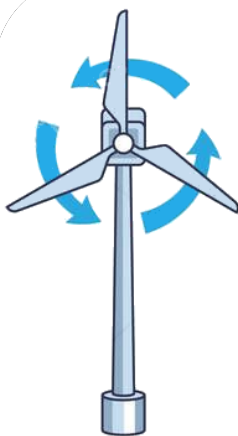
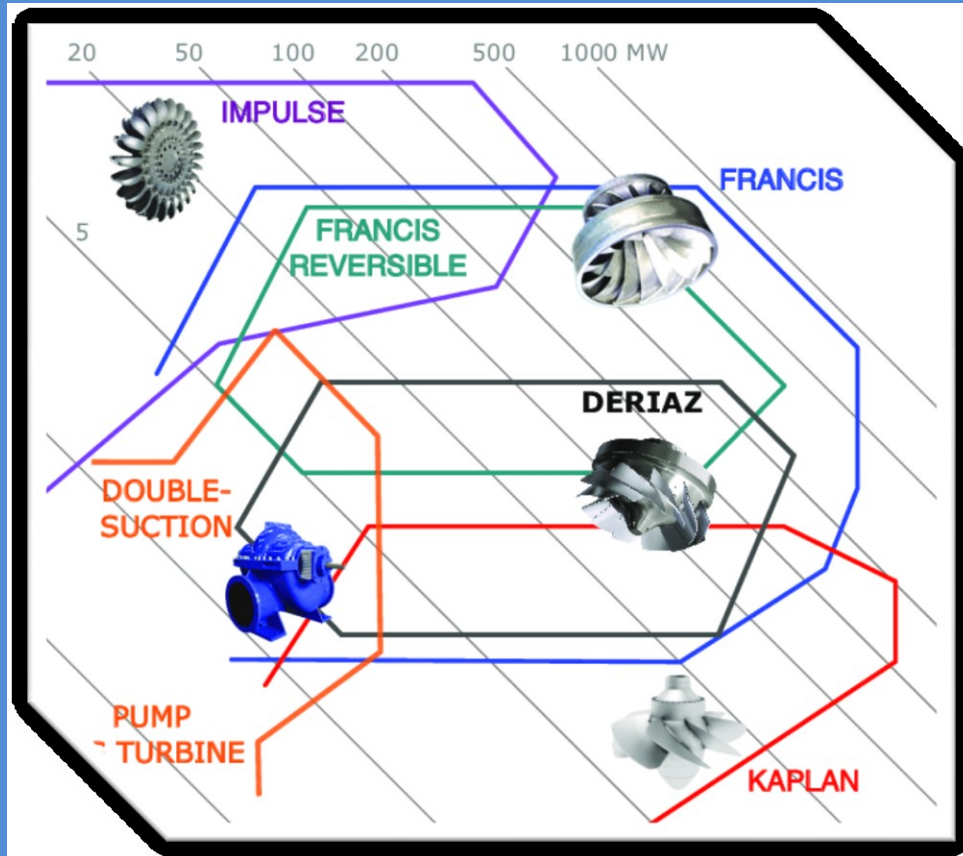
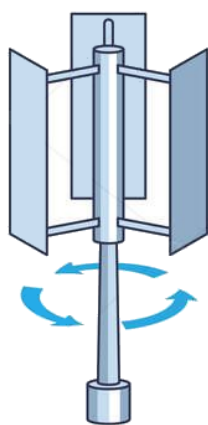


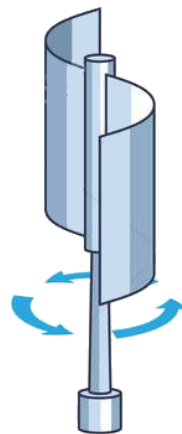
DISEGNO DI MACCHINE A FLUIDO



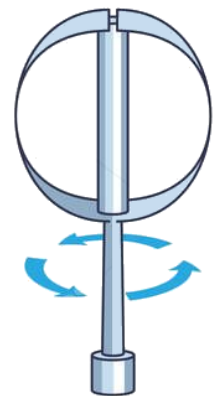
HAWT



H-ROTOR



SAVONIUS



DARRIEUS

Turbina eolica DARRIUS VERTICALE (VAWT).....	6
DEFINIZIONI PROFILO ALARE	8
PRESTAZIONE PROFILI ALARI.....	9
Esportazione file con profile alare	9
TURBINA DARRIUS CON PALE AD H (DRITTE).....	10
Modello finale DA REALIZZARE	11
TURBINA DARRIUS CON PaLE a D (curve)	14
Modello finale	16
Turbina eolica ARCHIMEDE AD ASSE ORIZZONTALE	18
ASSIEME MODELLO	20
DISEGNO IN INVENTOR DEL ROTORE	21
Mini Generatore trifase 3-24V per turbine eoliche	31
Completare l'assieme con le parti mancanti.....	32
TURBINA EOLICA VERTICALE DARRIUS.....	33
PROFILO NACA 2412	34
TURBINE AD ASSE VERTICALE	36
LENZ	37
SAVONIUS	38
PALA TURBINA ASSE ORIZZONTALE	39
VENTILATORE ASSIALE	44
GIRANTE VENTILATORE ASSIALE	45
GIRANTE VENTILATORE ASSIALE V.2.....	54
GIRANTE VENTILATORE ASSIALE COMPONIBILE	59
PALA SINGOLA CON SUPPORTO FISSAGGIO	60
BLOCCO PALE	63
BLOCCO VENTOLA PER MOTORE 220V CON ALBERO SCANALATO.....	68
Turbine IDRAULICHE	70
CAMPI DI IMPIEGO.....	70
DIAGRAMMA CAMPO DI IMPIEGO E RENDIMENTO TURBINE IDRAULICHE	72
IMPIANTO IDROELETTRICI.....	73

Turbina Pelton.....	74
DIMENSIONI DELLE PALE E DELLA RUOTA PELTON.....	76
RUOTA E PALE.....	77
DISEGNO IMPIANTO TURBINA PELTON.....	78
turbina PELTON.....	79
FOGLIO DI CALCOLO TURBINA PELTON.....	80
SISTEMA DI SUPPORTO RUOTA pelton.....	81
ALBERO CON SEDE CHIAVETTA ISO.....	82
SUPPORTO INFERIORE ALBERO.....	83
SUPPORTO SUPERIORE ALBERO.....	84
CUSCINETTO RADENTE FLANGIATO ISO 2795.....	85
SUPPORTO DISTRIBUTORE.....	86
DISTRIBUTORE.....	87
SPINA.....	89
ALBERO OLEODINAMICO.....	90
flangia anteriore cilindro.....	91
corpo cilindro.....	92
flangia posteriore cilindro.....	93
flangia anteriore 1 distributore.....	94
flangia anteriore 2 distributore.....	95
CORPO DEL distributore.....	96
PALA PELTON.....	97
RUOTA PELTON.....	106
SEDE CHIAVETTA.....	110
ASSIEME RUOTA PELTON.....	113
cassa.....	114
GIUNTO A DISCHI.....	115
GIUNTO A DISCHI PER ALBERI DA 50mm.....	116
CREAZIONE SEDE CHIAVETTA NEI DISCHI DEL GIUNTO.....	117
MOLTIPLICATORE DI GIRI.....	119
PRIMA COPPIA DI INGRANAGGI.....	120
SECONDA COPPIA DI INGRANAGGI.....	120

