso, infatti, si passerà alla rappresentazione in pianta con vista dal basso, mentre la freccia a destra scorre le quattro rappresentazioni di prospetto in senso anti orario (la freccia a sinistra le scorrerà invece in senso orario).

Le figure 3-7 e 3-10 mostrano anche un'altra interessante possibilità: quella di poter identificare le coordinate di un punto qualsiasi sullo schermo. Per evidenti ragioni di chiarezza questa opzione è valida solo per le proiezioni ortogonali, ma oltre che per la pianta, anche per gli alzati: è evidente che in questo caso le coordinate che possono essere "lette" sullo schermo sono la X (o la Y) e la Z.

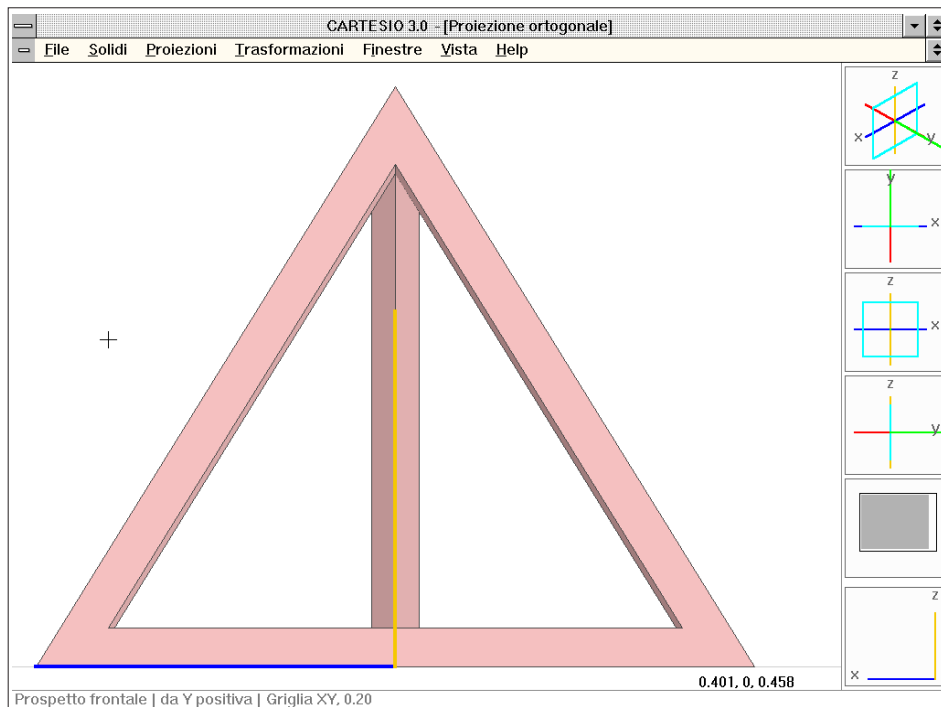


Fig. 3-7 Vista del tetraedro in prospetto frontale da Y positiva

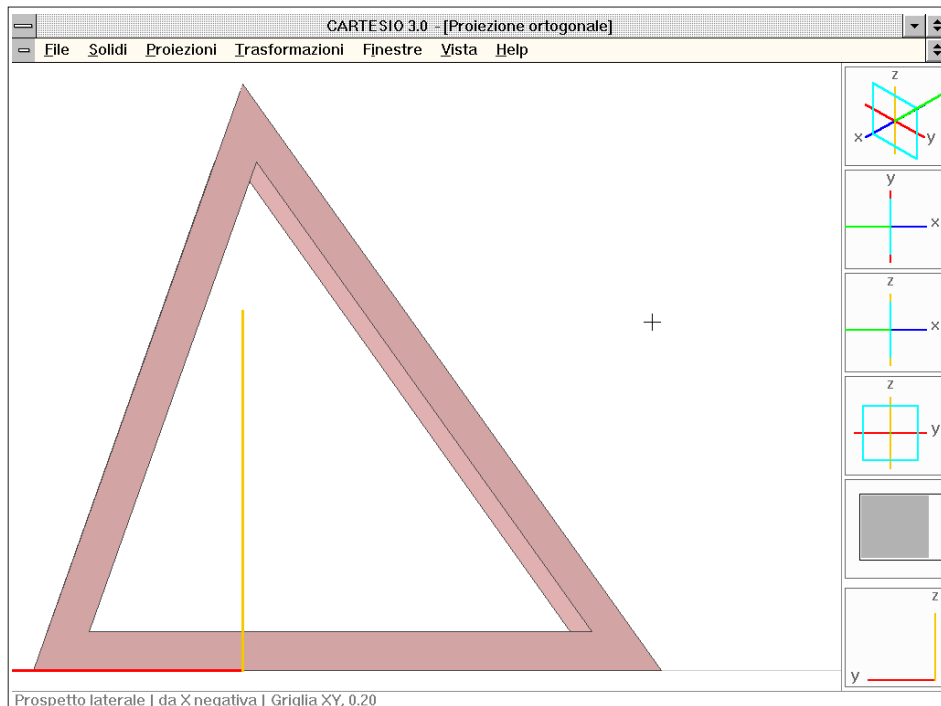


Fig. 3-8 Vista del tetraedro in prospetto laterale da X negativa

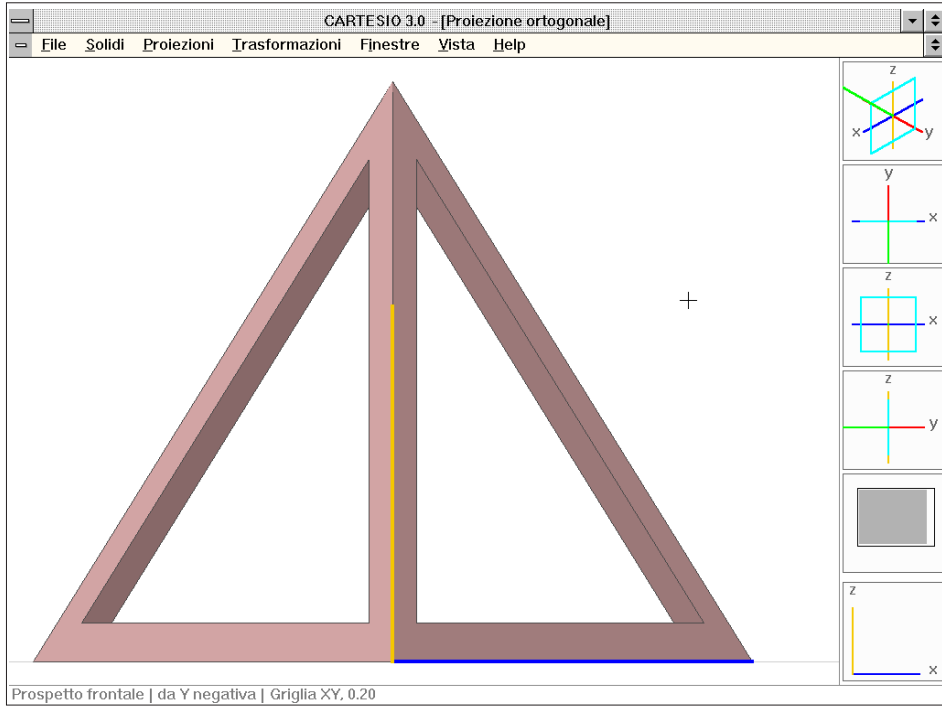


Fig. 3-9 Vista del tetraedro in prospettiva frontale da Y negativa

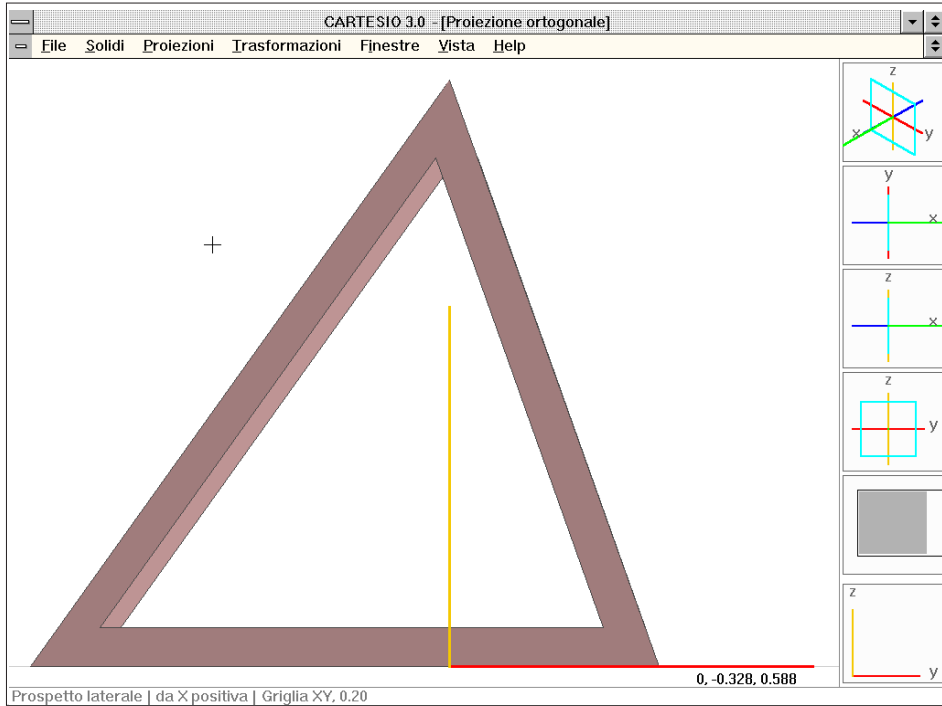


Fig. 3-10 Vista del tetraedro in prospettiva laterale da X positiva

La figura 3-7 mostra gli assi X e Z da Y positiva: le coordinate lungo l'asse X dunque decrescono verso destra e crescono verso sinistra (come è reso evidente anche dalla disposizione degli assi sia nella finestra grafica che nel riquadro in basso a destra).

La figura 3-10 invece è una vista degli assi Y e Z da X positiva: come è denotato anche dalla disposizione degli assi, le coordinate lungo l'asse Y crescono verso destra e decrescono verso sinistra.

Nelle figure da 3-6 a 3-10 è anche interessante notare come la griglia, vista di taglio, venga ridotta ad una linea. Nelle prossime pagine si vedrà come cambiare, oltre che l'origine ed il passo, anche il piano di giacitura della griglia, facendo in modo, ad esempio che sia parallelo al piano di proiezione di una assonometria obliqua cavaliera.

Per attivare la vista delle coordinate è sufficiente premere prima il tasto CTRL e successivamente il tasto sinistro del mouse. A quel punto è possibile rilasciare il tasto CTRL e, fino a che si mantiene premuto il tasto sinistro del mouse, le coordinate relative alla posizione del cursore grafico saranno rappresentate in basso a destra della finestra di rappresentazione nella forma X, Y, Z.

Volendo variare il numero di cifre decimali delle coordinate si attivi la sequenza *File-Preferenze-Cifre decimali delle coordinate...*, e si fornisca un valore di decimali compreso tra 0 e 5.

Per ottenere un breve aiuto in linea, senza attivare l'help generale, utile però per ricordare i tasti da usare per la modifica delle proiezioni, si deve usare la sequenza CTRL+F1 (vedi figura 3-11). Compare così un riquadro di dialogo specifico e relativo alla proiezione assegnata alla finestra in quel momento attiva.

Con la semplice pressione di F1 (vedi figura 3-12) si ottiene invece un riquadro generale, valido per tutte le proiezioni.

3.6 MODIFICARE LA FINESTRA DI RAPPRESENTAZIONE

Proseguendo nell'esercitazione si vedrà ora come modificare l'area della finestra di vista o come spostarla rispetto ai solidi. Si sarà già notato che, al momento dell'apertura della finestra di rappresentazione, la griglia fosse più fitta e gli assi più piccoli e che la porzione inquadrata di piano si sia modificata nel momento in cui si è richiamato a video il tetraedro. Infatti CARTESIO fa in modo, automaticamente, di inquadrare tutti gli oggetti presenti, più una piccola cornice di contorno. Questo succede ogni volta che si richiama un nuovo solido oppure ad ogni variazione di rappresentazione, ad esempio passando da pianta a prospetto o viceversa.

L'utente può però, entro certi limiti, ingrandire o rimpiccolire l'area di piano inquadrata dalla finestra di rappresentazione: come è spiegato anche nella sezione 2.10, verrà modificata solo la finestra di vista, nelle sue dimensioni o posizione, non la grandezza reale dei solidi in essa rappresentati. Così come, premendo il bottone in alto a destra della finestra di rappresentazione, questa si porta a pieno schermo, ingrandendo dunque la rappresentazione in essa contenuta, così, mantenendo costante la grandezza della finestra di rappresentazione (la *viewport* nominata nella sezione

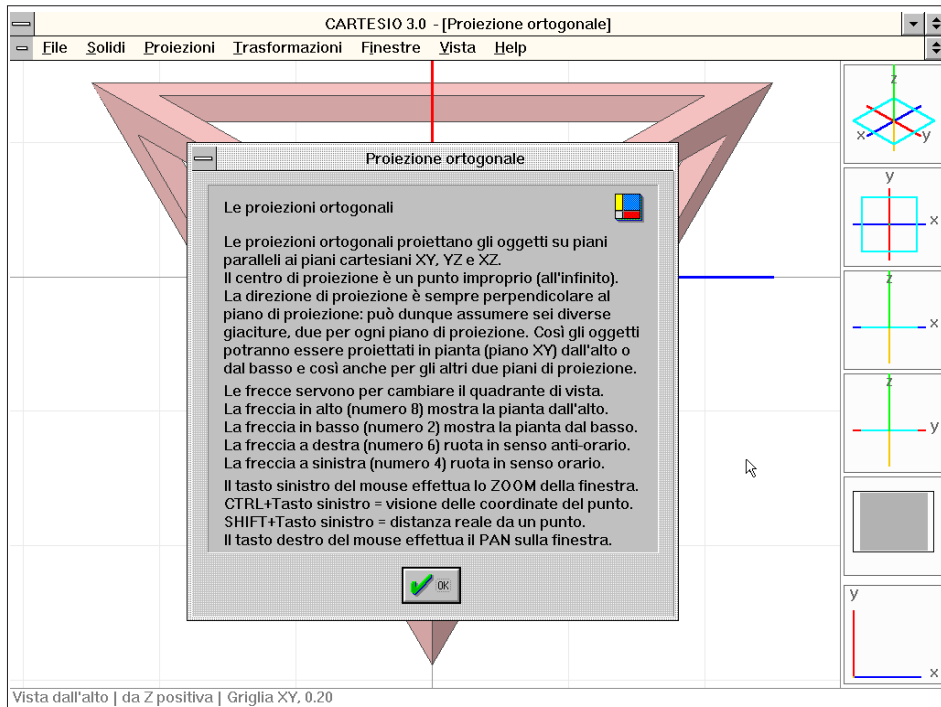


Fig. 3-11 Riquadro di aiuto sulle modificazioni possibili per le proiezioni ortogonali (CTRL+F1)

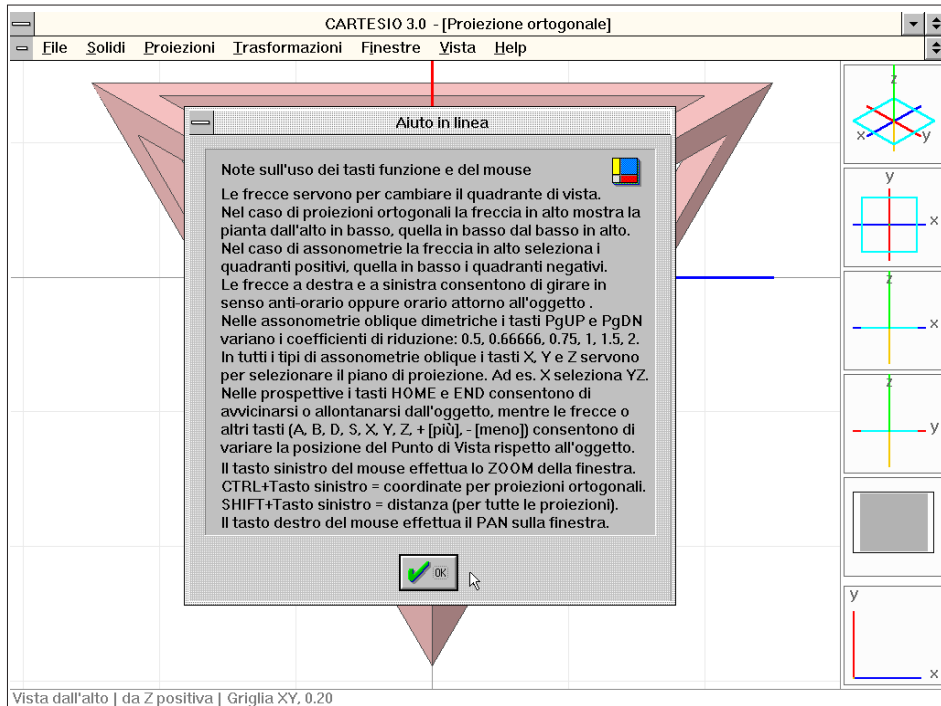


Fig. 3-12 Riquadro di aiuto generale (F1)

2.10) è possibile modificare la grandezza della finestra di vista (la *window* della stessa sezione).

Per modificare la finestra di vista si usano i due tasti del mouse: il tasto sinistro serve per effettuare lo zoom o ingrandimento di una parte della finestra di vista, mentre il tasto destro esegue il pan, vale a dire lo spostamento della finestra di vista, mantenendo invariate le dimensioni. Premendo, ad esempio, il tasto destro del mouse quando il cursore è posto in basso a destra della finestra (vedi figura 3-13), e, mantenendolo premuto, spostandolo verso il centro, si attiva una “linea elastica” che indica la direzione e l’entità dello spostamento della finestra di vista. La figura 3-14 illustra il risultato dell’azione rilasciando il pulsante destro quando ha raggiunto la posizione della crocetta della figura precedente. È da notare ancora una volta che gli oggetti, gli assi e la griglia non vengono influenzati da questa operazione: semplicemente si è spostata la finestra di vista che inquadra il piano di rappresentazione. Il secondo grafico a partire dal basso (sulla destra della finestra di figura 3-14) rende conto dello spostamento appena effettuato. Il rettangolo scuro indica sempre l’ingombro degli oggetti (in questo caso il tetraedro), mentre la cornice vuota indica l’area attualmente inquadrata. Se si opera molte volte con spostamenti successivi della finestra potrà comparire a video un riquadro di dialogo che avverte di non poter continuare con la funzione pan: infatti le possibilità di spostamento non sono infinite pur essendo più che sufficienti per qualsiasi prova o esperimento si desidera fare.

Nella stessa figura è presente anche la rappresentazione grafica della funzione di calcolo della distanza sul piano di proiezione. Premendo contemporaneamente il ta-

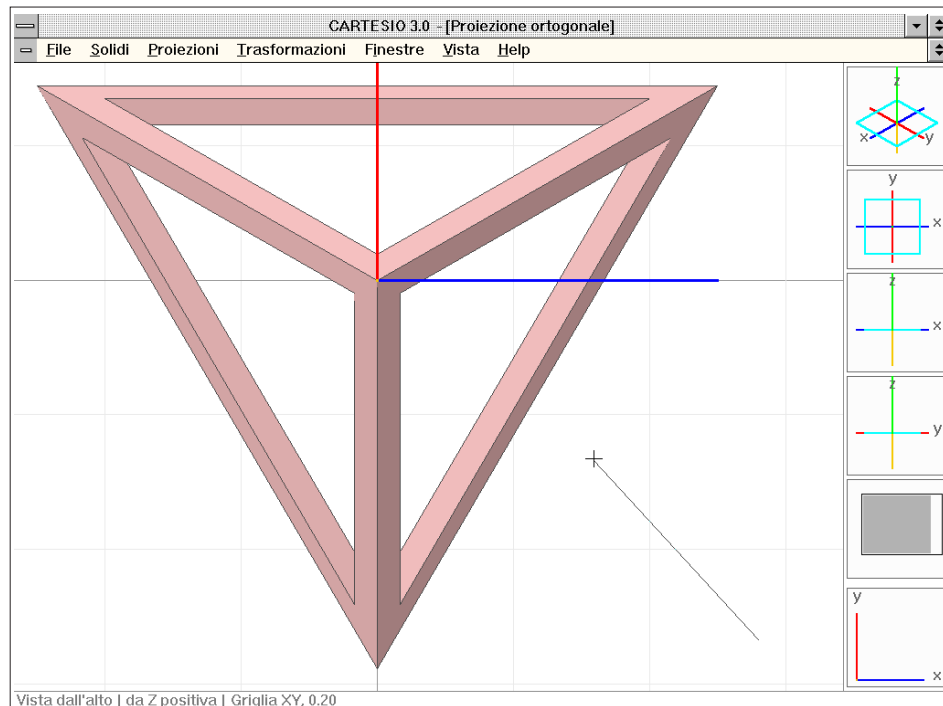


Fig. 3-13 Esempio d’uso della funzione Pan (tasto destro del mouse)

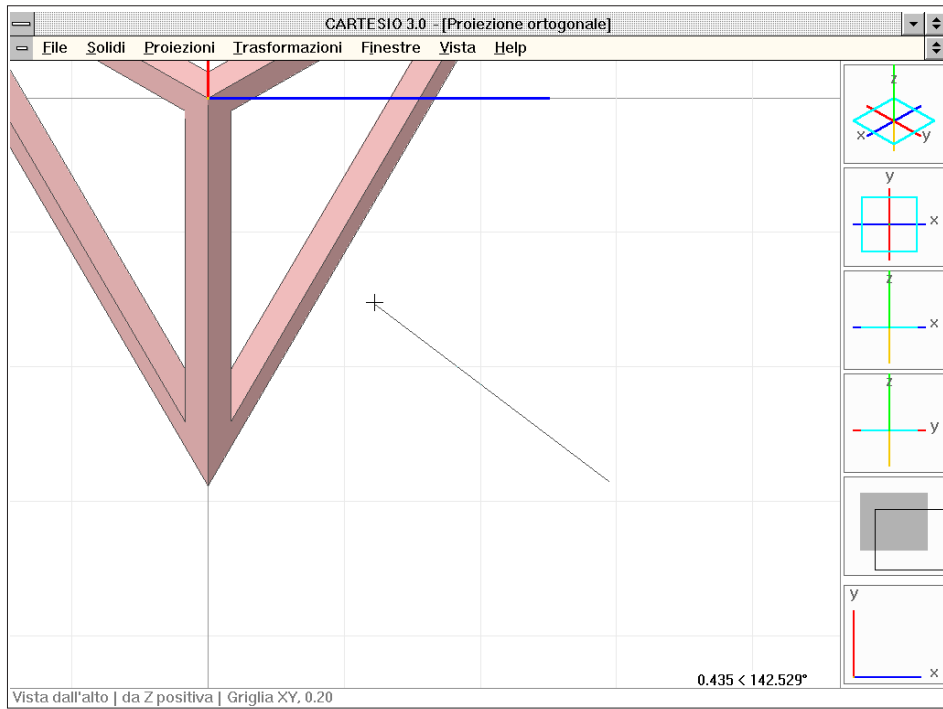


Fig.3-14 Risultato della funzione Pan

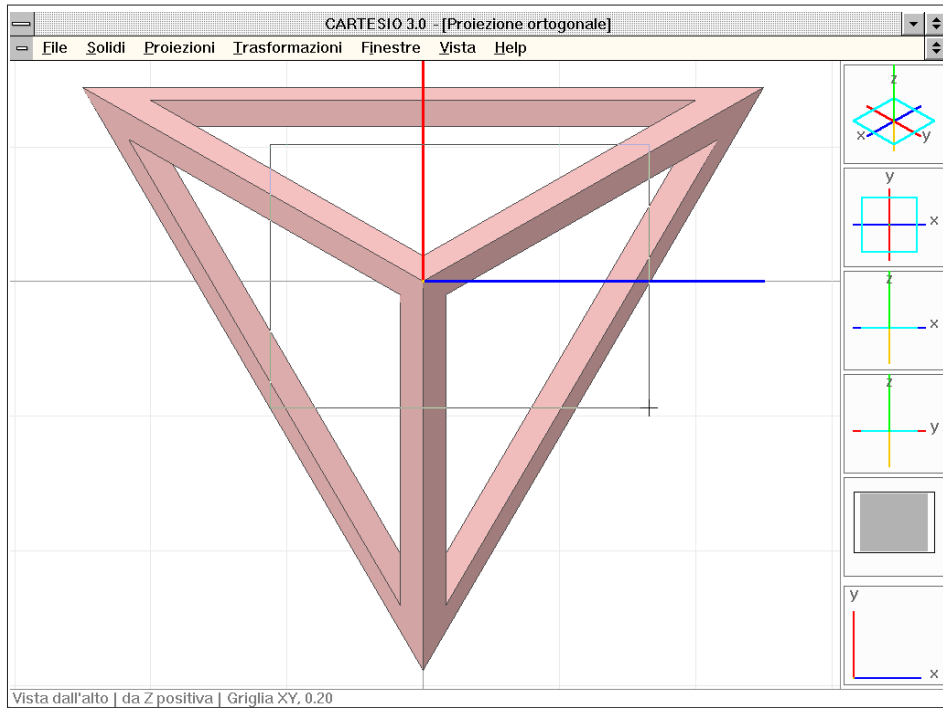


Fig. 3-15 Esempio d'uso della funzione Zoom (tasto sinistro del mouse e menu Vista)

sto SHIFT e il tasto sinistro del mouse si abilita la funzione che consente di vedere la distanza e l'angolo del punto indicato rispetto al punto occupato dal cursore all'inizio dell'operazione, calcolando le misure sul piano di proiezione. L'angolo viene conteggiato con verso antiorario a partire dall'asse X del quadro. Nel caso di proiezioni ortogonali o assonometrie oblique, per le quali il piano di proiezione è parallelo al quadro, la distanza è dunque quella reale. In tutte le altre proiezioni la distanza, essendo computata sul quadro, indica, ad esempio, lo scorcimento subito da un segmento nella sua proiezione sul piano.

La figura 3-15 mostra invece come operare lo zoom dell'immagine. Portando il cursore su un vertice qualunque del rettangolo visibile all'interno della finestra, è necessario premere il tasto sinistro del mouse e, tenendolo premuto, spostare il cursore fino al vertice opposto del rettangolo e quindi rilasciarlo.

In questo caso si vede apparire un "rettangolo elastico" che indica la porzione dell'immagine che si ingrandirà. Infatti la figura 3-16 mostra il risultato dell'operazione e fa vedere anche, nel secondo riquadro dal basso, l'area ingrandita rispetto al disegno complessivo. Anche per questa funzione non è permesso di ingrandire il disegno all'infinito: se si superano i limiti consentiti dal programma si è avvertiti mediante un riquadro di dialogo (vedi figura 3-17).

È da notare che le proporzioni del disegno in larghezza e altezza rimangono costanti: pertanto se si selezionasse una finestra rettangolare con il lato piccolo orizzontale e il lato più grande verticale, verrà inquadrato tutto il rettangolo selezionato, posto a sinistra della finestra, più tutto il resto di disegno che può essere contenuto

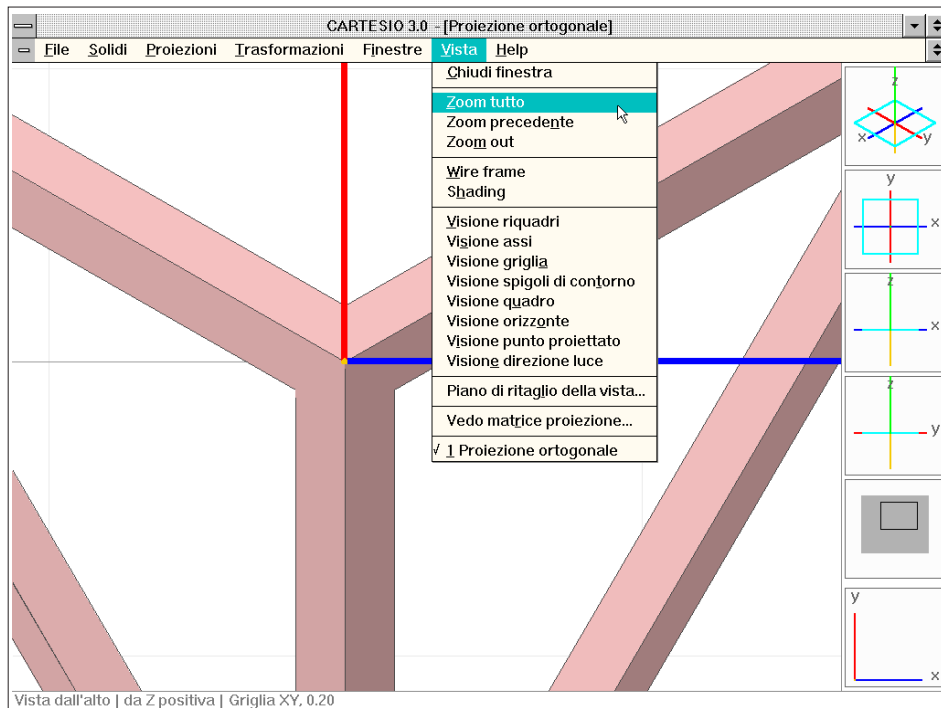


Fig. 3-16 Risultati della funzione Zoom con visione dei comandi impostabili dal menu Vista

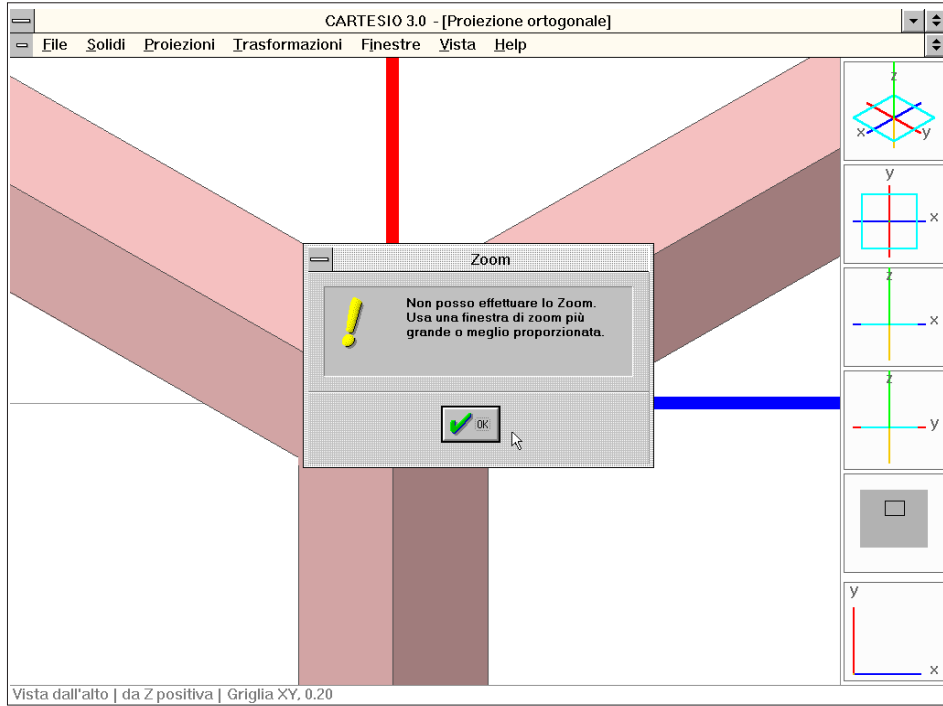


Fig. 3-17 Esempio di massimo coefficiente di Zoom (notare il riquadro in basso con la porzione visibile)

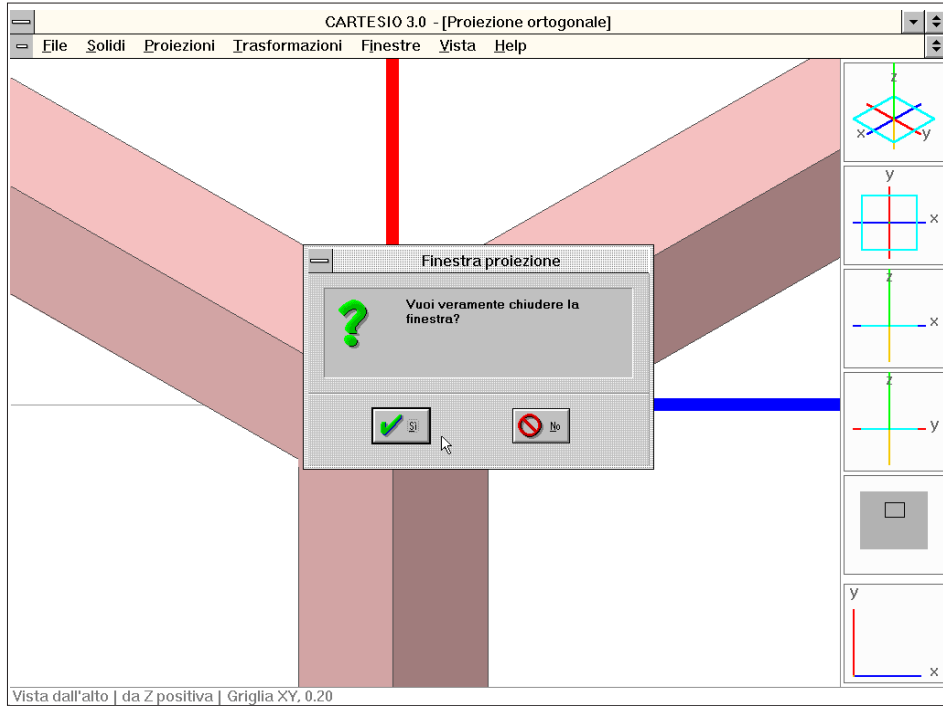


Fig. 3-18 Riquadro di conferma per la chiusura di una finestra

nella restante parte destra della finestra. Se il rettangolo avesse invece un lato orizzontale triplo di quello verticale, la porzione del disegno contenuta nel rettangolo verrebbe ingrandita fino a farle occupare tutta la parte alta della finestra, mentre la parte bassa sarebbe comunque occupata dal disegno.

La stessa figura 3-16 mostra anche il menu *Vista* e tre voci di questo dedicate allo zoom. La prima voce (*Zoom tutto*) consente di inquadrare all'interno della finestra tutti i solidi attivi come normalmente avviene quando si apre una nuova finestra di proiezione. La voce *Zoom precedente* invece riporta la vista al precedente ingrandimento ed è usato anche per eliminare gli effetti di eventuali spostamenti. Inoltre è utile per scambiare rapidamente a video due diverse viste. *Zoom out* è invece usato per ingrandire la finestra di vista facendo riferimento al centro della precedente: ogni successiva vista comprenderà un'area circa il 15% più grande della precedente.

Il menu *Vista*, tra le altre voci che verranno meglio chiarite in seguito, riporta anche in prima battuta la voce *Chiudi finestra* che permette appunto di chiudere una finestra di rappresentazione. La finestra può essere chiusa anche agendo sul bottone in alto a sinistra o con la combinazione di tasti CTRL+F4, come per ogni altra finestra Windows. In tutti i casi, se sono stati richiamati dei solidi, per evitare di chiudere incidentalmente una finestra, viene proposto un riquadro di dialogo.

Tra l'altro è da notare che CARTESIO possiede vari tipi di riquadri di dialogo: un primo tipo informativo, come quello che compare nella figura 3-17 (al quale è associato il suono, per i sistemi dotati di scheda audio, collegato al punto esclamativo), possiede solo il bottone OK per proseguire; un altro tipo, ed è il caso illustrato nella

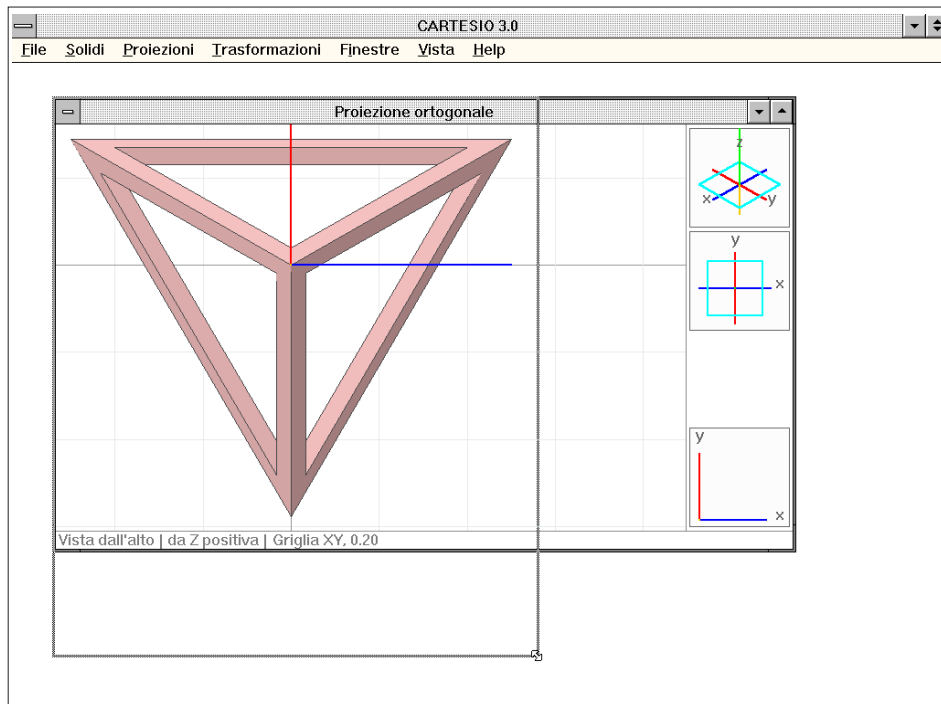


Fig. 3-19 Esempio di ridimensionamento di una finestra Windows (modifica della viewport)

figura 3-18, dotato di un punto di domanda e del relativo suono associato: serve per proporre una alternativa e pertanto possiede due bottoni: il primo (OK) risponde affermativamente alla domanda proposta, il secondo (*Annulla*) risponde negativamente. Altri riquadri, sempre dotati dei due bottoni, sono usati per l'immissione di dati numerici, quali punti o angoli o, nel caso estremo di un eventuale errore irrecuperabile, per comunicare il prematuro termine della sessione di lavoro: sessione che comunque viene salvata automaticamente in un file di nome "CARTESIO" (nella sezione 3.15 si studierà come aprire e salvare una sessione di lavoro).

