

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Cattedra di Strade, Ferrovie e Aeroporti

Tesi di laurea

Building Information Modeling: Modellazione del solido stradale
mediante il codice di calcolo Civil 3D

Relatori

Prof. Ing. Gianluca Dell'Acqua

Prof. Ing. Salvatore Antonio Biancardo

Correlatore

Ing. Sara Guerra de Oliveira

Candidata

Stella Principe

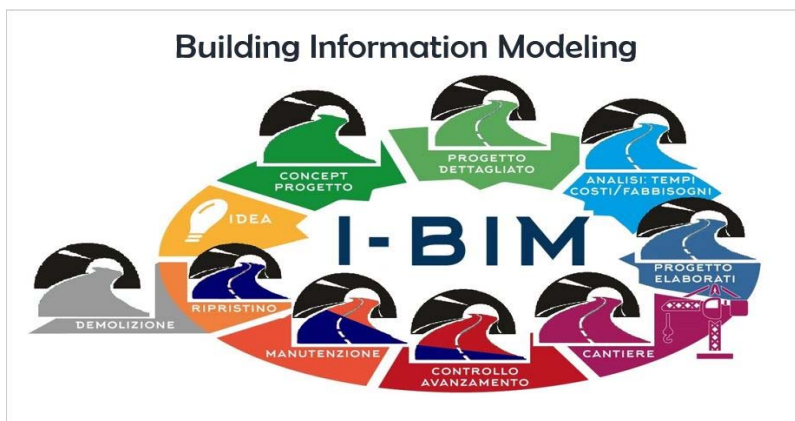
Matricola N49000464

Anno accademico 2016/2017

Abstract della tesi di laurea “Modellazione del solido stradale mediante il codice di calcolo Civil 3D”



L'oggetto della mia tesi di laurea è la modellazione del solido stradale mediante la metodologia BIM. Bim è l'acronimo di Building Information Modeling, ovvero un insieme di modelli per la gestione multidimensionale dei processi edilizi ed infrastrutturali.



Ciò avviene soprattutto grazie alla interoperabilità, ovvero la comunicazione e cooperazione simultanea dei diversi attori coinvolti. Il settore delle costruzioni è stato interessato da una rivoluzione digitale promossa da un cambiamento di prospettiva operativa: l'opera non è più considerata un elemento statico,

ma è vista come la principale protagonista di un processo da seguire dalla sua nascita fino alla sua fine.

Il cuore del BIM è dunque la generazione di un modello 3D dell'opera, attraverso cui si gestiscono le informazioni che riguardano tutto il suo ciclo di vita. Diversamente dal CAD, però, si aggiunge una quarta dimensione tenendo conto dei materiali di costruzione e dei tempi di esecuzione, una quinta dimensione con la valutazione dei costi, fino alla sesta e settima dimensione con la gestione e manutenzione stradale.

Quindi in ambiente BIM si affianca alla classica fase progettuale anche la fase estimativa, la manutenzione e la gestione della costruzione.

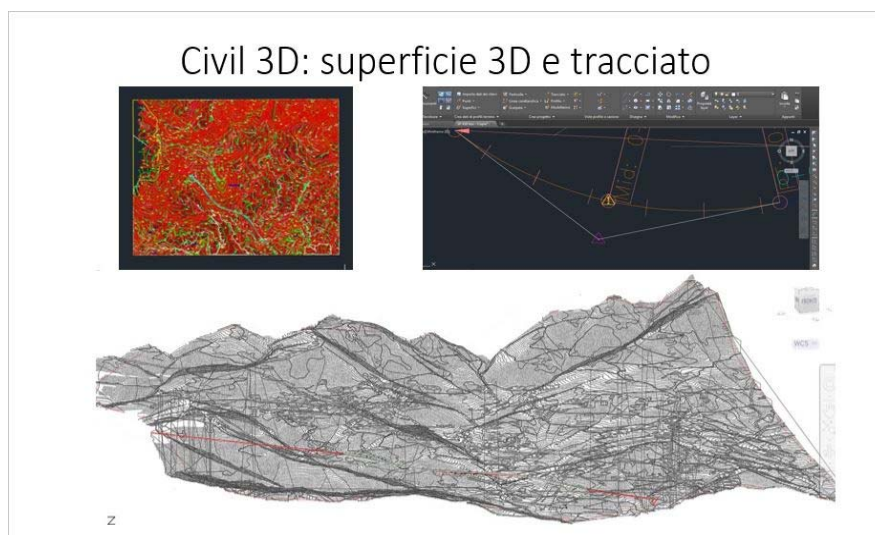
In Europa si è iniziato a parlare di modellazione elettronica per il settore delle costruzioni nel 2014. In Italia nel 2016 il Nuovo Codice degli Appalti ha introdotto, come previsto da direttiva europea, l'obbligatorietà di metodi e strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nella progettazione. Questo al fine di snellire processi che fino ad oggi hanno influito su tempi e modi di partecipazione agli appalti.