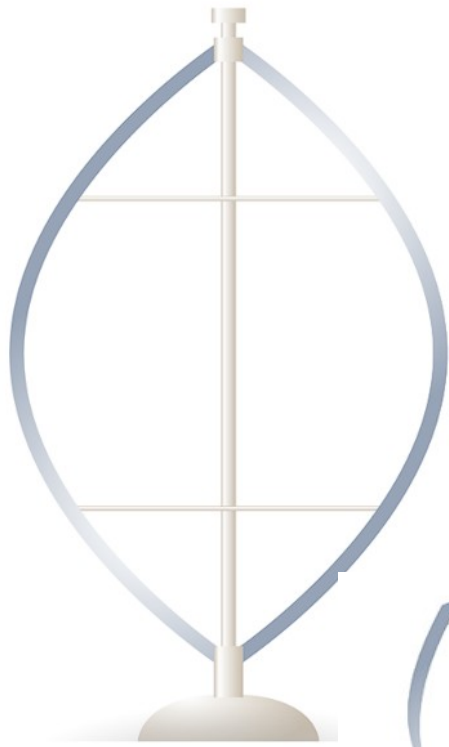
ALBERI	121
CORPO INFERIORE.....	122
Turbina FRANCIS	123
GIRANTE	125
CASSA A CHIOCCIOLA.....	135
Turbina kapLaN	136
IMPIANTO TURBINA KAPLAN	137
DISEGNO TURBINA KAPLAN	138
CORPO.....	139
ALBERO	140
PALA KAPLAN	141
ASSIEME TURBINA KAPLAN.....	150
Turbina A VITE.....	152
RENDIMENTO MEDIO di impianti esistenti	153
Dimensionamento di massima mediante formule semiempiriche.....	154
PALA TURBINA PELTON.....	155
DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA	156
RUOTA.....	162
PALA TURBINA TURGO.....	164
PALA TURGO DA PROFILO ELLISSE	169
GIRANTE POMPA CENTRIFUGA CHIUSA.....	170
GIRANTE AD ELICA	176
Girante radiale semi aperta	180
GIRANTE POMPA CENTRIFUGA APERTA	185
POMPA A INGRANAGGI PER OLIO.....	195
INGRANAGGI CON SEDE CHIAVETTE	198
ALBERI scanalati con SEDE PER CHIAVETTE	200
COPERCHIO PER POMPA A INGRANAGGI	206
POMPA EIETTORE	214
Uso del comando LOFT per solido irregolari.....	217
COMPRESSORE SCROLL.....	218
GIRANTE MOBILE	219

SPIRALE DI ARCHIMEDE	220
STATORE (FISSO)	221
DISCO FISSO	222
DISCO MOBILE.....	223
ALBERO	223
ASSIEME	224
VENTILATORE RADIALE MOTORE DC 775	233
Pale positive, pale negative e pale diritte	236
MOTORE DC 775 150W.....	237
BANCO PROVE VENTILATORE	238
FILETTATURE	239
CUSCINETTI VOLVENTI E APPLICAZIONI.....	240
Cuscinetti a sfere e a rulli.....	240
Cuscinetti radiali e assiali	241
Cuscinetti radiali	241
Cuscinetti assiali.....	242
Terminologia	243
Simboli	243
Terminologia - Sistema albero-cuscinetto-alloggiamento.....	243
TERMINOLOGIA Cuscinetti radiali E Cuscinetti assiali.....	244
Componenti dei cuscinetti	245
GABBIE	246
I sistemi di tenuta integrati.....	247
pompa centrifuga.....	248
VIBROVAGLIO.....	249
PULEGGIA A GOLA.....	250
RUOTE DI SUPPORTO	251
POMPA CENTRIFUGA	252
POMPA PER LIQUAMI	253
RIDUTTORE AD ASSI PARALLELI	254
MOTORE ELETTRICO	255
CARICHI ASSIALI IMPORTANTI	255

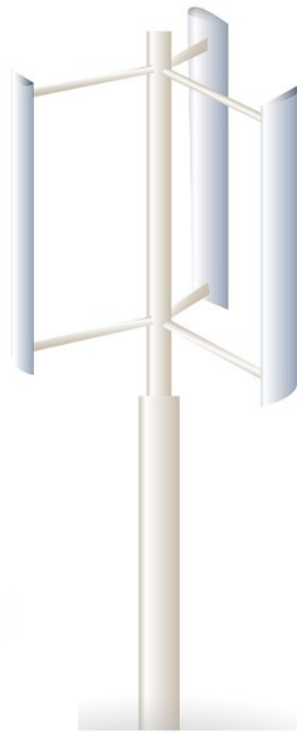
FORTI CARICHI RADIALI ASSIALI	256
MACCHINE DI GRANDI DIMENSIONI E GENERATORI	256
ALBERI VERTICALI.....	257
FUNZIONI UTILI DI INVENTOR	258
ALTEZZA TESTO ANNOTAZIONI 3D.....	259
IMPORTAZIONE DI MODELLI 3D DA ALTRI CAD	259
ESPORTAZIONE ASSIEME IN UN FORMATO DI INTERSCAMBIO	260
IMPORTAZIONE SCHIZZI DA AUTOCAD	261
convertire un assieme di Inventor in UNA parte	262
Opzione 1	262
Opzione 2	262
CONVERTIRE UNA PARTE (MULTI-BODY) IN UN ASSIEME	263
PROPRIETA' FISICHE DI SOLIDO.....	264
CONVERTIRE DWG IN DXF PER TAGLIO LASER.....	265

TURBINA EOLICA DARRIUS VERTICALE (VAWT)

La turbine Darrius (con le sue varianti) è fra le turbine ad asse verticale più diffuse per la produzione di energia elettrica. Questa tipologia di turbine adotta profile alari della pale come nel caso di turbine ad asse orizzontale.



