

YOUR  
TECHNOLOGY  
ADVISOR

## Customer References

Calcolo e controllo del profilo  
di un dente ad evolvente di tipo asimmetrico

Ing. Massimo Arcolin

Obiettivo del foglio di calcolo è la generazione del profilo completo del dente di un ingranaggio cilindrico a denti dritti. Il foglio di calcolo consente di dimensionare un ingranaggio cilindrico con asimmetria del profilo (angolo di pressione e raccordo di base sinistro diversi da angolo di pressione e raccordo di base destro) e di tenere conto dell'eventuale correzione/shift tra primitiva del creatore e primitiva della ruota introdotta in fase di taglio.

In figura 1 è presentato il plot del profilo del creatore: nel foglio di calcolo è contenuta la descrizione matematica del profilo del creatore: si noti in figura il colore differente dato ad ognuno dei sei tratti che costituiscono il creatore.

Si notino anche le due linee tratteggiate che rappresentano rispettivamente le primitive di taglio e di riferimento del creatore (coincidenti quando la correzione è 0).

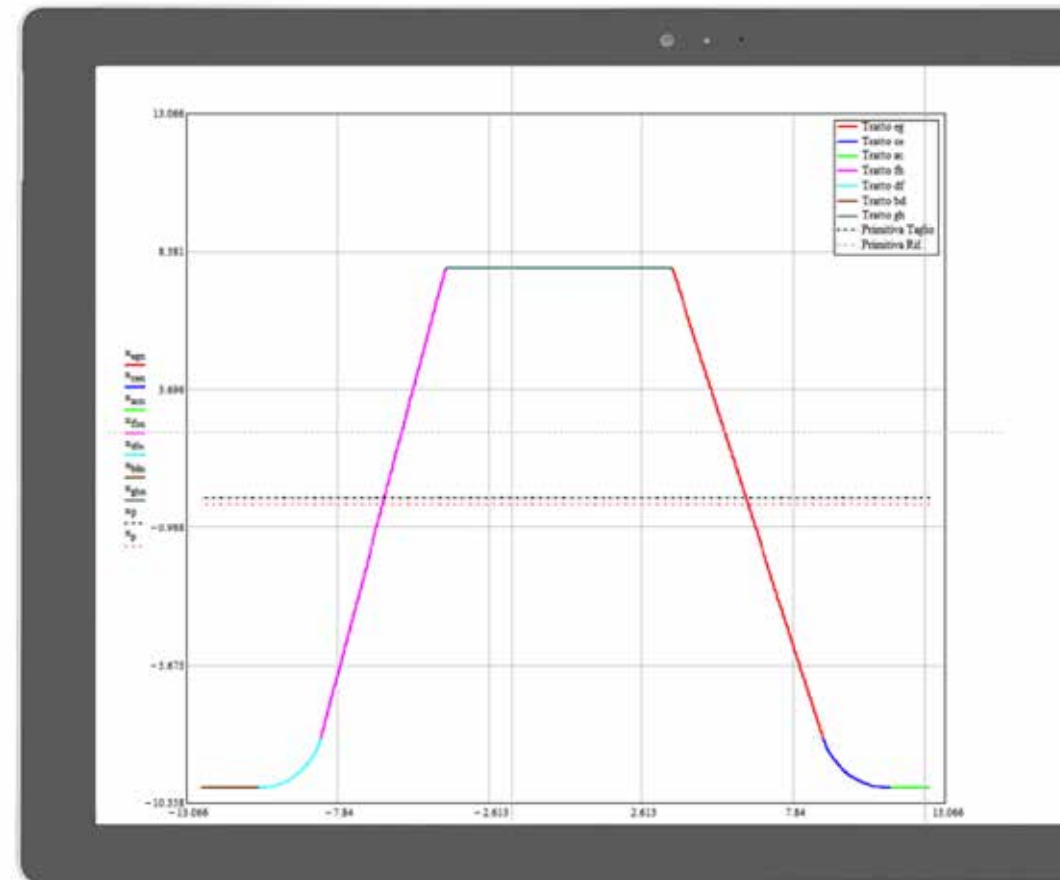


Figura 1

In figura 2 è rappresentato il plot del dente dell'ingranaggio che si ottiene utilizzando il creatore di figura 1. Si noti come ognuno dei tratti del profilo presenta un colore corrispondente al profilo del creatore che lo ha generato. Si noti anche l'asimmetria dei fianchi del profilo del dente ottenuta mediante l'asimmetria del creatore (per l'implementazione del calcolo del profilo del dente si rimanda a Litvin 1994, Gear geometry and applied theory).

Sul profilo del dente è evidenziato il diametro di troncatura dell'ingranaggio e la primitiva della ruota. Si noti come la stessa procedura di calcolo che dà origine ad un dente dritto possa essere applicata (con le opportune modifiche da apportare al foglio di calcolo) anche per l'ottenimento del profilo del dente di un ingranaggio cilindrico a denti elicoidali.