Prima della stesura del decreto attuativo nella sua versione definitiva, la "commissione Baratono" nata in seno al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ha allargato il ventaglio dei soggetti coinvolti nel processo partecipativo, avviando una consultazione online, al fine di raccogliere tutti i contributi di chi quotidianamente è coinvolto nell'utilizzo dei metodi e degli strumenti elettronici specifici di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture. La Consultazione è stata disponibile dal 19 giugno 2017 al 3 luglio 2017.

I risultati della consultazione pubblica saranno presi in considerazione dal MIT nella stesura del documento definitivo del decreto.

All'interno del Nuovo Codice degli Appalti c'è stato il recepimento del Building Information Modeling non in quanto mero strumento digitale ma nella sua corretta veste di vera e propria metodologia. Ciò consente quindi alle stazioni appaltanti di operare secondo logiche del tutto nuove. Fondamentale, in questo senso, è il lavoro svolto sia da UNI, con la progressiva formalizzazione delle diverse parti della UNI 11337:2017, la prima norma tecnica volontaria nazionale specificamente dedicata al Building Information Modeling.

Il caso studio su cui ho lavorato è la riproduzione in ambiente BIM di un tratto della sp430 attraverso i programmi Civil 3D e infraworks 360. Si tratta di una strada extraurbana di tipo C con una corsia per senso di marcia, nel mio caso specifico però è presente anche una corsia di arrampicamento, per consentire il sorpasso di mezzi pesanti che, trovandosi su un tratto in pendenza, potrebbero transitare lentamente



Il lavoro con civil 3d è iniziato con la riproduzione della superficie tridimensionale del terreno partendo dalla carta tecnica regionale in formato dwg. Ciò mi ha permesso in seguito di poter ricostruire l'asse stradale tratto per tratto in tre dimensioni, cioè comprensivo anche di quote altimetriche punto per punto. Come mi aspettavo,

ho riscontrato che in alcuni punti la geometria stradale non rende il tracciato conforme alle norme di sicurezza attualmente in vigore, poiché la SP430 è stata realizzata prima dell'emanazione del decreto ministeriale del 2011 sulla progettazione delle infrastrutture.

In seguito ho potuto anche riprodurre il profilo altimetrico del terreno e il profilo altimetrico del tracciato stradale. Quello del terreno l'ho riprodotto utilizzando i dati della superficie 3d, mentre il profilo altimetrico del tracciato l'ho ricostruito livelletta per livelletta, utilizzando le pendenze reali che ho letto consultando i profili altimetrici del progetto esistente, sia in formato digitale che in formato cartaceo.

Dopo ciò ho potuto continuare il mio lavoro di reverse engineering con la ricostruzione delle sezioni parametriche, progressiva per progressiva. Per far ciò ho visionato con google maps il tracciato stradale per avere un'idea più chiara delle sezioni da dover riprodurre. Ho potuto utilizzare dei componenti già installati nel software, come le corsie con doppia pendenza trasversale, o le scarpate semplici. Ho dovuto creare ex novo altri componenti, come muri a gravità, muri con reti metalliche e le cunette. In questo caso è stato fondamentale la consultazione della normativa per dimensionarli correttamente.

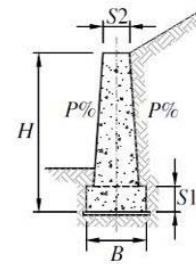
Questi componenti sono degli oggetti intelligenti, in quanto legati ad un corredo parametrico. Quindi, oltre a dover disegnare questi componenti, ho potuto anche inserire altri parametri come il materiale di costruzione.

L'oggetto risulta essere quindi

intelligente perché se ne modifico un parametro modifico automaticamente tutta la sezione e quindi tutto il modello.

Una volta create le sezioni parametriche, ho potuto finalmente creare le viste delle sezioni tipo e riprodurre il modellatore del solido stradale. Questi ultimi due elementi mi hanno dato l'opportunità di vedere concretamente in due dimensioni e in tre dimensioni come si colloca il tracciato stradale che ho riprodotto nella superficie 3D.