Tornando alla modifica delle dimensioni della finestra di rappresentazione, come per ogni altra finestra Windows, le finestre di CARTESIO possono essere modificate dimensionalmente agendo sull'angolo in basso a destra della finestra. Premendo il bottone a doppia freccia indicato in alto a destra nella figura 3-17, si porta la finestra da pieno schermo ad una dimensione più piccola (vedi figura 3-19, comando valido per Windows 3.1 e NT). Portando il cursore sulla cornice della finestra, nell'angolo in basso a destra, compare una doppia freccia a 45° che, dopo aver premuto il tasto sinistro del mouse e mantenendolo abbassato, permette di modificare le dimensioni e i rapporti di larghezza e altezza della finestra stessa (vedi figura 3-20). Volendo invece spostare la finestra, mantenendola invariata nelle dimensioni, si porta il cursore grafico sulla linea di intestazione (vedi figure 3-21 e 3-22), sempre premendo e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, potendo così spostare la cornice delle finestra che occuperà la nuova posizione quando si rilascerà il tasto del mouse. In tal modo, combinando quanto appena visto con la possibilità di ridurre una finestra ad

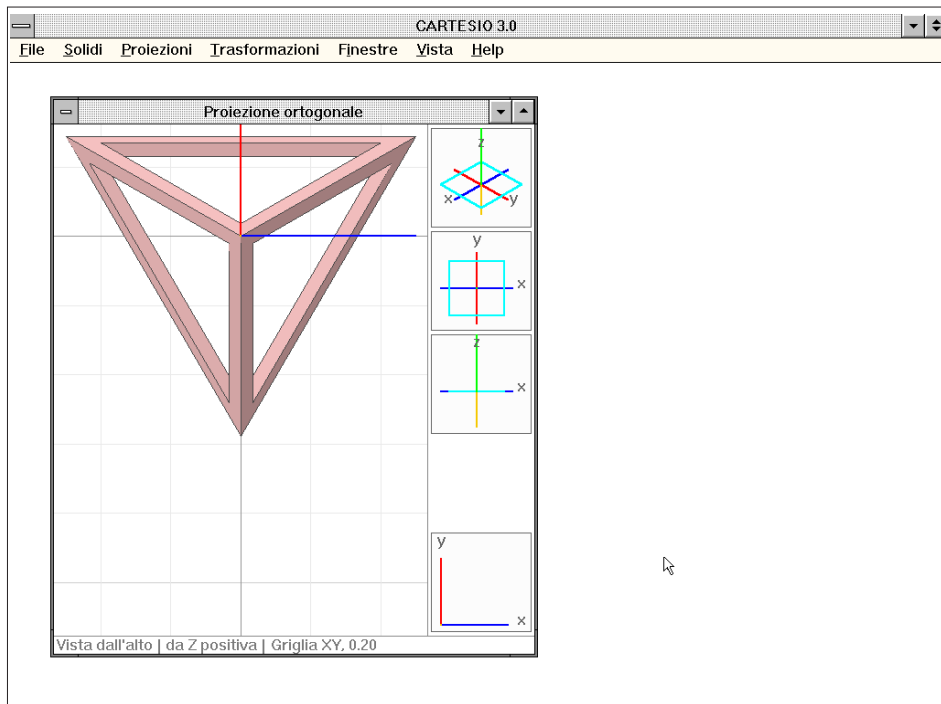


Fig. 3-20 Risultati della modifica apportata alla finestra Windows (vedi figura precedente)

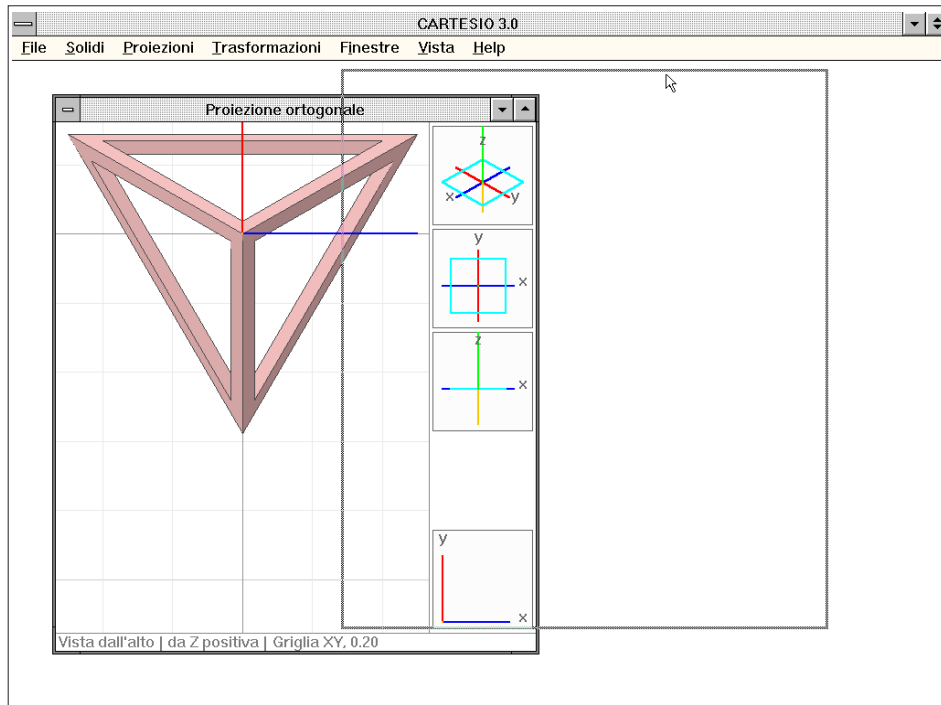


Fig. 3-21 Esempio di spostamento della finestra Windows (prerogativa comune a tutti i programmi)

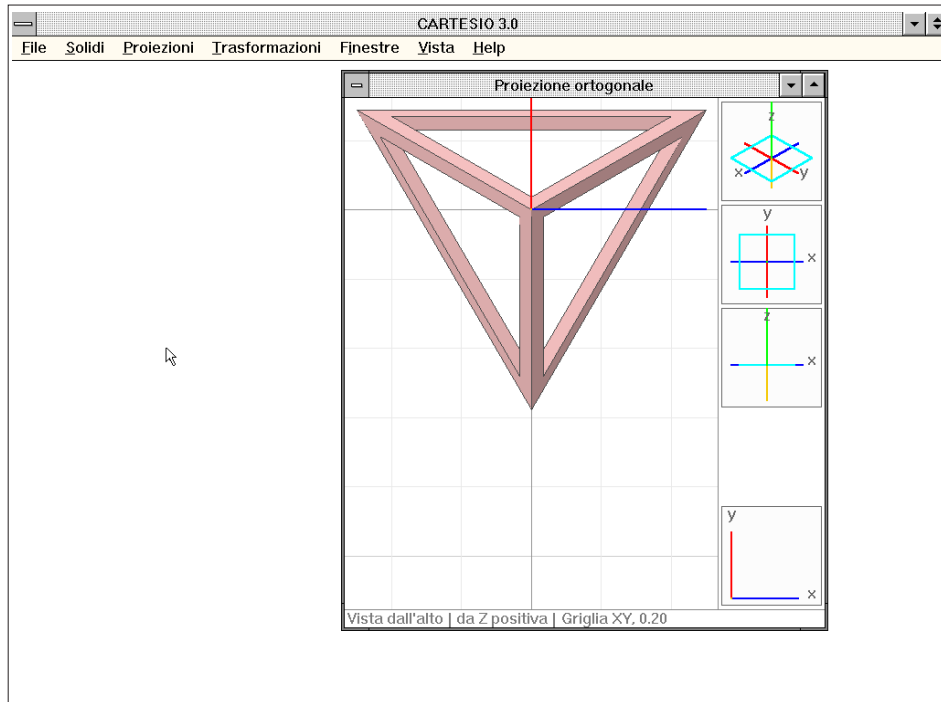


Fig. 3-22 Effetti dello spostamento della finestra Windows (vedi figura in alto)

icona e di poterne disporre più di una sulla superficie virtuale del video, è possibile rappresentare contemporaneamente gli stessi oggetti mediante più di una rappresentazione.

Il menu *Vista* della figura 3-16 contiene anche, in coda all'ultima posizione, la lista delle finestre aperte e presenta un segno di spunta per la finestra in quel momento attiva. Portando il cursore del mouse sul nome di una finestra ed eseguendo un *click* con il tasto sinistro, la finestra indicata viene resa immediatamente attiva anche se era stata ridotta ad icona.

La riduzione di una finestra ad icona (che si ottiene, in Windows 3.1 e NT, agendo sul tasto con la freccia verso il basso) risulterà molto utile quando si abbiano quattro o più finestre aperte e molti solidi attivi: infatti il tempo di rigenerazione delle viste può salire anche ad alcuni secondi, specie se i solidi sono stati sezionati. Riducendo una finestra ad icona il tempo di rigenerazione per quella vista viene in parte risparmiato.

Le figure 3-23/25 illustrano un'altra modalità di rappresentazione dei solidi: questi possono apparire sul video sia definiti da facce colorate (*shading* in inglese), con o senza gli spigoli di contorno, oppure a "filo di ferro" (*wire-frame* in inglese), vale a dire che sarà rappresentato a video ogni spigolo che definisce il solido, anche quelli che, in teoria, non dovrebbero vedersi perché nascosti o dal solido stesso o da altri solidi. Le due modalità di rappresentazione (illustrate nella sezione 2.13) non sono equivalenti dal punto di vista del tempo di disegno e rigenerazione del contenuto delle finestre: nel primo caso infatti (*shading*) è necessario eseguire una notevole

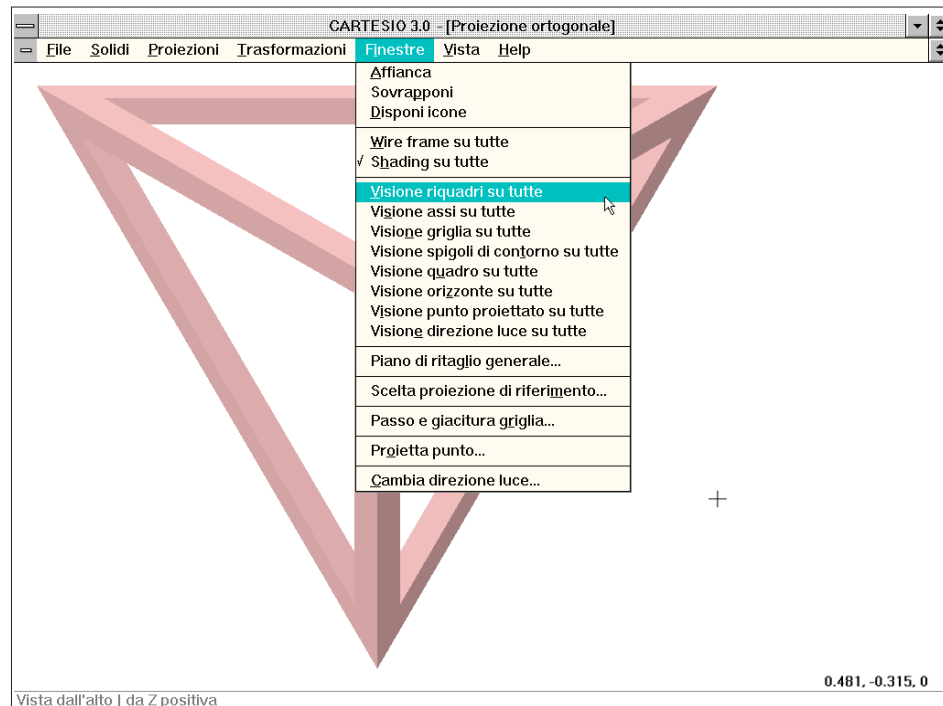


Fig. 3-23 Menu *Finestre* ed esempio di lettura delle coordinate del punto indicato dal cursore

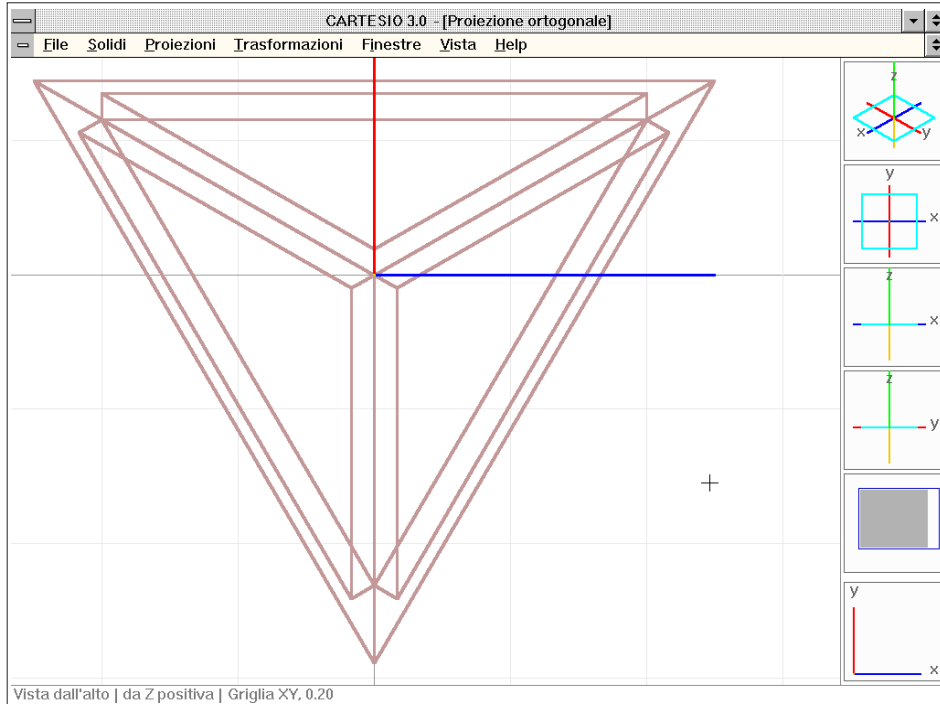


Fig. 3-24 Tetraedro visto in modalità wire-frame con spessore delle linee di default

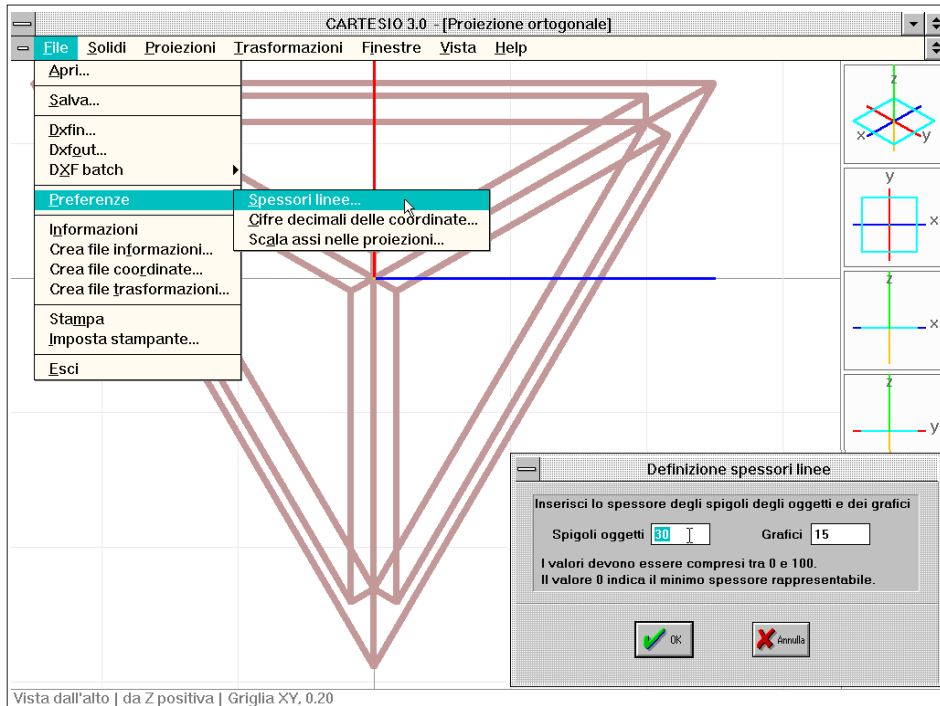


Fig. 3-25 Tetraedro in wire-frame con spessore linee modificato (notare anche i grafici sulla destra)

mole di calcoli per identificare le facce totalmente o parzialmente nascoste. L'algoritmo usato (noto come "l'algoritmo del pittore") non risolve però completamente il caso di solidi tra loro intersecati poiché ciò avrebbe comportato un allungamento insopportabile dei tempi di rigenerazione del disegno, anche operando con computer molto veloci e potenti.

È importante rilevare la differenza fondamentale sussistente tra il menu *Finestre* della figura 3-23 e il menu *Vista* della figura 3-16: il primo si riferisce a tutte le finestre presenti sullo schermo grafico, il secondo solo alla finestra in quel momento attiva. La figura 3-23, ad esempio, mostra il tetraedro in modalità *shading*, senza gli spigoli di contorno; è priva della griglia di riferimento e degli assi, oltre che dei riquadri contenenti gli assi, sulla destra della finestra. Infatti tutte queste caratteristiche possono essere variate sia imponendo che tutte le finestre (le attuali e quelle future) debbano avere o meno la griglia, i riquadri, gli assi o gli spigoli di contorno e che i solidi in esse contenuti siano visti in modalità *shading* o *wire-frame*; sia (dal menu *Vista*) facendo in modo che solo la finestra attiva possieda le caratteristiche volute. È però da notare che il menu *Finestre* è prioritario rispetto al menu *Vista*. Così se, ad esempio, nel primo menu l'indicazione è che tutte le finestre debbano avere la griglia, non è possibile far sì che in una finestra la griglia non sia presente: si dovrà in quel caso disattivare l'indicazione nel menu *Finestre* (in modo che nessuna finestra sia dotata di griglia) e riabilitare la griglia nelle finestre nelle quali si desidera mantenerla. Le figure 3-24 e 3-25 mostrano invece il tetraedro in modalità *wire-frame*. In questo caso è possibile variare lo spessore delle linee che definiscono i solidi.

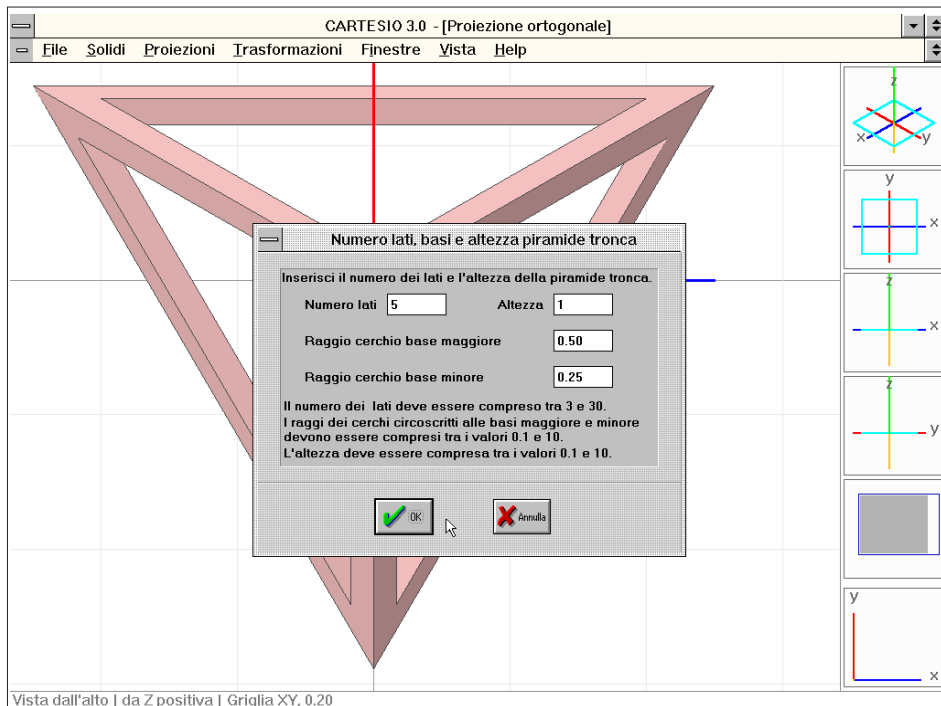


Fig. 3-26 Caricamento nel disegno di un tronco di piramide a base pentagonale

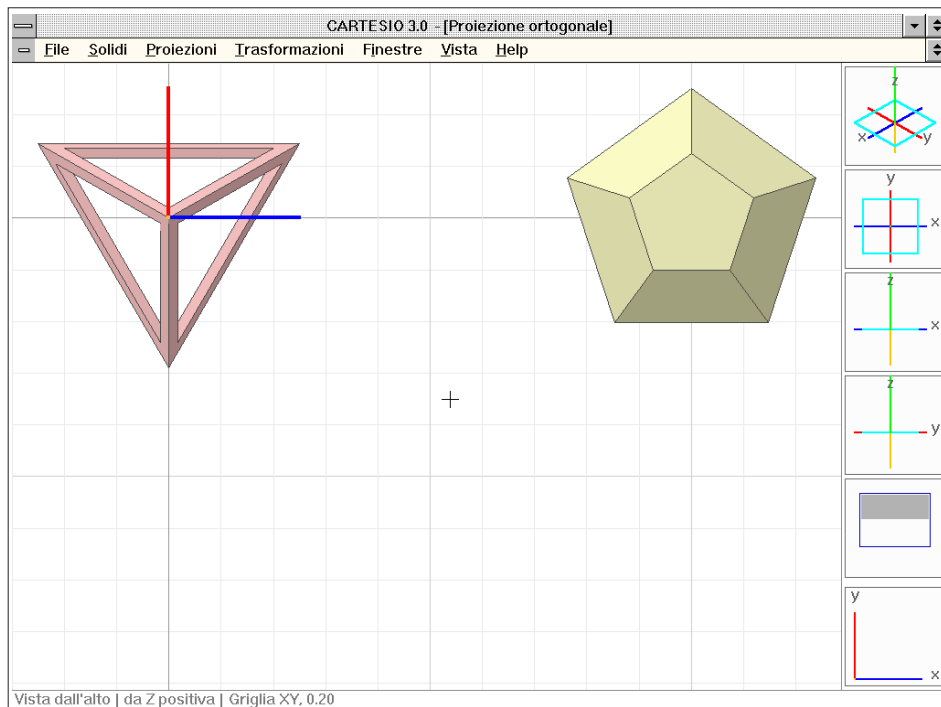


Fig. 3-27 Vista in proiezione ortogonale del tetraedro e del tronco di piramide

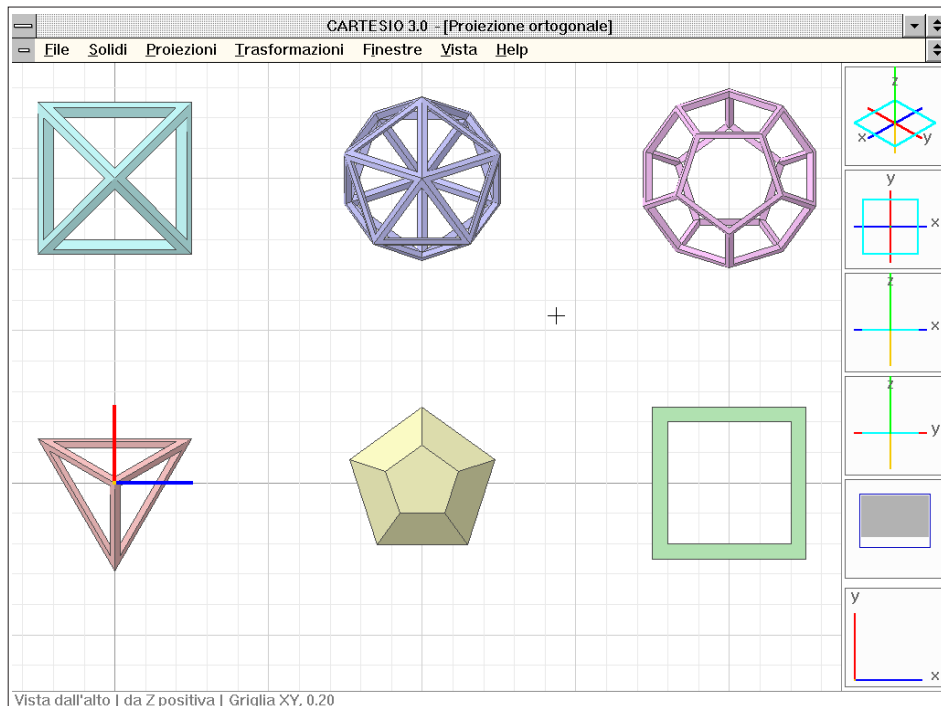


Fig. 3-28 Vista in pianta dei cinque solidi platonici vuoti e del tronco di piramide

La figura 3-25 illustra infatti la sequenza *File-Preferenze-Spessori linee...* che attiva un riquadro di dialogo per la definizione degli spessori sia delle linee di spigolo dei solidi sia delle linee all'interno dei riquadri a destra. In tal modo è possibile adattare gli spessori delle linee ad ogni risoluzione grafica dello schermo o alle proprie esigenze di rappresentazione. I valori accettati variano tra 0 e 100 (default 15) e non si riferiscono al numero di pixel di spessore delle linee: semplicemente il valore 0 indica lo spessore di 1 pixel, sempre e comunque, mentre valori superiori rendono via via più spesse le linee, in stretta relazione con la risoluzione dello schermo grafico (nell'esempio, con risoluzione 1024x768, il valore imposto nell'esempio è 45).

Si attivi ora il comando *Solidi-Piramide tronca...* che apre un riquadro di dialogo (vedi figura 3-26). Nel riquadro è possibile definire sia il numero dei lati delle basi della piramide (da 3 a 30 lati), sia l'altezza del solido e i raggi delle basi minore e maggiore. Per modificare i valori di *default* già scritti è sufficiente portare il cursore del mouse su di una casella contenente il numero che si desidera cambiare e, premendo e tenendo premuto il tasto sinistro, selezionare il testo da sostituire come si opera con un normale *word processor*. Se non si dispone del mouse è possibile scorrere i vari tasti o caselle in sequenza mediante il tasto tabulatore o TAB, posto generalmente sulla parte sinistra della tastiera, in alto.

La figura 3-27 mostra la configurazione della finestra grafica dopo il caricamento di una piramide tronca avente cinque lati di base e le altre caratteristiche come indicate nel riquadro di figura 3-26. La figura 3-28 mostra invece la finestra dopo il caricamento degli altri solidi platonici vuoti. Al momento del richiamo di un solido

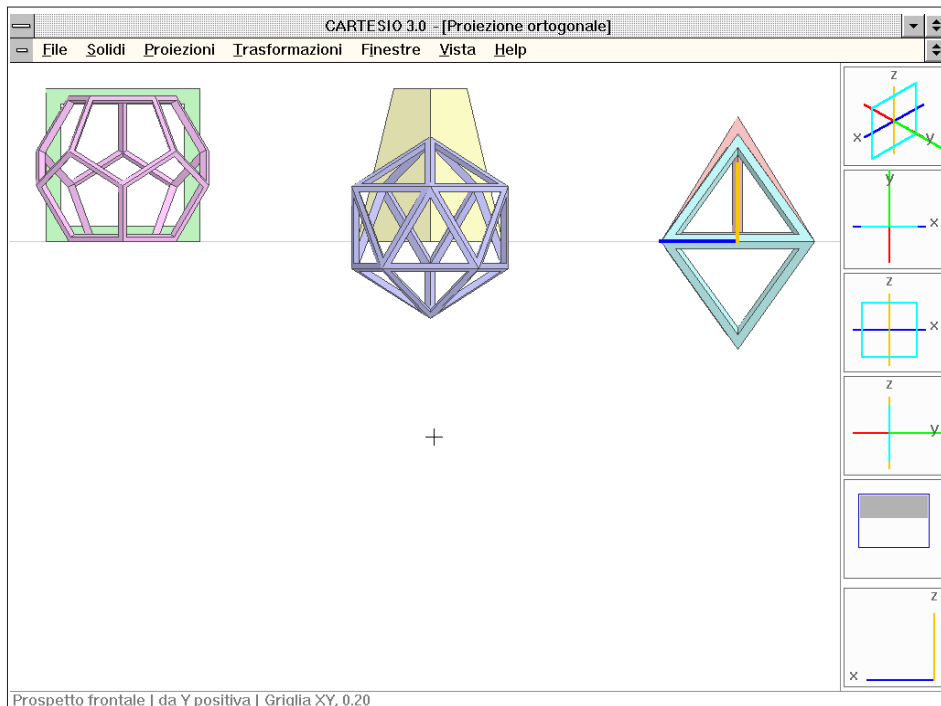


Fig. 3-29 Prospetto frontale, da Y positiva, dei cinque solidi platonici vuoti e del tronco di piramide

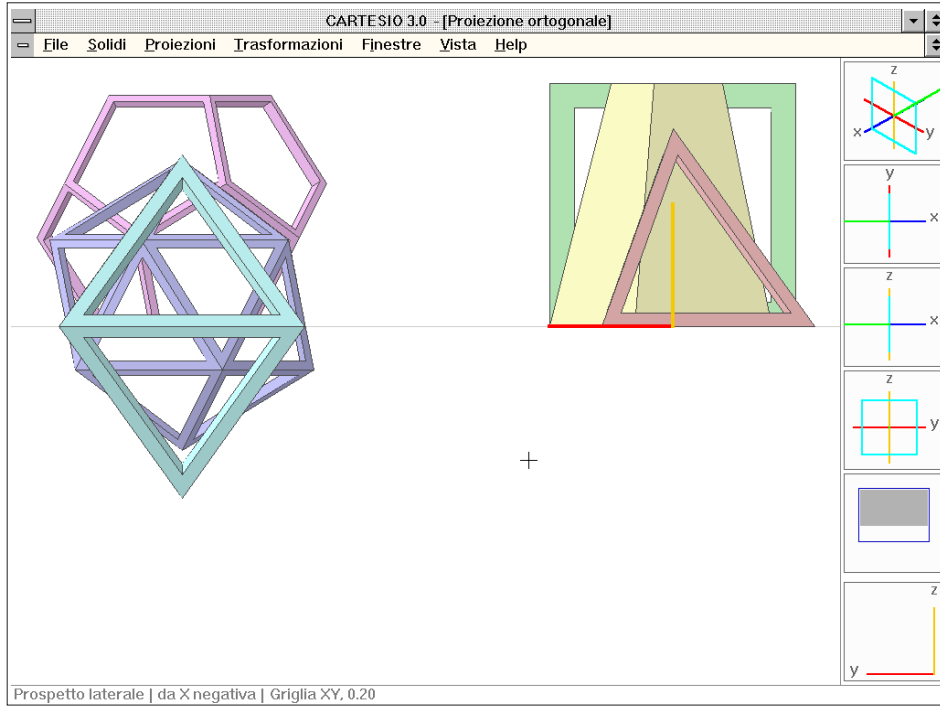


Fig. 3-30 Vista dei cinque solidi platonici vuoti e del tronco di piramide in prospetto laterale, da X negativa

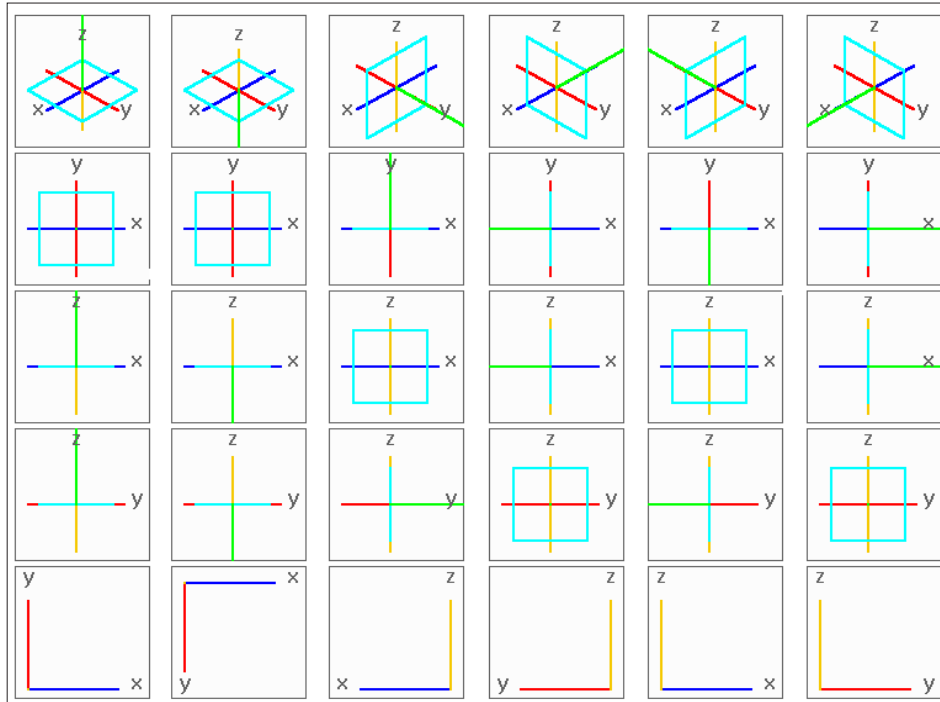


Fig. 3-31 Vista contemporanea dei riquadri relativi alle sei possibili proiezioni ortogonali

questo si dispone automaticamente all'interno di una griglia rettangolare di 2 unità di lato, a partire dal punto 0,0,0. Ogni solido, inoltre, assume un diverso colore (reso in figura con diverse tonalità di grigio) che, oltre a ravvivare l'immagine, consente anche un più semplice riconoscimento dei solidi stessi, specie nel caso si attivi più volte lo stesso solido. Una lista completa dei solidi disponibili si può trovare in Appendice B.

Come già visto, una delle caratteristiche senz'altro più interessanti di CARTESIO è data dalla possibilità di variare la configurazione proiettiva sempre mantenendo fermo il tipo di rappresentazione. Ad esempio una proiezione ortogonale può avere altre cinque varianti, oltre alla vista di pianta dall'alto. Inoltre ogni rappresentazione possiede delle caratteristiche specifiche, che la diversificano dalle altre e dunque prevede differenti possibilità di modifica.

Mediante la sequenza CTRL+F1 (vedi figura 3-11) si richiama un riquadro di dialogo specifico per ogni tipologia di proiezione: in questo caso il riquadro delle proiezioni ortogonali. Le possibili modifiche sono limitate, in questo caso, all'uso delle frecce di tastiera che consentono di ottenere una delle sei viste.