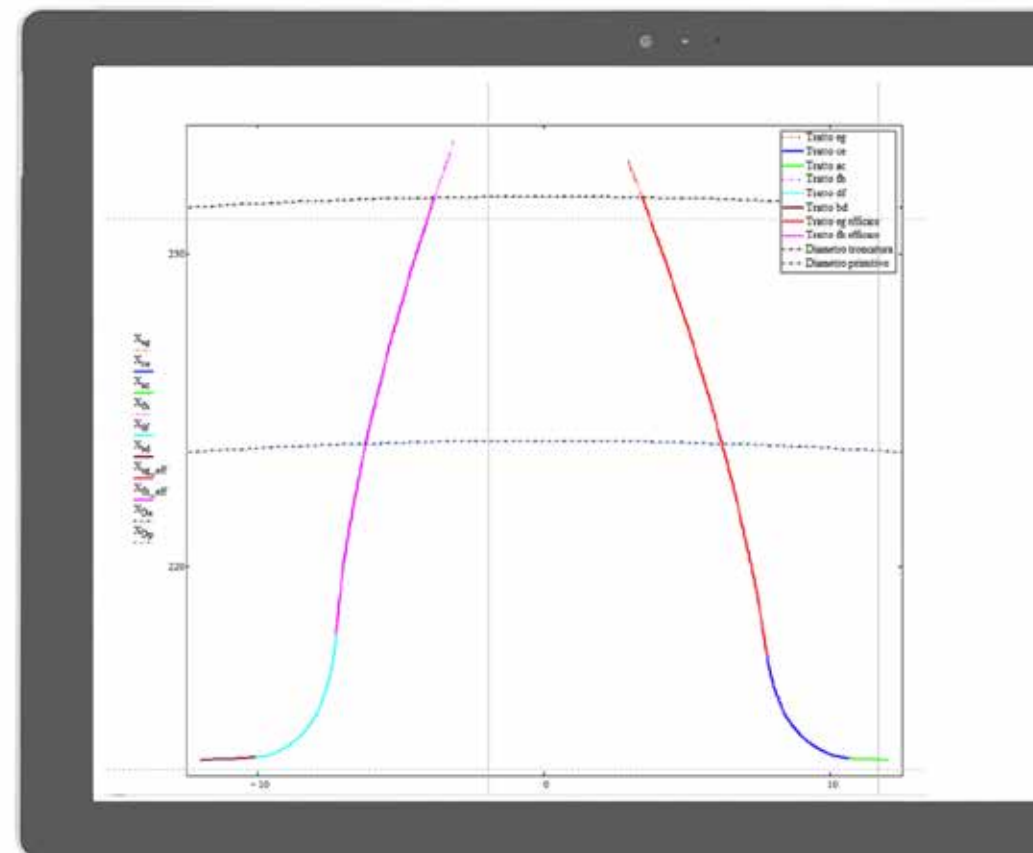


Figura 2

Sono visibili alcuni dei parametri di input del foglio di calcolo.  
Le aree di input sono le uniche zone editabili da parte dell'utente fruitore del foglio di calcolo.

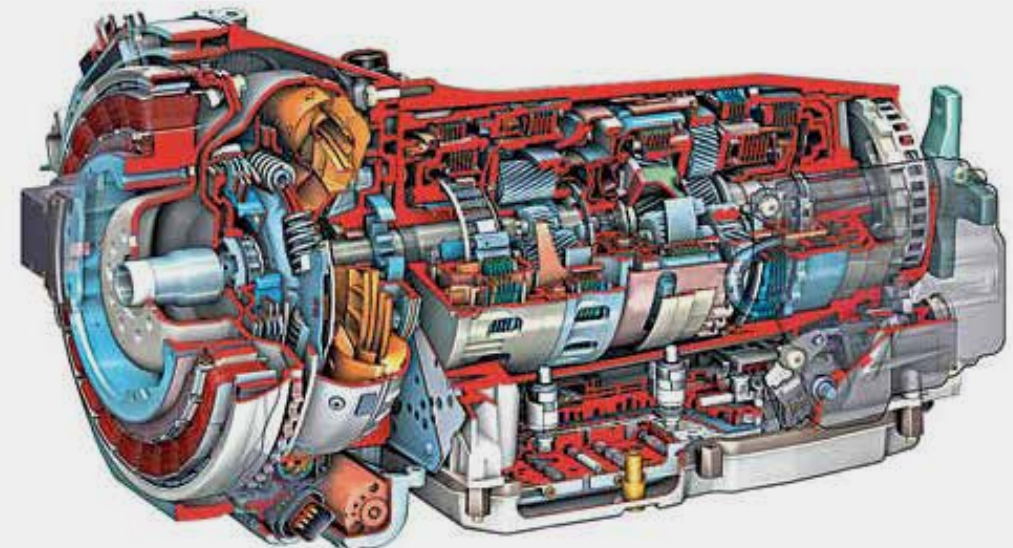
Sono di seguito presentati i parametri di input per la definizione del profilo del creatore:  
nota come il valore introdotto per il raccordo di base e per l'altezza del dente possono essere interpretati come percentuale oppure come valore assoluto in funzione della scelta fatta

Modulo:  
(in mm)

Numero di denti:

Angolo pressione fianco 1:  
(in gradi)

Angolo pressione fianco 2:  
(in gradi)



Per quel che riguarda il valore del raccordo alla base del creatore e l'altezza del dente l'utente può decidere se introdurre un valore normalizzato sul modulo oppure un valore assoluto.