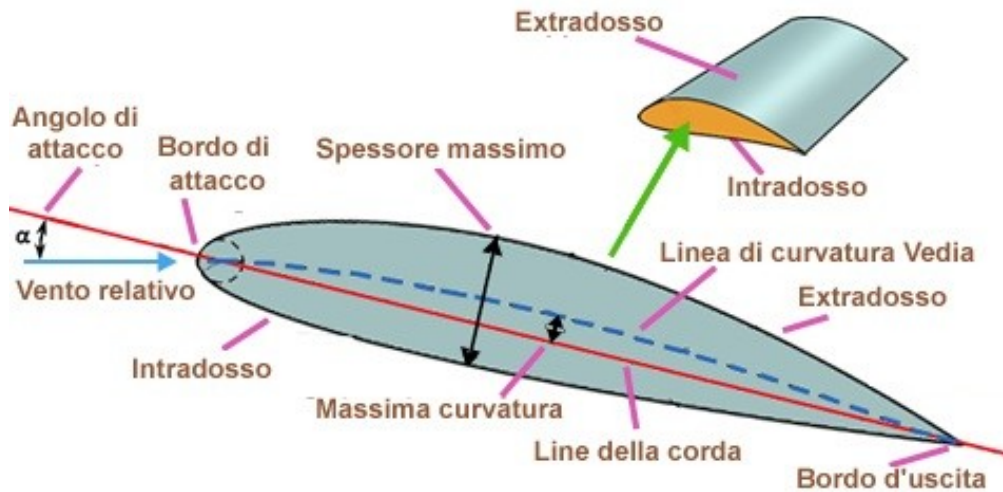
ad D



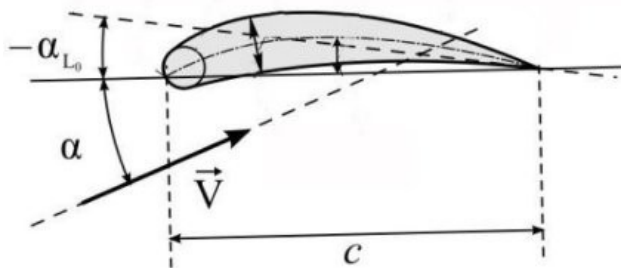
ad H



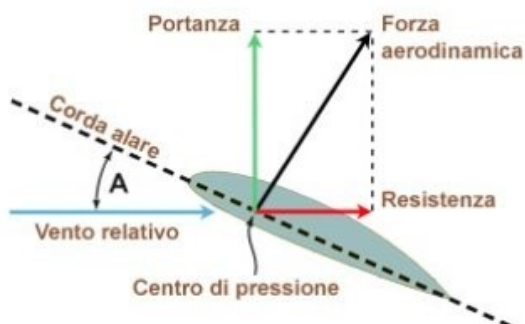
ad ELICA



- Bordo d'attacco: il punto geometricamente più avanzato del profilo;
- Bordo d'uscita: il punto geometricamente più arretrato del profilo;
- Corda: la linea retta che unisce il bordo d'attacco con il bordo d'uscita;
- Extradosso (Dorso): la linea che delimita superiormente il profilo;
- Intradosso (Ventre): la linea che delimita inferiormente il profilo;
- Linea curvatura media: la linea che unisce i punti equidistanti tra dorso e ventre;
- Spessore: la distanza tra dorso e ventre misurata perpendicolarmente alla corda o alla linea di inarcamento medio;
- Freccia (Massima curvatura): distanza tra linea media e corda misurata perpendicolarmente alla corda;
- Angolo d'attacco geometrico (Incidenza geometrica): angolo formato dalla corda con la direzione della corrente indisturbata;
- Linea di portanza nulla: linea lungo la quale è investito il profilo senza generare portanza;
- Angolo di portanza nulla: angolo formato tra la corda e la direzione di portanza nulla;



- Incidenza aerodinamica: angolo formato dalla linea di portanza nulla con la direzione della corrente indisturbata;
- Centro di pressione: punto in cui possiamo immaginare applicata la risultante delle forze aerodinamiche; al variare dell'angolo d'attacco, varia la posizione del centro di pressione.



The performance of a VAWT relies principally on its airfoil, which obtain lift or drag forces necessary to produce high efficient torque at its edge. Airfoil design and selection is an important task that depends on three main parts: wind flow conditions, airfoil shape and modelling.

Currently, Darrieus (*) VAWT (based on lift aerodynamic force) uses the commercial NACA0018 (**) airfoil. In a previous research [Claessens (2006)], a new airfoil for these turbines is developed. He presents the DU06W200 airfoil, which improves the performance of the NACA0018. The research made experiments and modelling of the airfoil based on Blade Element Momentum (BEM) theory. After that, [Castelli et al. (2012)] compared the airfoils DU06W200 and NACA0021. He evaluated their energy performance and aerodynamic forces that interact between the three wind turbine blades. The analysis was done with the commercial CFD software “Fluent 6.3.26” (***) at wind speed of 9 [m/s] (much higher than the found at the “Cañón del Chicamocha”) under three different turbulence models: $k-\omega$ SST, $k-\varepsilon$ Realizable and Spalart-Allmaras. [Chandrala et al. (2013)] analyzed the NACA0018 airfoil for horizontal wind turbines at wind speed of 32 [m/s]. He used the commercial software “ANSYS CFX” with the standard “k-E” turbulence model. Finally, [Boutillier (2011)] developed an experimental investigation of transition over the NACA0018 airfoil at a Reynolds number of 1×10^5 . He focused the work specifically at the shear layer.

This research determines experimentally the feasibility installation of VAWT at “Cañón del Chicamocha”. Furthermore, the research is centered in the analysis of the airfoils **DU06W200** and NACA0018 under the wind flow conditions at “Cañón del Chicamocha”. The study uses CFD through the free software “OpenFOAM” (****) and the one equation turbulence RANS model developed by Spalart-Allmaras [NASA]. The difference between the airfoils can be seen at figure 1.

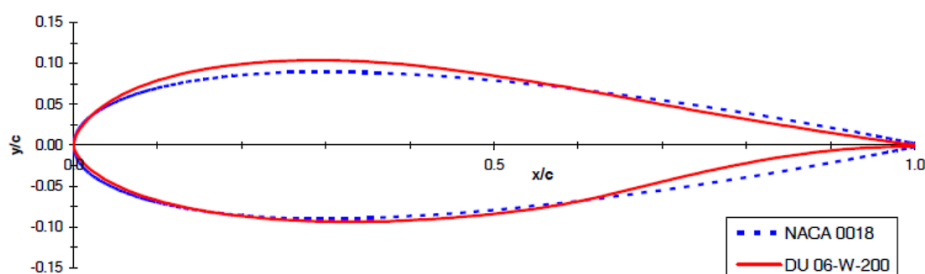


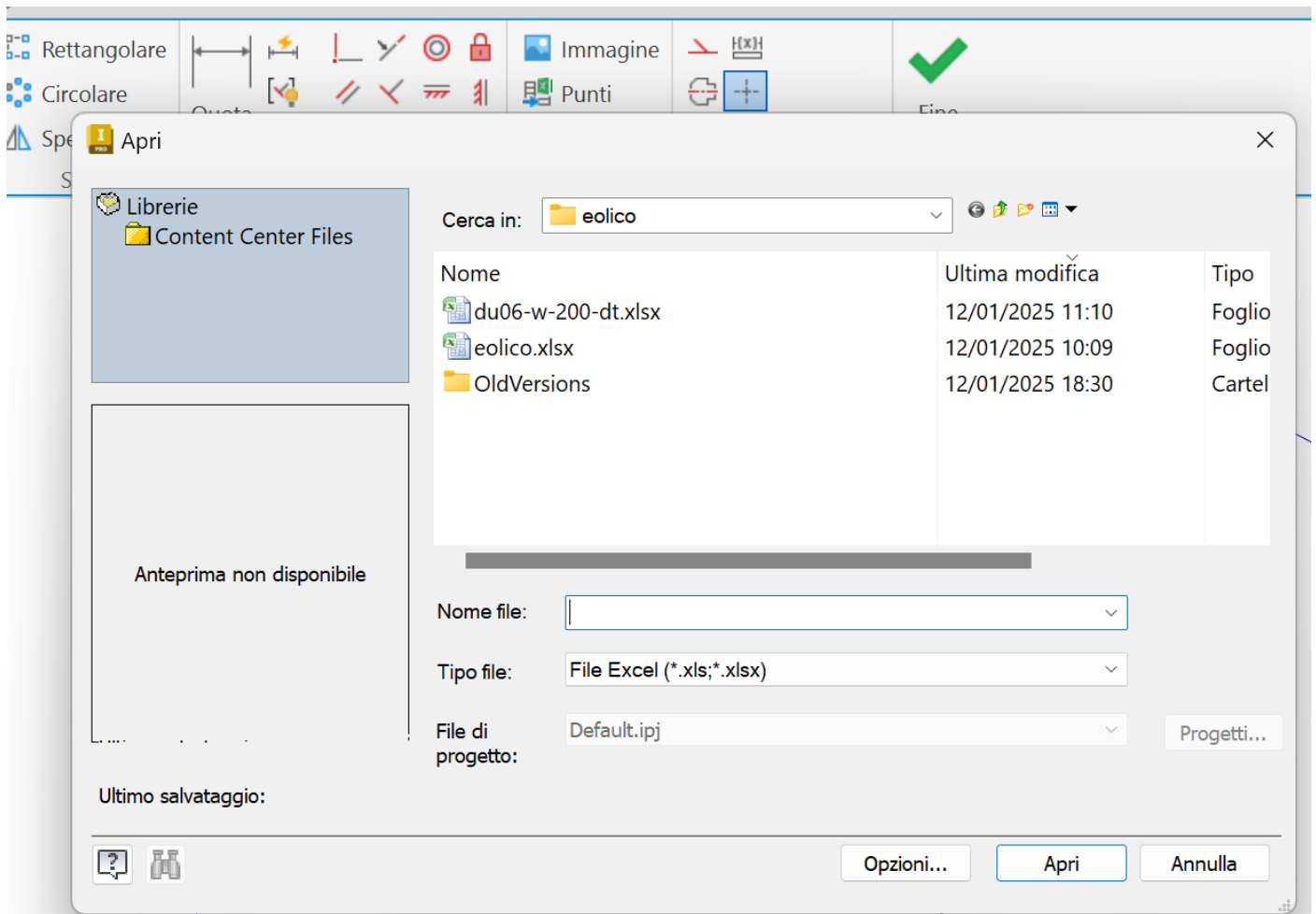
Figure 1. Comparison between airfoils NACA0018 and DU06W200 [Claessens (2006)]