Premendo la freccia verso destra si otterrà una finestra simile all'immagine 3-29, che risulta molto interessante. Infatti oltre alla modificazione della rappresentazione, variano anche le immagini contenute nei riquadri posti a destra della finestra e la riga in basso. I riquadri infatti mostrano graficamente il disporsi del piano di proiezione e della direzione di proiezione per questa nuova modalità. Premendo ancora una volta il tasto di freccia a destra si ottiene l'immagine di figura 3-30, e così via

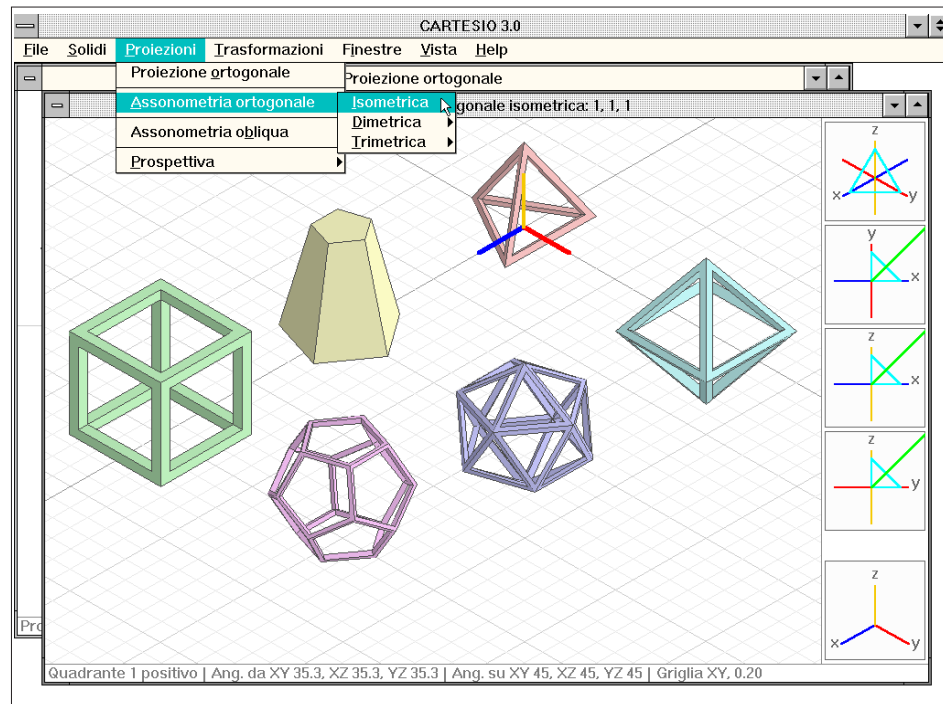


Fig. 3-32 Apertura di una finestra in proiezione assonometrica ortogonale isometrica

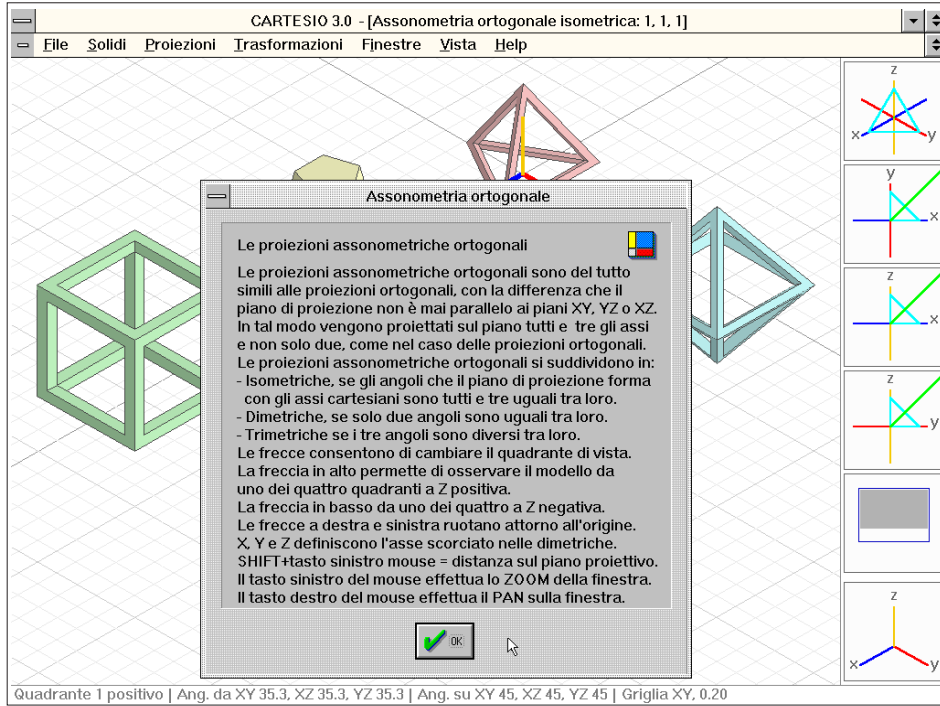


Fig. 3-33 Riquadro di aiuto contenente le modifiche (da tastiera) ammesse per le assonometrie ortogonali

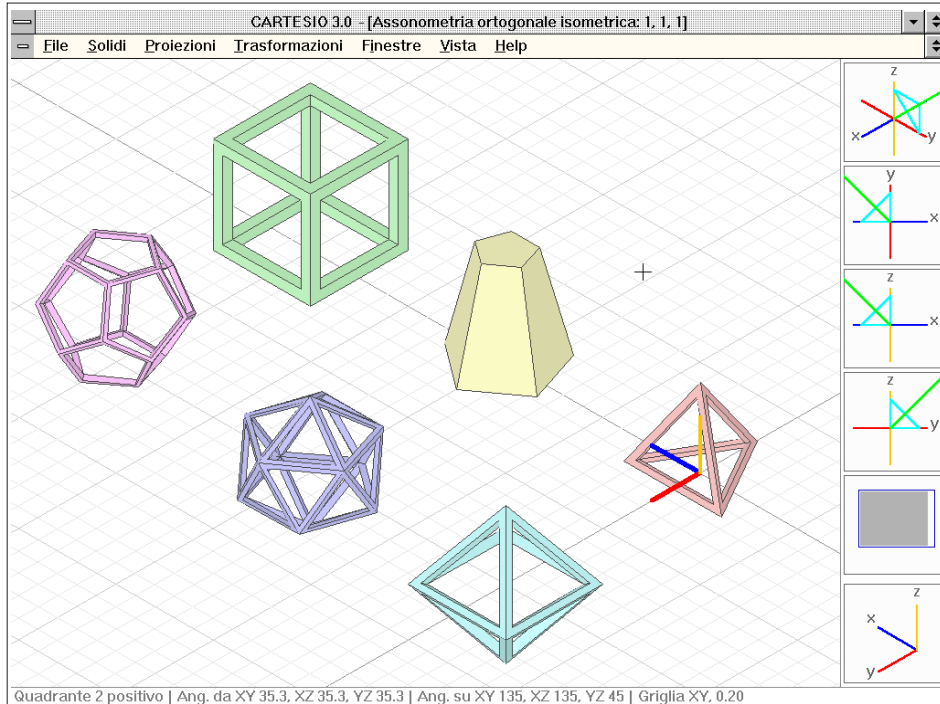


Fig. 3-34 Cambio di quadrante per l'assonometria ortogonale isometrica (vedi fig. 3-32)

potendo girare attorno all'origine sia in senso orario (tasto verso sinistra) che in senso orario (tasto verso destra).

Per la vista dal basso è sufficiente premere il tasto della freccia verso il basso, mentre per tornare alla vista di pianta si preme quella verso l'alto. La figura 3-31 illustra i riquadri delle sei possibili configurazioni riuniti in un'unica immagine.

3.7 APRIRE PIÙ DI UNA FINESTRA DI RAPPRESENTAZIONE

Sino ad ora si è operato con una sola finestra di rappresentazione. Agendo sul menu *Proiezioni* è possibile ottenere più finestre contemporaneamente aperte sul video, fino ad un massimo di sei. La figura 3-32 mostra lo schermo grafico dopo l'apertura di una finestra in proiezione assonometrica ortogonale isometrica.

Nel caso delle proiezioni assonometriche ortogonali le possibilità di modifica della configurazione proiettiva variano in relazione al tipo: se isometrica si potrà variare il solo quadrante (sempre mediante le frecce), se dimetrica o trimetrica sarà possibile variare anche l'asse di scorciamento, mentre se si tratta di una assonometria ortogonale generica si potrà ruotare la direzione assonometrica attorno all'origine variando anche il passo di rotazione.

Nella riga in basso, sulla finestra, verrà riportato il quadrante che contiene la retta direzione di proiezione, gli angoli che quella retta forma rispetto ai piani cartesiani e

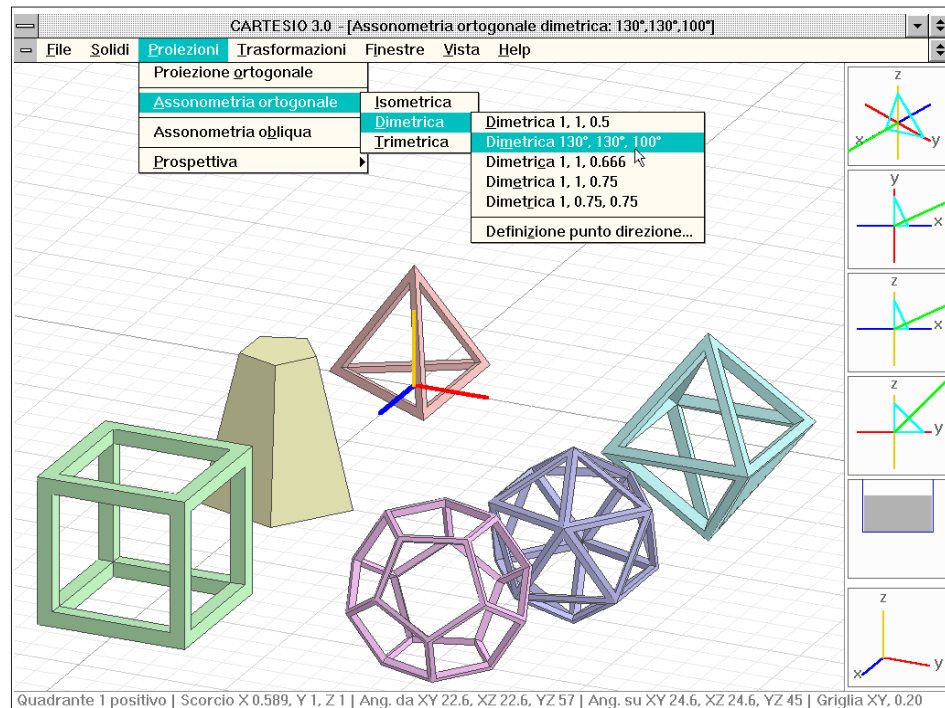


Fig. 3-35 Assonometria ortogonale dimetrica con angoli tra gli assi proiettati di 130°, 130°, 100°

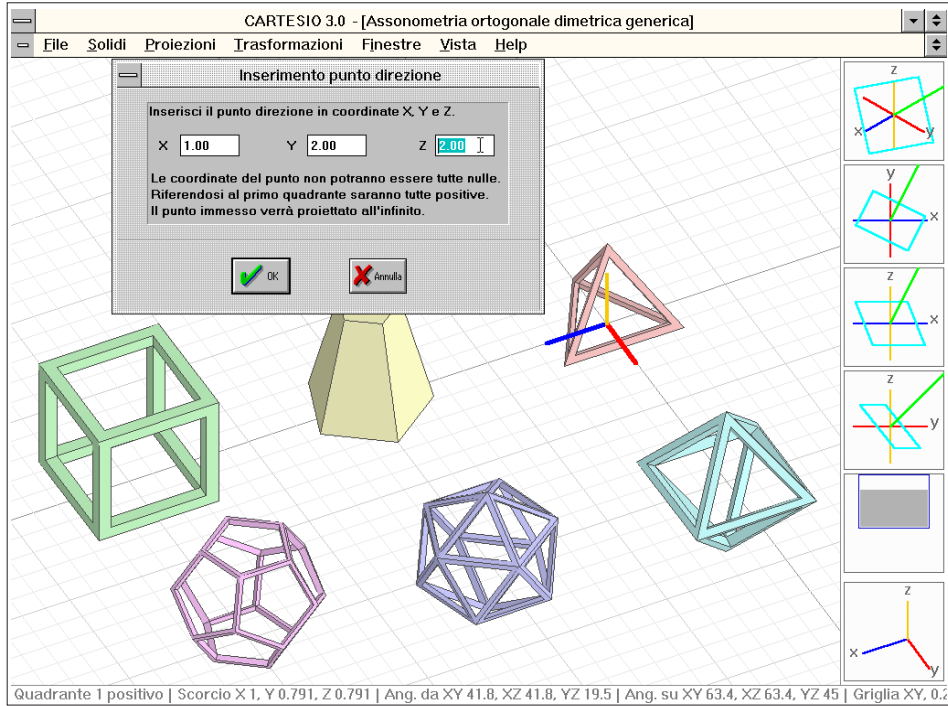


Fig. 3-36 Assonometria ortogonale dimetrica generica con riquadro di dialogo usato per la sua definizione

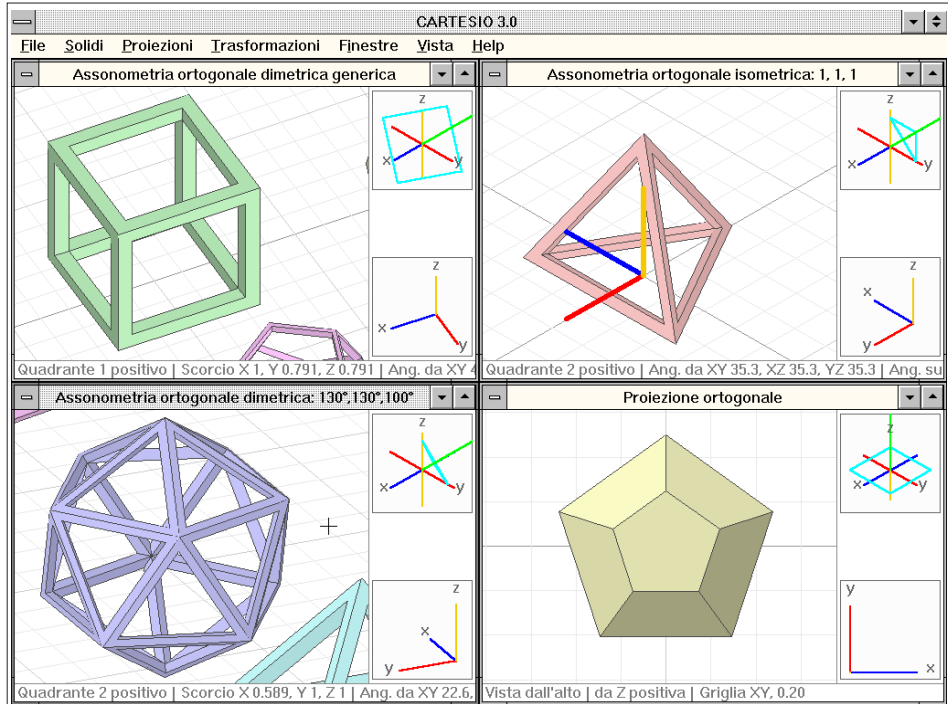


Fig. 3-37 Visione contemporanea delle quattro finestre aperte con ingrandimenti (zoom) diversi

gli angoli formati dalla stessa retta proiettata sui piani cartesiani con gli assi. Se la proiezione non è isometrica verranno anche forniti gli scorci lungo gli assi (vedi anche Appendice A).

Mediante la sequenza CTRL+F1 si attiva, come per la proiezione ortogonale, un riquadro di dialogo contenente le indicazioni essenziali sull'uso dei tasti per la modifica delle rappresentazioni (vedi figura 3-33). Ad esempio operando con il tasto di freccia a destra si ottiene una immagine simile alla figura 3-34, con vista dal secondo quadrante positivo.

Aprendo ora una assonometria ortogonale dimetrica con angoli 130° , 130° , 100° (vedi figura 3-35), si avranno tre finestre aperte contemporaneamente.

Nelle assonometrie ortogonali dimetriche e trimetriche predefinite è anche possibile variare l'asse di scorciamento mediante i tasti X, Y e Z. Così, ad esempio, se nella figura 3-35 è l'asse X ad avere lo scorciamento diverso da 1, premendo il tasto Y la proiezione si modificherà affinché lo stesso scorciamento sia assegnato all'asse Y e così anche per l'asse Z. In questo modo si possono verificare le diverse configurazioni, modificando uno solo dei parametri proiettivi.

Aprendo anche una assonometria ortogonale dimetrica generica (vedi figura 3-36) si otterranno quattro finestre, configurazione più proporzionata per poterle vedere contemporaneamente tutte quattro. Tra l'altro l'ultima proiezione richiede la definizione delle coordinate del punto direzione e in questo caso, essendo la proiezione dimetrica, almeno due delle tre coordinate devono essere uguali tra loro. Il punto indicato verrà proiettato "all'infinito", lungo la retta che lo collega all'origine degli

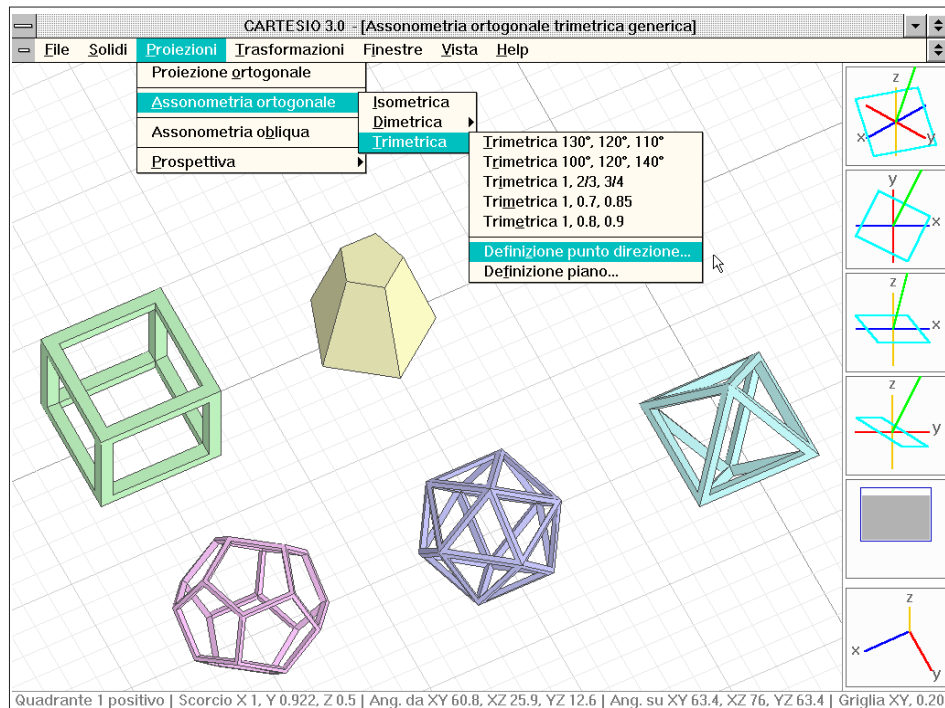


Fig. 3-38 Assonometria ortogonale trimetrica generica (definizione del punto direzione)

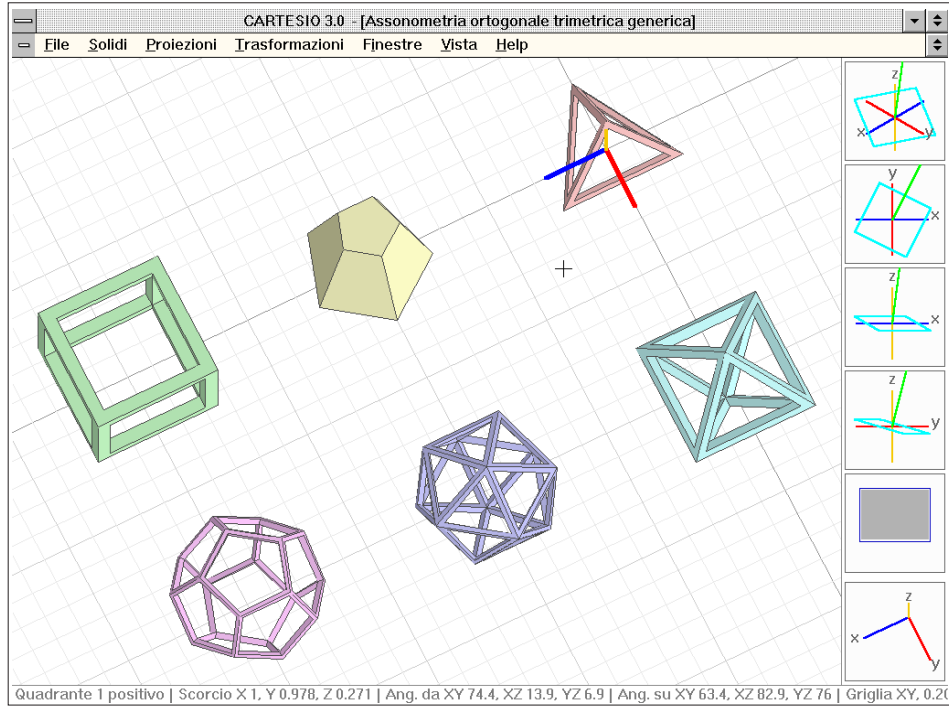


Fig. 3-39 Modificazione della proiezione illustrata nella figura 3-38

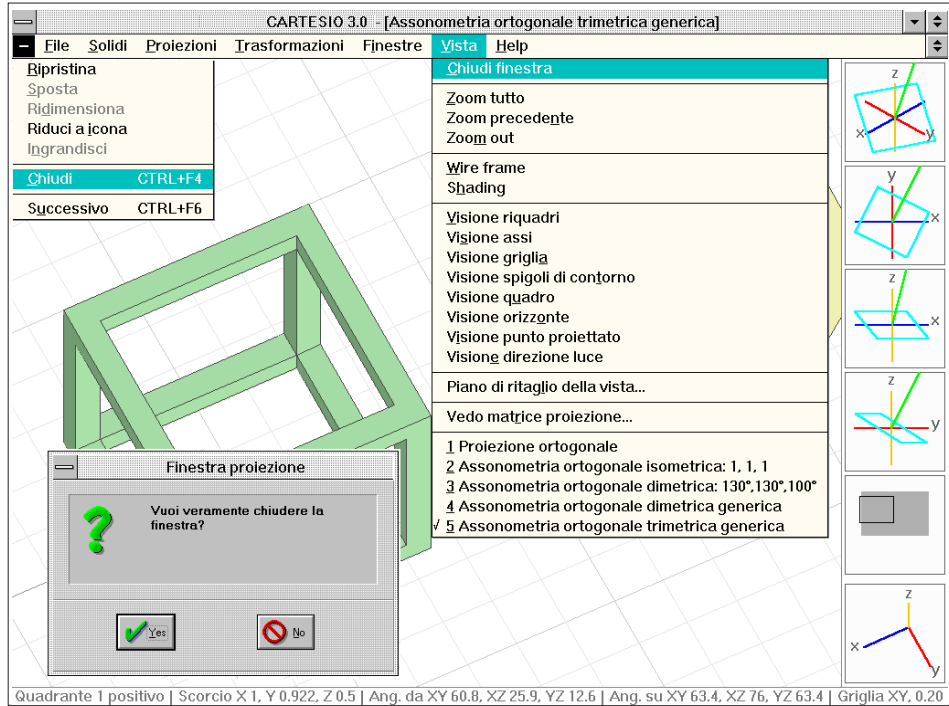


Fig. 3-40 Modalità di chiusura di una finestra di proiezione

assi: non è pertanto necessario badare alle coordinate ma solo alla direzione che il punto genera in unione con l'origine degli assi. Si è scelto questo metodo, anziché l'immissione di due angoli, oltre che per l'immediatezza (due coordinate uguali generano una dimetrica, tre uguali una isometrica), anche perché più simile all'uso di molti programmi CAD.

La figura 3-37 mostra le quattro finestre con all'interno ingranditi particolari diversi: infatti ogni finestra è del tutto indipendente dalle altre per quanto riguarda la rappresentazione. L'unico elemento comune è costituito dal modello reale formato dai solidi predefiniti o dal modello caricato in CARTESIO da file DXF.

Le assonometrie ortogonali trimetriche generiche (vedi figura 3-38) consentono anche di ruotare la direzione assonometrica attorno all'origine sia per l'azimut che per lo zenit. Agendo infatti ripetutamente con i tasti CTRL+Freccia verso l'alto e CTRL+Freccia verso destra si potrà ottenere, nella stessa finestra della figura 3-38, la configurazione presente nella figura 3-39. I tasti + e - servono poi per cambiare il passo di rotazione, inizialmente posto a 5 gradi, aumentandolo o diminuendolo con successivi raddoppiamenti o dimezzamenti. Così la rappresentazione viene variata finemente e può assumere anche la configurazione, ad esempio di una proiezione ortogonale. Ciò non deve trarre in inganno: infatti la configurazione proiettiva di una proiezione ortogonale e di un'assonometria ortogonale (sia essa isometrica, dimetrica o trimetrica), rientrano nell'ambito di una proiezione assonometrica ortogonale generica, visto che per questa è previsto che il piano di proiezione abbia una giacitura qualsiasi e che la retta direzione sia perpendicolare al piano di proiezione.

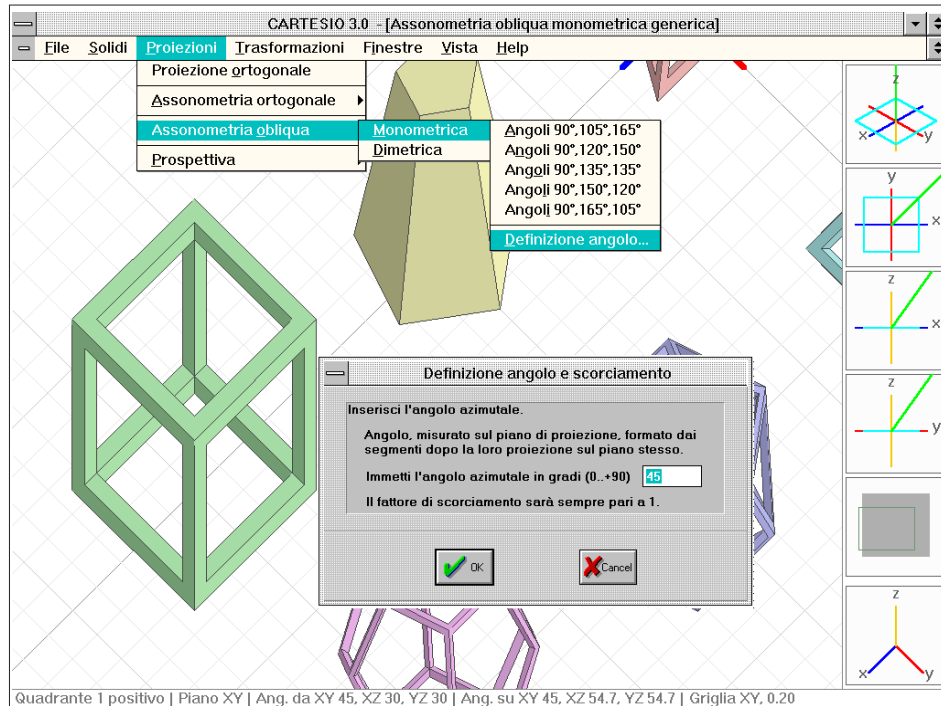


Fig. 3-41 Assonometria obliqua monometrica con definizione dell'azimut e relativo riquadro di dialogo

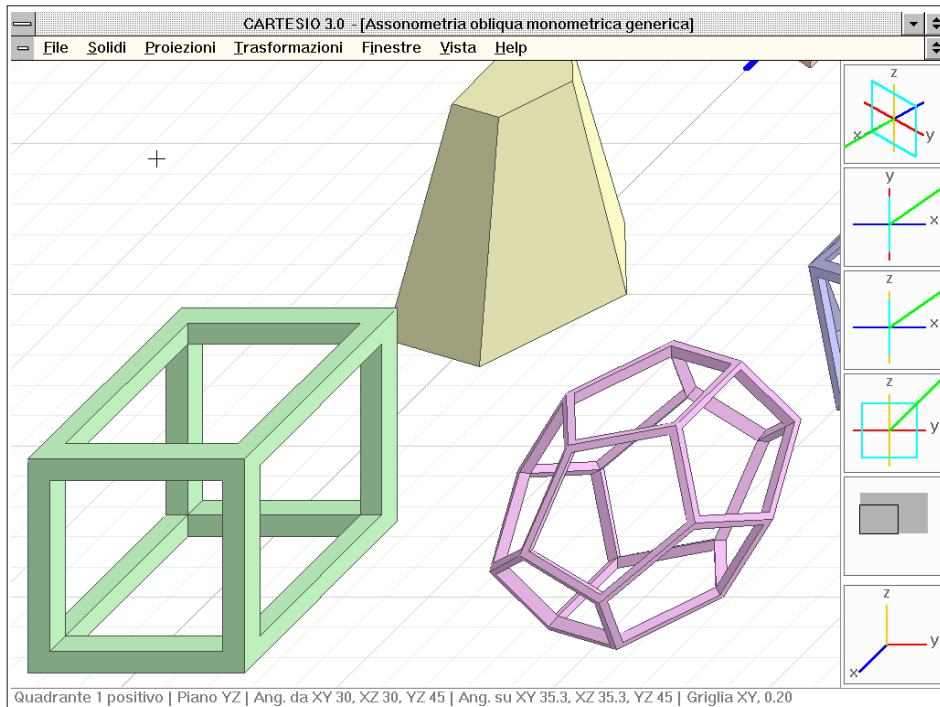


Fig. 3-42 Cambio, da tastiera, del piano di proiezione della assonometria precedente: da XY a YZ

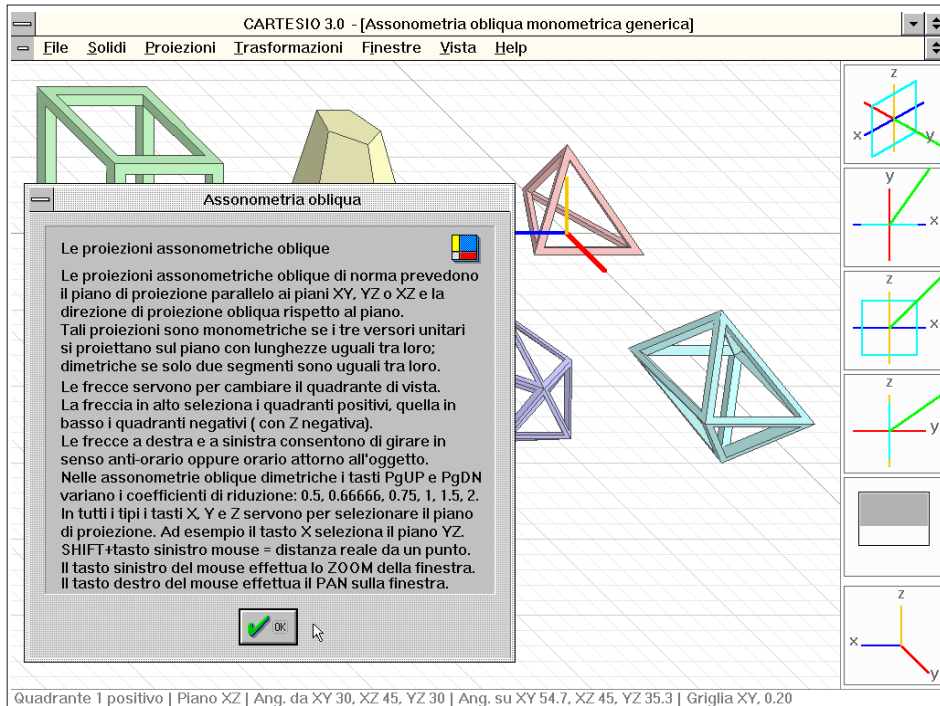


Fig. 3-43 Riquadro di aiuto contenente le possibili modifiche (da tastiera) per le assonometrie oblique

Pertanto una proiezione assonometrica ortogonale generica potrà avere, al limite, il piano di proiezione parallelo ad un piano cartesiano e dunque configurarsi in modo identico ad una proiezione ortogonale.

Si chiuda ora una finestra per far posto ad un'altra in proiezione assonometrica obliqua. Vi sono tre modi per chiudere una finestra di rappresentazione (vedi figura 3-40):

- Usare il comando *Vista-Chiudi finestra*.
- Usare la sequenza CTRL+F4.
- Usare il bottone in alto a destra sulla finestra da chiudere ed attivare il comando *Chiudi*.

I tre metodi sono del tutto equivalenti e tutti fanno comparire, se esistono solidi, il riquadro mostrato nella figura 3-40 per una conferma esplicita sulla chiusura della finestra. Chiudendo una finestra non si cancellano assolutamente i solidi del modello reale, anche se si dovessero chiudere tutte le finestre aperte. Infatti il modello reale rimane sempre lo stesso per tutte le finestre; viceversa ogni finestra possederà una propria area di memoria contenente il modello proiettato secondo le indicazioni di quella finestra.

Si apra ora una finestra in proiezione assonometrica obliqua monometrica generica (figura 3-41) fornendo l'angolo dell'azimut, dopo la proiezione, dei segmenti orizzontali paralleli all'asse X, in questo caso 45 gradi (l'angolo zenitale della retta direzione, per le assonometrie oblique monometriche, è infatti sempre di 45 gradi rispetto al quadro).

Le assonometrie oblique sono caratterizzate dalla giacitura del piano di proiezione parallela ad uno dei tre piani cartesiani e dall'incidenza obliqua della direzione di proiezione sul piano stesso. In *CARTESIO* la finestra, per le proiezioni assonometriche oblique, viene aperta per default con la proiezione sul piano XY, ma è possibile modificarlo, per mezzo dei tasti X, Y o Z, sempre rimanendo all'interno della stessa finestra: il tasto X seleziona il piano YZ, il tasto Y il piano XZ e il tasto Z il piano XY. Nella riga di testo in basso vengono riportate le stesse indicazioni delle proiezioni assonometriche ortogonali ed inoltre il piano di proiezione.

La figura 3-42 mostra un ingrandimento della finestra precedente, ma con piano di proiezione parallelo a YZ (da notare anche le variazioni nei riquadri a destra della finestra), mentre la figura 3-43 riporta il riquadro di dialogo di aiuto delle assonometrie oblique (CTRL+F1), con sullo sfondo i solidi proiettati sul piano XZ.

Le assonometrie oblique dimetriche sono definite da un angolo azimutale ed uno zenitale, potendo assumere la direzione assonometrica qualsiasi angolo rispetto al piano (fuorché un angolo nullo che definirebbe una direzione parallela al piano di proiezione).

Indicando un angolo di 90 gradi si ricade invece evidentemente nel campo delle proiezioni ortogonali. In *CARTESIO*, oltre alla possibilità di definire l'angolo zenitale, viene immesso anche lo scorciamento subito da un segmento perpendicolare al piano di proiezione: se il fattore è minore di 1 l'angolo zenitale sarà maggiore di 45 gradi, se, al contrario, il fattore è maggiore di 1 l'angolo sarà minore di 45°.

La figura 3-44 mostra una proiezione assonometrica obliqua dimetrica generica con

angolo di azimut pari a 30 gradi e scorcio di 0.8 (zenit 51.34 gradi, leggibile sia nella riga di testo in basso sulla finestra che dal riquadro *Informazioni*).

Queste assonometrie, oltre al cambio del piano di proiezione e del quadrante che contiene la direzione di proiezione, possiedono anche la caratteristica di poter variare il fattore di scorcio (con passo 0.05) mediante i tasti PgUP (che aumenta il fattore) e PgDN (che diminuisce il fattore).

Inoltre tutte le assonometrie oblique generiche, siano esse monometriche o dimetriche, consentono di ruotare la direzione assonometrica attorno all'origine, oltre che a passi di 90°, anche con passo definito dall'utente e inizialmente posto pari a 5°, modificabili sempre con i tasti + (raddoppia il passo) e - (dimezza il passo).

Le assonometrie oblique dimetriche predefinite, invece, variano i fattori di scorcio, sempre con i tasti PgUP e PgDN, con cadenze prefissate: 0.5, 0.6667, 0.75, 1, 1.5 e 2. La figura 3-45 mostra infatti la stessa finestra della figura 3-44 con vista dal 3° quadrante (anziché il 1°), proiezione sul piano YZ (invece di XY) e scorcio ridotto a 0.65 (da 0.8). Inoltre l'angolo azimutale è stato variato (per mezzo della sequenza CTRL+Freccia a destra) e portato a 60 gradi dai 30° iniziali: infatti l'angolo su YZ non è di 120° (90°+30°) ma di 150° (90°+60°).

Se le assonometrie, soprattutto le oblique, hanno notevoli possibilità di variazione, le prospettive consentono libertà ancora maggiori.

In CARTESIO sono previsti tre tipi di prospettive:

- A quadro frontale, vale a dire con il piano di proiezione sempre parallelo a due assi e perpendicolare al terzo.