Modalità inserimento  
raccordo fianco 1:

- % SUL MODULO  
 VALORE ASSOLUTO

Raccordo fianco 1:

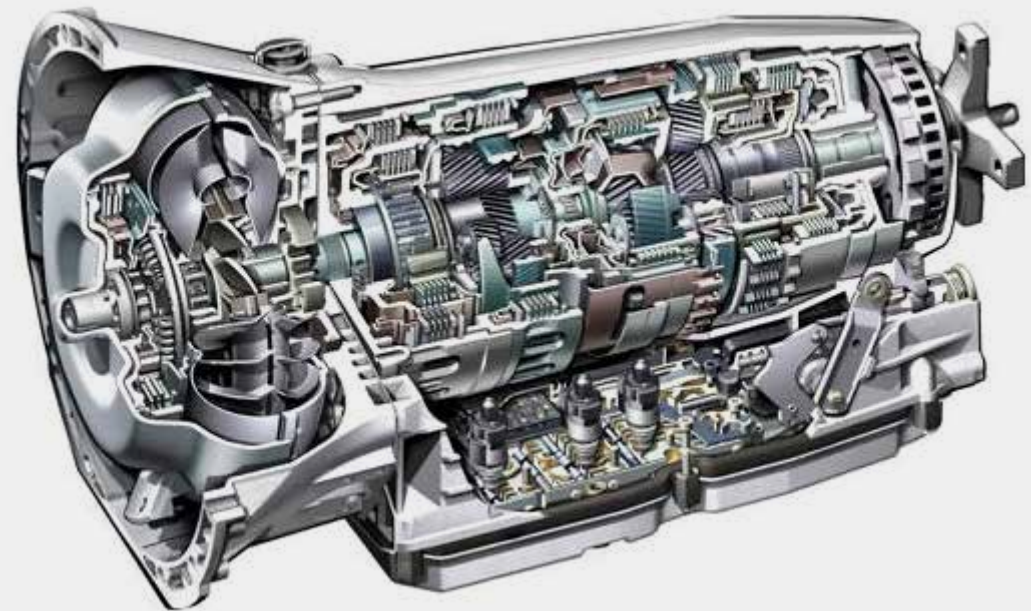
0.3

Modalità inserimento  
altezza dente:

- % SUL MODULO  
 VALORE ASSOLUTO

Altezza dente  
creatore:

1



Viene presentata la modalità di gestione della correzione.  
La zona di input consente di introdurre un valore positivo o negativo (viene spiegata in didascalia la convenzione sul segno). Il programma calcola il valore minimo della correzione che deve essere introdotto per evitare il sottotaglio sul dente. L'utente viene avvisato mediante message box a video

Convenzione sulla correzione:

- Positiva: il creatore viene traslato e disposto "più esternamente" rispetto al diametro primitivo della ruota.;
- Negativa: il creatore viene traslato e disposto "più internamente" rispetto al diametro primitivo della ruota.;

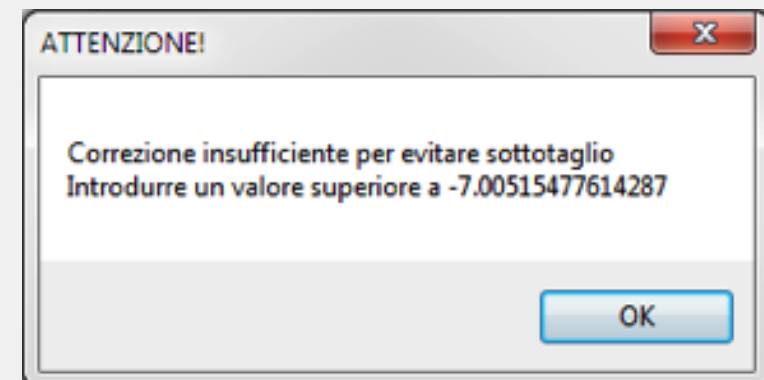
Correzione:  
(in mm)

