

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

*Relazione per la prova finale:*

***Sviluppo di un codice MatLab per la modellazione di pale distributrici a partire da profili NACA simmetrici***

Tutor universitario: Prof.ssa Cavazzini Giovanna

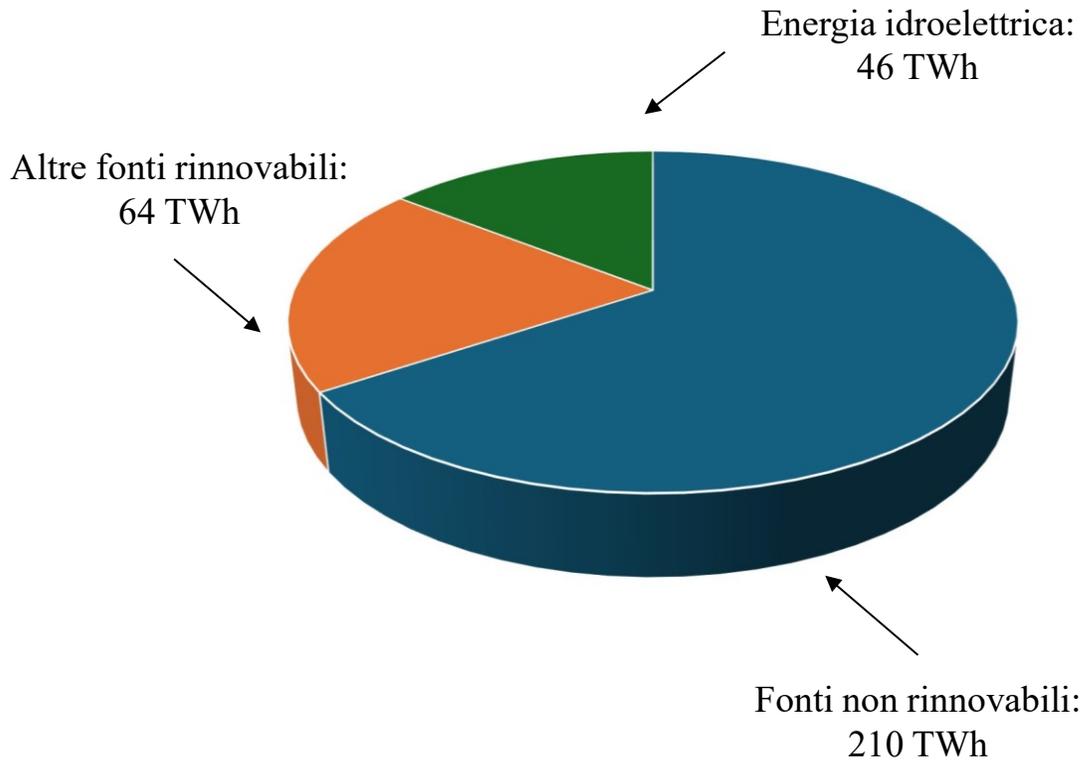
Correlatore: Nascimben Francesco

Laureando: *Gaeta Tommaso, 2034715*

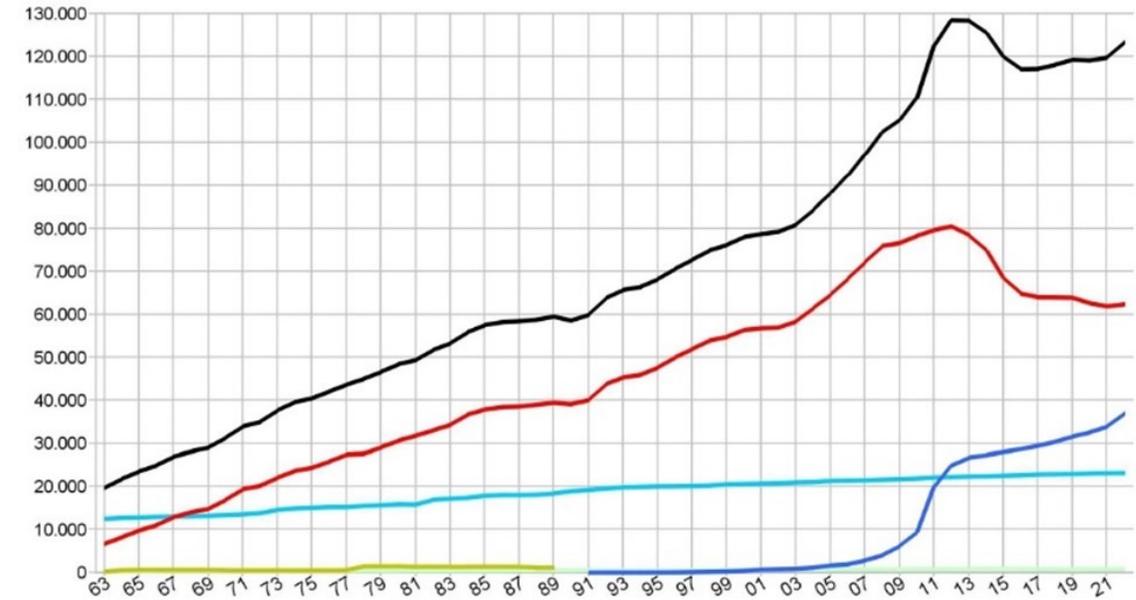
Padova, 23/09/2024