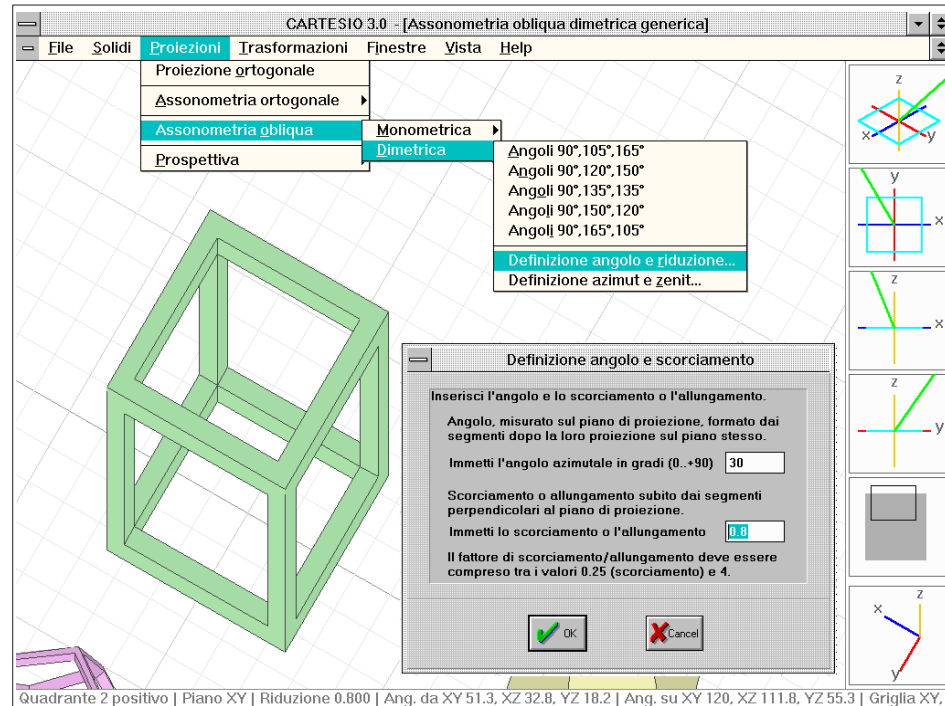


Fig. 3-44 Assonometria obliqua dimetrica generica e relativo riquadro di dialogo usato per la definizione

- A quadro obliquo, cioè con il piano di proiezione sempre parallelo ad un asse.
- A quadro inclinato, e dunque di norma non parallelo a nessun asse cartesiano.

La figura 3-46 illustra la finestra di default per una prospettiva a quadro frontale: la vista è dall'alto e le coordinate del centro di proiezione (PV) sono 0,0,10 (il punto è dunque appartenente all'asse Z), mentre le coordinate del punto principale sono 0,0,0 (il quadro coincide con il piano XY). Nella riga di testo vengono riportate le coordinate del centro di proiezione (PV) del punto principale (PP), la distanza tra i due punti e le due triplette di angoli già viste per le assonometrie.

In una prospettiva a quadro frontale sono attivi anzitutto i tasti freccia: premendo, ad esempio, il tasto a sinistra si ottiene un'immagine simile alla figura 3-47 dove il quadro è verticale e parallelo agli assi Y e Z e il centro di proiezione ha coordinate -10,0,0, mentre il punto principale è mantenuto a 0,0,0. I tasti Fine (End) e Inizio (Home o anche, per alcune tastiere, freccia a 45° verso l'angolo alto a sinistra), allontanano (Fine) o avvicinano (Inizio) il centro di proiezione al punto principale, mentre i tasti + e -, come per gli altri casi, consentono di variare il passo di modifica.

La figura 3-48 mostra una scena analoga a quella della figura 3-47 ma con distanza 4.5 anziché 10: è evidente la differenza di proporzioni tra l'ottaedro di primo piano e il dodecaedro sullo sfondo. Agendo invece sui tasti A (per Alto), B (per Basso), D (per Destra) e S (per Sinistra) si sposta la retta che unisce il centro di proiezione al punto principale in modo tale da ottenere una nuova rappresentazione vista, rispetto al quadro, più dall'alto, dal basso, da destra o da sinistra della precedente. Lo spostamento è dunque relativo al quadro e diverso secondo la disposizione del quadro ri-

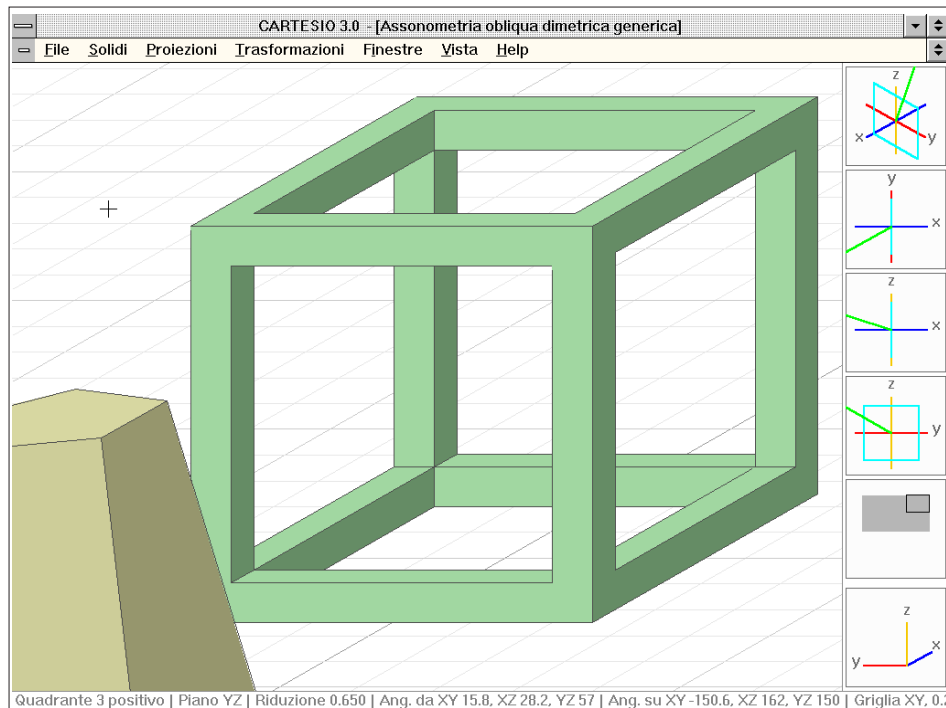


Fig. 3-45 Modifica della precedente configurazione: da proiezione su piano XY a YZ e riduzione a 0.65

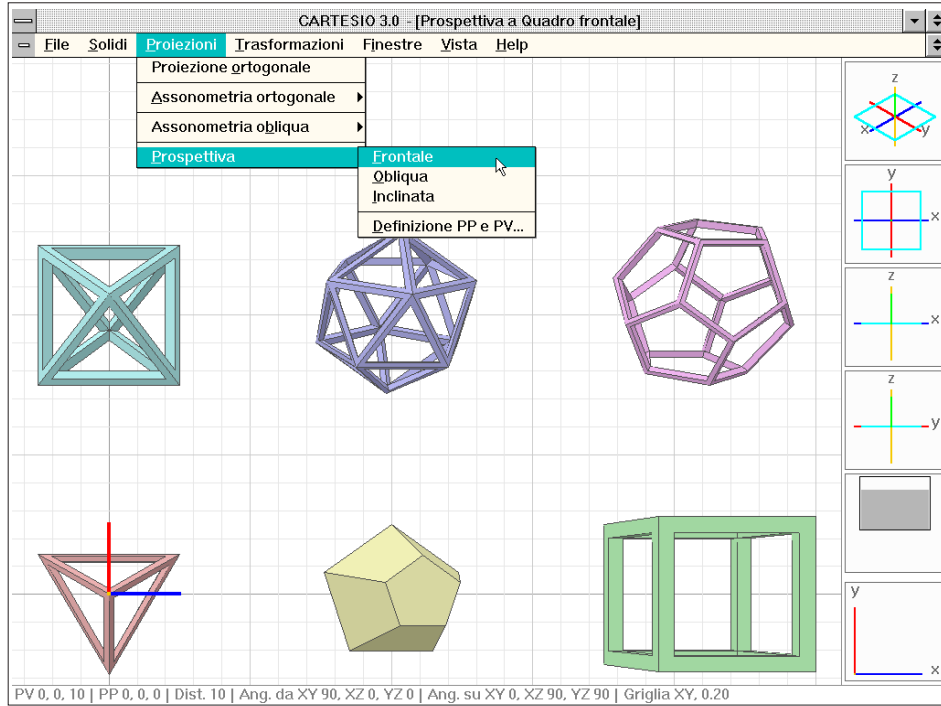


Fig. 3-46 Prospettiva a quadro frontale orizzontale (il quadro può divenire verticale per mezzo delle frecce)

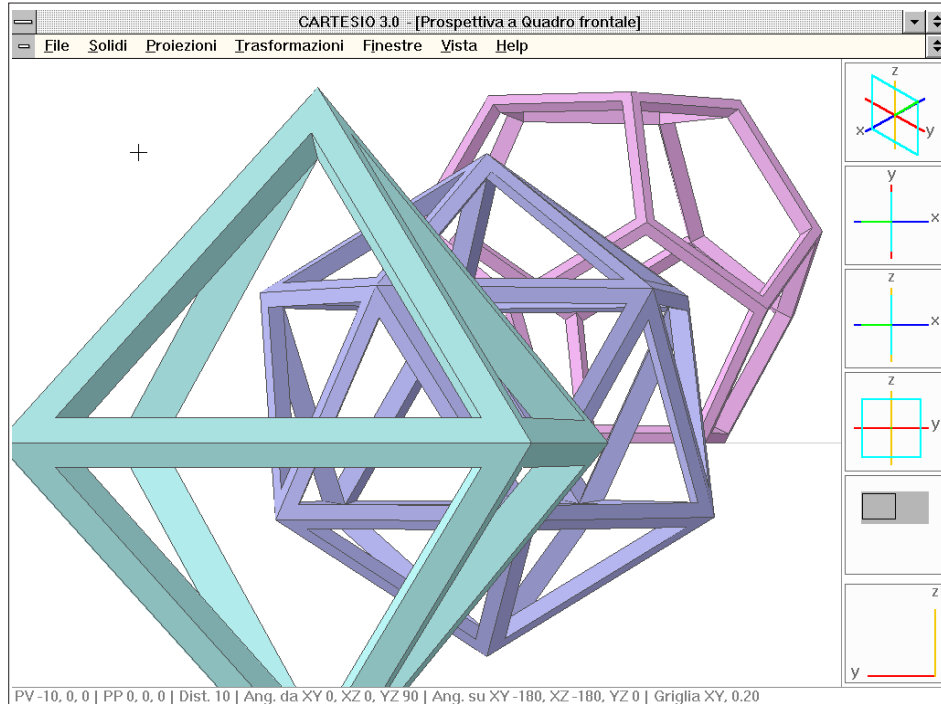


Fig. 3-47 Prospettiva frontale a quadro verticale e coincidente con il piano YZ

spetto agli assi, ma l'effetto sarà comunque quello di uno spostamento come appena detto.

La figura 3-49 illustra questa modalità mostrando la scena con coordinate del centro di proiezione -4.5, 0.5, 2, modificate con i tasti S (sinistra) e A (alto). Dato che il quadro è perpendicolare alla retta che unisce il centro di proiezione con il punto principale, è evidente che per mantenere il tipo di proiezione a quadro frontale, è necessario che si sposti, oltre al centro di proiezione, anche il punto principale: questo viene eseguito automaticamente dal programma, garantendo pertanto il mantenimento della tipologia di proiezione. In realtà per definire completamente una qualunque configurazione prospettica sono necessari solo il quadro e il centro di proiezione: il punto principale viene dato automaticamente dalla proiezione perpendicolare del centro di proiezione sul quadro. Per semplicità, in *CARTESIO*, anziché modificare il quadro (modifica che richiederebbe l'immissione di almeno due angoli), viene modificato il punto principale, identificando conseguentemente anche il quadro, visto che questo è necessariamente perpendicolare alla retta che unisce il punto principale al centro di proiezione.

La figura 3-50 rende evidente una nota caratteristica delle prospettive: le aberrazioni marginali. Questa anamorfofi è stata ottenuta semplicemente avvicinando molto il quadro agli oggetti e spostando, contemporaneamente, la retta direzione lateralmente rispetto agli stessi oggetti. Il punto principale pertanto non è affatto interno alla finestra di vista ma molto esterno, ed infatti i riquadri a destra della finestra riportano con chiarezza la configurazione dello schema proiettivo.

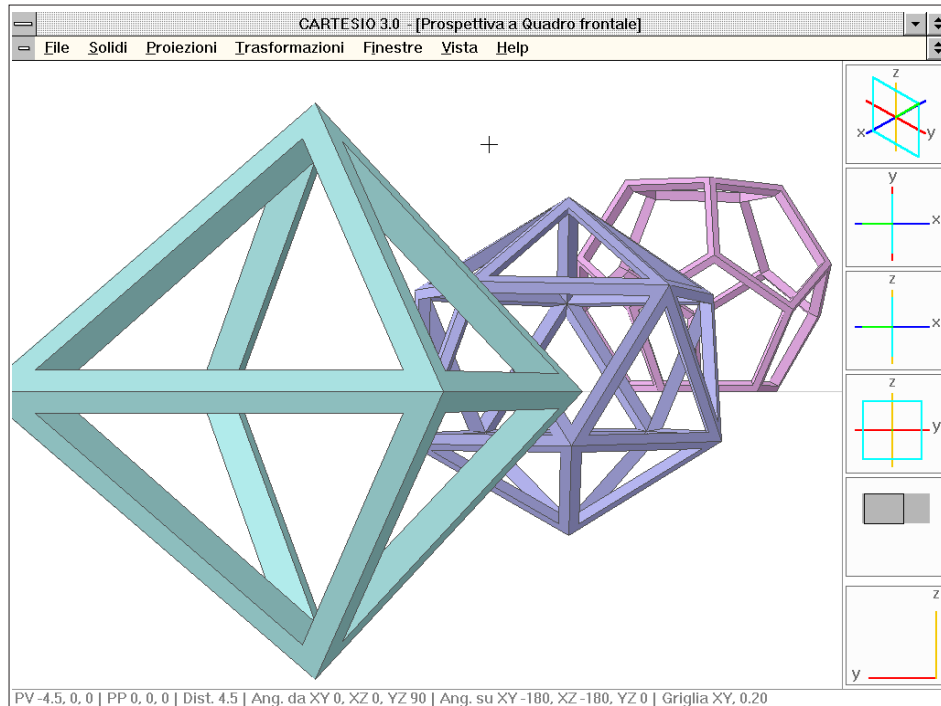


Fig. 3-48 Prospettiva a quadro frontale con distanza diminuita rispetto alla configurazione precedente

Al riguardo è da notare che il piano di proiezione (in azzurro) è schematizzato con un quadrato avente il lato di lunghezza pari al doppio della distanza riportata sulla riga di testo in basso: in questo caso il lato del quadrato azzurro è di 3 unità. La necessità di variare la grandezza del quadrato che simboleggia il piano di proiezione è evidente se si pensa alle notevoli differenze possibili per i valori della distanza principale: supponendo, ad esempio, che il lato sia fisso e posto, ad esempio, pari a una unità, se la distanza principale è di 30 unità non si riuscirebbe a distinguere la giacitura del quadro perché ridotto ad un punto o quasi. Al contrario, mettendo in relazione alla distanza principale sia il lato del quadrato che le lunghezze degli assi di riferimento, si riesce a controllarne le posizioni relative e assolute per uno spettro di casi assai più ampio.

Nella figura 3-51 si trova, invece, un'altra rappresentazione con sovrapposto il riquadro di aiuto delle prospettive a quadro frontale, dove è riportata un'altra possibile modificazione: lo spostamento solidale del centro di proiezione e del punto principale lungo gli assi X, Y e Z. Infatti con i tasti A, B, D, S lo spostamento, sempre solidale, è relativo alla disposizione del quadro: se questo è, ad esempio, orizzontale e la vista è dall'alto, allora la lettera A sposterà il centro di proiezione lungo l'asse Y positivo mentre B nel verso negativo e D muoverà il punto nel verso positivo dell'asse X. Ma se il quadro fosse parallelo agli assi X e Z e la vista dal semi-spazio a Y positiva, allora la lettera A muoverebbe il centro di proiezione nel verso positivo delle Z, mentre D sposterebbe lo stesso punto lungo il verso negativo dell'asse X. Mediante i tasti X, Y e Z si sposta invece il centro di proiezione (e il punto principa-

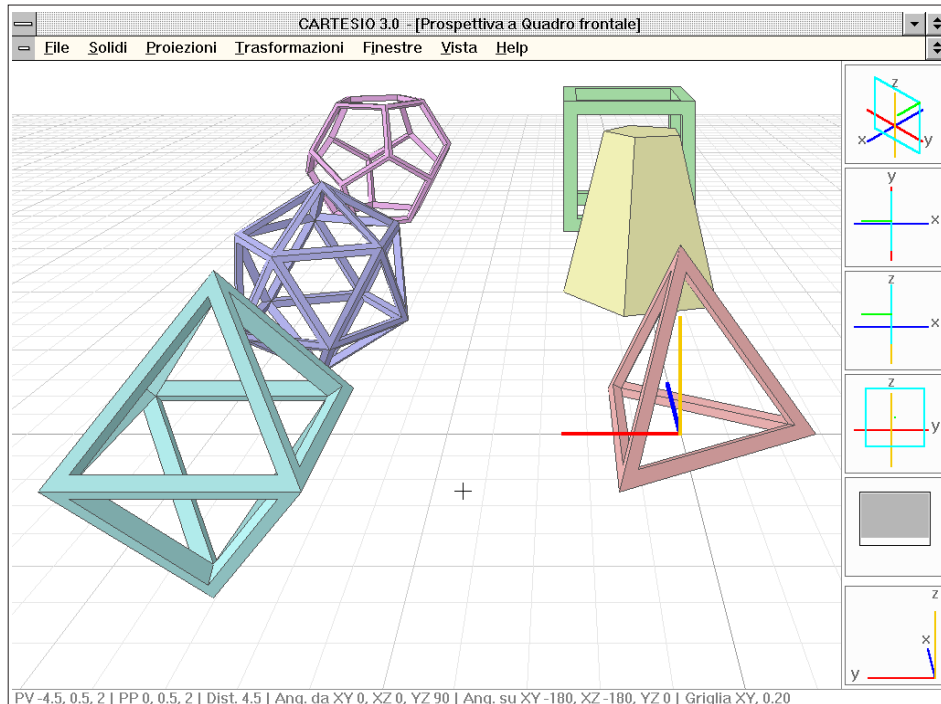


Fig.3-49 Prospettiva a quadro frontale con spostamento della retta PV-PP

le) lungo i versi positivi degli assi indicati, mentre con i tasti CTRL+X, CTRL+Y e CTRL+Z lungo i versi negativi, qualunque sia la giacitura del quadro.

Oltre a queste modificazioni dei parametri proiettivi, le finestre relative a prospettive possono rappresentare anche tre importanti elementi: l'orizzonte, il punto principale (proiezione del centro di proiezione sul quadro) e il cerchio delle distanze.

Mediante il comando *Finestre-Visione orizzonte su tutte* (o anche *Vista-Visione orizzonte*) si attiva o disattiva la rappresentazione a video di quei parametri (vedi figura 3-52). Evidentemente se il quadro fosse stato orizzontale l'orizzonte non sarebbe stato visibile, come è chiaro nella figura 3-53, dove è interessante notare, nei riquadri, la disposizione del piano di proiezione rispetto agli assi e, all'interno della finestra, i diversi gradi di anamorfosi subite dai solidi al variare della loro distanza dal centro di proiezione e dal quadro.

Le prospettive a quadro obliquo, invece, mantengono sempre il piano di proiezione parallelo ad un asse: in CARTESIO, per semplificazione, in queste prospettive il quadro è sempre e solo verticale e dunque parallelo all'asse Z: per ottenere una prospettiva obliqua con quadro parallelo all'asse X o Y sarà necessario definire una prospettiva generica.

La figura 3-54 illustra la vista iniziale per una prospettiva obliqua: il centro di proiezione è posto ad una altezza di 1 unità e il quadro è ruotato di 45 gradi rispetto all'asse X (vedi secondo riquadro dall'alto della stessa figura 3-54).

La distanza infine è pari a 10 unità, come è riportato sulla riga posta in basso. Oltre a tutte le modificazioni viste per la prospettiva a quadro frontale, nella prospettiva a

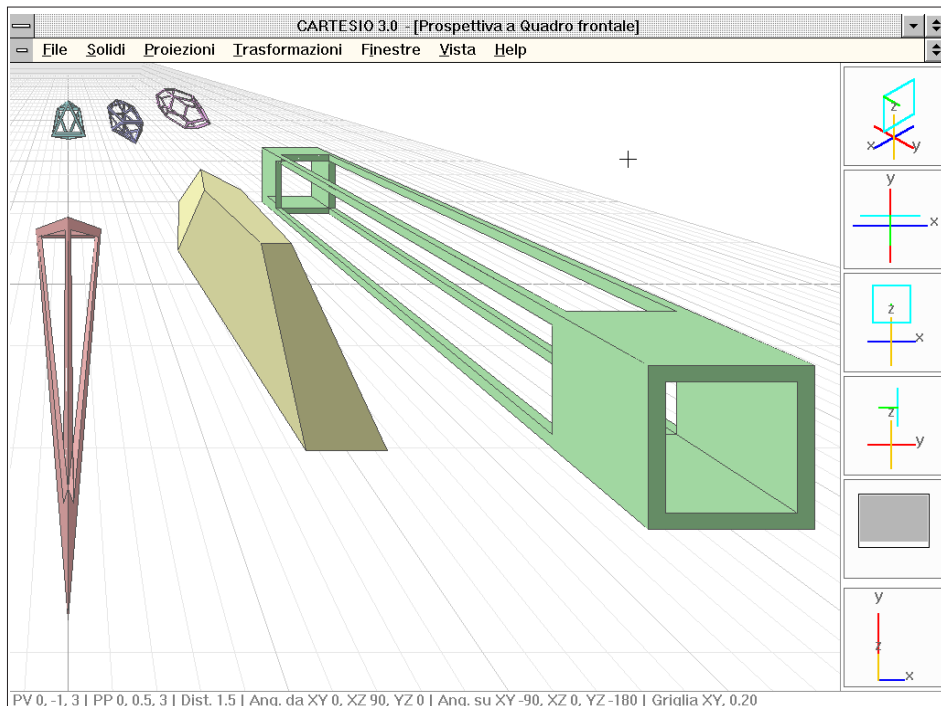


Fig. 3-50 Prospettiva a quadro frontale di tipo anamorfotico

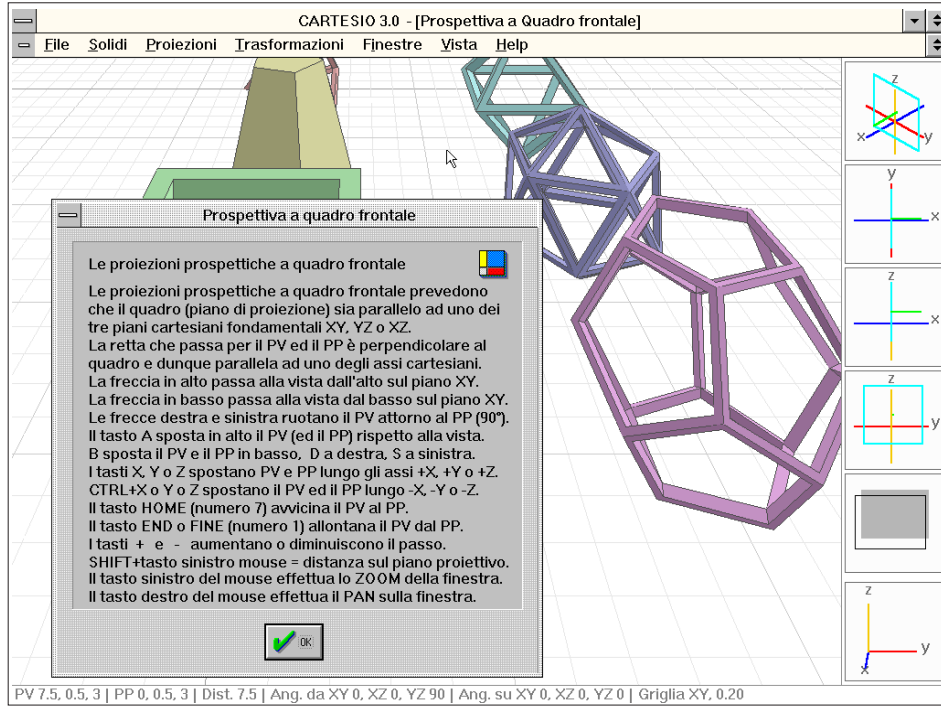


Fig. 3-51 Riquadro di aiuto per le possibili modifiche, da tastiera, delle prospettive a quadro frontale

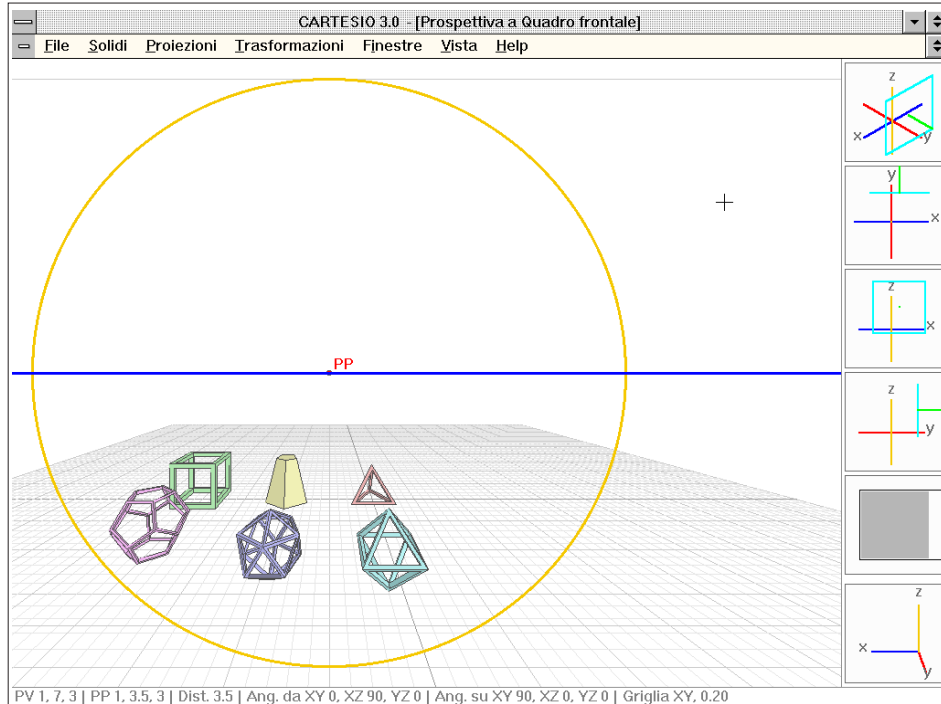


Fig. 3-52 Rappresentazione dell'orizzonte, del punto principale e del cerchio delle distanze

quadro obliquo vi è anche la possibilità di ruotare il centro di proiezione attorno al punto principale, usando la combinazione di tasti CTRL+Freccia a destra per ruotare in senso anti-orario o CTRL+Freccia a sinistra per ruotare in senso orario (vedi figura 3-55 con riquadro di aiuto per prospettive a quadro obliquo).

I tasti freccia destra e sinistra (senza l'uso in contemporanea con il tasto CTRL), ruotano invece la retta direzione di 90° , in senso anti-orario oppure orario, attorno al punto principale. Le frecce in alto e in basso riflettono invece la stessa retta rispetto al piano XY. In questo tipo di prospettive, e a maggior ragione nel successivo, le funzioni dei tasti A, B, D ed S risultano particolarmente interessanti. Infatti se è relativamente semplice spostare in quei modi la vista quando il quadro è parallelo ad uno dei piani cartesiani, meno semplice ed intuitiva è la stessa azione quando il quadro è disposto più liberamente.

Infine le prospettive a quadro inclinato genericamente rispetto agli assi (vedi figura 3-56), propongono una configurazione iniziale con il centro di proiezione posto, a distanza di 12.25 unità, sulla retta che forma con i piani e gli assi cartesiani angoli uguali tra loro (diagonale di un cubo posto con gli spigoli paralleli agli assi). Anche in questo caso le proiezioni si potranno modificare e, oltre a tutto quanto visto per le precedenti, i tasti CTRL+Freccia verso l'alto o CTRL+Freccia verso il basso ruoteranno il centro di proiezione attorno al punto principale, rispettivamente, verso l'alto e verso il basso di 5° , modificabili in più o in meno sempre con i tasti + e -.

La figura 3-57, oltre a mostrare il riquadro di aiuto per le prospettive a quadro inclinato, illustra anche una interessante caratteristica di queste proiezioni. Infatti non essendo, in quella proiezione, il quadro verticale, il punto principale non sta sull'orizzonte, ma più in basso poiché il quadro stesso è orientato in quel senso.

Il menu *Prospettiva* presenta anche una quarta opzione: *Definizione PP e PV...* che consente di immettere le coordinate del centro di proiezione e del punto principale. Sarà così permesso generare prospettive generiche a partire da una configurazione decisa dall'utente. Per questo tipo di prospettiva vale tutto quanto detto per le prospettive a quadro inclinato. In questo caso è anche da rilevare che, potendo inclinare liberamente il quadro, viene mantenuta, sulla finestra, l'orizzontalità della linea dell'orizzonte (del resto se così non fosse perderebbe del tutto significato la parola stessa di orizzonte). Pertanto potrà accadere che nessuno degli assi sia verticale, cosa invece sempre vera nelle prospettive frontali ed oblique.

Nel caso il quadro sia orizzontale viene invece mantenuta orizzontale la giacitura dell'asse X.

La figura 5-58 mostra il riquadro di dialogo per l'immissione dei due punti (PV e PP), che evidentemente non possono essere coincidenti. Il piano di proiezione sarà definito automaticamente come perpendicolare alla retta direzione e contenente il punto principale. In questo caso è importante definire due punti in modo tale che la direzione di vista che collega il centro di proiezione con il PP punti verso gli oggetti da rappresentare: se si invertissero i punti gli oggetti si troverebbero alle spalle dell'osservatore e pertanto non verrebbero rappresentati. Infatti per ogni prospettiva viene automaticamente definito un piano, parallelo al quadro e inizialmente distante dal centro di proiezione 0.1 unità, che impedisce la "retro proiezione" di oggetti che

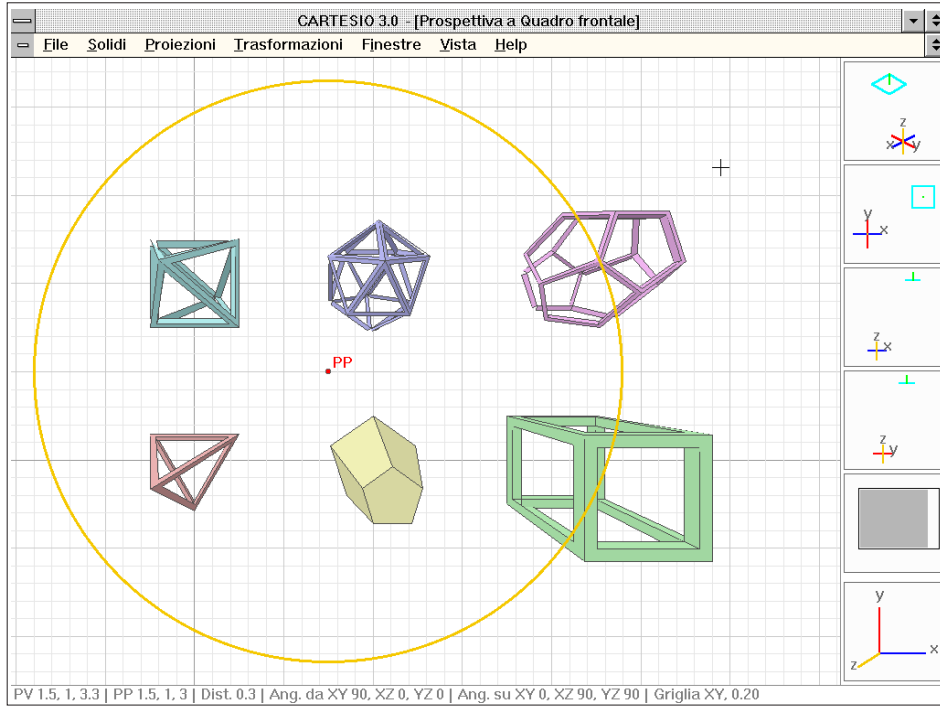


Fig. 3-53 Rappresentazione del cerchio delle distanze e del PP nel caso di quadro orizzontale

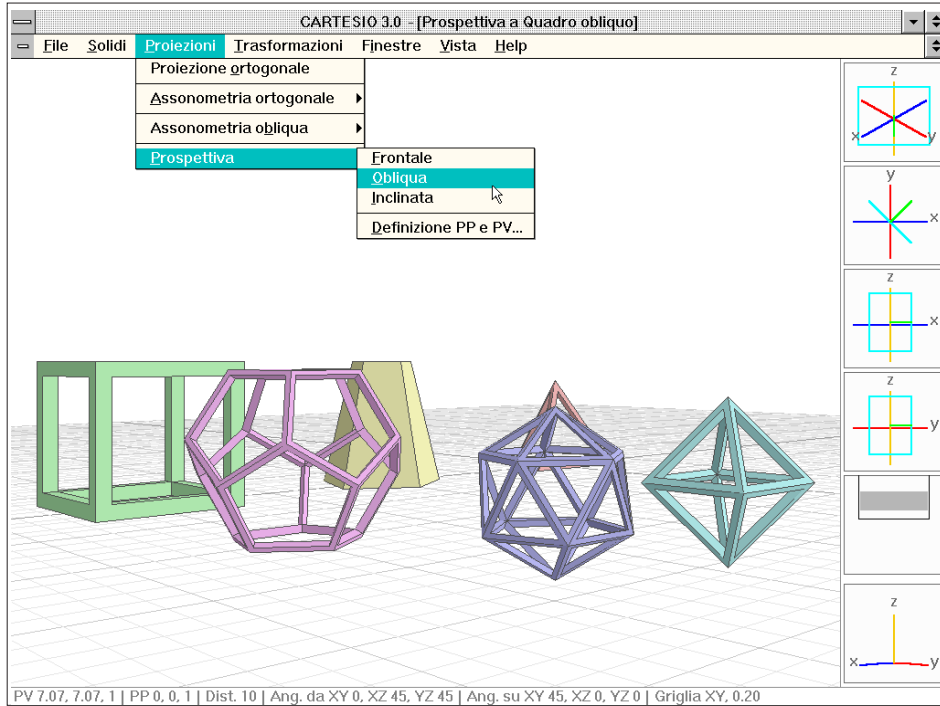


Fig. 3-54 Prospettiva a quadro obliquo (in questa classe di proiezioni il quadro, in CARTESIO, è solo verticale)

stiano alle spalle dell'osservatore.

La distanza del piano di ritaglio dal centro di proiezione è modificabile per mezzo dei comandi *Finestre-Piano di ritaglio generale...* o anche *Vista-Piano di ritaglio della vista...*, come è illustrato nelle figure 3-59 e 3-60.

In quelle immagini il piano di ritaglio è posto a 12 e 11.5 unità dal centro di proiezione: tutto ciò, griglia compresa, che sta oltre il piano, verso l'osservatore, verrà eliminato dalla rappresentazione. L'interno dei solidi (in quel caso un cubo), per rendere evidente la differenza rispetto alle superfici esterne, viene rappresentato in colore grigio.

Il primo comando (dal menu *Finestre*) indica un piano di ritaglio comune a tutte le prospettive aperte ed anche alle eventuali future finestre da aprire, il secondo (dal menu *Vista*) si riferisce invece solo alla finestra attiva, sempre che si tratti di una prospettiva. Per ritornare alla configurazione di *default* (distanza del piano di ritaglio dal centro di proiezione pari a 0.1 unità) è necessario richiamare il comando, cancellare il valore ed attivare il bottone *Minima distanza dal PV*.