-7.1

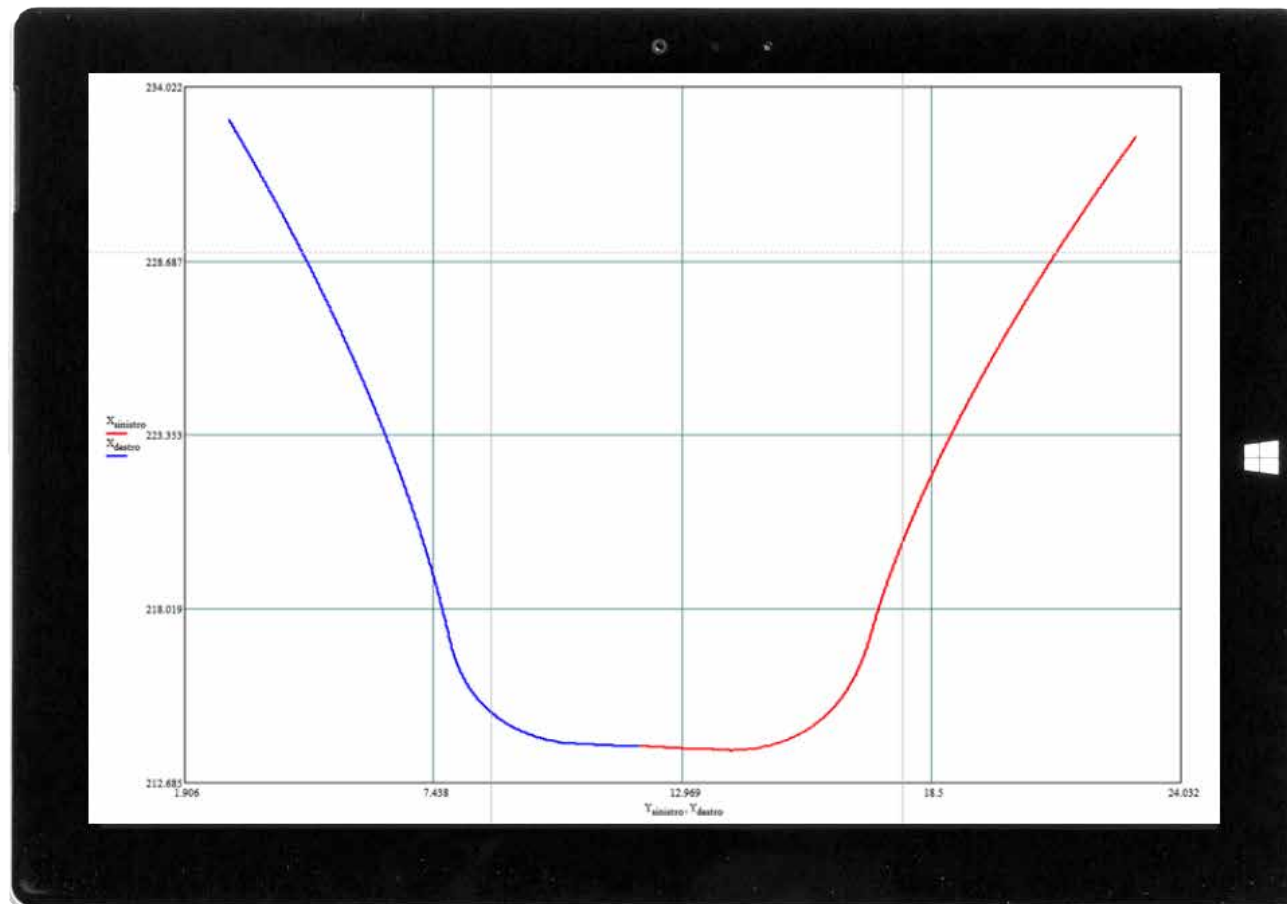
Correzione\_Minima = -7.005155

Correzione insufficiente per evitare sottotaglio

Spessore\_Ingranaggio := Spessore\_Ingranaggio\_Input



In figura vengono presentati i due profili del dente opportunamente affiancati per valutare la continuità nella zona di giunzione. La curva completa viene poi ricostruita identica ad una certa distanza di offset lungo z pari allo spessore dell'ingranaggio per poter costruire una superficie da esportare verso Creo. Tale superficie viene poi utilizzata per la sagomatura 3D dell'ingranaggio.



Per la creazione finale della superficie di taglio in Creo l'utente può scegliere se utilizzare una percentuale del numero di punti utilizzati da Mathcad per la costruzione del profilo oppure introdurre a mano un numero di punti.

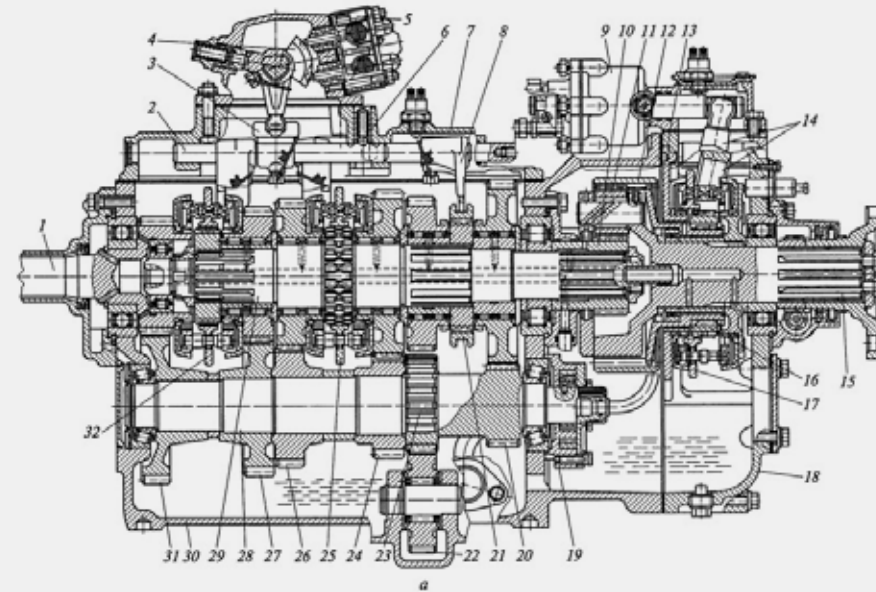
$Nr\_Punti\_Totali := rows(X_{profilo}) - 1 = 514674$

Criterio\_Esportazione\_Punti :=

- 1% DEI PUNTI TOTALI  
 NUMERO PUNTI DEIFNITO

Numero punti profilo semplificato:

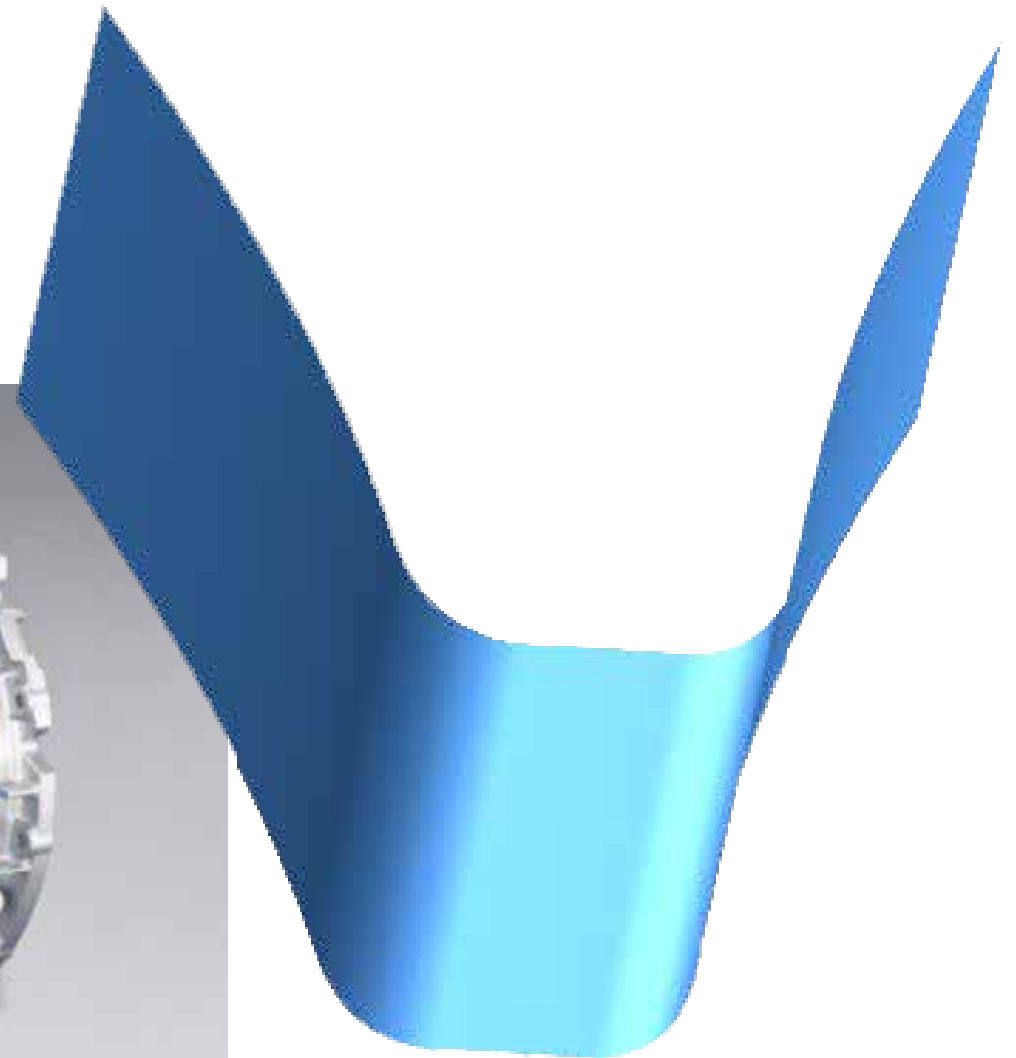
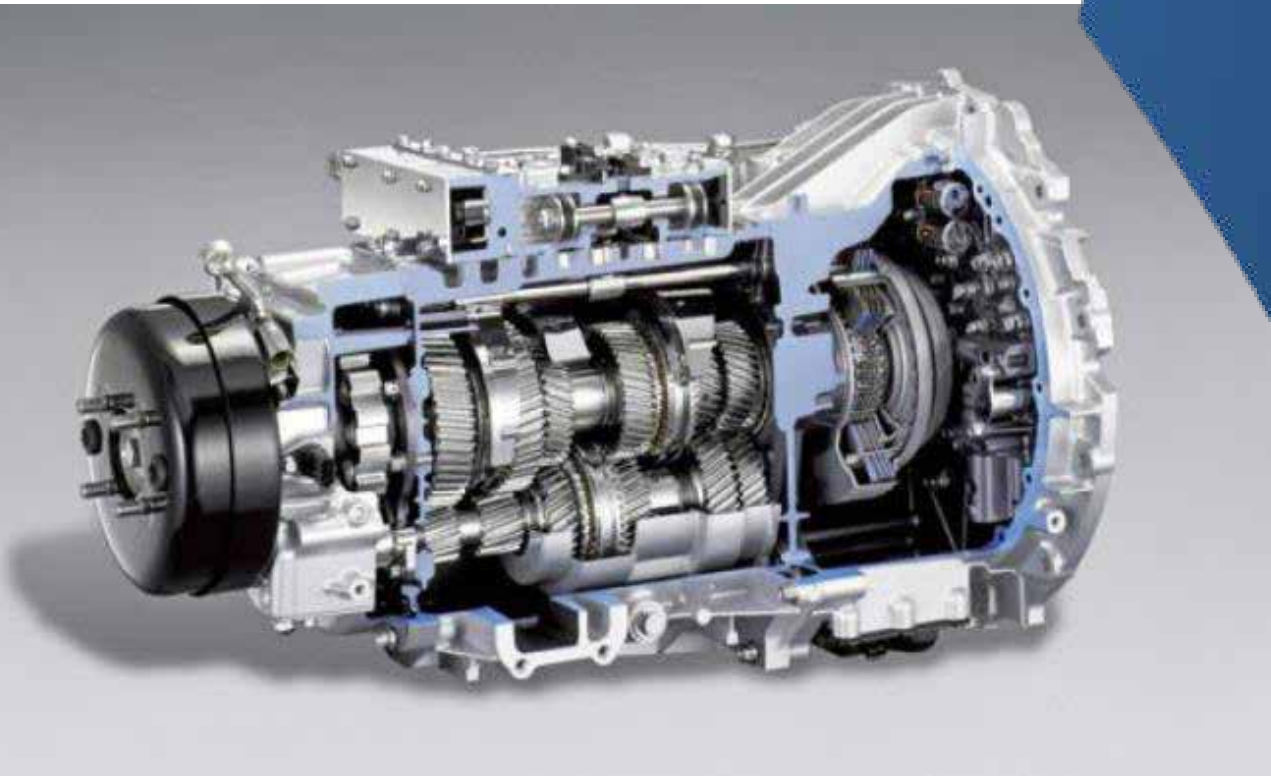
200