## DISTRIBUZIONE DELLA PRODUZIONE DI ENRGIA ELETTRICA IN ITALIA

Fabbisogno energetico italiano totale: 320 TWh



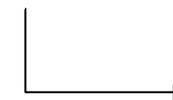
Potenza efficiente lorda MW



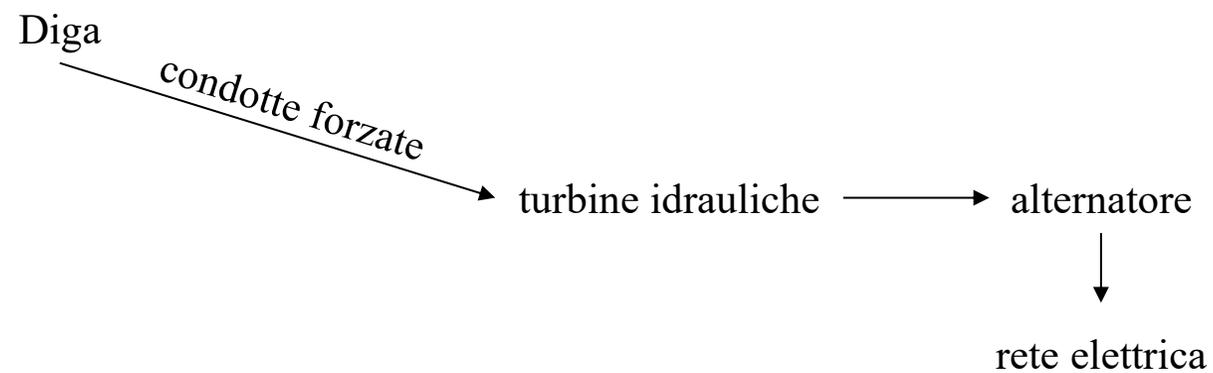
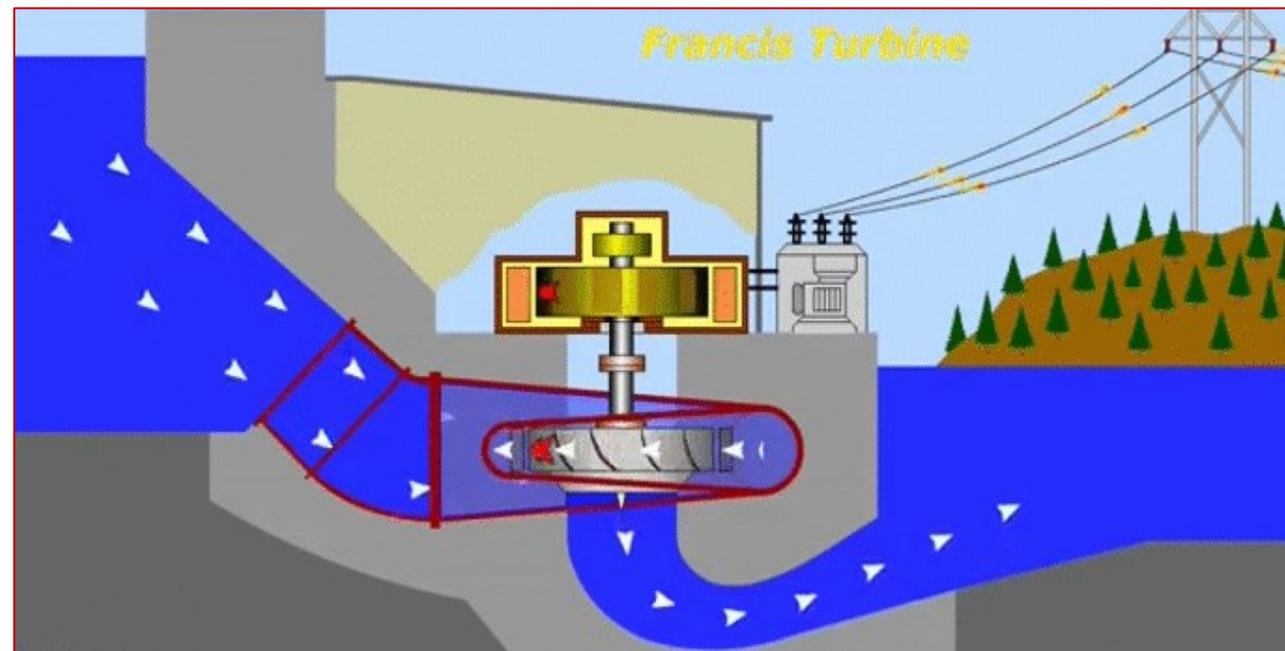
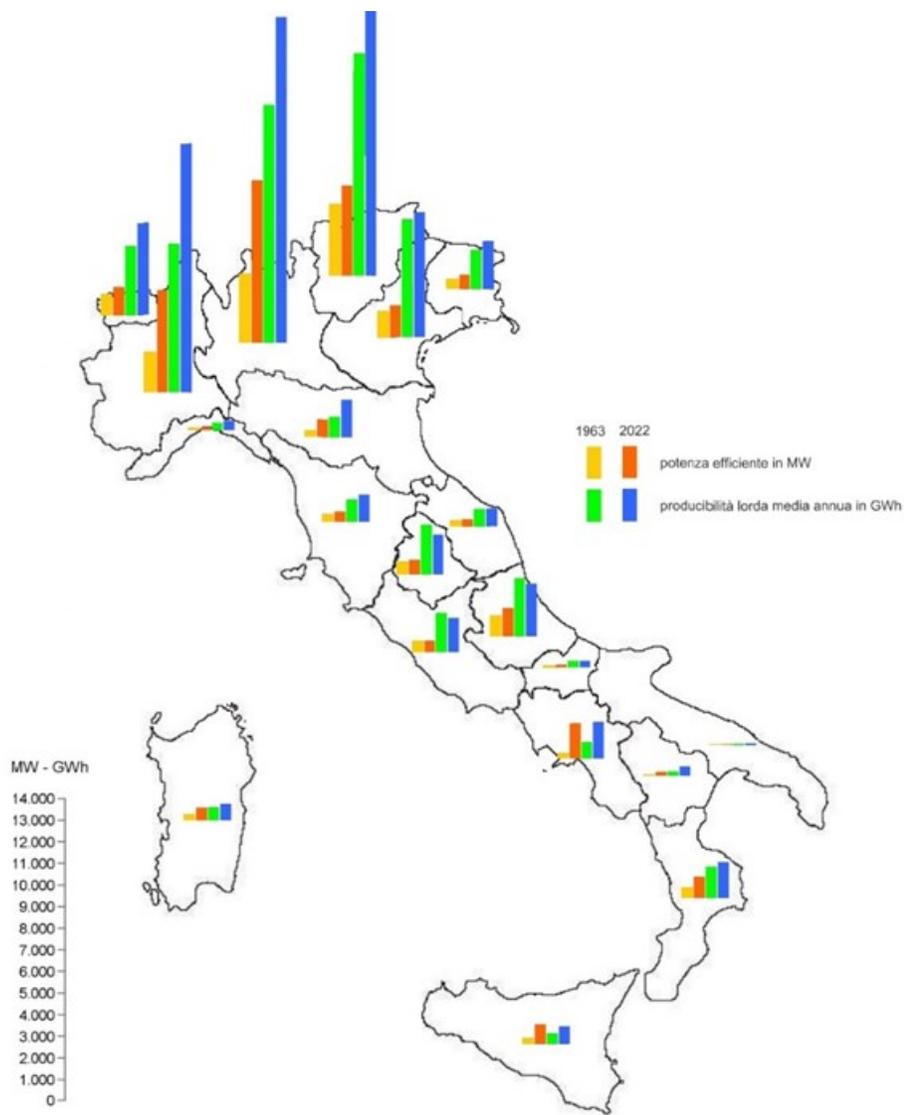
■ Impianti in totale ■ Impianti idroelettrici ■ Impianti termoelettrici tradizionali ■ Impianti geotermoelettrici ■ Impianti nucleotermoelettrici ■ Impianti eolici e fotovoltaici