Un'altra interessante opzione di CARTESIO è data dalla possibilità di vedere, in una o più proiezioni, il quadro e la direzione principale di una proiezione denominata "proiezione di riferimento". È anzitutto necessario selezionare il comando *Finestre-Scelta proiezione di riferimento...* (vedi figura 3-61) e, una volta scelta la proiezione dalla lista, attivare il comando *Finestre-Visione quadro su tutte*. A questo punto, su tutte le altre finestre (in quell'esempio si è scelta come proiezione di riferimento una

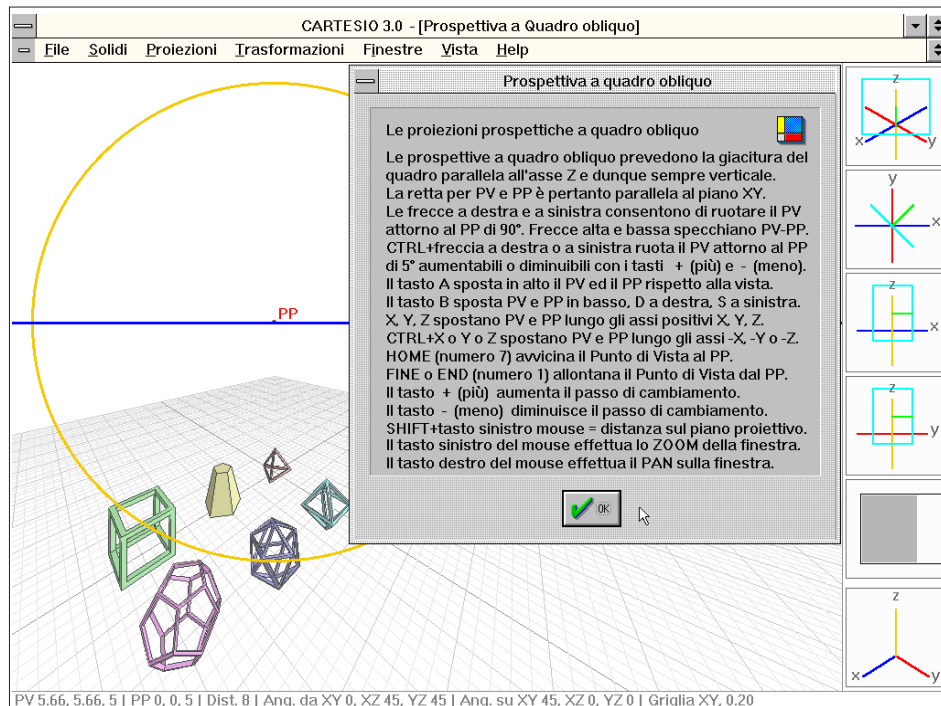


Fig. 3-55 Riquadro di aiuto per modificazioni di prospettive a quadro obliquo

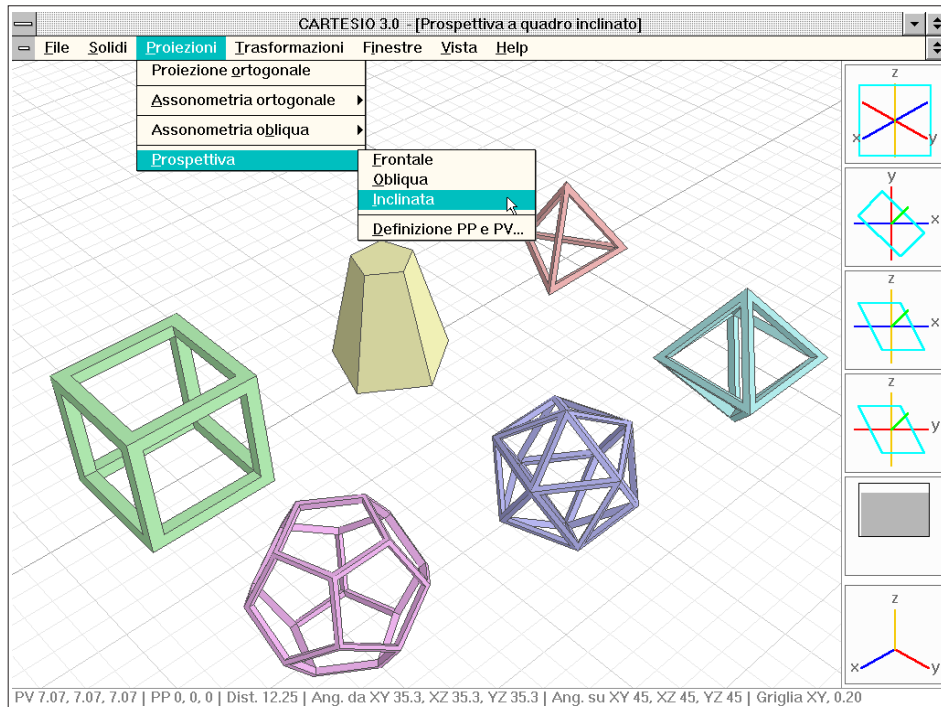


Fig. 3-56 Prospettiva a quadro inclinato

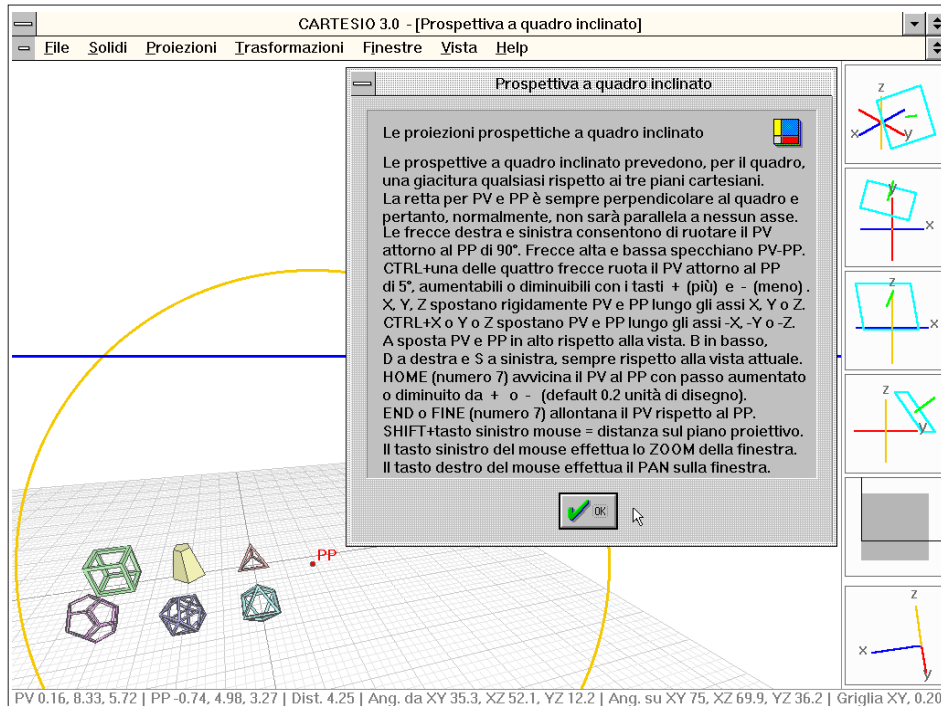


Fig. 3-57 Riquadro di aiuto per modifiche, da tastiera, di prospettive a quadro inclinato

prospettiva a quadro inclinato) comparirà il quadro (in azzurro) e la direzione (in verde) legate agli assi e agli oggetti in esse rappresentati (vedi figura 3-62).

Si vedrà, ad esempio in assonometria o in proiezione ortogonale, la configurazione proiettiva di una prospettiva e saranno chiari i successivi spostamenti del quadro o del centro di proiezione rispetto agli oggetti o le loro rotazioni rispetto agli assi. Nel menu *Finestre* compaiono altre tre voci delle quali vale la pena di verificare il funzionamento.

L'ultima voce del menu, *Cambia direzione luce...* consente appunto di modificare l'azimut e lo zenit della direzione della luce che illumina le facce dei solidi.

Ogni faccia assume una tonalità di colore in stretta relazione con il coseno dell'angolo di incidenza della luce stessa, in accordo con la legge di Lambert.

Le facce poste perpendicolarmente alla direzione di luce saranno colpite da un flusso luminoso maggiore di quelle il cui angolo con la stessa retta è minore di 90°.

La direzione di partenza della retta direzione luce è definita da un azimut di 125 gradi e uno zenit di 30 gradi (vedi figura 3-63), la cui visualizzazione è attivata/disattivata mediante i comandi *Finestre-Visione_ direzione luce su tutte* o *Vista-Visione_ direzione luce*.

La figura 3-64 mostra la stessa scena con direzione di luce definita invece da un azimut di 250 gradi e uno zenit di 10 gradi (notare, come anche nella figura precedente, la direzione di luce rappresentata nei riquadri a destra).

La penultima voce dello stesso menu *Finestre*, *Proietta punto...*, consente di definire le coordinate tridimensionali di un punto che verrà proiettato su tutte le finestre

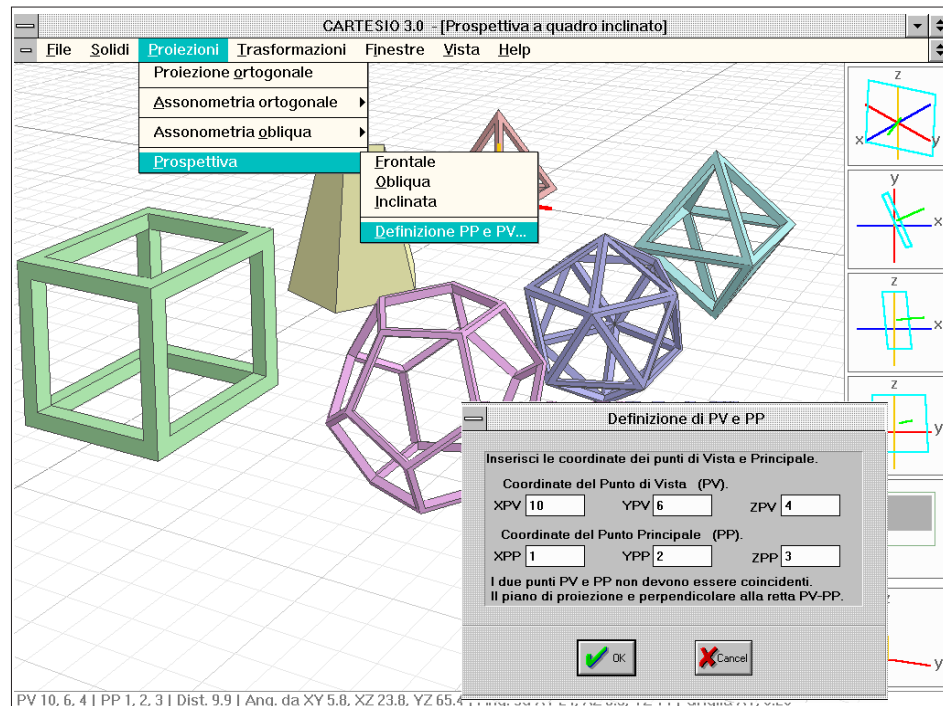


Fig. 3-58 Definizione del centro di proiezione (PV) e del punto principale (PP) per prospettive generiche

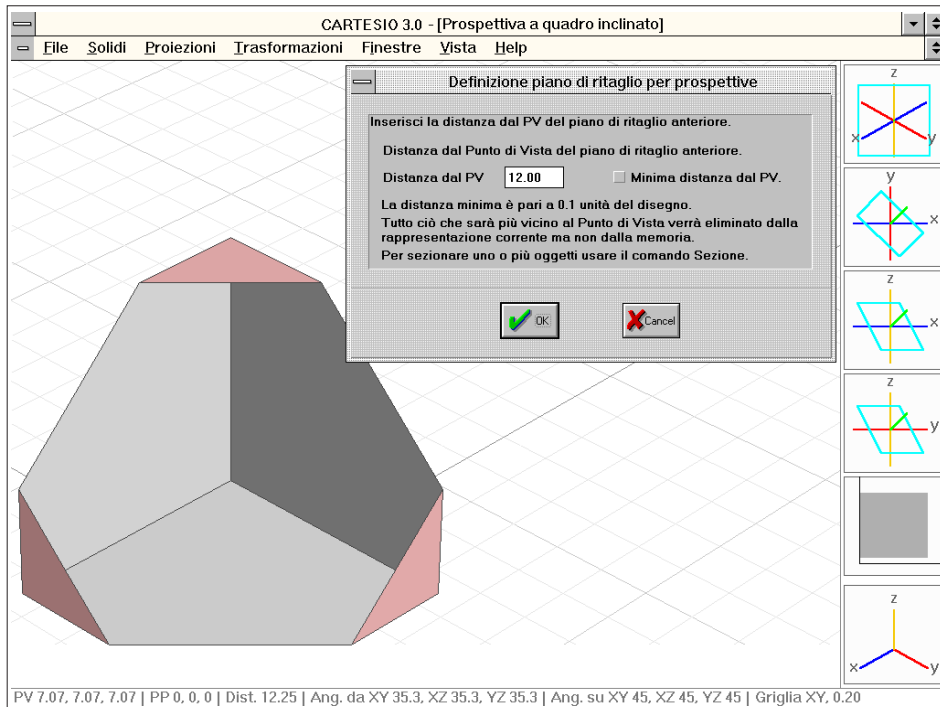


Fig. 3-59 Riquadro per la definizione della distanza del piano di ritaglio dal centro di proiezione (PV)

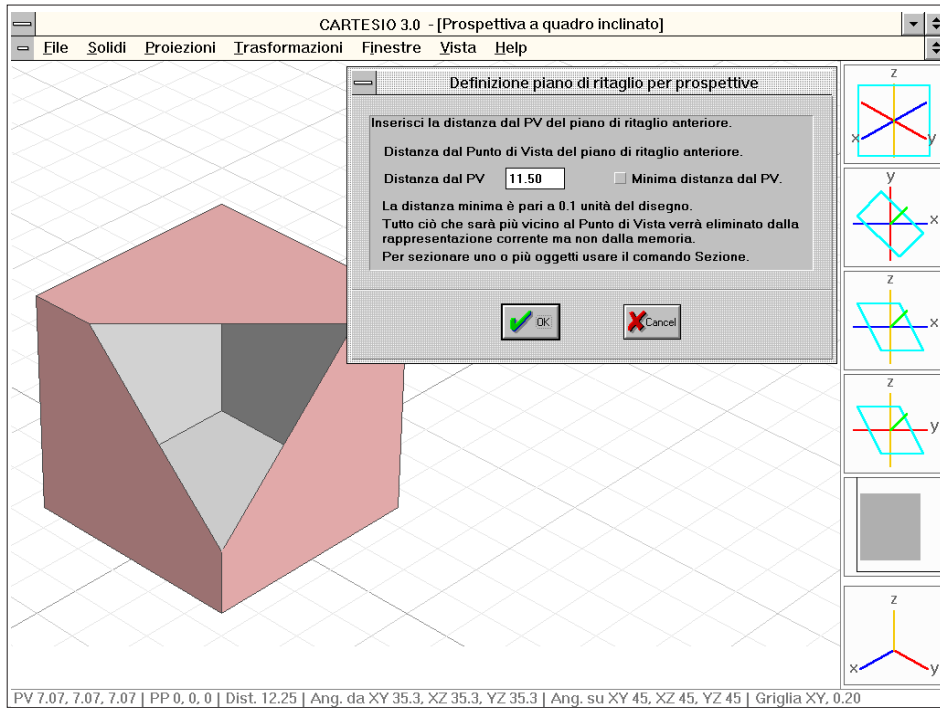


Fig. 3-60 Altro esempio di modifica del piano di ritaglio (solo per prospettive - vedi immagine precedente)

(se è abilitata la voce *Finestre-Visione punto proiettato su tutte*) o su una singola finestra (se invece si abilita *Vista-Visione punto proiettato*).

La figura 3-65 mostra infatti sia il riquadro per la determinazione del punto, sia il punto proiettato con le relative coordinate. Questo comando torna utile per la verifica, in una determinata proiezione, della posizione di un singolo punto, confrontandola con le posizioni dei solidi del disegno.

Infine la terzultima voce del menu *Finestre è Passo e giacitura griglia...* che abilita un riquadro per la definizione del passo, dell'origine e del piano di giacitura della griglia. La figura 3-66 mostra una proiezione assonometrica obliqua sul piano XZ. Portando la griglia parallela al piano di proiezione questa non è più vista in assonometria ma in prospettiva, mentre nella figura 3-67 la griglia, per la stessa immagine, è posta parallelamente al piano YZ, e quindi parallela alla faccia più scura del cubo. L'origine della griglia può essere spostata a piacimento così come la scansione regolare delle sue linee (il passo), fermo restando che saranno rappresentate 101 linee in ascissa ed altrettante in ordinata: due linee, ortogonali tra loro e di colore più scuro, in corrispondenza dell'origine della griglia e cinquanta linee a destra, sinistra, in alto e in basso di quelle. Ogni cinque passi le linee di griglia sono tracciate di colore leggermente più scuro, con modalità del tutto simili a quella in uso per le carte millimetriche.

La griglia viene disegnata sempre prima degli oggetti poiché, in caso contrario potrebbe confondere la loro rappresentazione a video. Pertanto potrà essere spesso nascosta "indebitamente" da alcune parti degli oggetti.

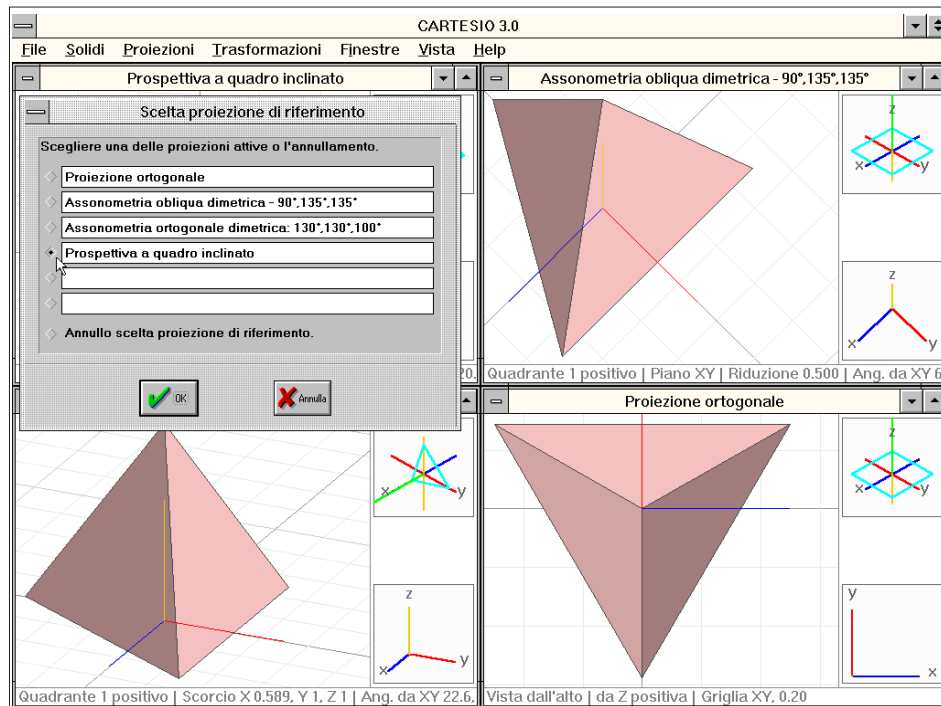


Fig. 3-61 Selezione della proiezione di riferimento (menu Proiezioni)

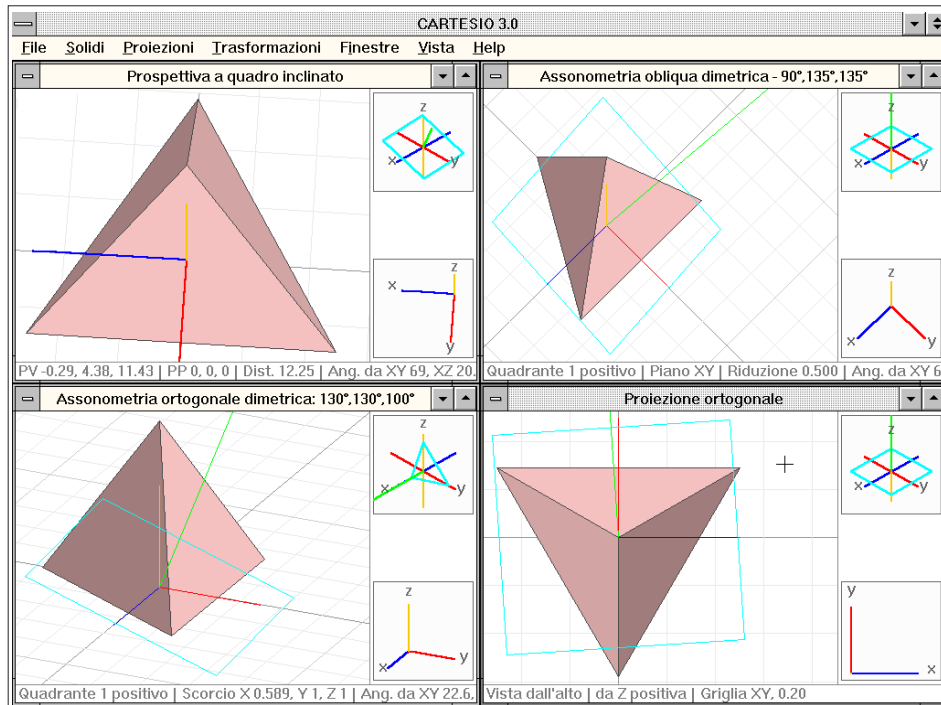


Fig. 3-62 Visione del quadro e della retta direzione della prospettiva a quadro inclinato

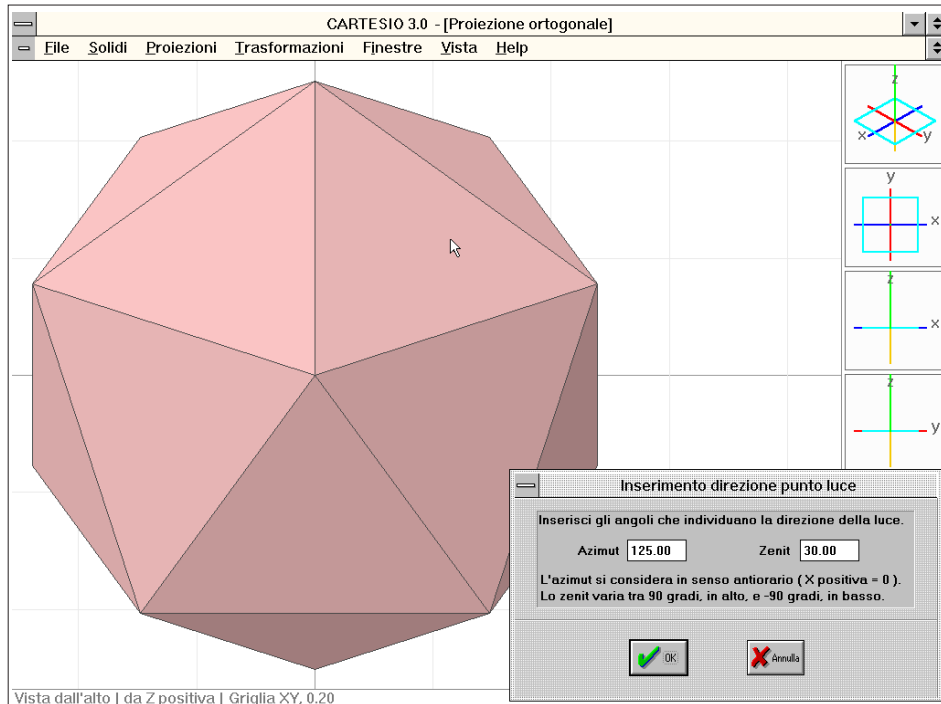


Fig. 3-63 Modifica della direzione di luce (in colore magenta nei riquadri, se resa visibile)

3.8 APPLICARE LE TRASFORMAZIONI GEOMETRICHE

Fino a questo punto si sono analizzate le caratteristiche proiettive del programma CARTESIO: quali sono i parametri di una proiezione, come si vede un oggetto proiettato in un dato modo, che differenze sussistono tra proiezioni diverse.

In questa sezione ci si occuperà delle trasformazioni applicabili ai solidi presenti nel disegno, modificazioni che saranno valide per tutte le finestre di rappresentazione, in quanto tutte le finestre fanno riferimento ad un unico modello reale.

I comandi presenti nel menu *Trasformazioni* risultano interessanti, oltre che per modificare la disposizione dei solidi e per capire, ad esempio, come si scorrono le lunghezze in una proiezione prospettica, anche come primo approccio al CAD. Infatti i comandi di quel menu spesso richiedono l'immissione di coordinate numeriche o di valori angolari o anche la definizione di piani nello spazio: tutti concetti e metodi che tornano di frequente nell'uso dei programmi CAD e che spesso vengono dati per acquisiti.

I comandi di quel menu possono essere raggruppati in quattro categorie:

- Gestione dei solidi.
- Trasformazioni geometriche.
- Deformazioni non lineari (vedi sezione 3.9).
- Sezioni (studiate nella sezione 3.10).

Il primo comando, *Crea gruppo di selezione...* identifica alcuni dei solidi presenti secondo il loro colore.

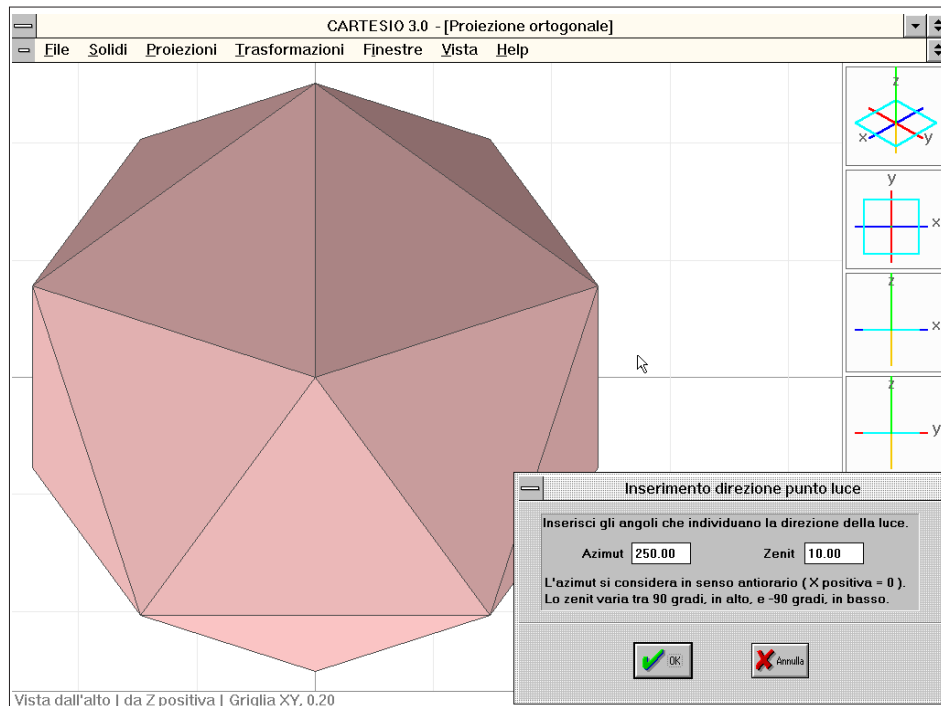


Fig. 3-64 Altro esempio di modifica della direzione di luce

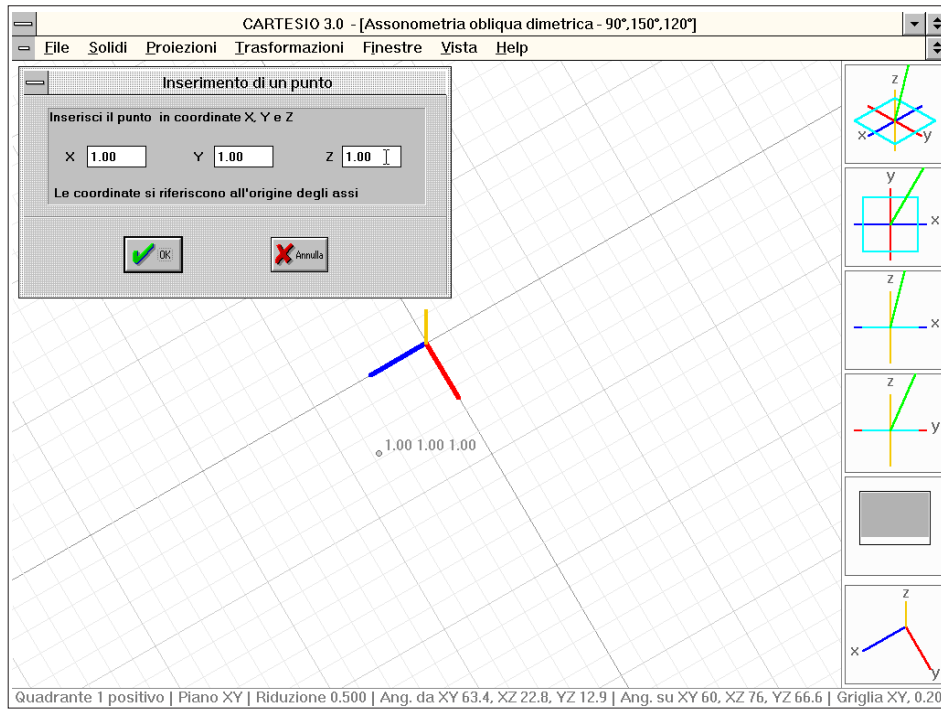


Fig. 3-65 Riquadro per l'inserimento di un punto che verrà proiettato all'interno delle varie finestre

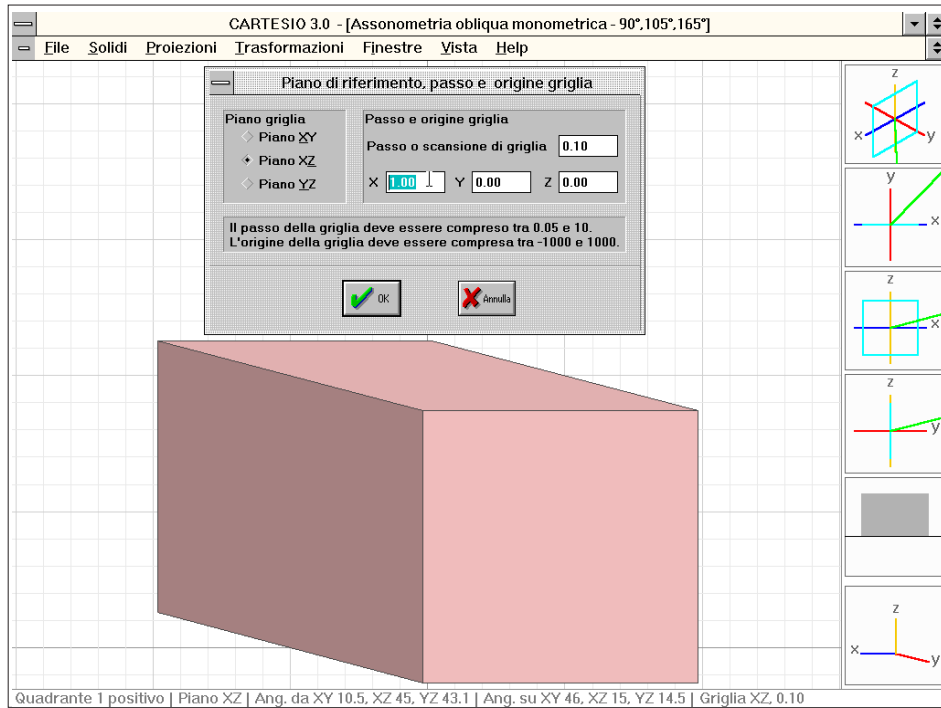


Fig. 3-66 Modifica delle caratteristiche della griglia di riferimento

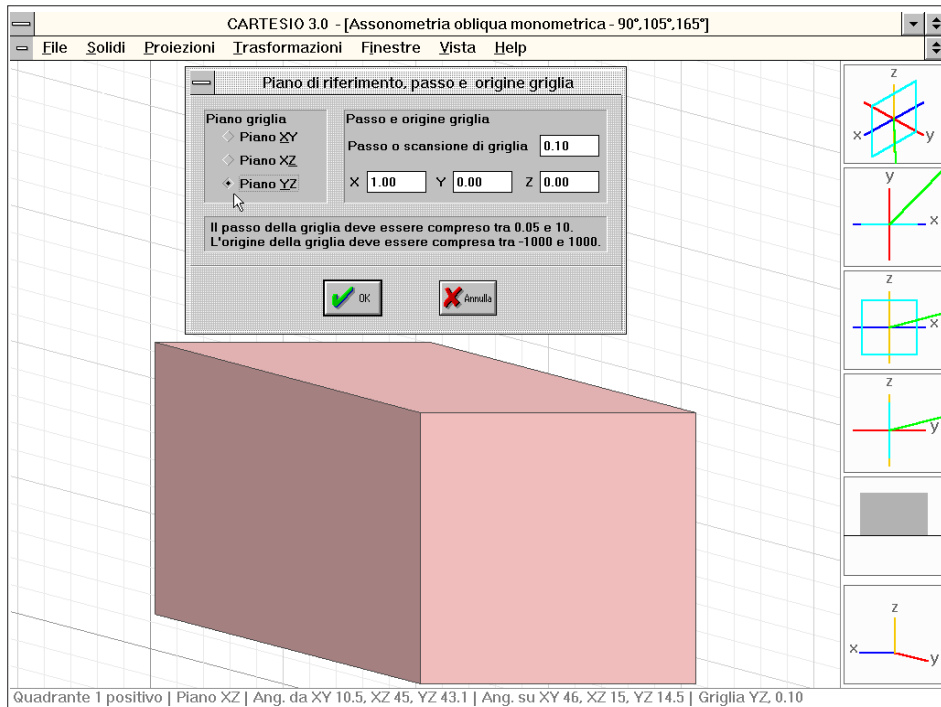


Fig. 3-67 Altro esempio di modifica delle caratteristiche della griglia (ora parallela al piano YZ)

Come è già stato detto, CARTESIO prevede l'uso di al massimo sei solidi (per un totale massimo di 1000 facce triangolari), ai quali vengono assegnati d'ufficio sei colori: rosso, giallo, verde, azzurro, blu e magenta.

Volendo sostituire un solido con un altro è dunque necessario cancellarlo prima di richiamare in memoria il sostituto. E per indicare al programma che si intende cancellare solo quel solido particolare si deve appunto prima richiamare il comando *Crea gruppo di selezione...* (vedi figura 3-68).

Una volta definito il gruppo di selezione, che può contenere da zero a sei colori, i colori selezionati compaiono nell'angolo in basso a destra di ogni finestra.

Selezionato il comando *Trasformazioni-Cancella solidi...* verrà richiesta specifica conferma di cancellazione, come è indicato nella figura 3-69 che mostra anche il risultato di una risposta affermativa.

A questo punto un eventuale nuovo solido prenderà il posto del primo solido cancellato.

Un'altra azione che richiede espressamente la creazione di un gruppo di selezione è il cambio di colore ad uno o più solidi. Il comando *Trasformazioni-Cambia colore ai solidi...* attiva il riquadro della figura 3-70 che consente di assegnare il colore scelto a tutti i solidi facenti capo al gruppo di selezione.

Tutti gli altri comandi del menu, essendo annullabili, possono essere richiamati anche senza un esplicito gruppo di selezione: se questo esiste le operazioni vengono applicate ai solidi selezionati, in caso contrario si applicheranno a tutti i solidi presenti.

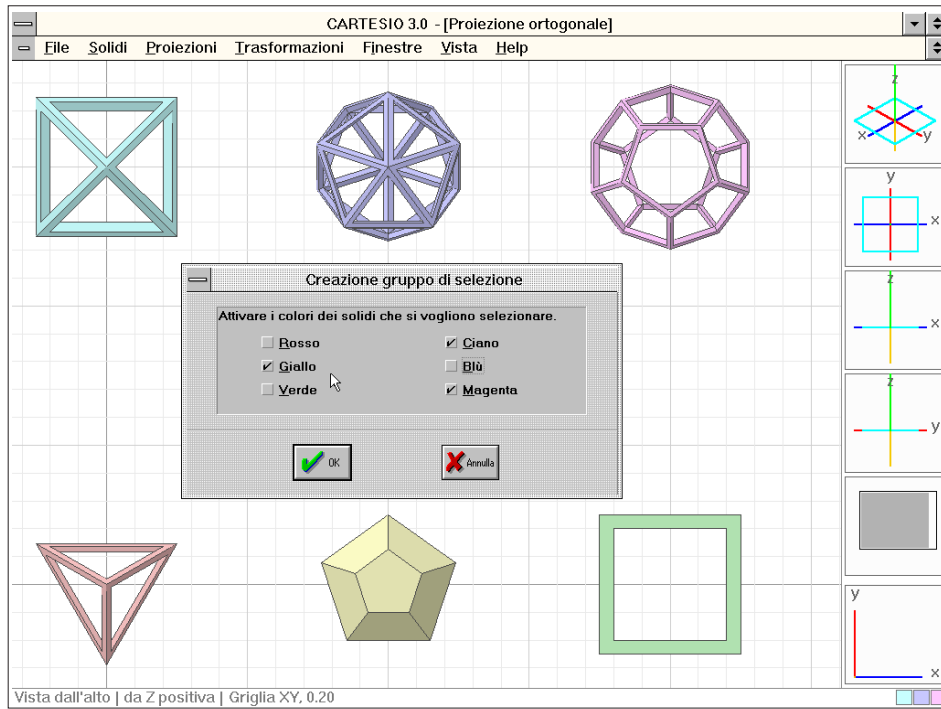


Fig. 3-68 Creazione di un gruppo di selezione (menu Trasformazioni)

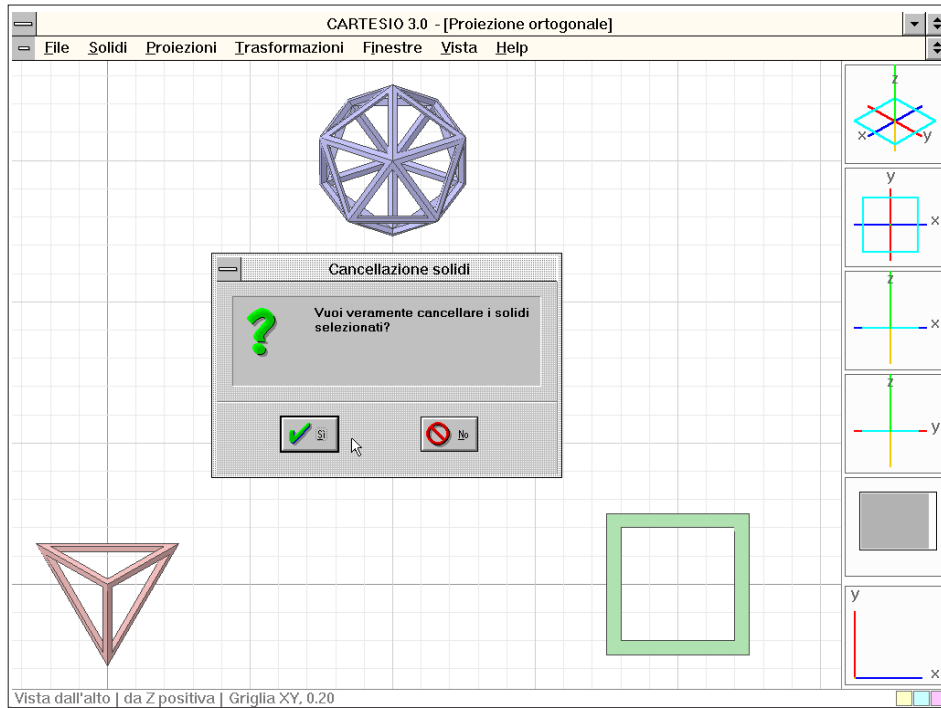


Fig. 3-69 Cancellazione dei solidi selezionati mediante gruppo di selezione (secondo il loro colore)

Le trasformazioni geometriche canoniche sono di quattro tipi:

- Traslazioni lungo gli assi X, Y e Z.
- Rotazioni attorno ad uno dei tre assi o attorno ad un asse generico.
- Scalature omogenea o non omogenea con fattori diversi per X, Y e Z.
- Riflessioni rispetto ai piani cartesiani o rispetto ad un piano generico.