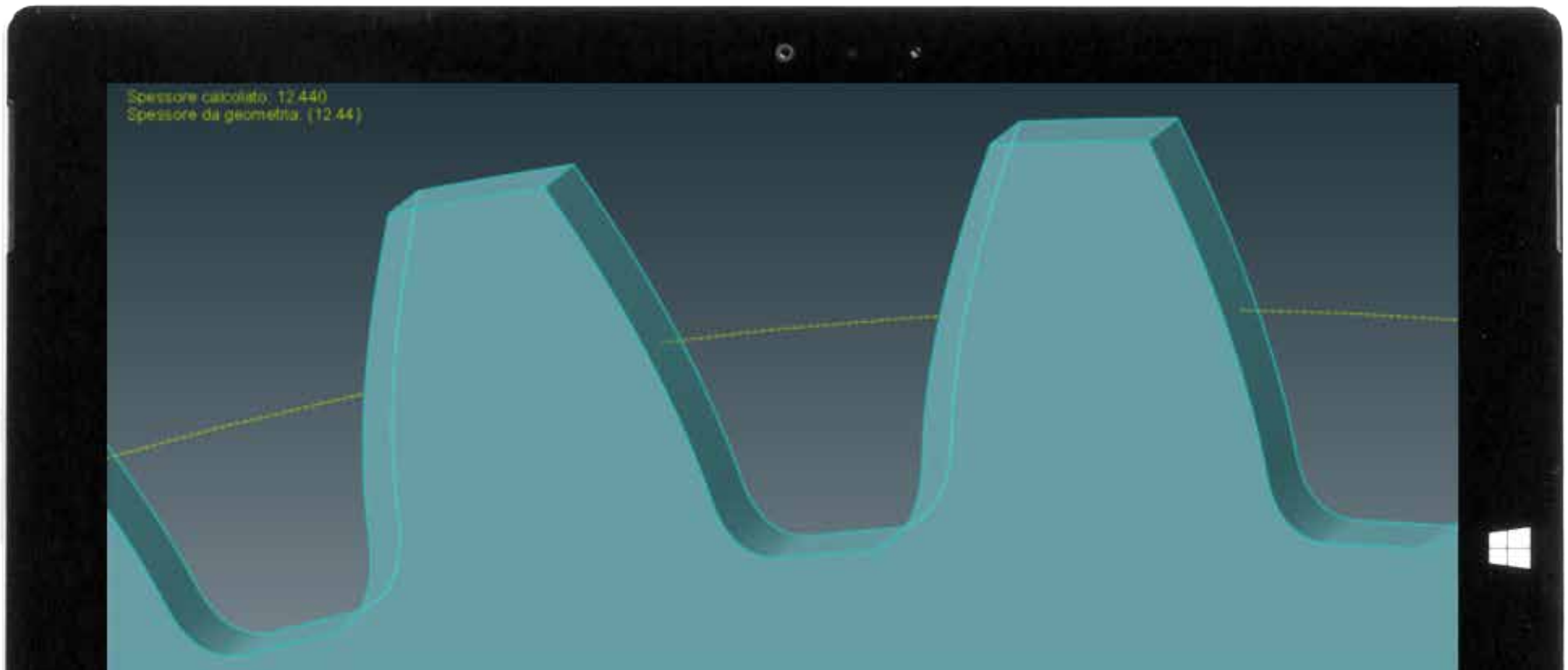


È presentata la superficie ricostruita in 3D che consente di sagomare l'ingranaggio; la superficie è associativa con il foglio di calcolo

(la modifica del foglio comporta l'immediato aggiornamento del modello tridimensionale).