<http://airfoiltools.com/plotter/index?airfoil=du06-w-200-dt>

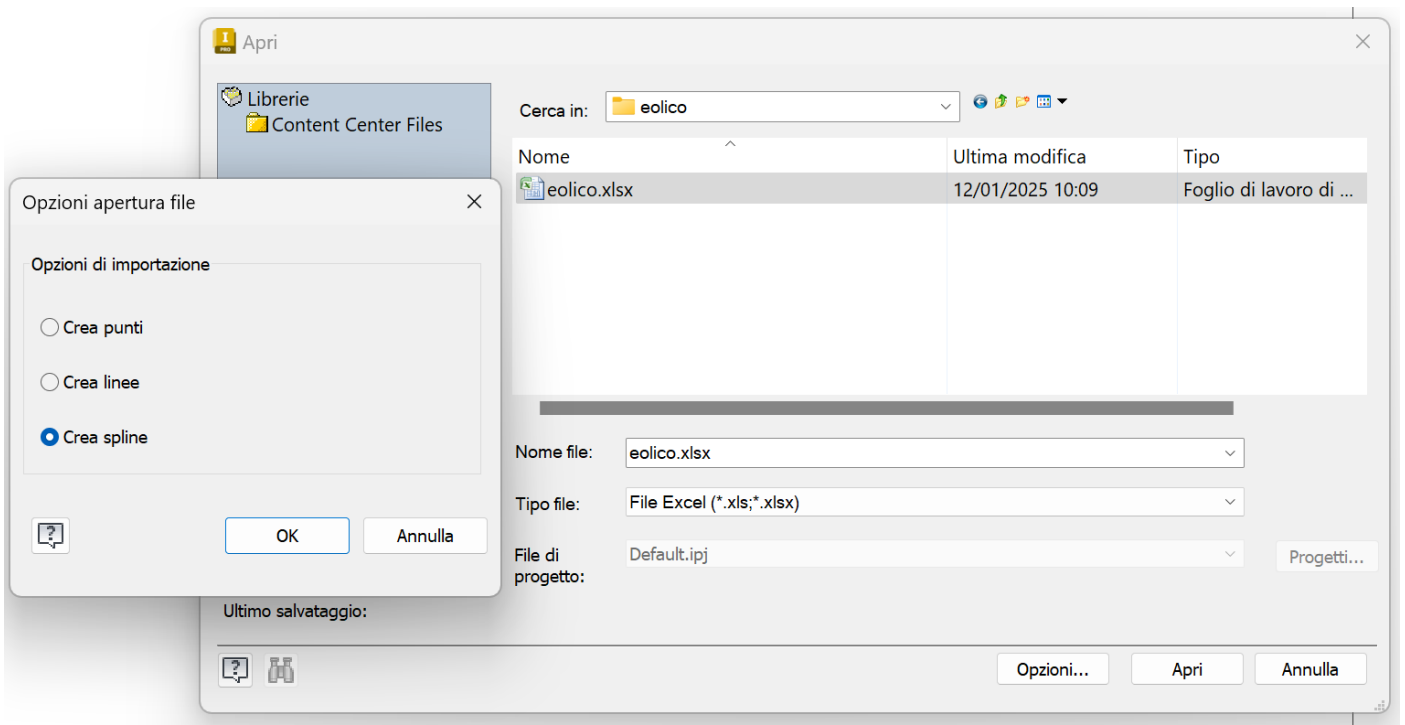
Il file di testo va modificato per essere importato in excel in modo da essere compatibile con l'importazione di Inventor. Il foglio dati deve avere due colonne con le coordinate x,y dei vari punti.

TURBINA DARRIUS CON PALE AD H (DRITTE)

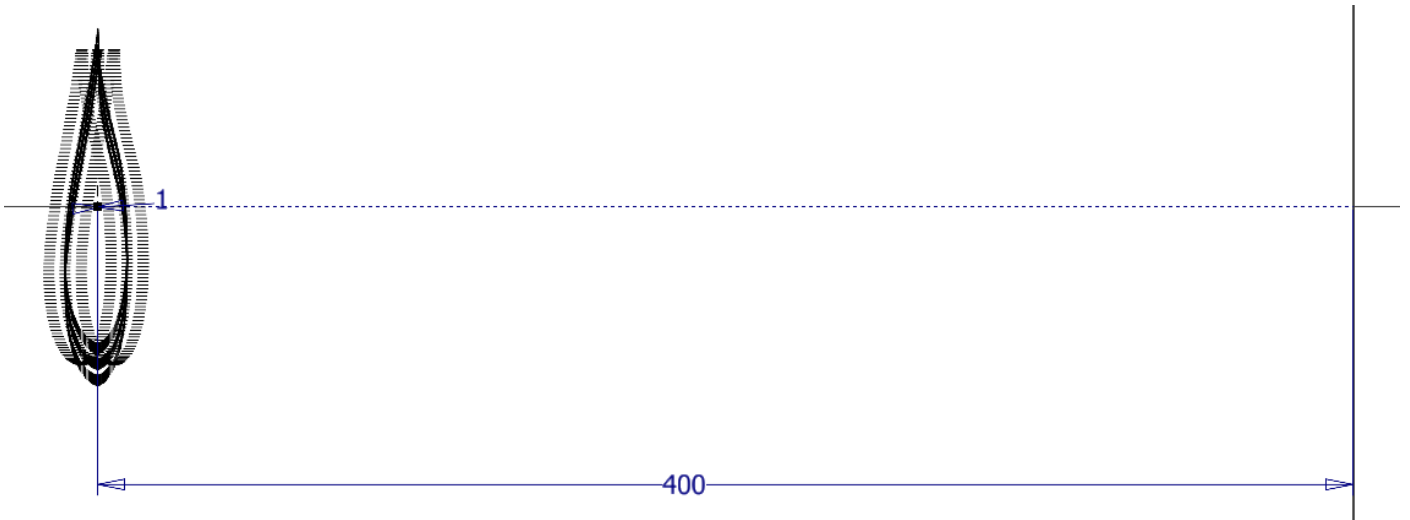
Creare uno schizzo 2D e cliccare su “Punti”.