Oltre a queste, come si vedrà, CARTESIO prevede anche la moltiplicazione di ogni punto dei solidi selezionati per una generica matrice di trasformazione, estendendo in modo molto interessante, soprattutto didatticamente, il concetto e la prassi della trasformazione geometrica (vedi anche sezione 2.12).

Tutte le trasformazioni geometriche possono essere annullate a ritroso fino a 100 volte o eseguite nuovamente per poterne ricontrollare attentamente gli effetti. Pertanto se si sono imposte più di 100 trasformazioni, le prime vengono cancellate dalla lista che conterrà sempre solo le ultime 100.

Se si annullano alcune trasformazioni, si potrà anche attivarne altre, perdendo però la possibilità di rieseguire le trasformazioni annullate in precedenza: in altre parole tra un annullamento e una riesecuzione di una trasformazione non possono essere inserite nuove trasformazioni.

Infatti la sequenza delle trasformazioni è simile ad una catena, dove ogni anello rappresenta una trasformazione, legata dunque sia alla precedente che alla successiva, senza la possibilità di inserire nuovi anelli che necessariamente dovrebbero influenzare anche tutte le successive trasformazioni: o meglio con la possibilità di inserire nuovi anelli, perdendo però la parte terminale della catena.

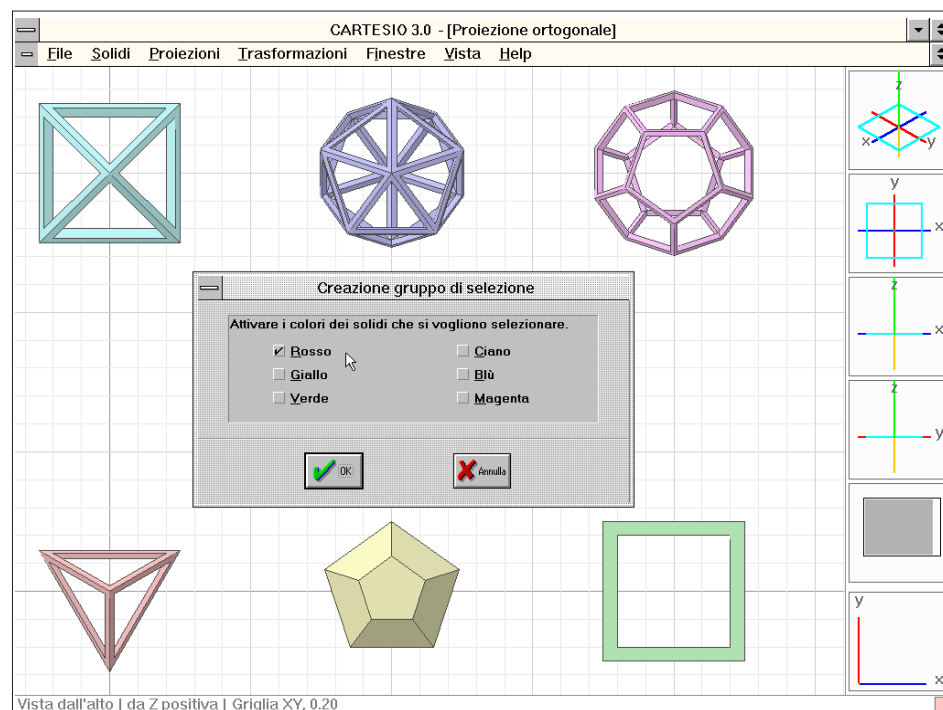


Fig. 3-70 Cambio di colore dei solidi selezionati mediante gruppo di selezione

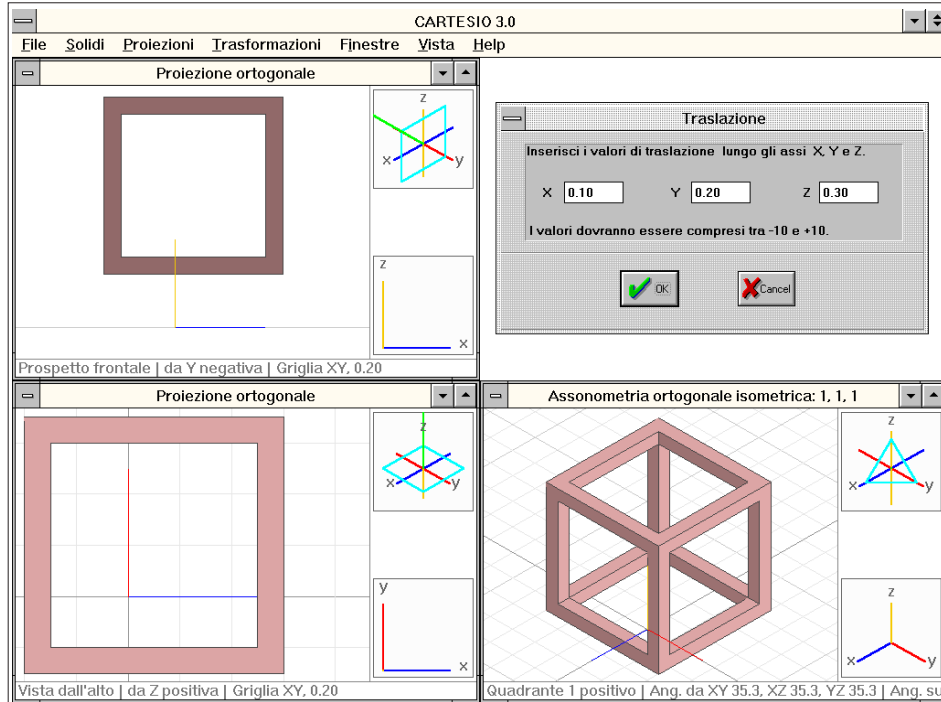


Fig. 3-71 Esempio di trasformazione geometrica: traslazione

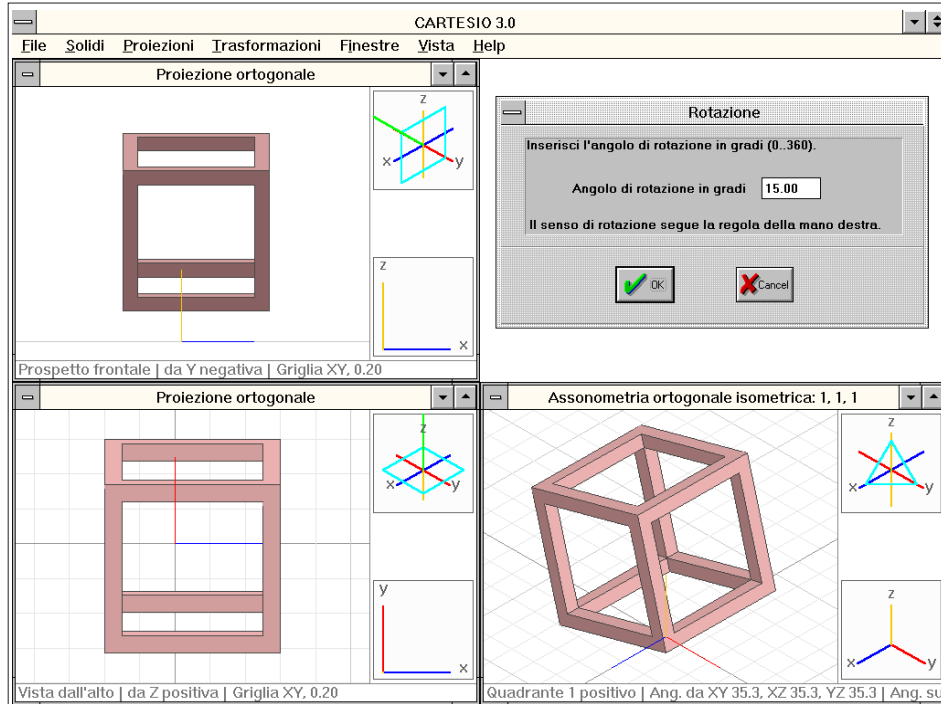


Fig. 3-72 Esempio di rotazione attorno all'asse X (vale la regola della "mano destra")

Tra una trasformazione e l'altra è invece possibile modificare il gruppo di selezione, che viene memorizzato con la trasformazione, o anche cancellare solidi, che evidentemente resteranno cancellati nel caso si annulli la trasformazione.

La figura 3-71 mostra il riquadro di dialogo della traslazione e gli effetti di una traslazione del solido di 0.1 unità in X, di 0.2 in Y e 0.3 in Z (si notino gli assi, originariamente posti al centro del cubo, adagiato sul piano XY).

Se la traslazione, anche nelle tre dimensioni, è la trasformazione geometrica più semplice ed intuitiva, la rotazione, al contrario, risulta più ostica da comprendere. Pertanto sono state previste sia le rotazioni attorno ad uno dei tre assi cartesiani, sia la rotazione attorno ad un asse generico, comunque disposto nello spazio. Per comprendere e ricordare il verso di rotazione è utile la regola della mano destra: chiudendo a pugno la mano destra, tenendo però il pollice esteso, il pollice stesso indica la direzione positiva dell'asse di rotazione (ad esempio il verso positivo dell'asse X), mentre le dita chiuse a pugno indicano il verso di rotazione positiva, da 0 a 360 gradi. La regola risulta molto utile soprattutto per assi di rotazione generici, quando è pertanto più complesso prefigurarsi solo mentalmente la configurazione spaziale della rotazione. La figura 3-72 illustra una rotazione di 15 gradi attorno all'asse X del solido precedentemente traslato, mentre la figura 3-73 mostra la sua rotazione di 30 gradi attorno ad un asse generico.

Per definire un asse generico sono necessari due punti: il primo indica il punto base (l'equivalente dell'origine degli assi), il secondo il punto direzione (l'equivalente, per l'asse X, di un qualsiasi punto sull'asse a X positiva).

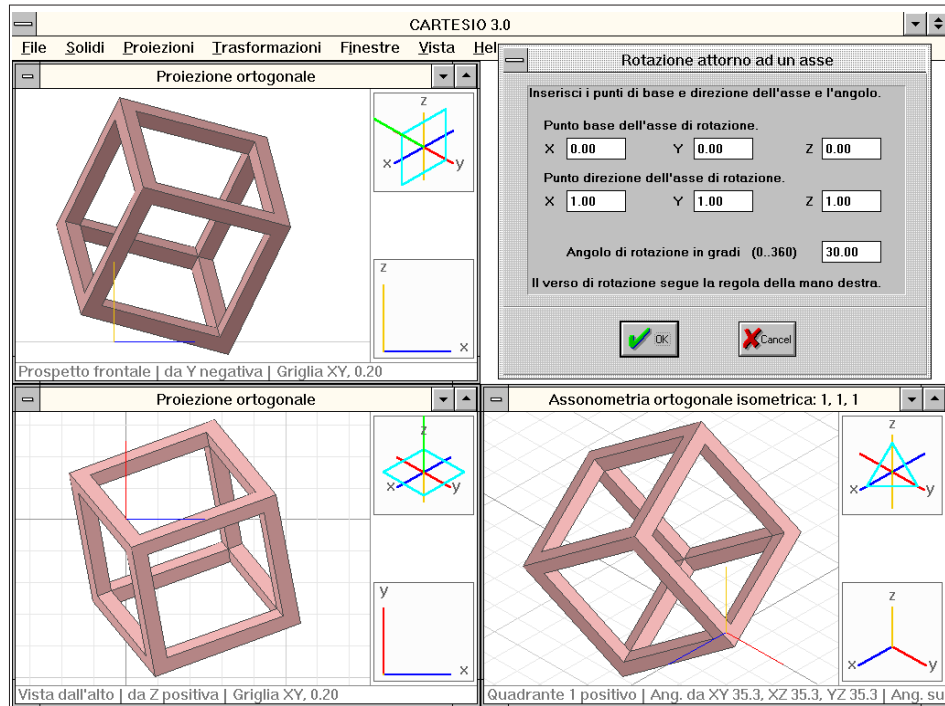


Fig. 3-73 Esempio di rotazione attorno ad un asse generico definito da due punti nello spazio

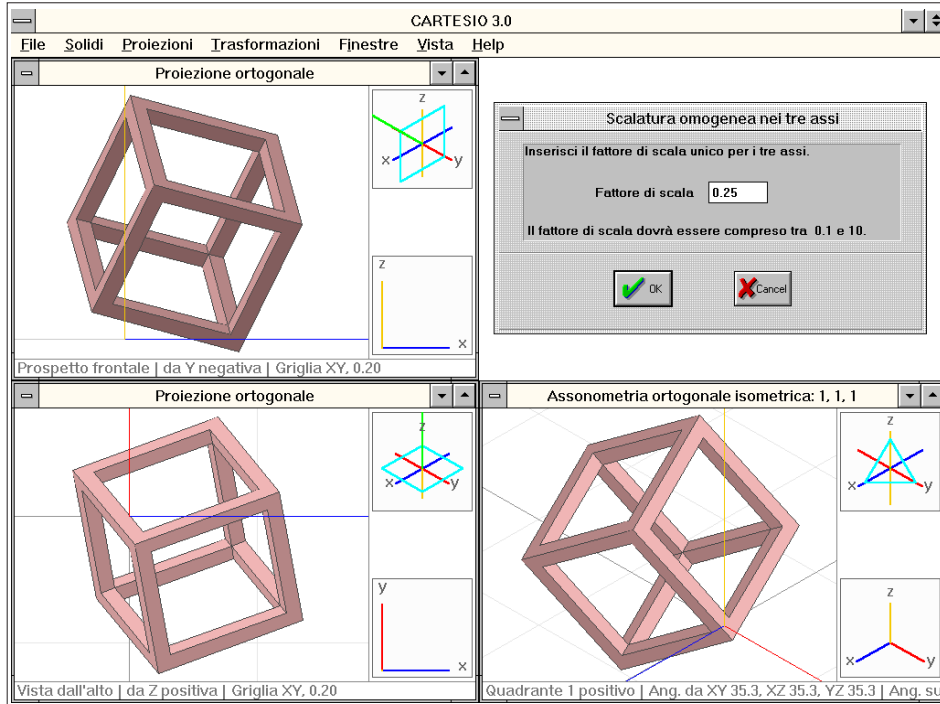


Fig. 3-74 Esempio di scalatura omogenea nei tre assi

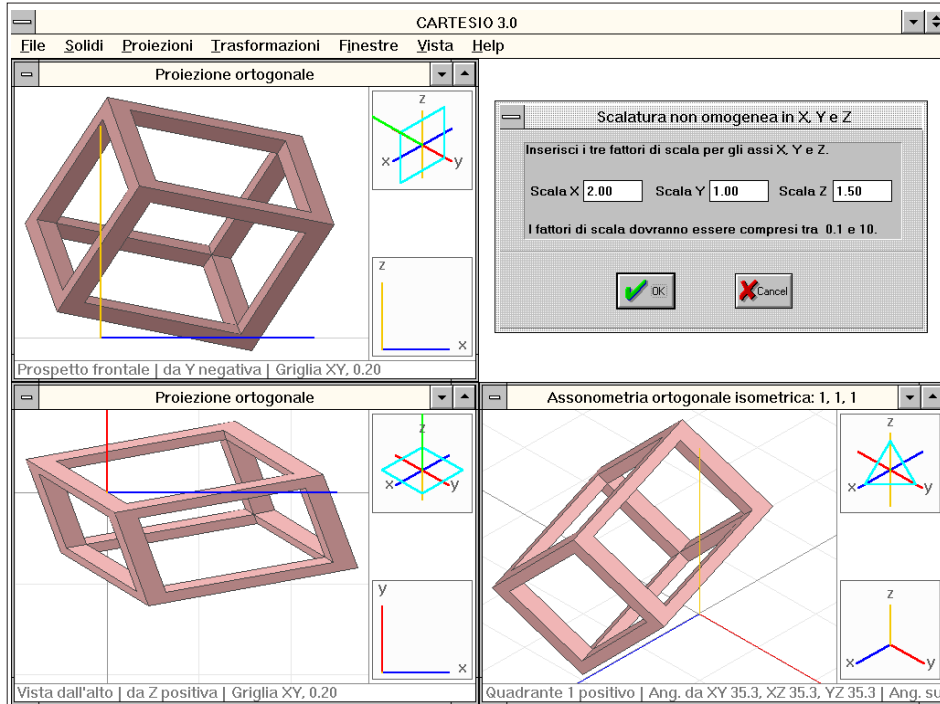


Fig. 3-75 Esempio di scalatura non omogenea nei tre assi

Spesso può essere necessario prima traslare l'oggetto ponendo il suo centro sull'origine degli assi, ruotarlo attorno ad un asse e poi contro-traslarlo nella sua posizione originaria: in tal modo si opera come se si fosse ruotato l'oggetto attorno ad un asse generico passante per il suo baricentro. La combinazione di più trasformazioni geometriche, o meglio la suddivisione di un problema complesso in due o più problemi più semplici, è una costante nel campo del CAD e spesso riduce di molto la complessità di problemi apparentemente insormontabili.

Le figure 3-74 e 3-75 si riferiscono invece alla scalatura: omogenea per la prima immagine (è dunque sufficiente un solo valore di scalatura per tutti e tre gli assi), non omogenea la seconda con la richiesta di tre valori distinti per X, Y e Z. La scalatura omogenea moltiplica le coordinate X, Y e Z di ogni punto degli oggetti selezionati per il fattore di scala (ed ecco perché quest'ultimo non può essere nullo), mentre la scalatura non omogenea moltiplica le coordinate X per il fattore in X, quelle Y per il fattore in Y e le Z per il fattore in Z. Entrambi i tipi di scalatura forniscono dunque risultati diversi, in termini assoluti, secondo la posizione del solido rispetto all'origine. Infatti, se il fattore di scala è 2, mentre i punti 1,0,0 e 2,0,0 divengono 2,0,0 e 4,0,0 (e la loro distanza correttamente passa da 1 a 2 unità), i due punti 10,0,0 e 11,0,0 divengono 20,0,0 e 22,0,0. La loro distanza relativa viene dunque mantenuta (resta sempre 2 unità) ma la posizione assoluta finale delle due coppie di punti risulta molto diversa. Anche e soprattutto nel caso della scalatura, quindi, molto spesso conviene prima traslare il solido fino a portare il baricentro sull'origine, scalarlo e poi contro-traslarlo alla sua posizione precedente. In caso contrario è necessario prevedere dove sarà posto il baricentro del solido scalato.

La riflessione rispetto ad uno dei tre piani cartesiani non richiede alcun riquadro di dialogo. Se ad esempio si riflette un solido rispetto al piano XY, tutte le sue coordinate Z cambieranno segno, mentre cambieranno segno le coordinate X se il piano di riflessione è YZ e le coordinate Y se il piano è XZ. La figura 3-76 mostra invece il riquadro di dialogo e i risultati di una riflessione rispetto ad un piano generico. Per definire il piano sono necessari tre punti, non coincidenti né allineati. Il piano potrà assumere qualsiasi giacitura, anche intersecante il solido da riflettere.

CARTESIO possiede un comando, *Trasformazioni-Vedo matrice trasformazione*, che rende visibili i valori della trasformazione corrente diretta o inversa o della matrice prodotto di tutte le trasformazioni eseguite: una "finestra" per vedere le matrici di trasformazione via via usate e magari confrontarle con le proprie previsioni. Nella figura 3-77 sono mostrati i valori della matrice di riflessione rispetto al piano generico definito nella figura precedente.

È disponibile un comando, *Trasformazioni-Applica matrice trasformazione*, che consente di moltiplicare ogni punto dei solidi per una generica matrice, purché questa sia invertibile, oppure di moltiplicare i punti per la matrice, diretta o inversa, relativa alla trasformazione geometrica corrente, all'insieme di tutte le trasformazioni eseguite fino a quel momento o per la matrice di proiezione della proiezione di riferimento. Nella figura 3-78 è rappresentata, ad esempio, una finestra in proiezione ortogonale con vista in pianta che sembra essere una prospettiva perché ai solidi (sei cubi) è stata applicata una matrice generica che combina una traslazione di 1 in X, 2 in Y e 3 in Z e una prospettiva con distanza 5 (infatti il valore -0.2 posto in terza

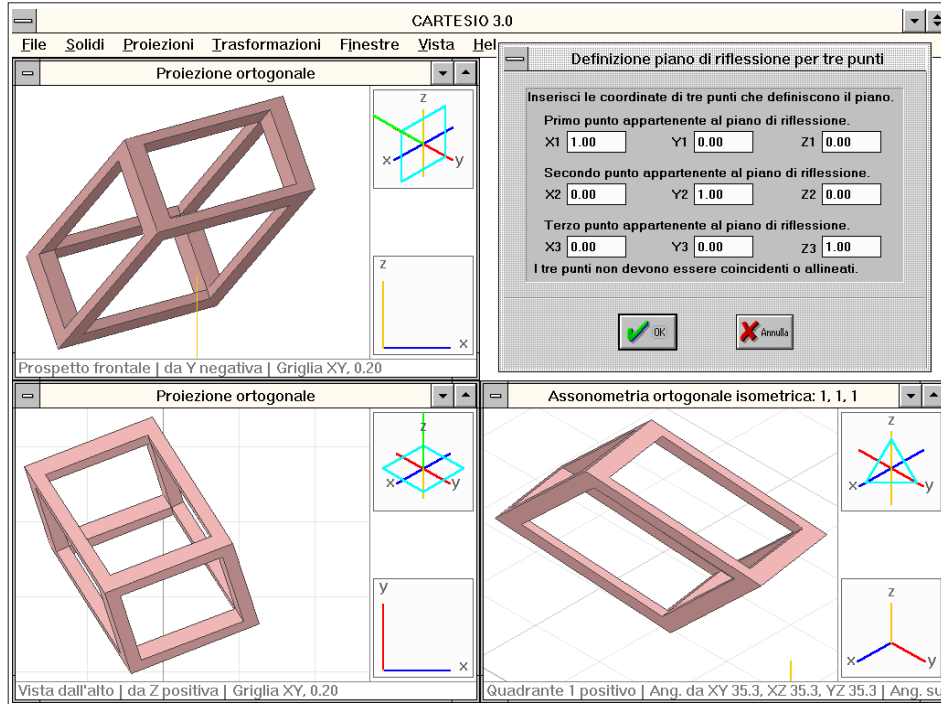


Fig. 3-76 Esempio di riflessione rispetto ad un piano generico

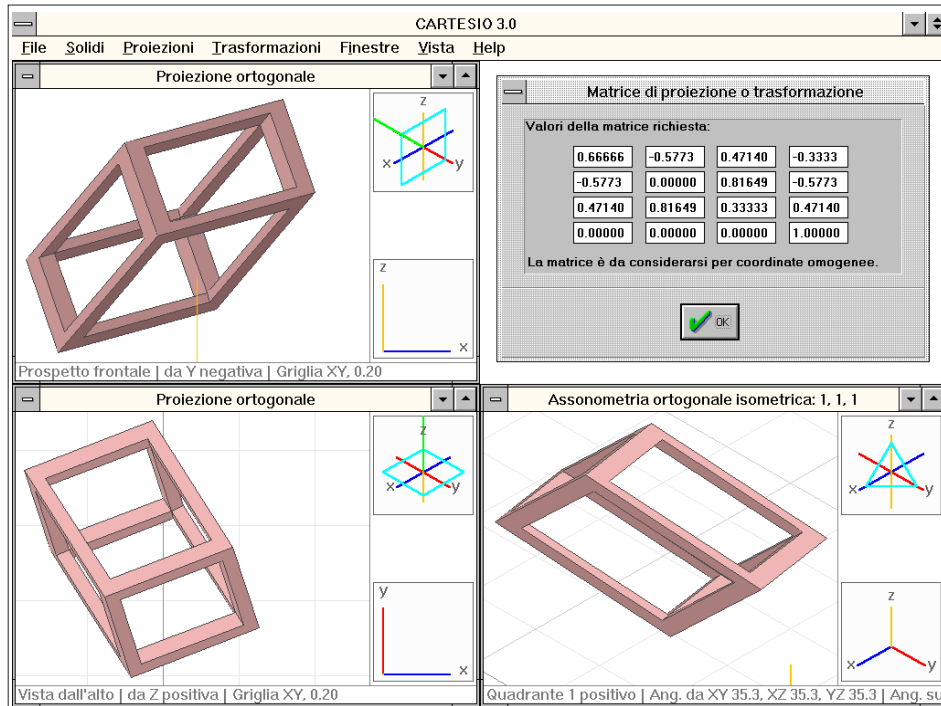


Fig. 3-77 Visione della matrice di trasformazione per la riflessione rispetto ad un piano generico

colonna e quarta riga corrisponde a quello di una prospettiva frontale a quadro orizzontale con distanza 5 unità dal punto principale).

Infine è anche possibile, mediante il comando *Vista-Vedo matrice di proiezione*, conoscere la matrice di proiezione (sempre una matrice 4x4) della finestra in quel momento attiva (vedi figura 3-79). Combinando queste due caratteristiche si potrà pertanto, ad esempio, ottenere una prospettiva di un'assonometria o anche un'assonometria obliqua di un'assonometria ortogonale, e così via. Questi *divertissement* proiettivi e matriciali non sono fine a sé stessi, ma, al contrario, consentono di capire meglio le differenze e le affinità tra geometria proiettiva e analitica, tra quello che è concepibile spazialmente e quello che invece lo è solo matematicamente.

Anche la matrice di trasformazione generica può deformare gli oggetti, ma sempre in modo lineare: vale a dire che una superficie piana e un segmento rettilineo possono variare la loro giacitura, forma o lunghezza ma resteranno comunque piani e rettilinei. L'uso della matrice di trasformazione generica non è però così semplice ed immediato: se sarà molto semplice, anche vedendo la sezione 2-14, capire quali potranno essere i valori per una traslazione o anche una rotazione, altre trasformazioni sono più complesse e i risultati vanno ricercati per piccoli passi successivi, ricordando che è sempre possibile annullare l'ultima trasformazione eseguita e che i valori della matrice di trasformazione precedente vengono riproposti nel momento di un suo uso successivo, potendone comodamente variare uno soltanto senza doverli inserire tutti nuovamente.

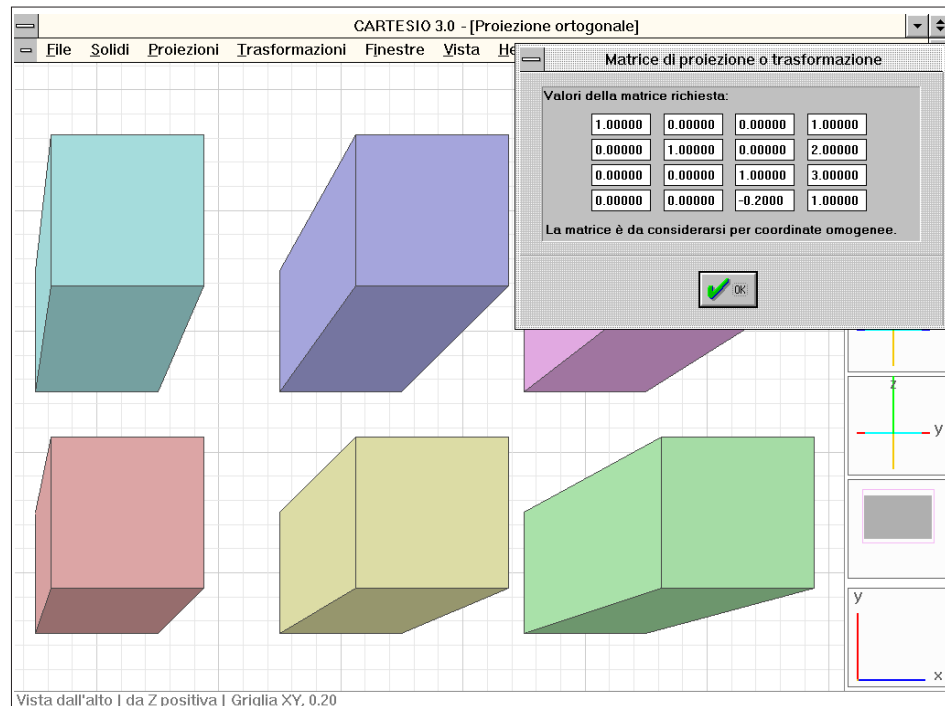


Fig. 3-78 Definizione di una matrice di trasformazione geometrica

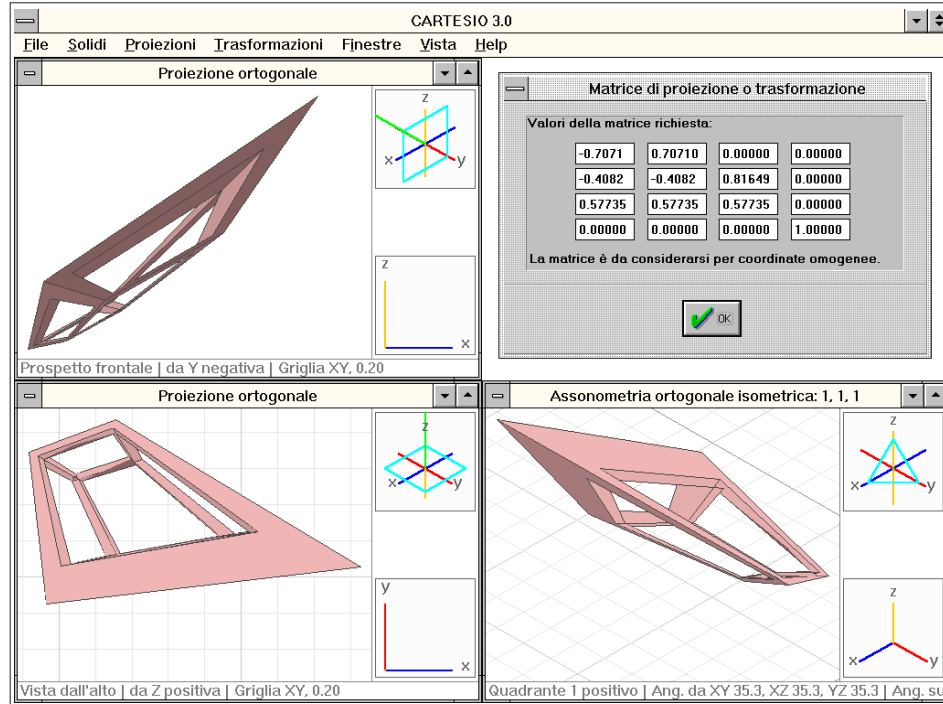


Fig. 3-79 Visione della matrice di trasformazione proiettiva per l'assonometria ortogonale isometrica

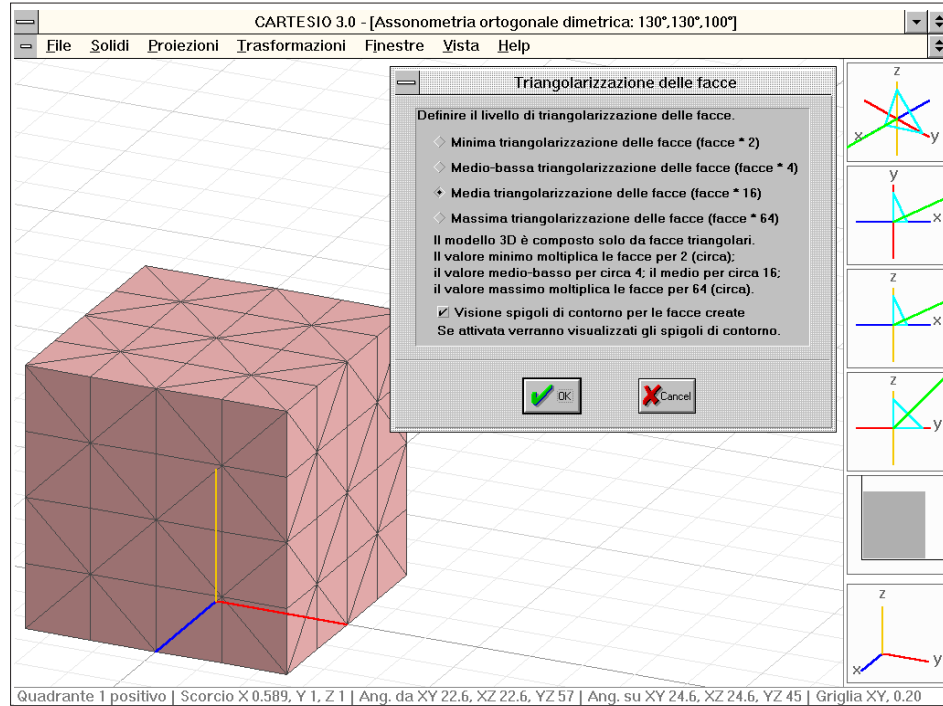


Fig. 3-80 Esempio di triangolarizzazione con visione degli spigoli interni alle nuove facce

È infine da considerare che quando viene usata una matrice di trasformazione generica, i tempi di rigenerazione possono allungarsi di molto poiché viene disattivata la possibilità di eliminare le facce dei solidi con orientamento opposto al punto di vista (vedi sezione 2.13).

Infatti la matrice potrebbe essere una matrice di riflessione che invertirebbe gli orientamenti originali delle facce, portando a rendere visibili le facce in realtà nascoste e viceversa: nel caso si usino le matrici di riflessione predefinite, questo fatto viene preso in considerazione dal programma che provvede a invertire gli orientamenti delle facce; ma se la matrice è generica questo non può essere previsto. Pertanto il numero di facce sottoposte ad analisi di visibilità di norma raddoppia e in certi casi aumenta ancora di più, e pertanto i tempi di calcolo si allungano di due o tre volte. Usando però computer veloci, anche con modelli complessi e molte finestre aperte, i tempi di rigenerazione sono comunque ridotti a pochissimi secondi. Inoltre viene sempre rigenerata per prima la finestra attiva.

Il comando *File-Crea file trasformazioni...* crea un file con suffisso TRS contenente molte indicazioni relative alle matrici di trasformazione, alle sezioni e alle deformazioni, descritte nelle sezioni seguenti, eventualmente applicate ai solidi di CARTESIO. Per ogni trasformazione vengono forniti i seguenti dati:

- Nome della trasformazione geometrica.
- Colori attivi per quella trasformazione.
- Matrice di trasformazione geometrica diretta.
- Matrice di trasformazione geometrica inversa.
- Matrice prodotto diretta, dalla prima trasformazione alla trasformazione corrente.
- Matrice prodotto inversa, fino all'annullamento di tutte le trasformazioni, a partire da quella corrente.

Se il modello è stato deformato (vedi sezione 3.9) vengono fornite le seguenti indicazioni:

- Le coordinate di partenza e di arrivo dei punti che definiscono l'ultima deformazione eseguita.
- Il raggio di influenza della deformazione.

Se il modello è stato sezionato (vedi sezione 3.10) vengono anche scritte:

- Le coordinate dei tre punti che definiscono il piano dell'ultima sezione eseguita.
- Le coordinate del punto che appartiene al semi-spazio non eliminato.

3.9 DEFORMARE GLI OGGETTI

Fino ad ora si sono studiati due metodi per la deformazione dei solidi:

- La scalatura differenziata.
- La matrice di trasformazione generica.