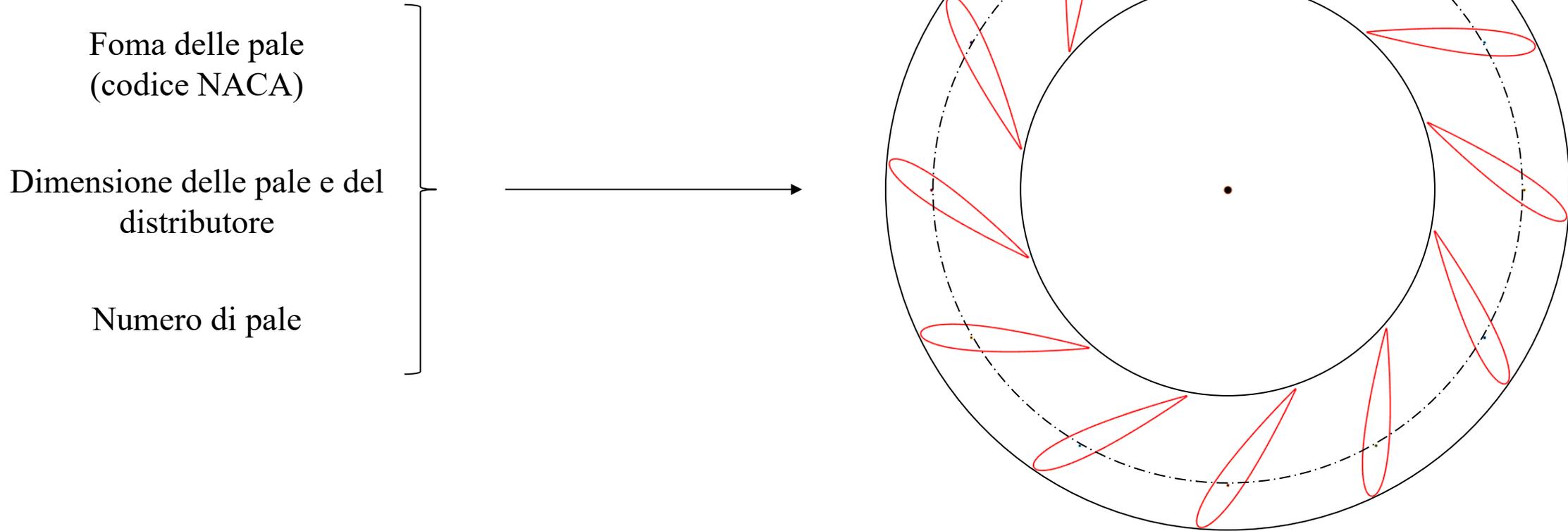
Negli ultimi 20 anni:

- +11,4% potenza netta a disposizione;
- +78% installazioni



L'installazione di impianti di piccole dimensioni:  
**MINI-IDROELETTRICO**



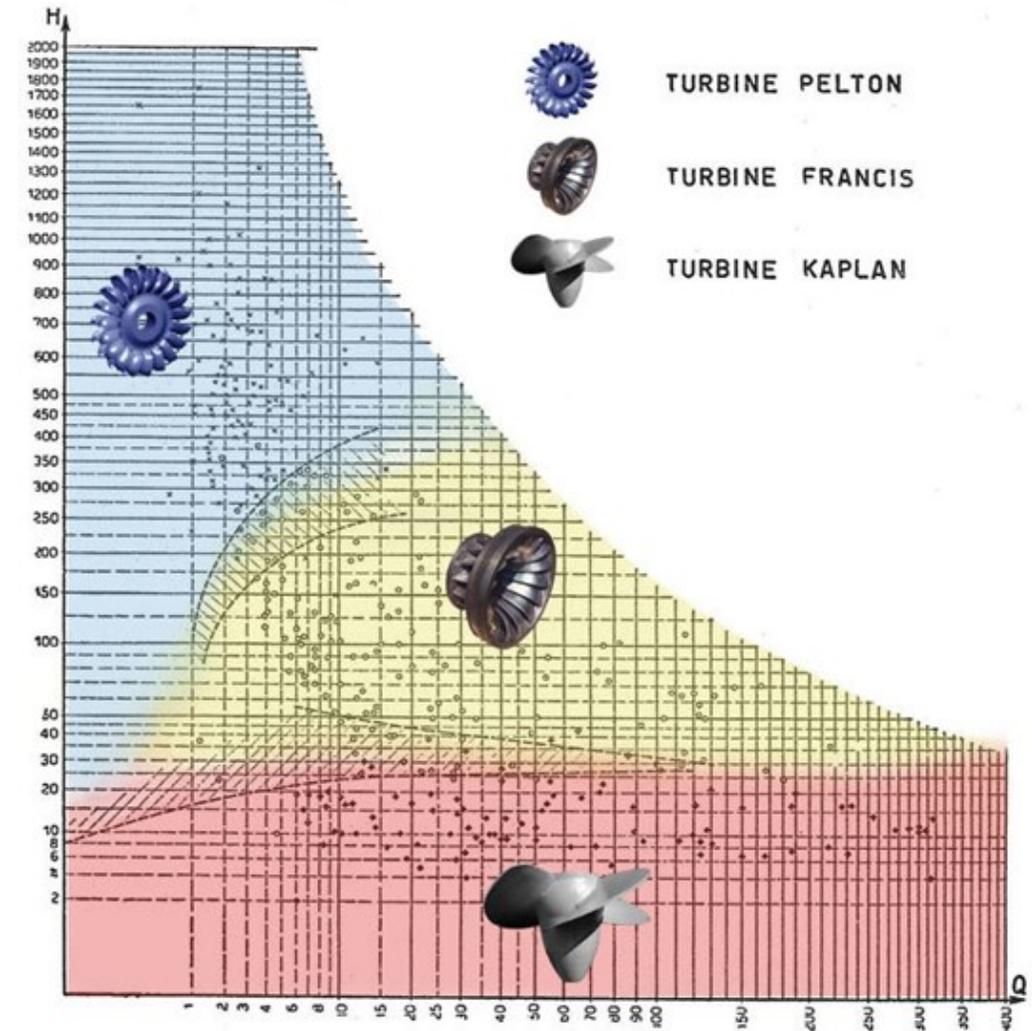


## TURBINA FRANCIS:

- Ottima in condizione intermedie
- Grande range di portate e salti
- Enorme diffusione a livello mondiale

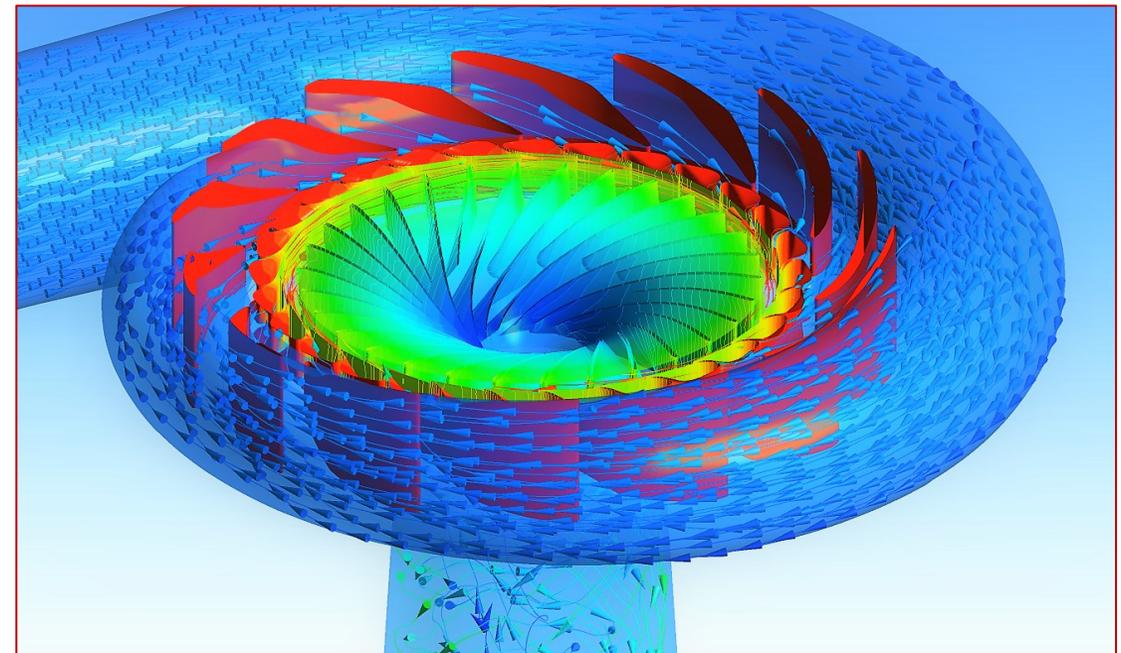
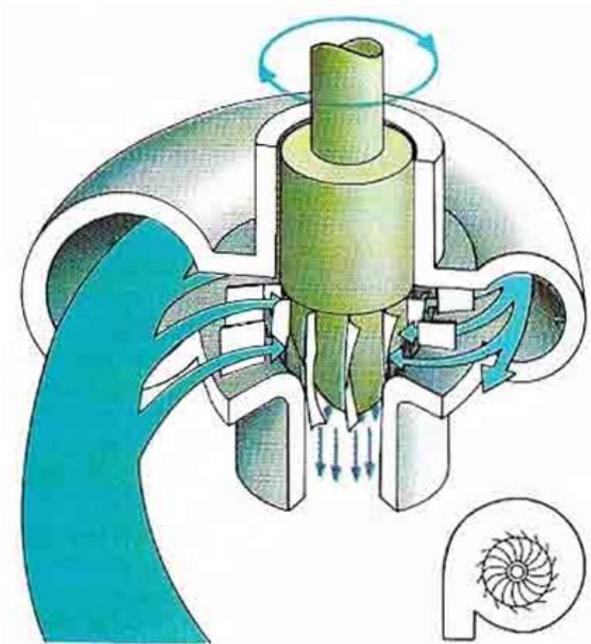
$$K = \omega \frac{Q_v^{0,5}}{(g \cdot H)^{0,75}}$$