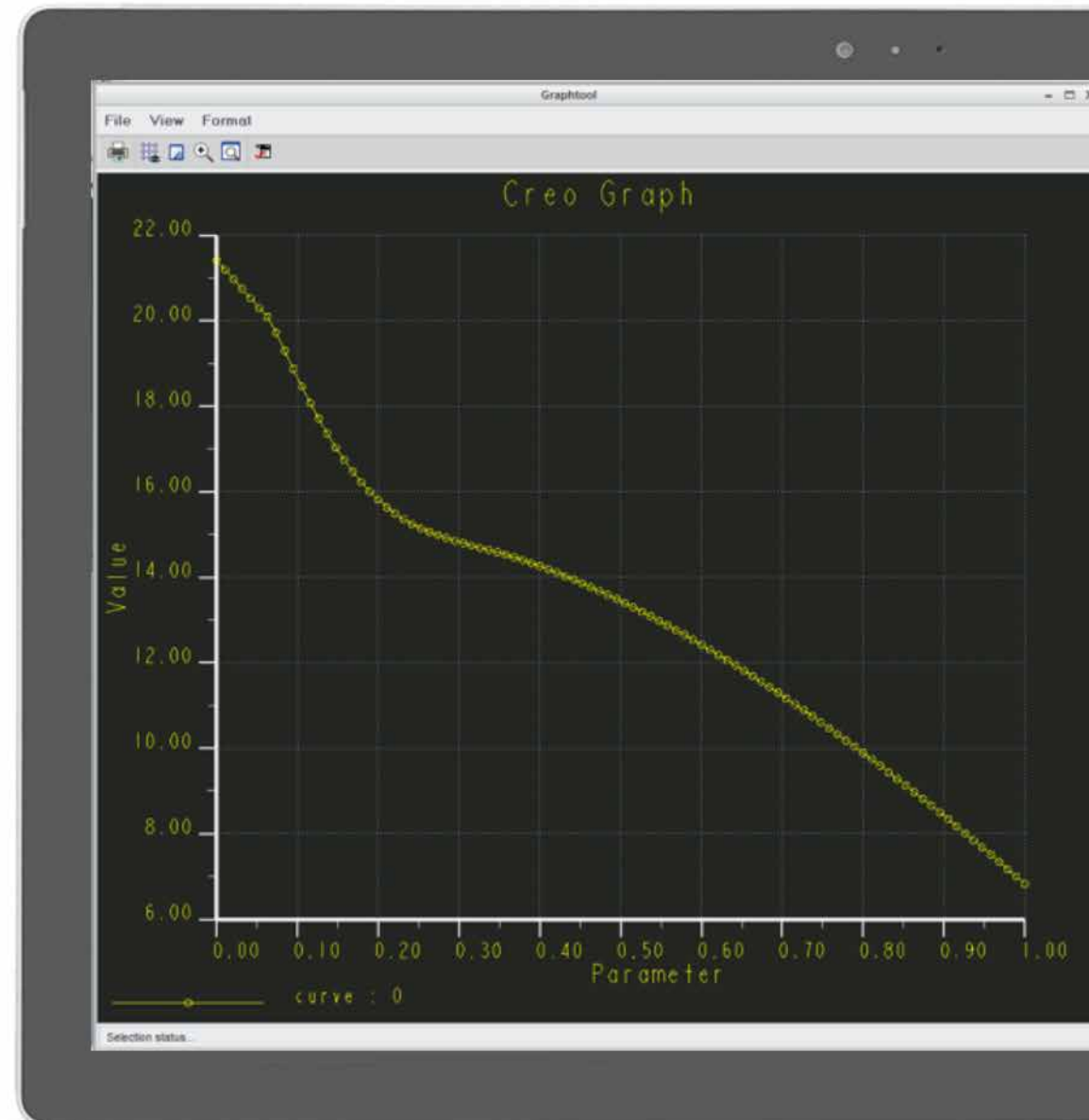


Viene presentato un dettaglio di due denti ottenuti grazie al calcolo presente sul foglio matematico. Da notare l'annotazione in alto a sinistra che riporta lo spessore del dente sulla primitiva della ruota così come viene calcolato da Mathcad e il valore ottenuto mediante misurazione sulla geometria 3D: la loro uguaglianza è una conferma del corretto dimensionamento del dente.