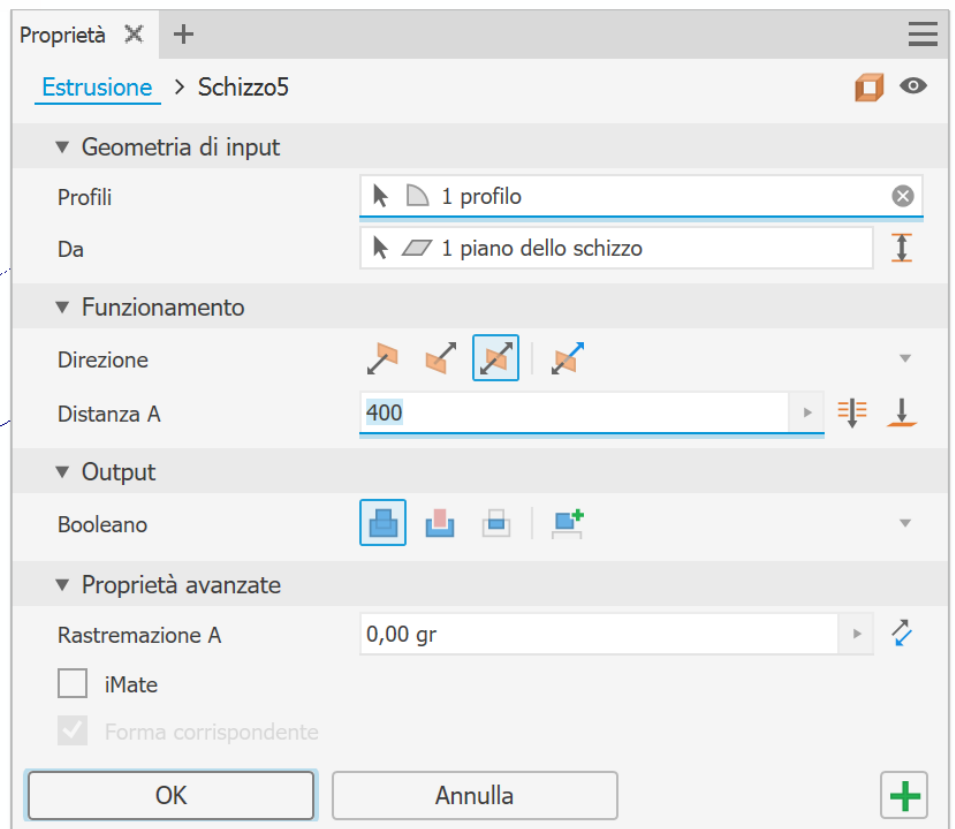
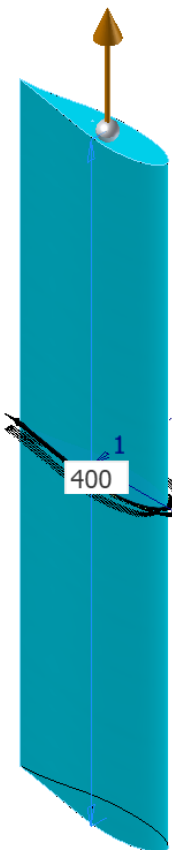
Abilitare nelle opzioni “Crea spline” per ottenere un profilo facilmente modificabile.



Spostare lo schizzo 2D come in figura:



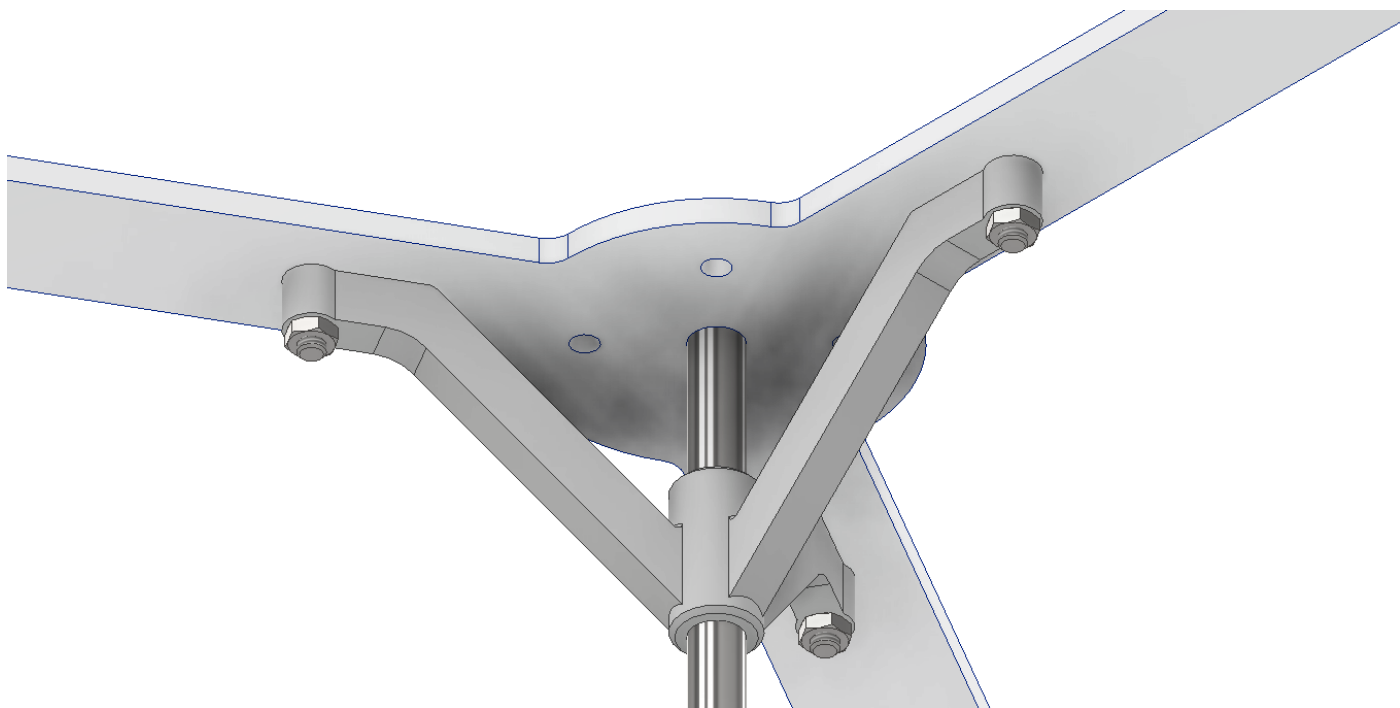
Chiudere la coda della schizzo con un piccolo arco in modo che si possa estrarre.