TURBINA	K
Lenta	0,35-0,60
Normale	0,60-1,20
Veloce	1,20-2,50



Percorso dell'acqua:

- L'acqua proveniente dalla condotta forzata riempie tutta la camera a spirale, detta voluta;
- Il distributore è disposto attorno alla girante e suddiviso da una serie di pale in tanti condotti a sezione gradualmente decrescente;
- La girante una volta posta in rotazione dal fluido, trasferisce l'energia cinetica sottratta all'acqua all'albero su cui è montata;
- L'acqua viene scaricata dal tubo diffusore.

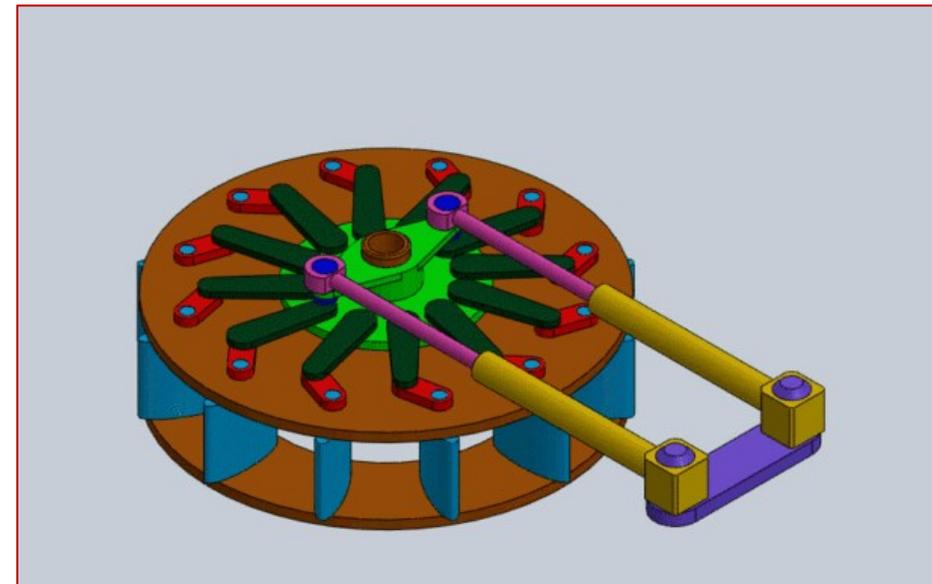
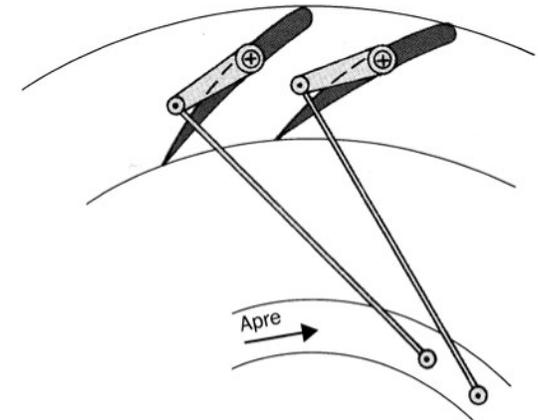
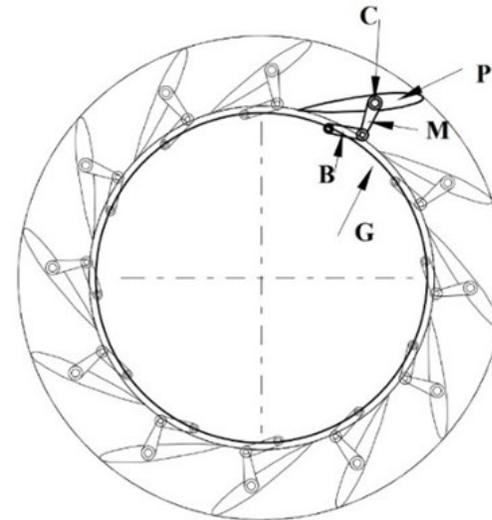


Il distributore è un organo statorico in cui le dissipazioni sono praticamente nulle. Funzioni principali:

- Indirizzare la portata in arrivo alla girante imprimendole la direzione dovuta in modo da minimizzare urti e moti in direzione non utile;
- Regolare la portata secondo la potenza richiesta dalla macchina mediante organi appositi di parzializzazione;
- Trasformazione di energia potenziale a cinetica di una corrente liquida.