Entrambi i metodi, come appena detto, definiscono una deformazione lineare: la scalatura la esegue lungo gli assi, mentre la matrice di trasformazione opera in modo generico. CARTESIO possiede un terzo metodo per deformare i solidi: un metodo che si avvicina, idealmente, ad un campo di forze che agiscono sui solidi e li deformano anche in modo non lineare, creando una superficie curva da una piana.

Si immagini una serie di coppie di punti, da una a quindici, ognuna delle quali definisce una direzione di deformazione con un punto di partenza, che può in un certo senso essere assimilato al capo di una fune agganciata al solido, e uno di arrivo.

Si supponga anche che tanto più i due punti sono distanti tra loro, tanto maggiore sia la forza che questi applicano sui solidi. La loro distanza definisce perciò un vettore forza che si combina e si somma agli altri. Ogni forza è poi caratterizzata da una sfera di influenza il cui raggio è definibile dall'utente. Tanto più il punto di applicazione della forza è distante da un punto dell'oggetto, tanto meno quest'ultimo sarà influenzato dalla forza stessa.

Le facce dei solidi in CARTESIO sono però facce triangolari piane e tali rimangono poiché la faccia viene definita dal piano che passa per i tre punti, piano che, come è noto, è univocamente determinato. È stato pertanto introdotto un nuovo comando, *Trasformazioni-Triangolarizzo...*, che suddivide ogni faccia triangolare in facce più piccole, usando un apposito algoritmo che tende a ridurre le facce tutte della medesima dimensione e area.

La suddivisione delle facce consente di ottenere facce curve (o "quasi curve") a partire da facce piane: se infatti una faccia piana viene divisa in molte parti, ogni nuova sotto-faccia potrà assumere una diversa giacitura.

Il riquadro di dialogo del comando (vedi figura 3-80) consente quattro livelli di triangolarizzazione:

- Basso: ogni faccia viene divisa mediamente in due facce.
- Medio-basso: ogni faccia viene suddivisa mediamente in quattro facce.
- Medio: ogni faccia viene divisa mediamente per sedici.
- Alto: ogni faccia viene divisa in circa 64 facce più piccole.

Inoltre il riquadro contiene un'altra importante opzione: la possibilità o meno di rendere visibili le facce di suddivisione. Come si è già visto, ogni faccia può essere rappresentata, e di norma lo è, con un bordo scuro che la differenzia dalle facce contigue, indicando gli spigoli dei solidi. Solo gli spigoli "veri" vengono però evidenziati: ad esempio nelle facce quadrate di un cubo, le diagonali non vengono segnate (è da ricordare che una faccia quadrangolare è formata da due facce triangolari). Le facce più piccole create dalla triangolarizzazione potranno avere o no i bordi interni (nella figura 3-80 le facce hanno mantenuto i bordi mentre nelle immagini successive i bordi sono stati eliminati, mantenendo però quelli originali).

Dopo aver triangolarizzato i solidi (è da prestare pertanto la massima attenzione al numero di facce che si creerà), si attiva il comando *Trasformazioni-Deformazione...* che farà comparire il riquadro di figura 3-81. Come si può notare il riquadro contiene le caselle per l'immissione di al massimo quindici coppie di punti in coordinate tridimensionali e una casella finale per l'immissione del raggio di influenza delle forze. Nel caso descritto nella figura, uno dei vertici alti del cubo (-0.5, 0.5, 1) ha subito una deformazione che lo porta sul punto -1, 1, 2. Il vertice in questione, essendo coincidente con il punto di applicazione della forza, subisce lo spostamento maggiore, ma anche gli altri vertici del cubo, purché interni alla sfera di influenza della forza, subiranno modificazioni strettamente dipendenti dalla loro distanza dal punto di applicazione della forza: tanto più saranno vicini tanto maggiore sarà l'influenza della forza su di essi e quindi tanto più si sposteranno.

Se le forze sono più di una i loro effetti si sommano, quasi come un vero e proprio

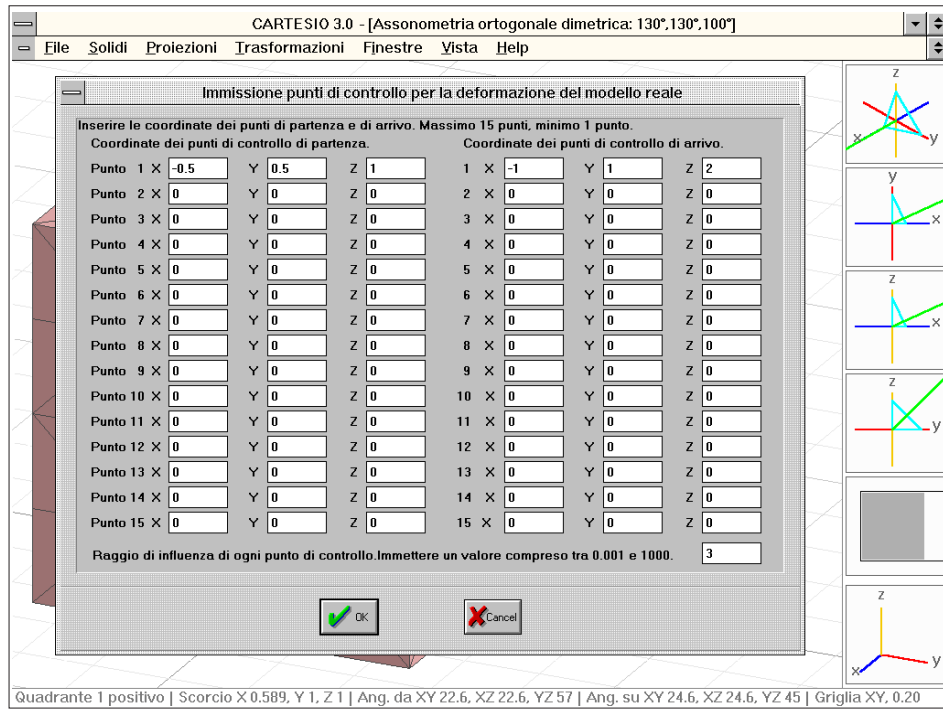


Fig. 3-81 Riquadro per la definizione dei punti di controllo usati per la deformazione degli oggetti

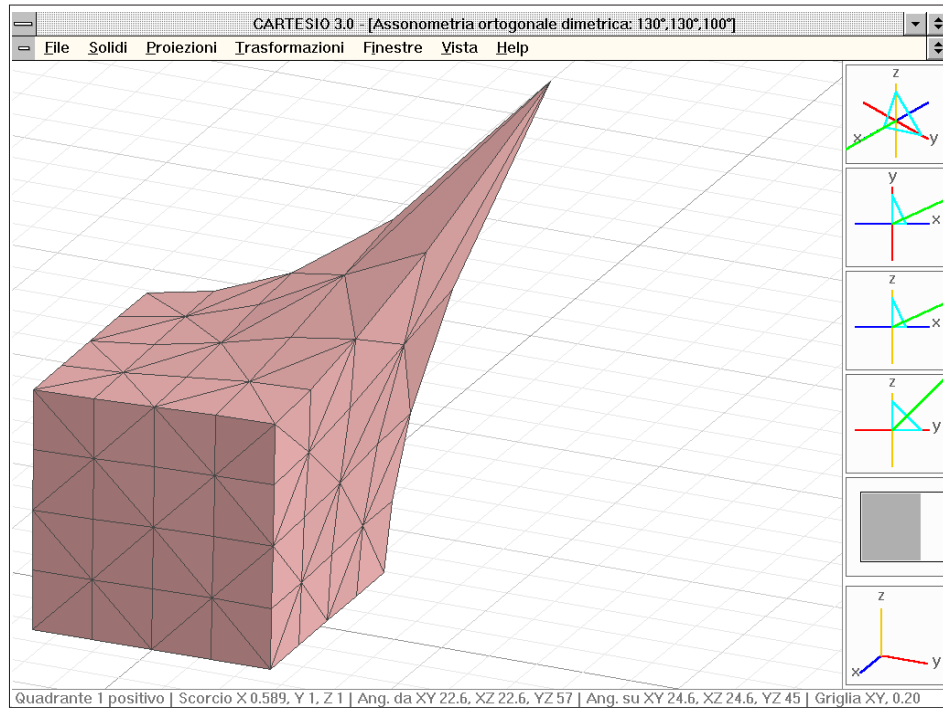


Fig. 3-82 Deformazione del cubo

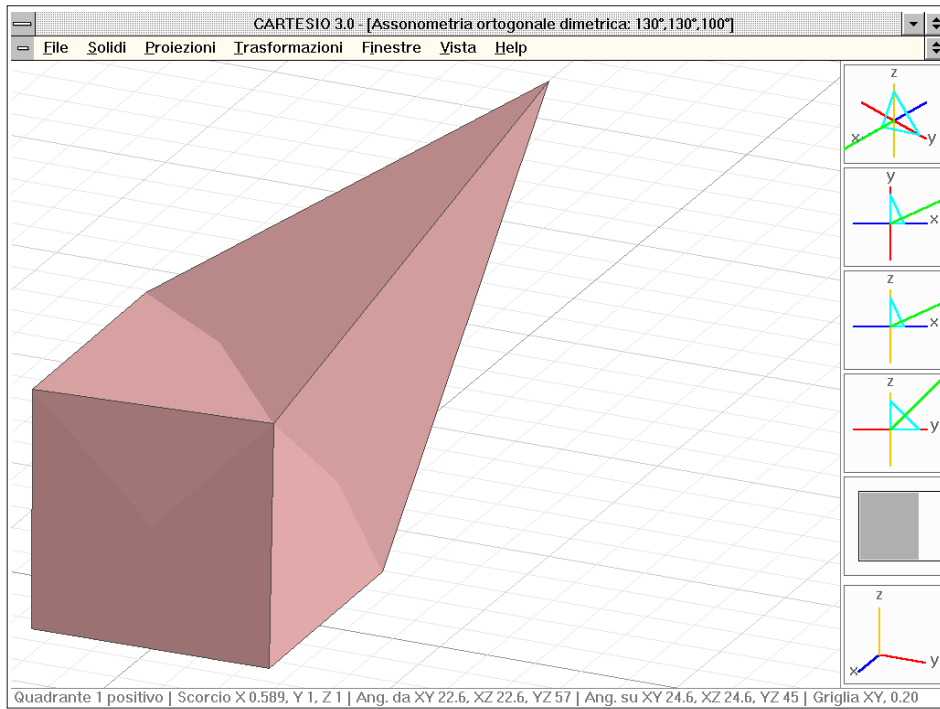


Fig. 3-83 Stessa deformazione precedente, applicata ad un cubo con minima triangolarizzazione

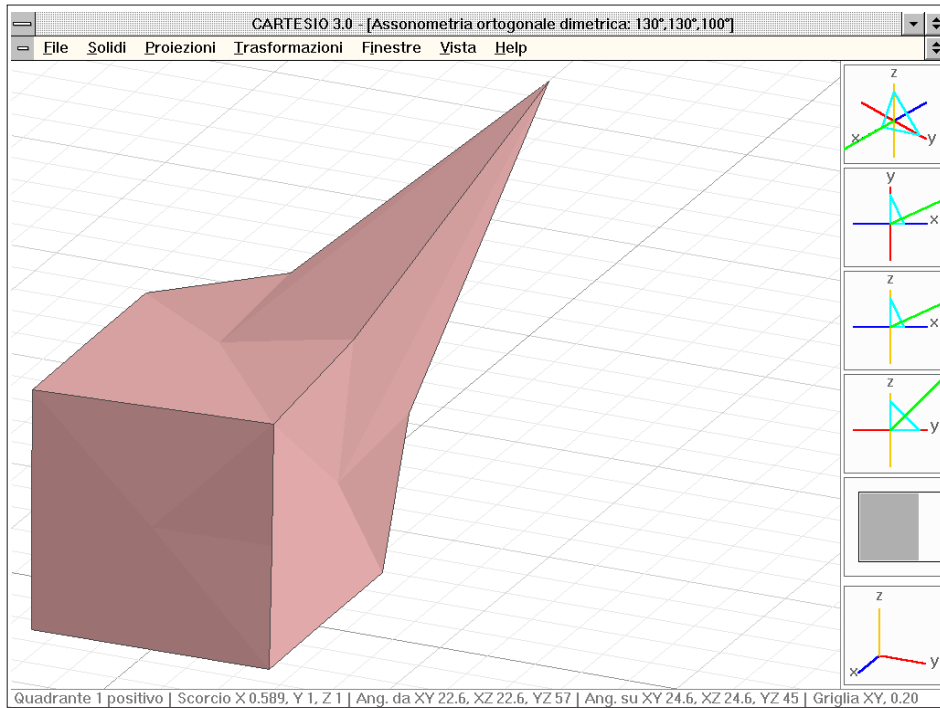


Fig. 3-84 Stessa deformazione applicata ad un cubo con livello medio-basso di triangolarizzazione

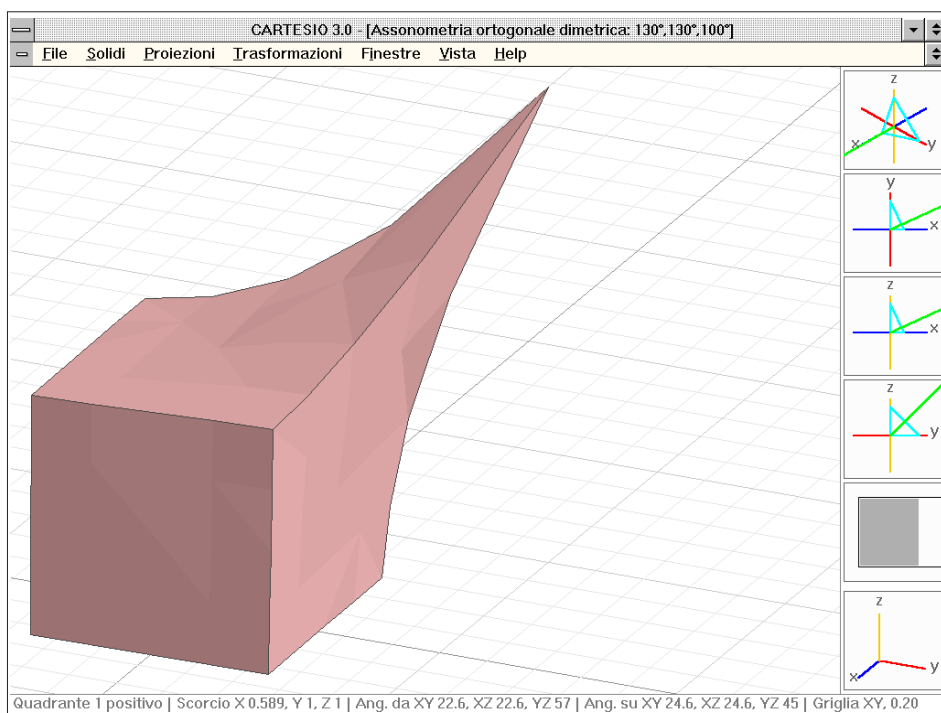


Fig. 3-85 Stessa deformazione applicata ad un cubo con livello medio-alto di triangolarizzazione

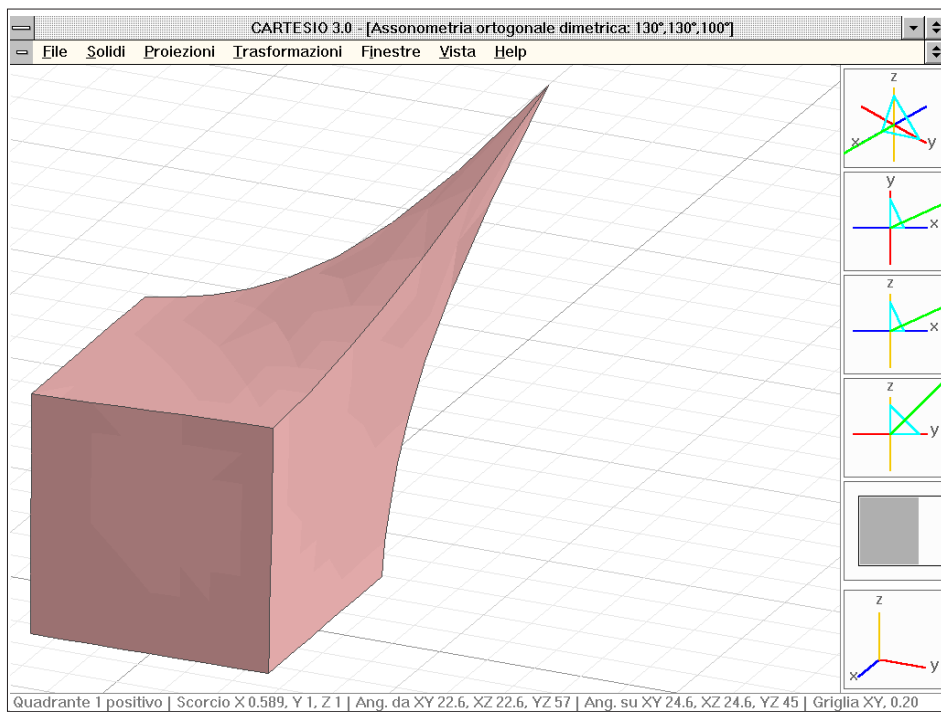


Fig. 3-86 Stessa deformazione applicata ad un cubo con livello alto di triangolarizzazione

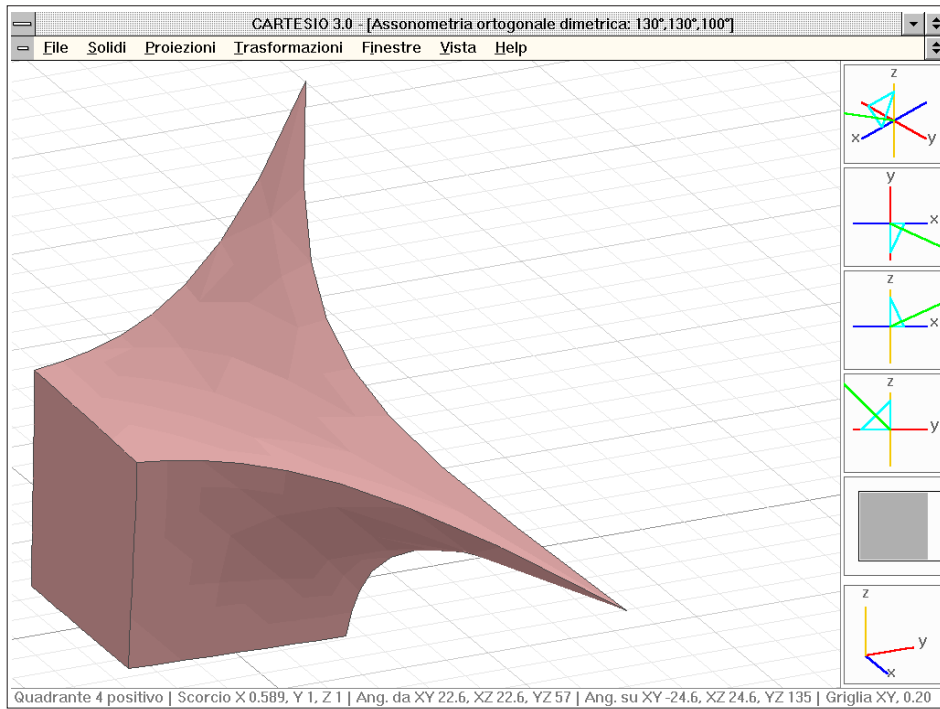


Fig. 3-87 Ulteriore deformazione dello stesso cubo della figura precedente

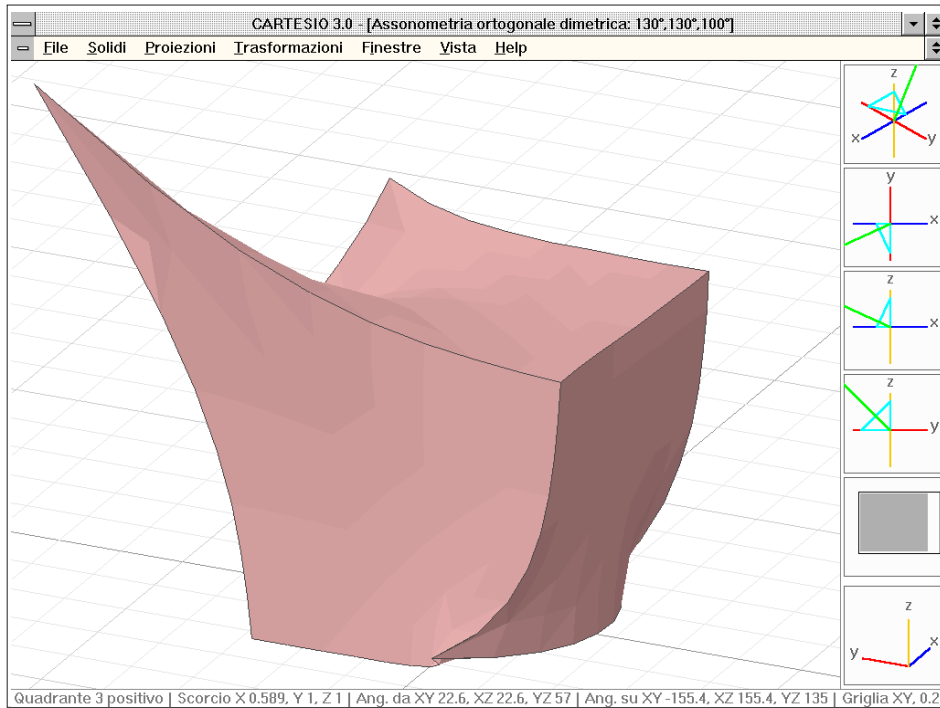


Fig. 3-88 Lo stesso oggetto deformato ulteriormente

campo di forze, portando però ad effetti non sempre facilmente prevedibili.

Anche in questo caso è pertanto utile procedere per piccoli passi successivi, aggiungendo via via un punto di controllo alla volta, potendo comunque annullare l'ultima deformazione ed avendo sempre riproposti gli ultimi punti di controllo usati.

La figura 3-82 mostra gli effetti della deformazione descritta nella figura precedente, mentre le figure 3-83, 84, 85 e 86 si riferiscono sempre allo stesso solido di partenza, il cubo, e alla stessa deformazione descritta ma con livelli diversi di triangolarizzazione: minima, medio-bassa, media e alta. Le figure 3-87 e 3-88 illustrano invece due successive fasi di deformazione con aggiunta di punti di controllo: come è evidente a partire da un solido elementare come il cubo è possibile ottenere solidi ben più complessi e articolati. Non è necessario che le forze siano applicate a punti reali dei solidi: semplicemente se un punto dei solidi è interno ad una o più sfere di influenza, centrate sui punti di controllo di partenza, allora subirà una deformazione. Se sarà interno ad una sola sfera lo spostamento sarà in relazione a quella sola forza, nel caso invece sia interno a più di una sfera le azioni delle varie forze si combineranno tra loro, con peso diverso secondo la distanza tra il punto stesso e i punti di applicazione delle forze (i centri delle sfere di influenza).

Anche per la deformazione, come per le matrici generiche e le sezioni, viene disattivata l'eliminazione automatica delle facce non rivolte verso l'osservatore.

Questi comandi sono stati introdotti per aiutare a sviluppare una capacità di controllo numerico-matematico dello spazio, rendendo al contempo visibili e quasi tangibili i risultati.

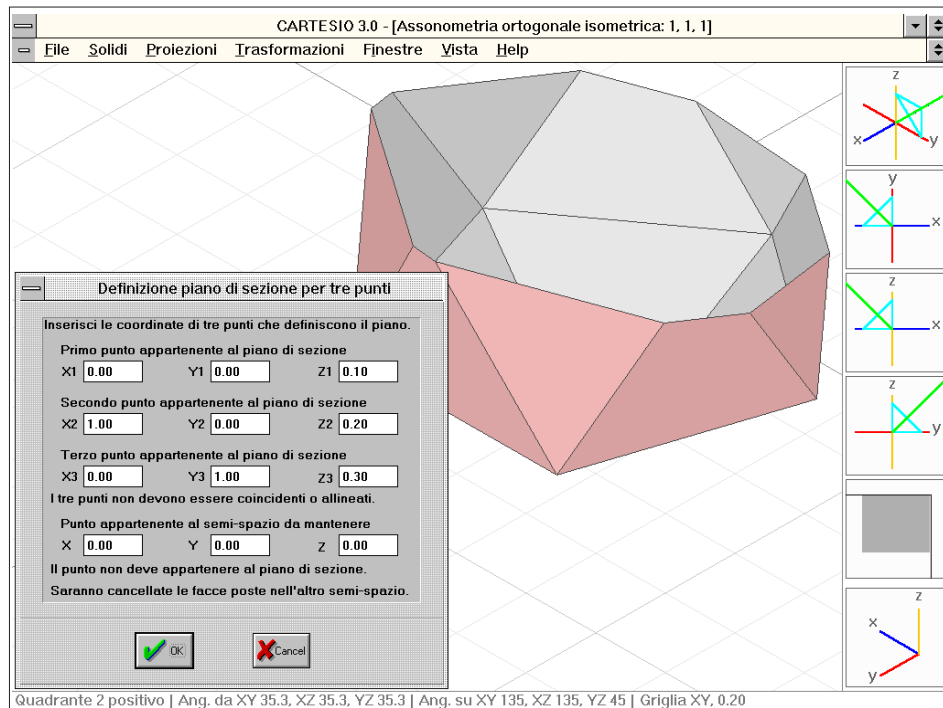


Fig. 3-89 Esempio di sezione del modello reale

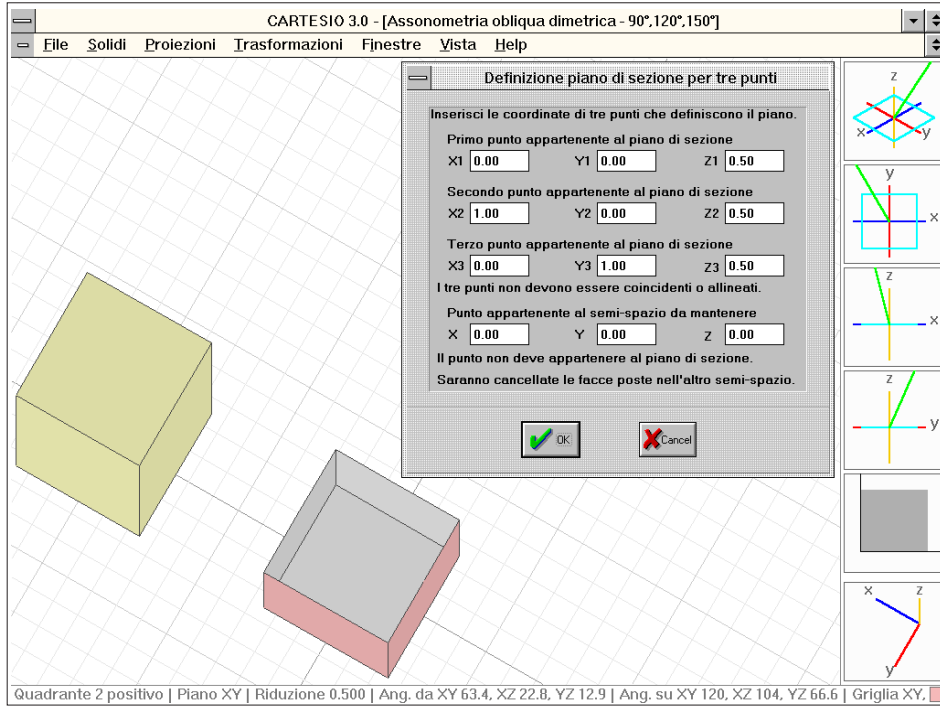


Fig. 3-90 Esempio di sezione di una parte degli oggetti (selezionati mediante un gruppo di selezione)

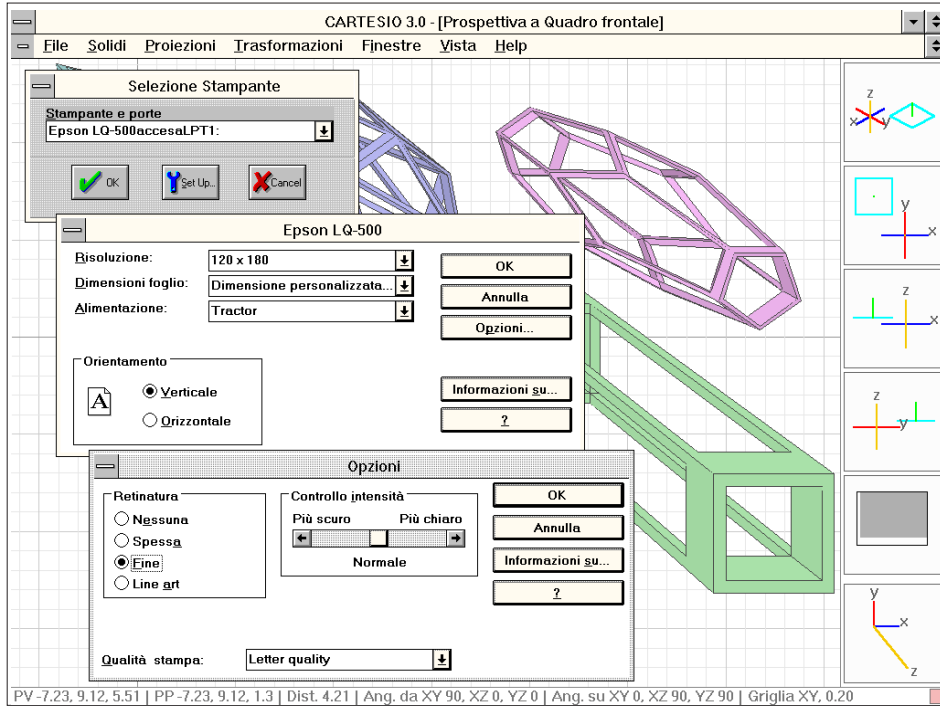


Fig. 3-91 Esempio di riquadri di dialogo utili per la definizione delle caratteristiche della stampa

3.10 SEZIONARE GLI OGGETTI

Le sezioni di oggetti concludono i comandi del menu *Trasformazioni*. I solidi predefiniti sono tutti chiusi, vale a dire che non mostrano il loro interno. Mediante il comando *Sezione...* i solidi selezionati, o tutti i solidi se non vi è un gruppo di selezione attivo, possono essere tagliati da un piano e mantenuti per la parte di spazio indicata da un punto che vi appartiene.

La figura 3-89 mostra i risultati di una sezione su di un icosaedro e il riquadro di dialogo che consente di immettere i tre punti che definiscono il piano di sezione (sempre non coincidenti né allineati) e il punto che determina quale parte di spazio dovrà contenere le parti dei solidi da mantenere e quale le parti da cancellare. Come anche per le pseudo sezioni create dai piani di ritaglio nelle prospettive, anche in questo caso le facce interne sono di colore grigio, per differenziarle dalle facce esterne. La figura 3-90 illustra invece la caratteristica di poter sezionare solo i solidi selezionati.

Come per le trasformazioni geometriche e le deformazioni, le sezioni possono essere annullate e ripetute e vengono automaticamente memorizzate in modo da poterle annullare anche dopo averle richiamate in una successiva sessione di lavoro.

È però da tenere ben presente che l'annullamento sia delle sezioni sia delle deformazioni riporta i solidi alle condizioni di quando è stata fatta la sezione o la deformazione: tutte le operazioni successive sono trascurate e non vengono applicate ai solidi non più sezionati o non più deformati.

Come anche per la deformazione, viene disattivata la funzione di cancellazione delle *back faces*, poiché in realtà alcune facce in teoria non visibili potrebbero essere invece visibili dato che i solidi non sono più necessariamente chiusi.

I solidi possono essere sezionati un numero in teoria infinito di volte, anche se è necessario controllare il numero di facce del modello reale poiché se da un lato alcune facce vengono cancellate, d'altro canto spesso molte facce da triangolari diverrebbero quadrangolari e pertanto devono essere divise in due nuove facce.

3.11 STAMPARE UNA FINESTRA DI RAPPRESENTAZIONE

E CREARE IMMAGINI

Per mezzo del comando *File-Stampa* si abilita la stampante standard Windows a stampare il contenuto grafico della finestra attiva (vedi figura 3-92). Inoltre il comando *File-Imposta stampante...* abilita CARTESIO ad aprire i riquadri standard Windows per la scelta della stampante e di tutti i suoi parametri operativi (vedi figura 3-91).

Le stampanti in bianco e nero, anche se a tecnologia laser, se sono più che sufficienti per creare degli appunti di lavoro e per fissare su carta le fasi intermedie, non consentono però di ottenere ottimi risultati. In quei casi è necessario "catturare" l'intero schermo, la finestra attiva o anche solo una parte di questa mediante appositi programmi, come ad esempio DoDOT o Paint Shop Pro. Il primo attiva una sequenza

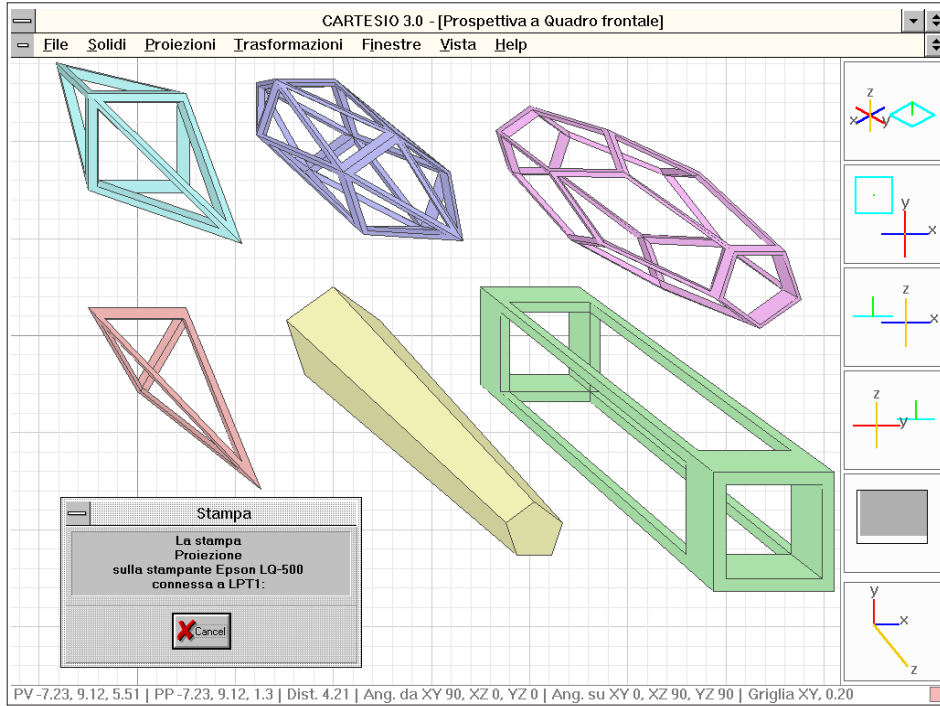


Fig. 3-92 Riquadro di stampa

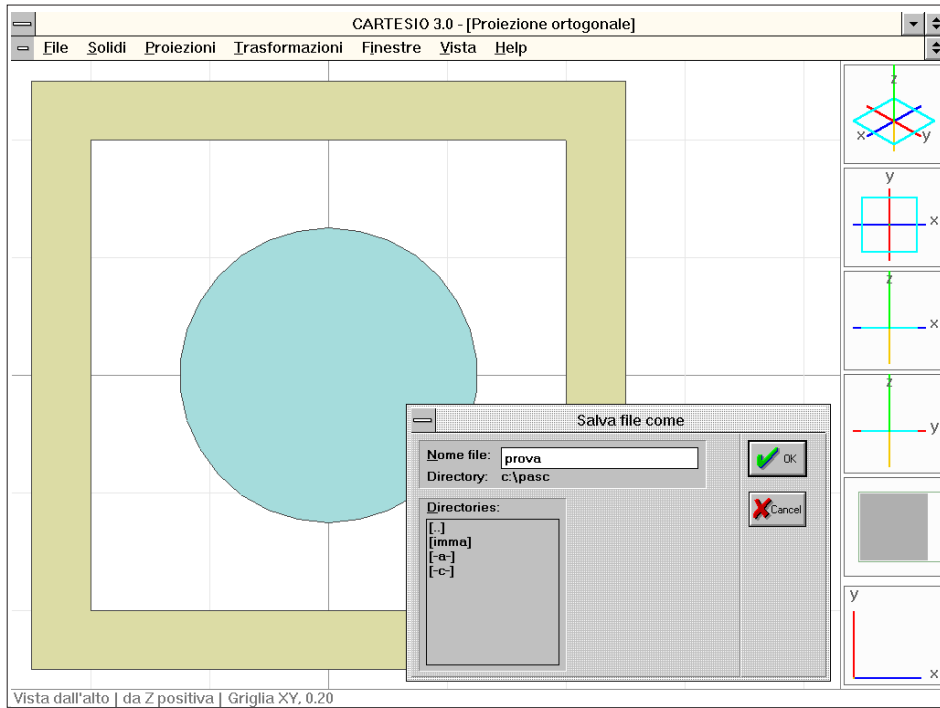


Fig. 3-93 Esempio di riquadro di dialogo per il salvataggio della finestra attiva in formato DXF

di tasti che, dopo essere stato ridotto ad icona, rimangono comunque sempre attivi e consentono di creare un file contenente lo schermo grafico nella configurazione che aveva quando la sequenza di tasti è stata premuta.