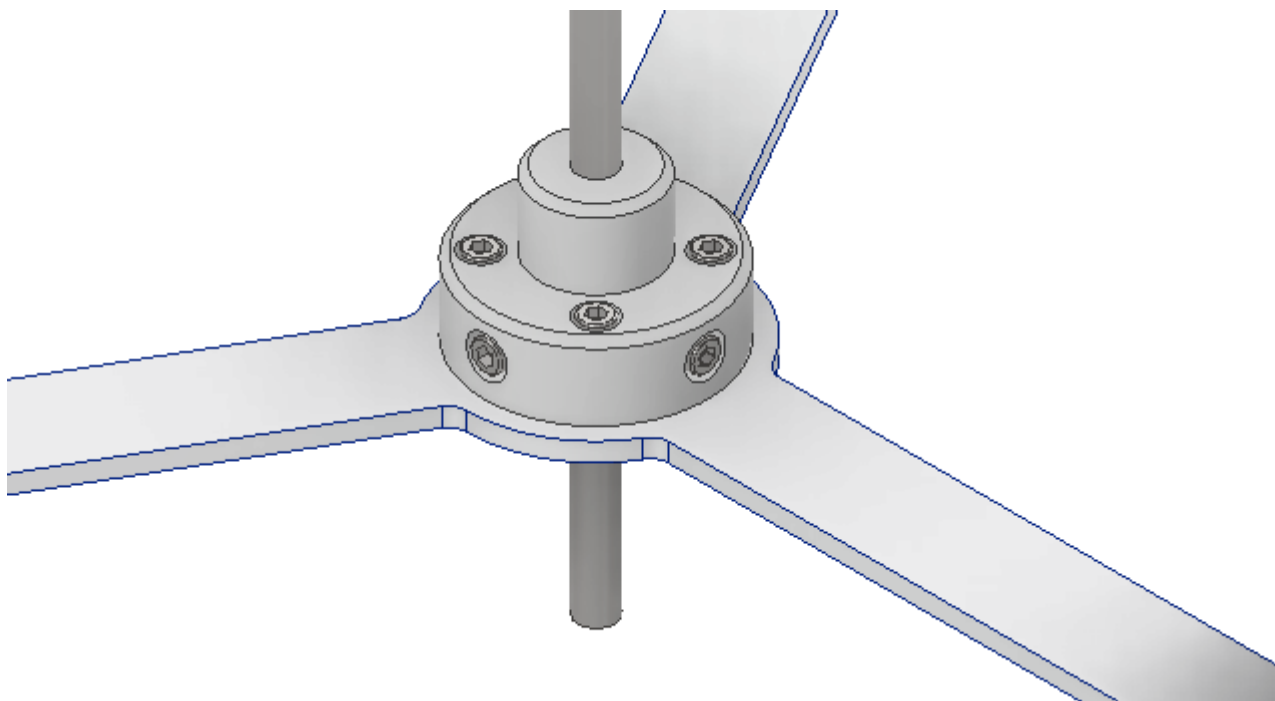
MODELLO FINALE DA REALIZZARE



Blocco superiore

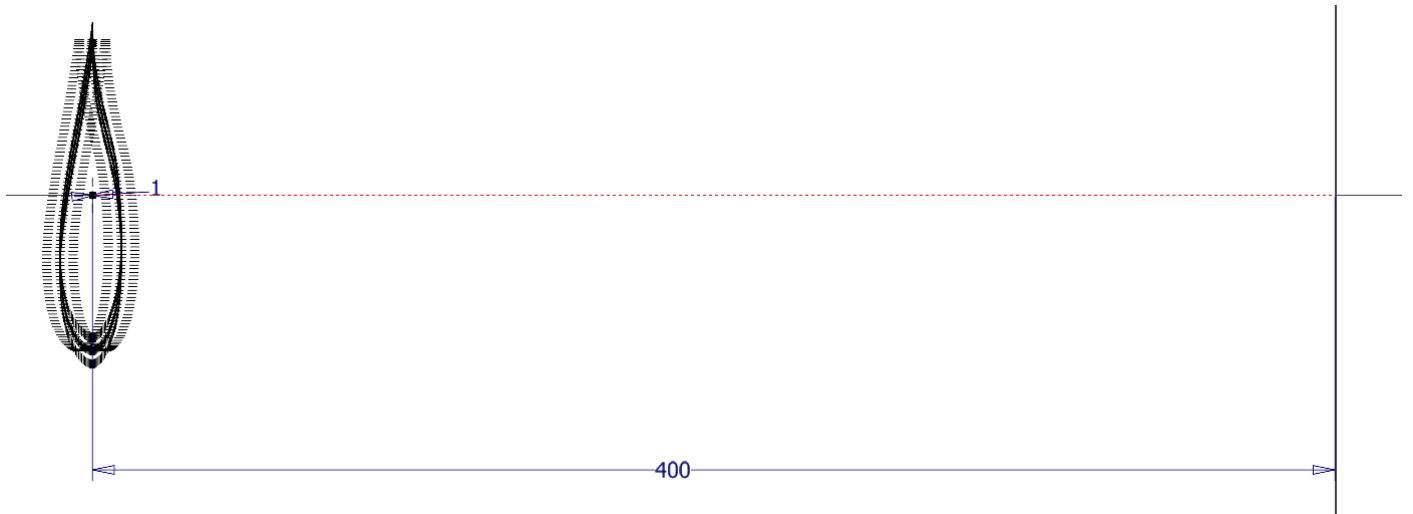


Blocco inferiore

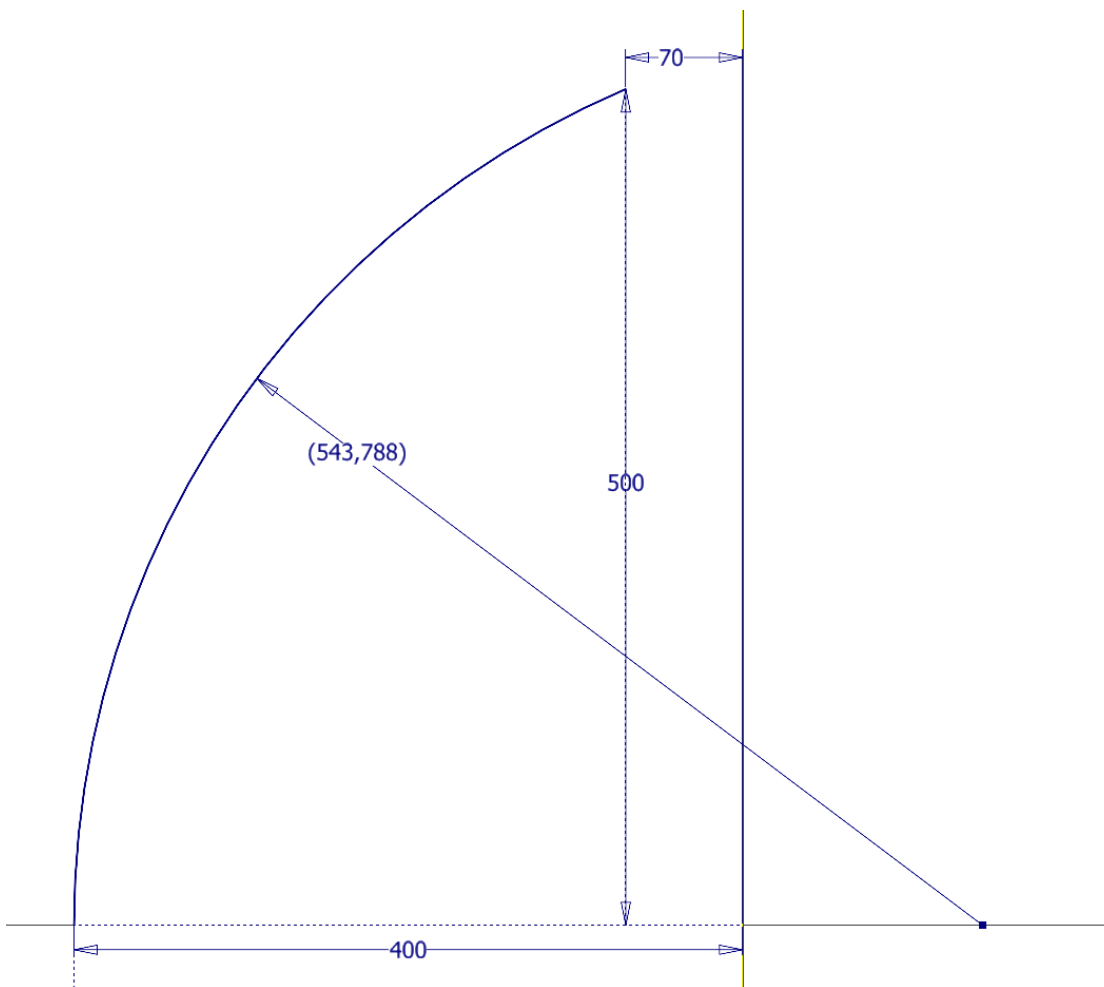


TURBINA DARRIUS CON PALE A D (CURVE)