Grado di reazione  $G$ : rapporto tra l'energia effettiva idraulica che non si è trasformata in cinetica nel distributore e l'energia effettiva idraulica o salto utile.

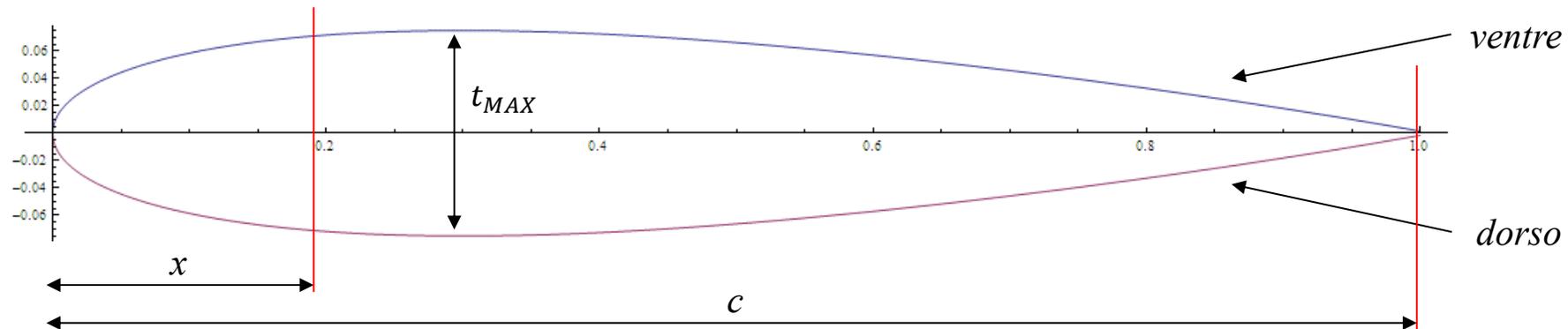
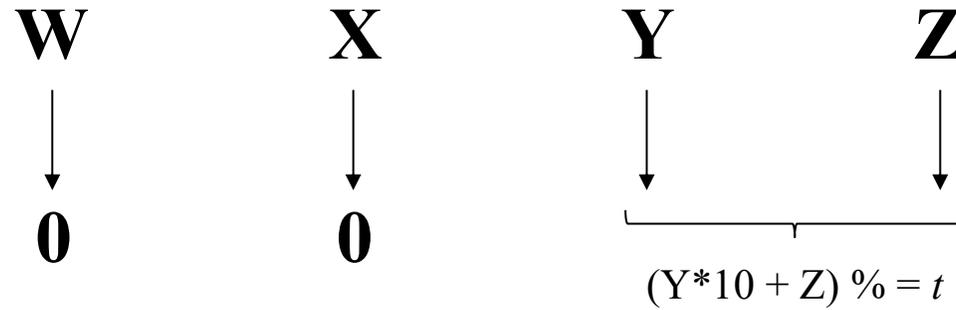
$$G = \frac{H_u - \frac{c_1^2}{2 \cdot g}}{H_u}$$



Il modello NACA descrive il profilo delle pale attraverso una serie di parametri matematici, spesso indicati da una combinazione di cifre che definiscono la curvatura, lo spessore relativo e la distribuzione dello spessore lungo il profilo.

Modello a 4 cifre GENERICO:    **NACA****WXYZ**

Modello a 4 cifre SIMMETRICO:



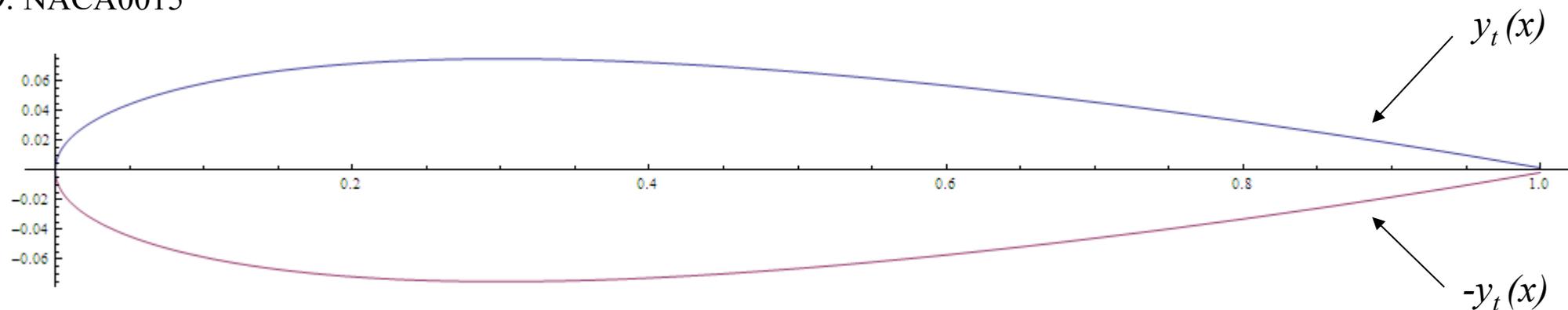
La distribuzione dello semispessore  $y_t(x)$  lungo la corda per un profilo simmetrico può essere espressa come:

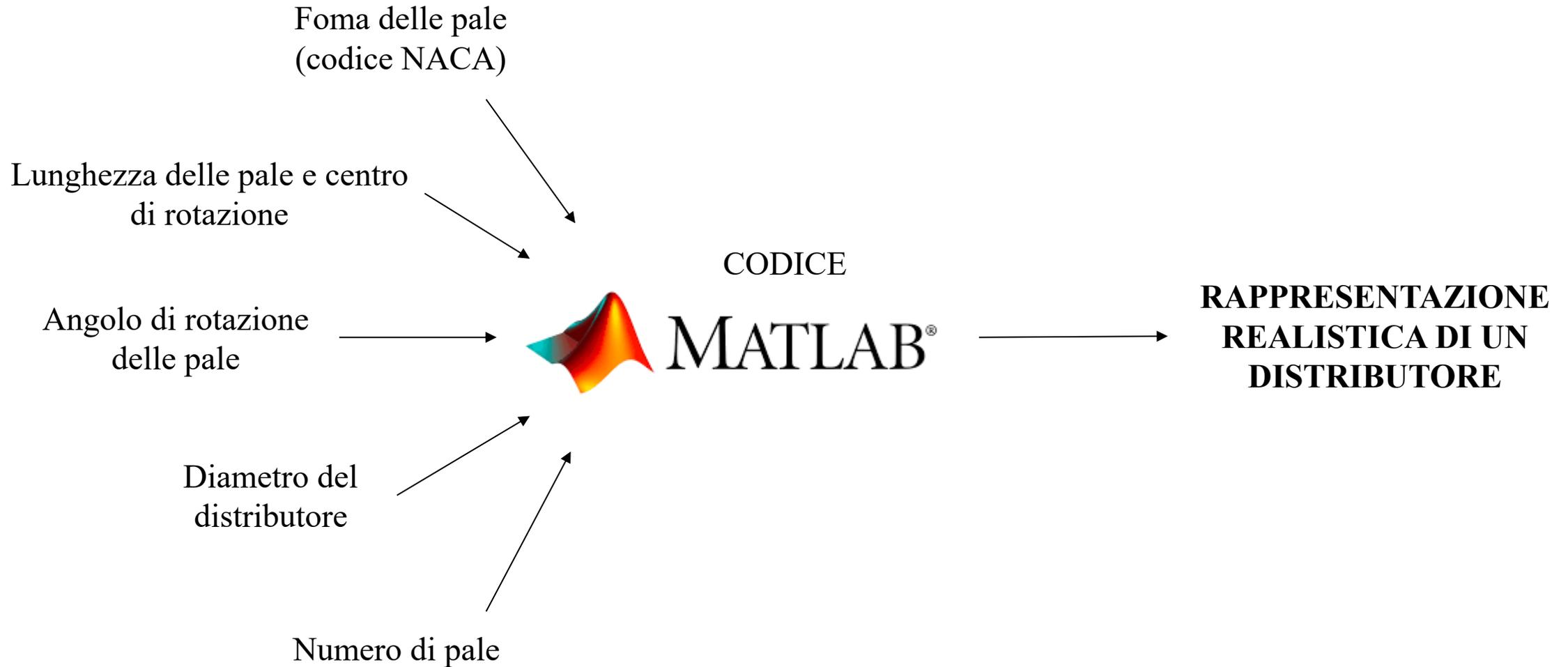
$$y_t(x) = \frac{t_{MAX}}{0,2} \cdot \left( 0,2969 \sqrt{\frac{x}{c}} - 0,1260 \frac{x}{c} - 0,3516 \left(\frac{x}{c}\right)^2 + 0,2843 \left(\frac{x}{c}\right)^3 - 0,1015 \left(\frac{x}{c}\right)^4 \right)$$

$t_{MAX}$ : spessore massimo, anche espresso come  $tc$ , ovvero  $t$  spessore massimo espresso come frazione della corda e  $c$  lunghezza della corda;

$x$ : la posizione lungo la corda da 0 a  $c$ ;