Il secondo programma invece resta in secondo piano e può venire richiamato, da CARTESIO, con la sequenza CTRL-Esc che attiva il riquadro di dialogo Windows per la scelta dei programmi da rendere attivi. Una volta passati a Paint Shop Pro, si può scegliere dal menu *Capture* la modalità desiderata di cattura dello schermo. CARTESIO torna automaticamente ad essere il programma attivo per qualche secondo e subito dopo il *focus* di Windows si riporta su Paint Shop Pro per l'eventuale memorizzazione dell'immagine catturata.

In questo modo si creano file nei vari standard grafici (tra i quali si consiglia l'uso del formato TIFF, nella versione compressa LZW); file che potranno essere poi riutilizzati in qualsiasi altro programma Windows o Macintosh.

Le immagini di questo manuale tratte dal programma CARTESIO sono state tutte catturate mediante programmi analoghi a quelli.

3.12 CREARE UN FILE DXF DELLA FINESTRA DI RAPPRESENTAZIONE ATTIVA

Un'altra interessante opportunità di CARTESIO è data dalla creazione di file nel formato DXF (Drawing eXchange Format) di tutti i solidi presenti nella finestra grafica attiva. Il formato DXF è stato messo a punto dalla ditta AutoDESK, produttrice di AutoCAD, un programma CAD molto diffuso, tanto che molti altri programmi prevedono l'uso di quel formato.

Esistono due modalità d'uso del comando *File-Dxfout*:

- Passare ad AutoCAD, o ad altri programmi che usino il formato DXF, il modello reale dei solidi caricati.
- Passare il modello proiettato, dotato però delle profondità, in modo da poter eliminare le linee nascoste.

Le facce dei solidi di CARTESIO vengono infatti tradotte in 3DFACCE e pertanto i solidi potranno essere anche usati da programmi di rendering, quali 3DStudio e molti altri. In tal modo si potrà eseguire, ad esempio, il rendering di un solido in vista assonometrica obliqua, proiezione di norma non disponibile in quei programmi. In AutoCAD, ad esempio, si richiamerà il file creato da CARTESIO per mezzo del comando DXFIN.

Per produrre un file DXF contenente il modello reale, privo di deformazioni proiettive, è necessario attivare in CARTESIO una proiezione ortogonale con vista di pianta, renderla attiva e richiamare il comando *File-Dxfout* (vedi figura 3-93). In una proiezione ortogonale, infatti, il modello proiettato coincide con il modello reale se ad ogni punto viene restituita la terza dimensione originaria (vedi figura 3-94).

Nel caso invece si crei un file DXF a partire da una assonometria o una prospettiva, caricando il file in AutoCAD e vedendo la scena in pianta si osserverà la stessa vista di CARTESIO. Ma le entità avranno comunque una profondità, per consentire

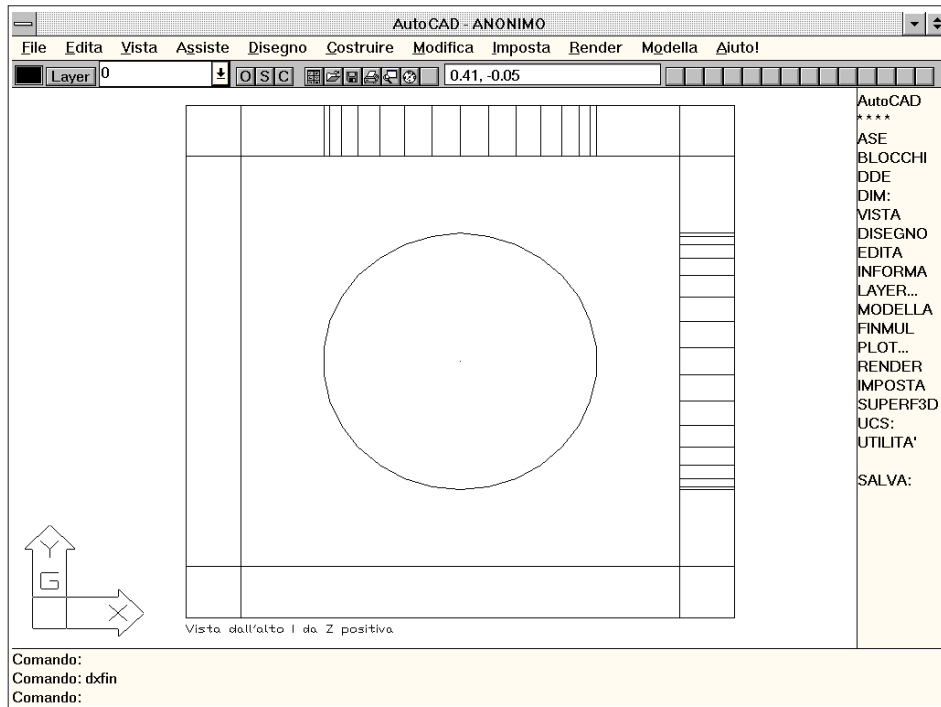


Fig. 3-94 Schermata di AutoCAD per Windows con visione di un modello prodotto da CARTESIO (pianta)

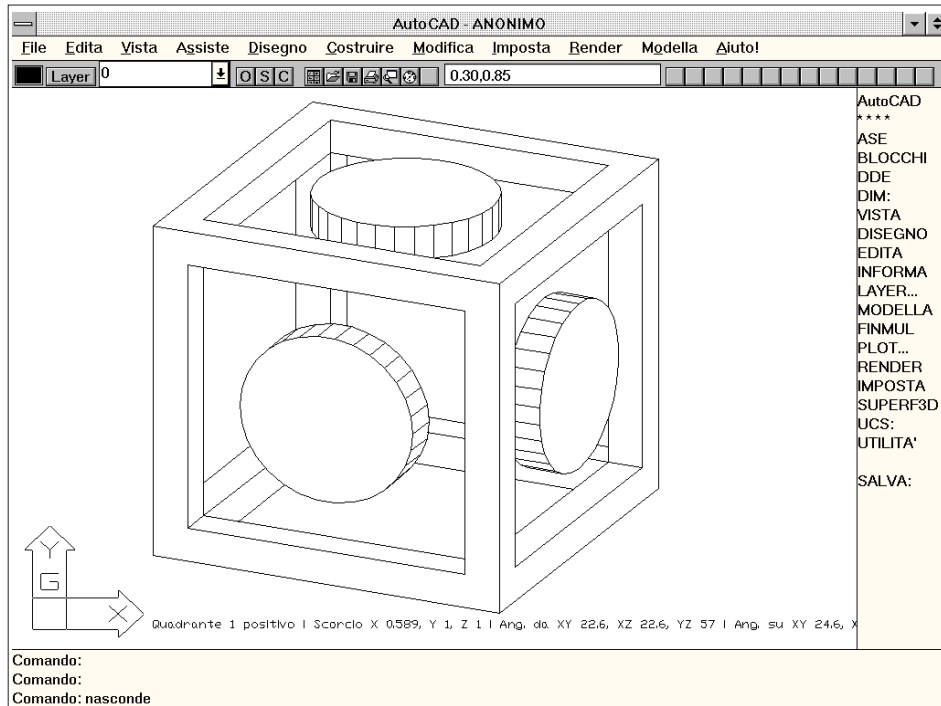


Fig. 3-95 Altro esempio di schermo di AutoCAD con visione di una proiezione assometrica

l'eliminazione delle linee nascoste (come è stato fatto nella figura 3-95), e quindi si potranno osservare anch'esse in assonometria o prospettiva usando i comandi di AutoCAD: un'altra occasione per creare proiezioni di proiezioni e osservare le deformazioni del modello reale nelle varie trasformazioni proiettive.

3.13 APRIRE UN FILE DXF GENERATO DA ALTRI PROGRAMMI

Mediante il comando *File-DxfIn...* si importa nel disegno un file DXF generato per mezzo di AutoCAD o altri programmi. Di tutte le entità grafiche presenti nel file saranno utilizzate solo le facce (3DFACCIA), siano esse definite da tre o quattro punti: in quest'ultimo caso le facce saranno divise in due facce triangolari. Saranno invece scartate tutte le altre entità e anche le facce con area minore di 0.0001.

Se gli oggetti sono stati creati in AutoCAD mediante il modulo AME (modellazione solida) è necessario “esplosione” ripetutamente i blocchi, fino a trasformarli in sole 3DFACCE. Prima del comando *Explode* è però necessario attivare il comando *Solmesh* che consente appunto di ottenere dai blocchi solidi, non linee, ma 3DFACCE.

Anche nel caso gli oggetti siano formati da 3DMESH è necessario “esplosione” ripetutamente i blocchi per ottenere solo 3DFACCE. Per avere la certezza che le entità siano tutte 3DFACCE è utile usare il comando *Filter* con l'indicazione di filtrare solo le facce 3D: selezionando gli oggetti, le facce 3D saranno separate dalle altre entità e sarà così possibile distinguerle da quelle.

Poiché in CARTESIO gli oggetti sono riconosciuti e distinti per mezzo del loro colore (mentre nei file DXF può comparire anche il *layer* di appartenenza), il programma opera nel modo seguente: alle prime sei diverse combinazioni di colore e *layer* lette nel file DXF saranno assegnati i sei colori standard di CARTESIO, a tutte le altre combinazioni successive sarà assegnato il sesto colore (il magenta). Così, ad esempio, se la prima entità letta sarà di colore giallo e posta sul *layer* ABCD, a questa verrà assegnato il colore rosso e lo stesso colore sarà assegnato, in CARTESIO, anche a tutte le altre entità di colore giallo e poste sul *layer* ABCD, contenute nel file DXF.

Le facce contenute nel file DXF potranno avere uno o più spigoli nascosti: quelle informazioni vengono riconosciute da CARTESIO e mantenute anche nella successiva eventuale scrittura di un file DXF contenente le stesse entità trasformate. Il limite massimo resta sempre di 1000 facce triangolari e dunque di 500 facce quadrate: nel caso il file DXF contenesse un numero maggiore di facce, queste verranno scartate e l'utente verrà informato mediante un riquadro di dialogo.

Non potendo conoscere a priori l'orientamento delle facce, verrà disabilitata l'eliminazione preventiva delle facce non rivolte verso l'osservatore: questo comporta molto spesso che l'algoritmo di *shading* generi un numero di facce supplementare, vista la necessità di dividerne alcune. Ma anche la lista delle facce trasformate ha lo stesso limite (1000) e pertanto può accadere che, se il modello reale è formato da 1000 facce, il modello trasformato sia formato da più di 1000 facce, specie se non sono state eliminate le facce certamente non visibili perché non orientate verso l'osservatore.

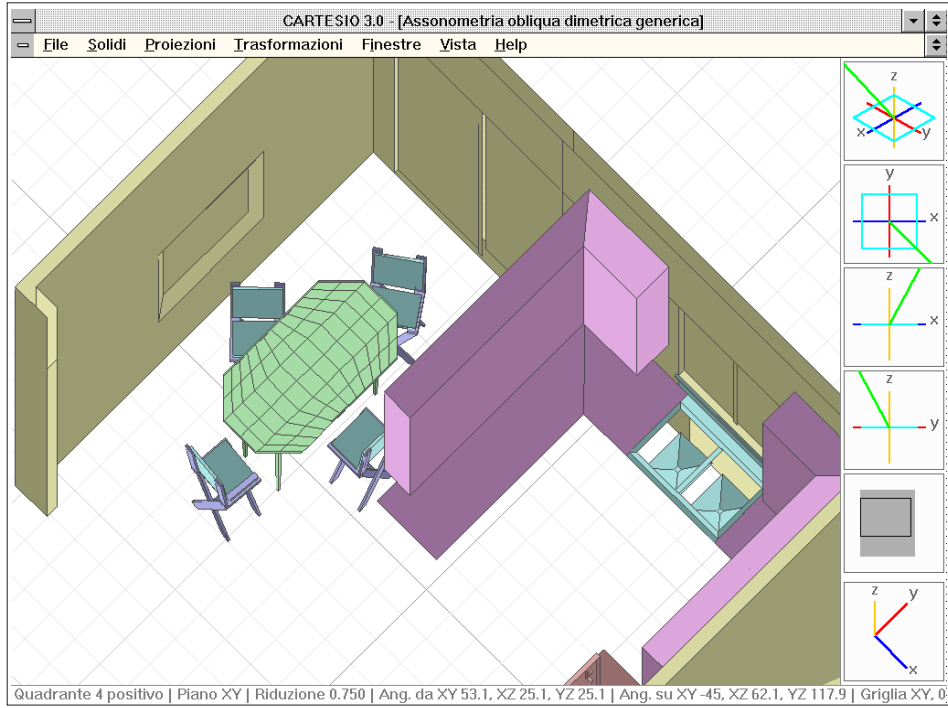


Fig. 3-96 Caricamento in CARTESIO di un file DXF esterno

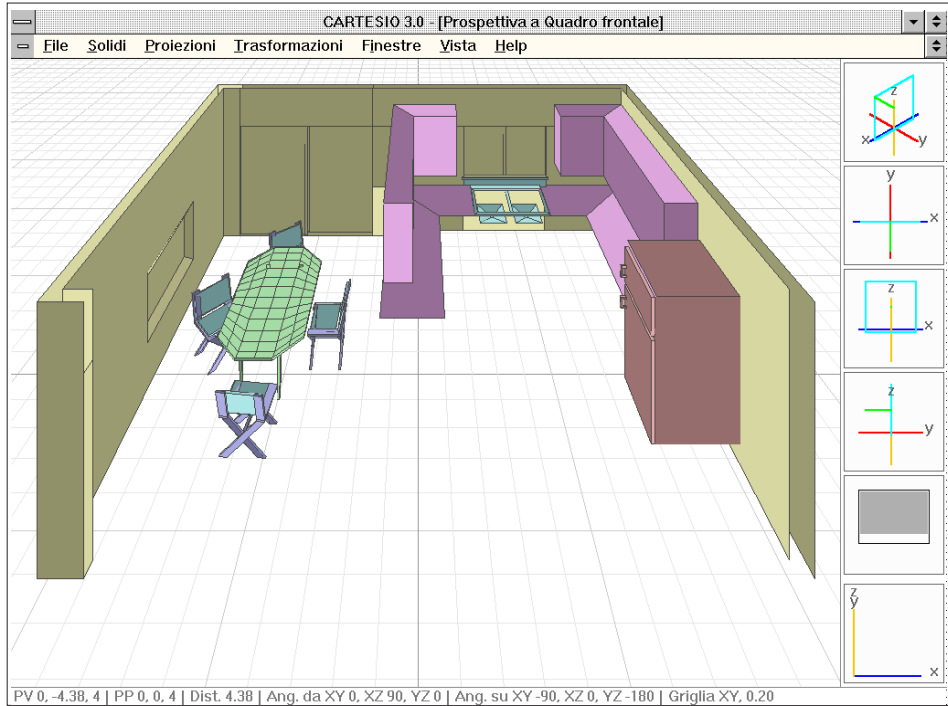


Fig. 3-97 Vista in prospettiva a quadro frontale di facce 3D caricate dal file DXF

In quel caso la rappresentazione (ma solo la rappresentazione) potrà non essere del tutto corretta.

La possibilità di caricare file DXF esterni consente di generare proiezioni assonometriche oblique, non previste da AutoCAD, e di esercitarsi con modelli costruiti *ad hoc*.

Le entità dovrebbero essere tutte contenute all'interno di un cubo ideale, con il centro nell'origine e lato compreso tra 0.1 e 100. Questo perché gli algoritmi di CARTESIO, soprattutto quelli per lo *shading*, effettuano delle analisi di sovrapposizione con tolleranze dell'ordine di 0.001 unità: se le entità presenti nel file DXF avessero una dimensione paragonabile a quel valore è possibile che non vengano rappresentate sul video, anche se saranno trasformate e scritte correttamente sull'eventuale file DXF di uscita.

Le figure 3-96, 3-97 illustrano, in proiezione assonometrica e prospettica, il disegno contenuto nel file di esempio Kitchen2.dwg, fornito con AutoCAD. I blocchi sono stati ripetutamente esplosi ed è stato cancellato il soffitto e una parete.

Come è possibile notare, non tutte le entità del disegno originario erano nella forma di facce 3D e pertanto non sono state caricate in CARTESIO.

La figura 3-98 mostra invece una serie di solidi costruiti mediante il modellatore solido di AutoCAD: in questo caso si può notare che alcune facce non hanno gli spigoli in colore scuro. Infatti l'algoritmo di *shading* di CARTESIO, per ridurre al minimo i tempi di calcolo (circa un decimo di quelli richiesti in AutoCAD), presume che i solidi siano convessi e regolari, come è il caso dei solidi predefiniti.

La presenza di solidi compenetrati tra loro o di facce leggermente sovrapposte può, in certi casi, portare a rappresentazioni non complete: questo non preclude però la regolare creazione del file DXF di uscita e il successivo riutilizzo dei dati in AutoCAD. Inoltre, "esplosendo" ripetutamente oggetti solidi AME, può accadere che questi non siano completi: per accertarsi che lo siano è dunque necessario eseguire il comando *Ombra* in AutoCAD, comando del tutto simile, negli effetti, allo *shading* in CARTESIO.

3.14 MODIFICARE UN FILE DXF GENERATO

DA ALTRI PROGRAMMI

Oltre alla possibilità di importare ed esportare dati nel formato DXF, CARTESIO permette anche di trasformare, sia proiettivamente sia geometricamente, entità contenute in file DXF di qualsiasi dimensione e non necessariamente composti di sole facce tridimensionali. Infatti, come si è visto, il programma, di norma, consente di importare direttamente solo facce 3D e fino ad un limite massimo di mille.

Mediante i sotto comandi contenuti nel comando *File-DXF batch* è invece possibile, ad esempio, trasformare con scalatura differenziata in X, Y, Z tutte le entità, anche molte più di mille, contenute in un file DXF. Le entità sottoposte a trasformazione sono: facce 3D, linee, punti, polilinee bidimensionali e tridimensionali, testi ed in genere tutte le entità le cui coordinate sono definite dai codici di gruppo DXF

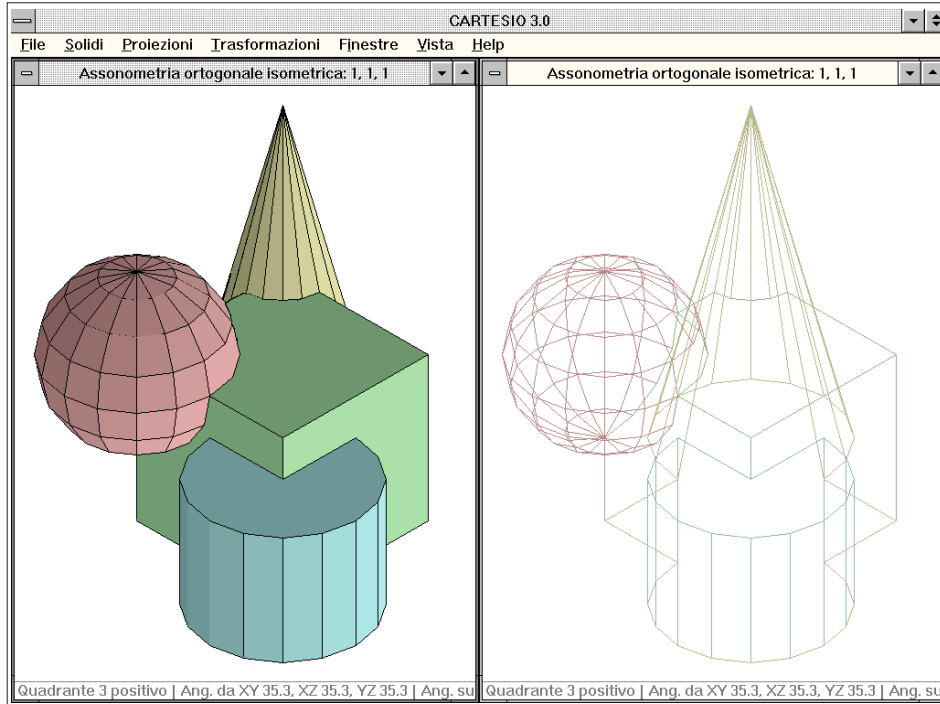


Fig. 3-98 Visione di un modello ottenuto da AutoCAD (notare la mancata rappresentazione di alcuni spigoli)

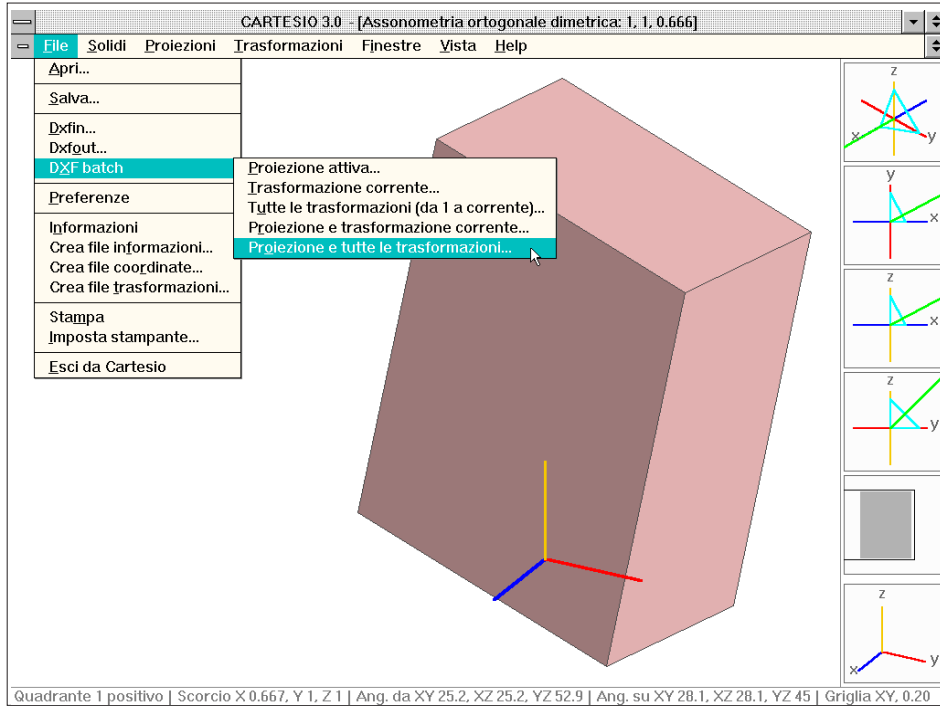


Fig. 3-99 Cubo sottoposto a varie trasformazioni geometriche che verranno applicate al file DXF

10..17, 20..27, 30..37. Non vengono sottoposti a trasformazione i blocchi e i solidi che pertanto devono essere esplosi, anche ripetutamente, per ottenere le entità primitive che li compongono. Anche le entità estruse non vengono trasformate. Per una migliore utilizzazione del comando è utile importare in CARTESIO un sotto insieme delle entità contenute nel file che si intende manipolare, purché siano facce 3D.

Dopo aver controllato gli effetti delle trasformazioni geometriche, deformazioni, sezioni o proiezioni, si applicherà uno dei sotto comandi:

- *Proiezione attiva...*: le entità trasformabili contenute nel file DXF vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione proiettiva relativa alla proiezione in quel momento attiva.

Nel caso di proiezioni coniche, è importante che nessuna parte degli oggetti da proiettare sia posta dietro al Centro di proiezione.

In caso contrario quelle entità saranno “retro-proiettate” sul quadro, dato che, per questo comando, CARTESIO non effettua nessun controllo sulla posizione dei punti rispetto al Centro di proiezione.

- *Trasformazione corrente...*: le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa alla trasformazione geometrica corrente (se esiste). Se è stata applicata, e non annullata, una deformazione, questa verrà applicata anche alle entità del file DXF, prima delle trasformazioni geometriche.

- *Tutte le trasformazioni (da 1 a corrente)...*: le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa all’intera sequenza di trasformazioni geometriche. Anche in questo caso, se in CARTESIO è stata applicata una deformatio-

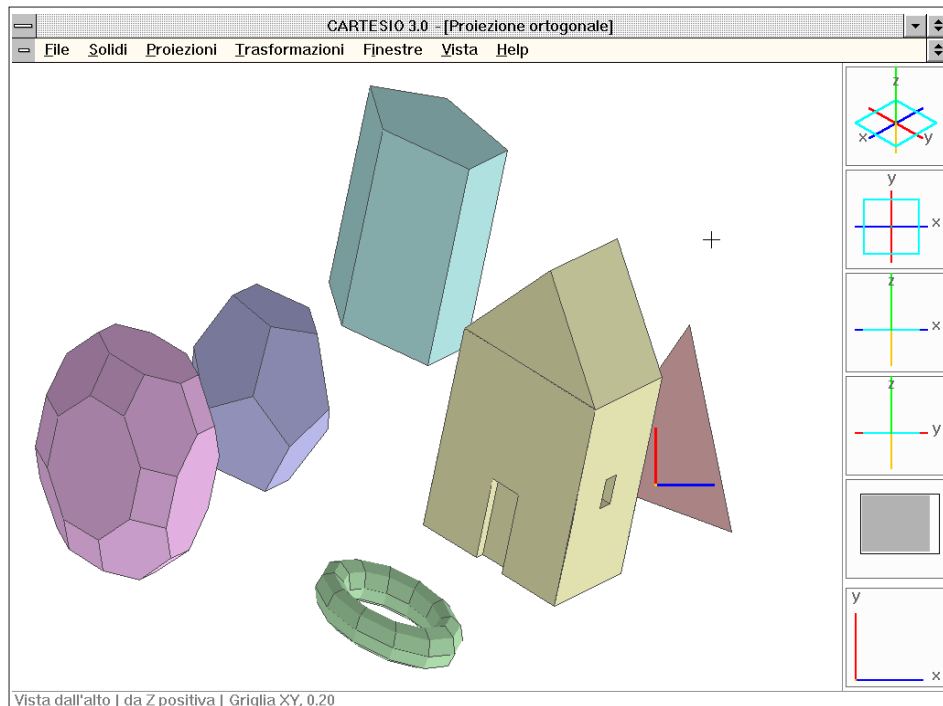


Fig. 3-101 Entità contenute nel file DXF sottoposto al comando DXF Batch... (vedi figura precedente)

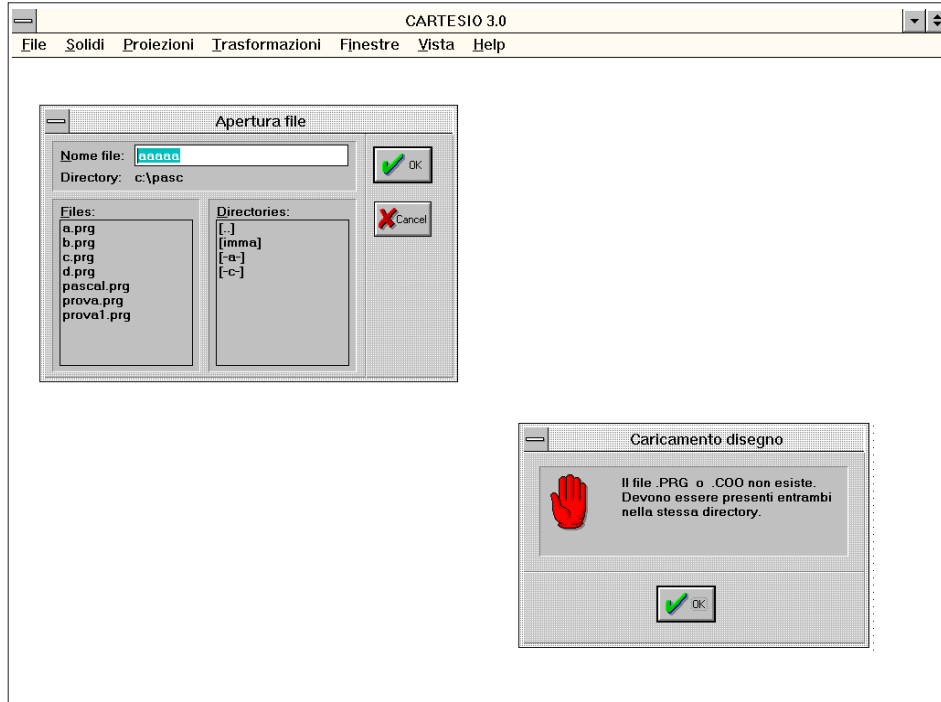


Fig. 3-101 Esempio di riquadri per il caricamento di una sessione di lavoro precedentemente memorizzata

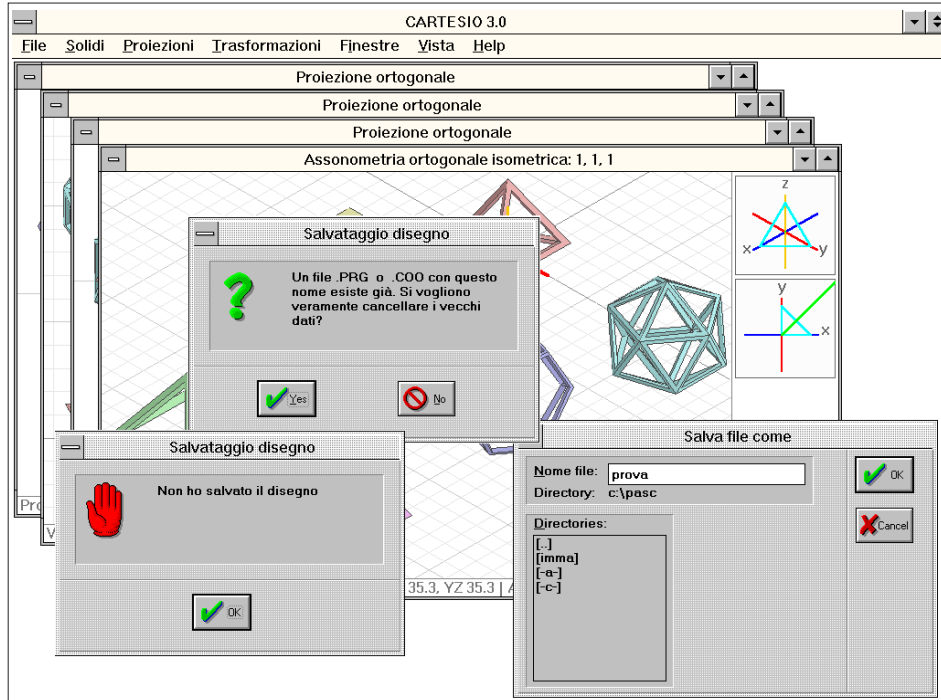


Fig. 3-102 Esempio di riquadri di dialogo per il salvataggio di una sessione di lavoro

ne, questa verrà applicata anche alle entità del file DXF.

- *Proiezione e trasformazione corrente...*: le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa alla trasformazione geometrica corrente e, successivamente, per la matrice di trasformazione della proiezione attiva.

- *Proiezione e tutte le trasformazioni...*: le entità trasformabili vengono moltiplicate per la matrice di trasformazione relativa all'intera sequenza di trasformazioni geometriche e, successivamente, per la matrice della proiezione attiva.

I vari sotto comandi creano un file avente lo stesso nome del file sorgente con l'ultima lettera trasformata in trattino (_). Ad esempio il file PROVA.DXF verrà trascritto nel file PROV_.DXF, contenente le entità trasformate.

La figura 3-99 mostra l'assonometria di un cubo sottoposto a numerose trasformazioni geometriche: di scala non omogenea, di rotazione attorno agli assi cartesiani e attorno ad un asse generico e di traslazione.

Sottoponendo a queste trasformazioni geometriche e proiettive (assonometria ortogonale dimetrica 1, 1, 0.6666) un file DXF, precedentemente generato sempre per mezzo di CARTESIO, si ottiene la rappresentazione della figura 3-100. Questa mostra infatti il risultato delle varie trasformazioni geometriche e della trasformazione proiettiva della figura 3-99, applicate ad un generico file DXF, evidentemente anche prodotto da AutoCAD.

In AutoCAD, ad esempio, non è possibile - se non attraverso la creazione di un blocco - definire un fattore di scala diverso per i tre assi, né generare una "proiezione

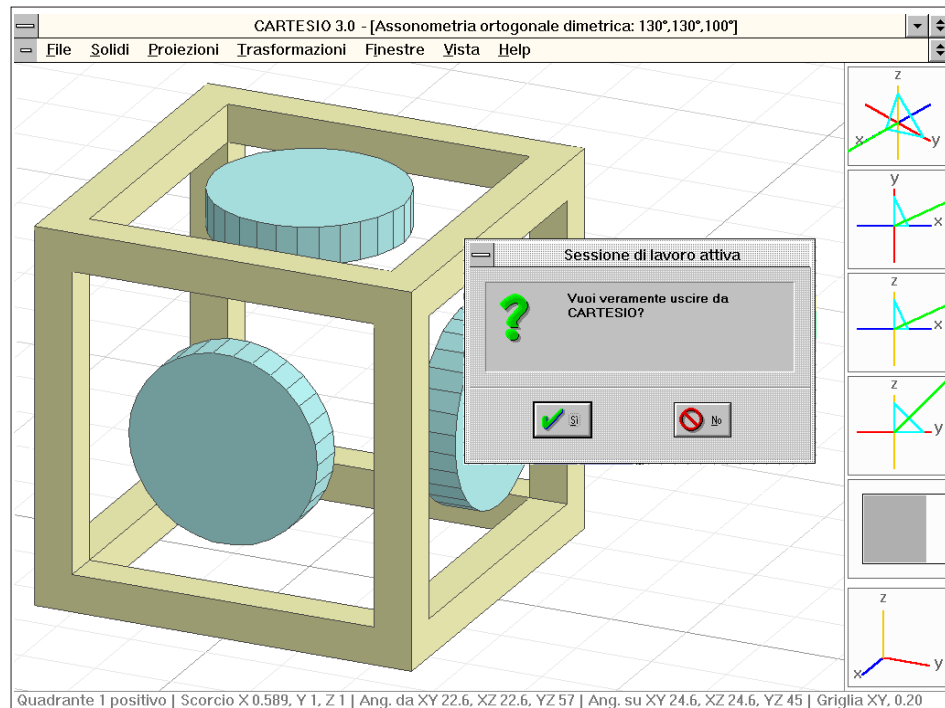


Fig. 3-103 Riquadro di dialogo per l'uscita dal programma CARTESIO

di proiezione". Infatti è da notare che la figura 3-100 rappresenta il modello trasformato in proiezione ortogonale: modello che però, oltre alle trasformazioni geometriche, ha subito anche una trasformazione proiettiva.

3.15 SALVARE E RIAPRIRE UNA SESSIONE DI LAVORO

Accade normalmente di dover sospendere lo studio di un problema prima di averlo risolto e completato. Nel menu *File* i primi due comandi sono dedicati appunto al salvataggio e all'apertura di file di disegno *CARTESIO*.

Il formato dei file è binario e pertanto non è possibile modificarli accidentalmente ed inoltre la scrittura e la lettura risultano più veloci.

Per ogni disegno *CARTESIO* crea due file: uno contenente le coordinate dei solidi caricati (.COO), l'altro con tutte le informazioni relative alle finestre aperte (.PRG).

Per aprire un file precedentemente memorizzato si attiva il comando *File-Apri...* che richiama un riquadro di dialogo per file standard Windows (vedi figura 3-101). Nel riquadro vengono elencati i file di tipo .PRG contenuti nella directory di default, eventualmente con una barra di scorrimento verticale per poterli visionare tutti. È però necessario che nella stessa directory sia presente anche l'omologo file .COO: in caso contrario apparirà un riquadro come quello della figura 3-101. È sufficiente fornire solo il nome del file, senza prefissi, oppure selezionarlo dalla lista.

È possibile aprire un file disegno anche durante una normale sessione di lavoro: non devono esserci però finestre aperte e tutti i dati fino a quel momento creati andranno perduti. È però preferibile e più ortodosso aprire una nuova sessione di lavoro e richiamare il file con il quale si intende lavorare.

Per salvare una configurazione è invece da usare il comando *File-Salva...* che risulta sempre d'uso standard per Windows. La sessione di lavoro deve contenere almeno una finestra e devono essere stati caricati dei solidi.

Nel caso nella stessa directory siano già presenti file con lo stesso nome, il fatto viene segnalato (vedi figura 3-102) e viene richiesto se si desidera perdere i vecchi file: in caso di risposta negativa si viene comunque avvertiti che il disegno non è stato salvato.

Infine, la figura 3-103 mostra il riquadro di dialogo usato per avere conferma circa la volontà di uscita dal programma *CARTESIO*. L'uscita è ottenuta mediante la sequenza Windows ALT+F4 oppure con il comando *File-Esci da CARTESIO*, metodi del tutto equivalenti tra loro.