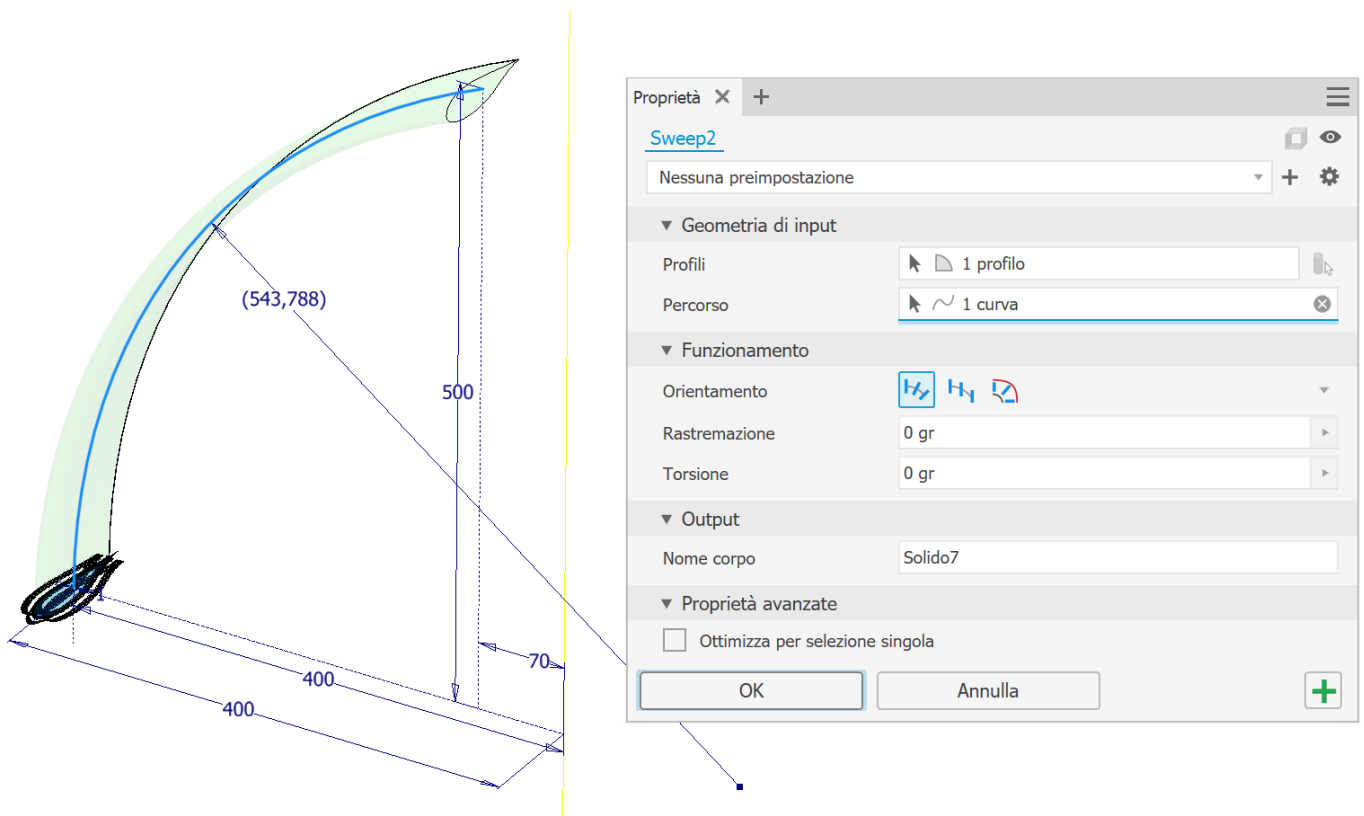
Importare il profilo alare in uno schizzo 2D e posizionarlo come in figura rispetto all'origine



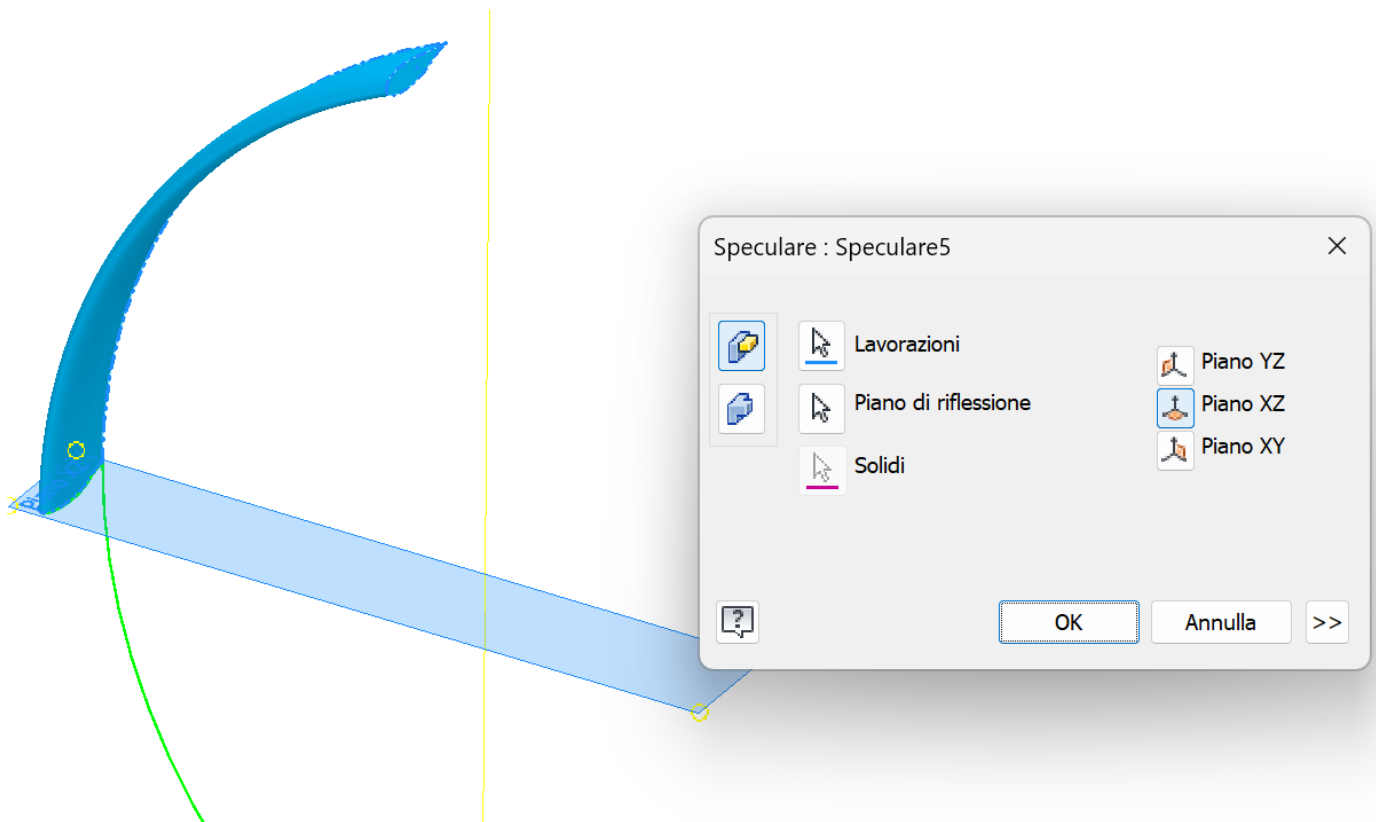
Creare un nuovo schizzo con l'asse mediano curvo della pala