Sezioni parametriche e componenti



MURI A GRAVITÀ

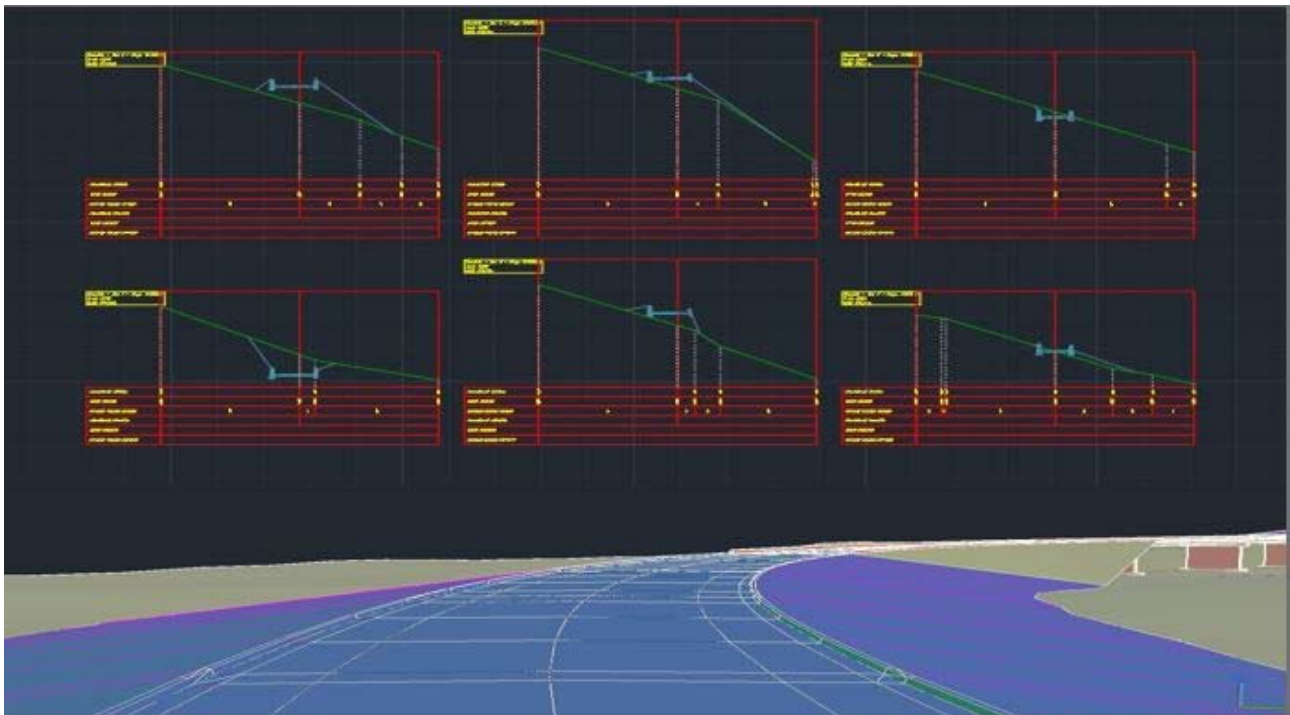
$H < 4 \text{ m}$

Muri a gravità

$$B = 0,3 \div 0,4 \cdot H$$

$$S1 = H/8 \div H/6$$

$$S2 > 0,4 \text{ m}$$



In un secondo momento ho affrontato il lavoro di reverse engineering anche con il codice di calcolo Infracore 360. Questo programma, rispetto a Civil 3d, offre una qualità grafica migliore, per questo motivo ho scelto di produrre il video guida in presentazione con Infracore, per ottenere un risultato più vicino alla realtà. Quindi, poter lavorare al meglio al mio caso studio, mi sono avvalsa di questi due codici di calcolo in maniera complementare tra loro.

Conclusioni	CAD	BIM
3D	■	■
ULTERIORI DIMENSIONI	■	■
INTEROPERABILITÀ	■	■
UNICO MODELLO	■	■
COSTO DEI SOFTWARE	■	■
TEMPI PER ELABORATI GRAFICI	■	■
AMMORTIZZAZIONE COSTI INIZIALI	■	■
LIVELLO DEI DETTAGLI DEL MODELLO	■	■
ANALISI DINAMICA DEI RISULTATI	■	■

Concludendo, lavorare con la modellazione elettronica comporta notevoli vantaggi rispetto al CAD tradizionale. Infatti, con il CAD si lavora con elementi tridimensionali ottenendo anche modelli con un livello dei dettagli abbastanza buono,

ma il BIM parte dalle stesse caratteristiche del Cad con l'aggiunta anche di altre proprietà innovative. Infatti il BIM lavora con le altre dimensioni, collegate dal fattore dell'interoperabilità. Inoltre, con il BIM lavoriamo con un unico modello fornito di tutti i dati, a differenza del Cad, che lavora con molti modelli scollegati. Affacciarsi alla metodologia BIM comporta un investimento, con acquisto di nuovi software e corsi di formazione, come avviene sempre quando nascono nuove metodologie e iniziano delle vere e proprie rivoluzioni digitali. Questi investimenti risultano produttivi poiché lavorare in ambiente BIM comporta una riduzione dei tempi di produzione di elaborati grafici e dunque una buona ammortizzazione dei costi iniziali. Essendo la metodologia BIM di nuova generazione nel campo delle infrastrutture, il livello di dettagli del modello potrebbero essere migliorati ulteriormente.

Ciò nonostante il modello unico prodotto in ambiente BIM si presenta comunque migliore dell'insieme dei vari modelli prodotti col Cad perché il Cad lavora con linee cerchi e archi, mentre il BIM con oggetti parametrici che permettono dunque anche una analisi dinamica di ogni risultato