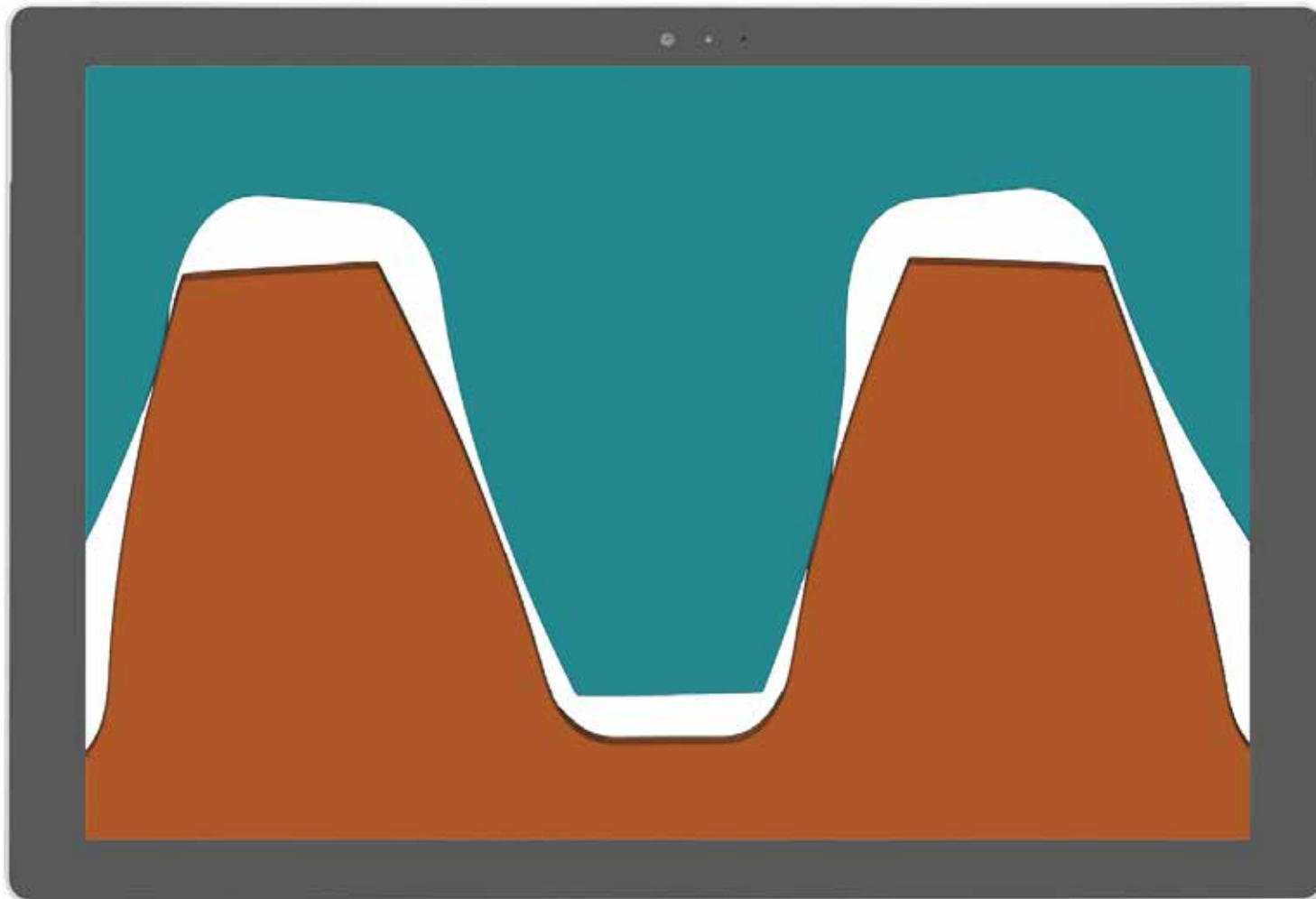


## PARAMETRIC DESIGN

In figura è riportato il plottaggio dello spessore del dente: sull'asse delle ascisse l'ascissa curvilinea del profilo del dente, sull'asse delle ordinate il valore dello spessore.



Una possibile applicazione della correzione all'ingranaggio: ottenimento del gioco desiderato tra i due denti (o eliminazione dell'eventuale interferenza).



## PARAMETRIC DESIGN

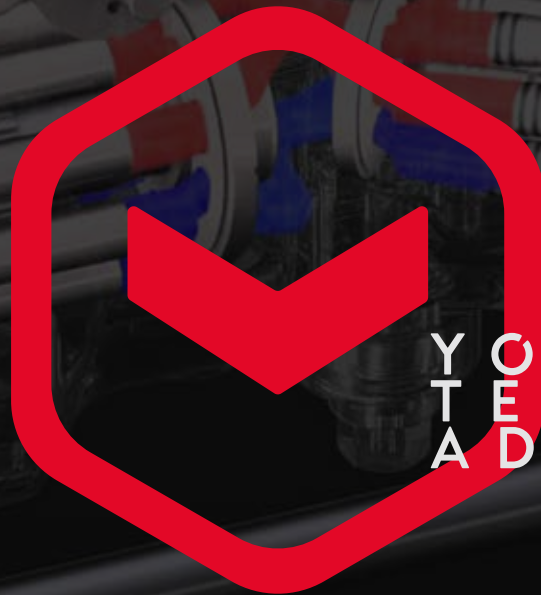
A valle dell'elaborazione eseguita sarà possibile andare ad eseguire un calcolo FEM per derivare l'analisi di contatto



Thank you!



Organizzazione con Sistema di Gestione per la Qualità certificato  
Luis 816. 9001:2015



YOUR  
TECHNOLOGY  
ADVISOR

Sede operativa Italia:  
**Parametric Design S.r.l.**  
Piazza Corte Grande 24/25  
20060 Gessate (MI)

+39 02 95384199  
+39 02 95382708

[info@parametricdesign.it](mailto:info@parametricdesign.it)

Sede operativa Svizzera:  
**Parametric Design Suisse Sagl**  
Corso San Gottardo 24  
6830 Chiasso (Ch)

+41 91 945 31 40

[info@parametricdesign.ch](mailto:info@parametricdesign.ch)