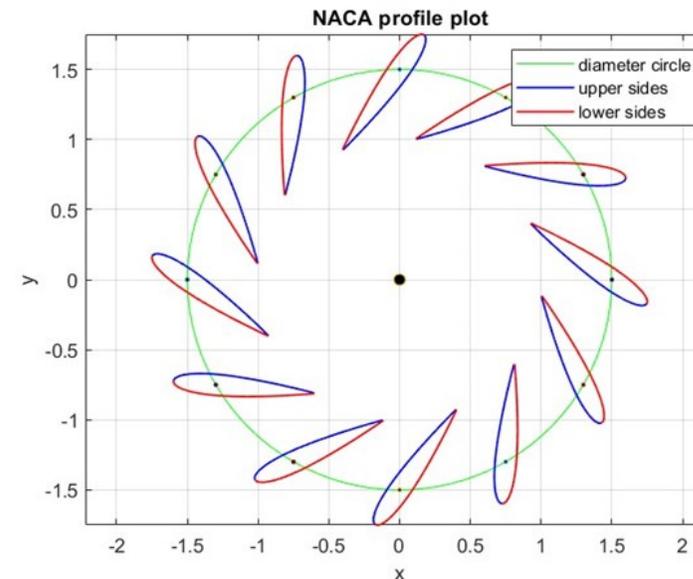
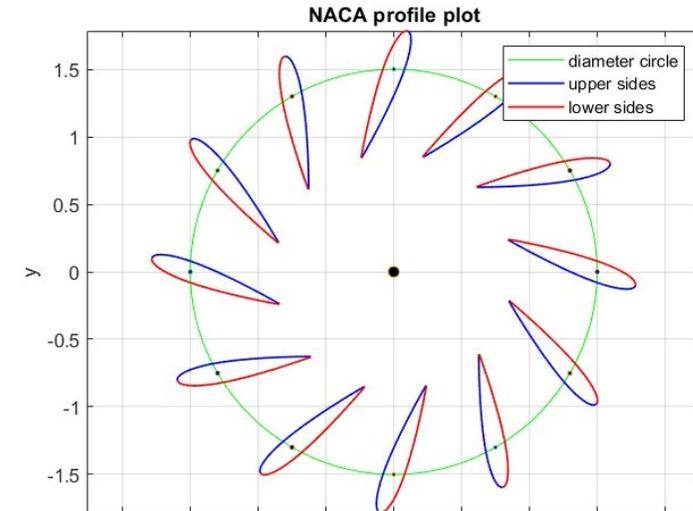
*ESEMPIO: NACA0015*



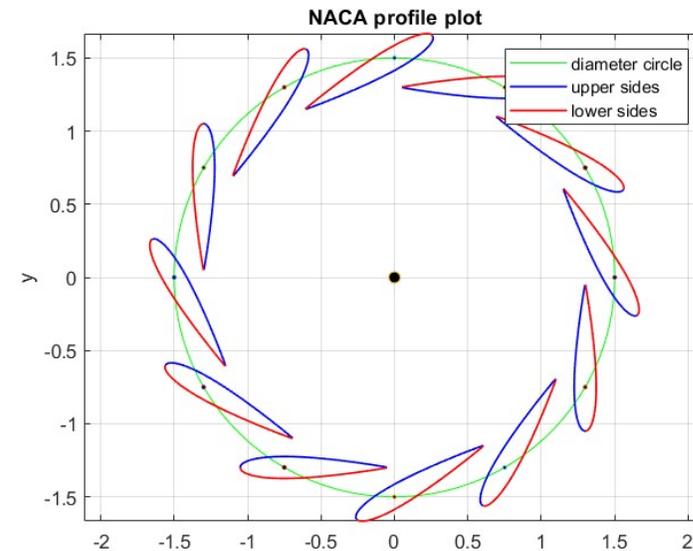


```
Digit the NACA airfoil code:      0015
Digit the length of the profile:  1
Center of rotation in % of the leght: 30
Angle of rotation in degrees:    20
Diameter of the turbine:         3
Number of blades:                12
>>
```

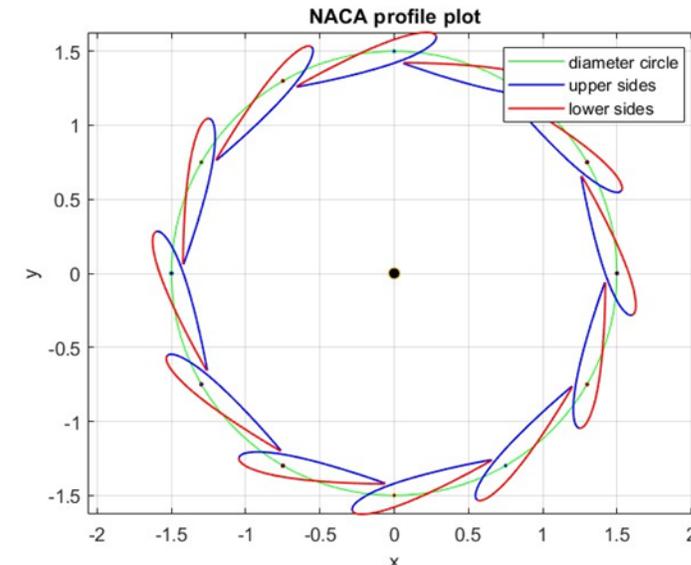
```
Digit the NACA airfoil code:      0015
Digit the length of the profile:  1
Center of rotation in % of the leght: 30
Angle of rotation in degrees:    35
Diameter of the turbine:         3
Number of blades:                12
>>
```



```
Digit the NACA airfoil code:      0015
Digit the length of the profile:  1
Center of rotation in % of the leght: 30
Angle of rotation in degrees:    60
Diameter of the turbine:         3
Number of blades:                12
>>
```



```
Digit the NACA airfoil code:      0015
Digit the length of the profile:  1
Center of rotation in % of the leght: 30
Angle of rotation in degrees:    70
Diameter of the turbine:         3
Number of blades:                12
>>
```



## CONCLUSIONI:

- RAPPRESENTAZIONE EFFICIENTE LA CURVATURA DELLE PALE
- OTTIMO PER VISUALIZZAZIONE DEI RISULTATI BASE
- SOLO RAPPRESENTAZIONE VISIVA IN FUNZIONE DEI DATI

## PROSPETTI FUTURI:

- PUNTO DI PARTENZA PER UN CODICE PIÙ PRATICO, FISICO ED INGEGNERISTICO
- OTTIMO COME STRUMENTO PER APPOGGIO A SOFTWARE 3D

*GRAZIE PER L'ATTENZIONE*