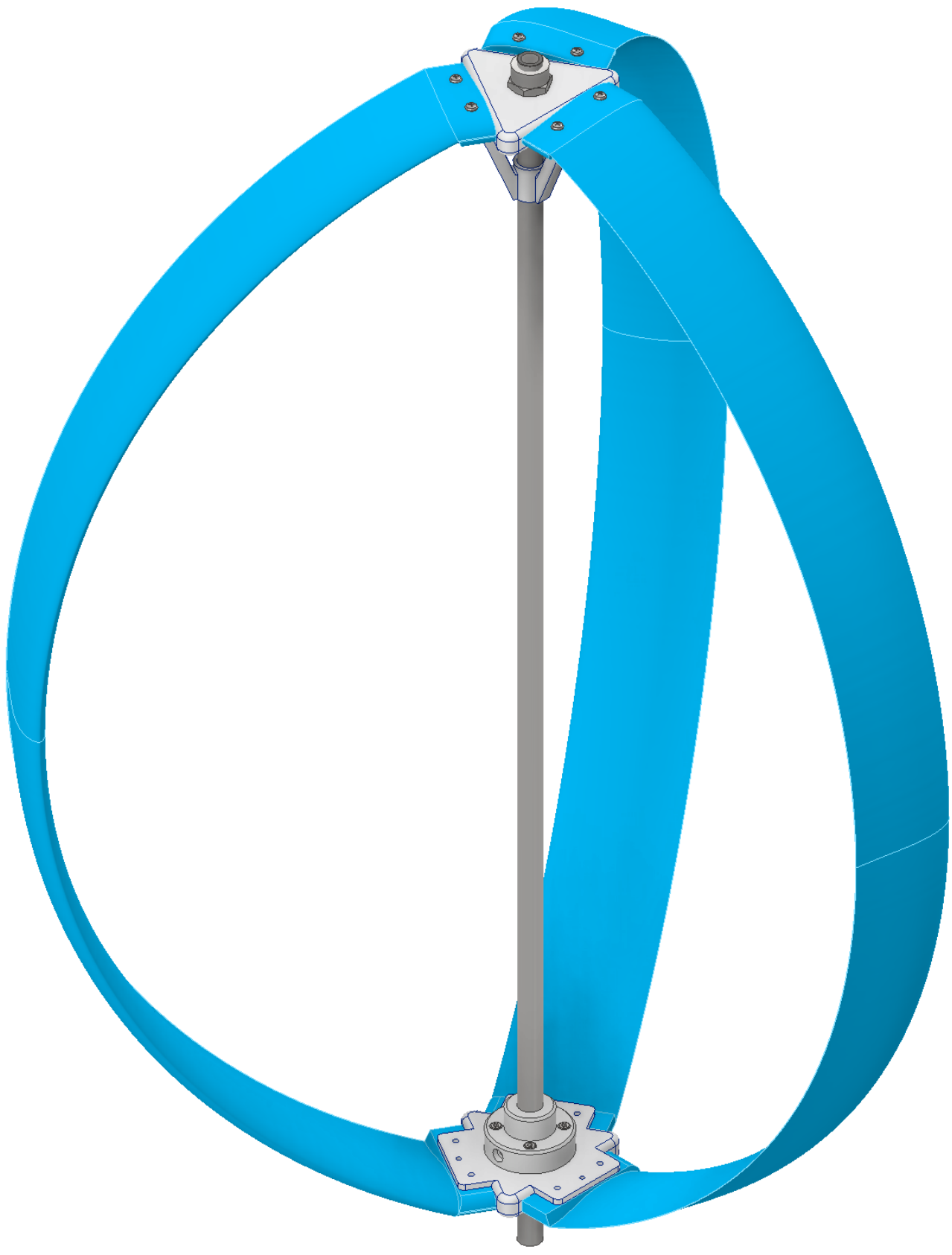


Usare il comando 3D "Sweep" per ottenere metà della pala curva con i due schizzi precedenti.

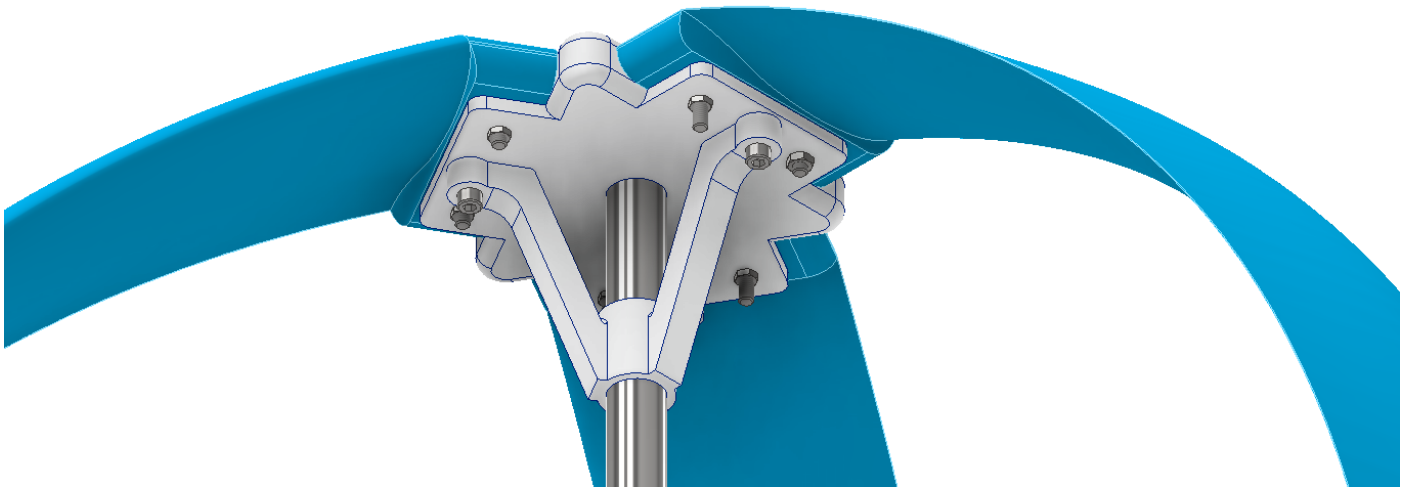


Usare il comando 3D "Speculare" per completare la pala.

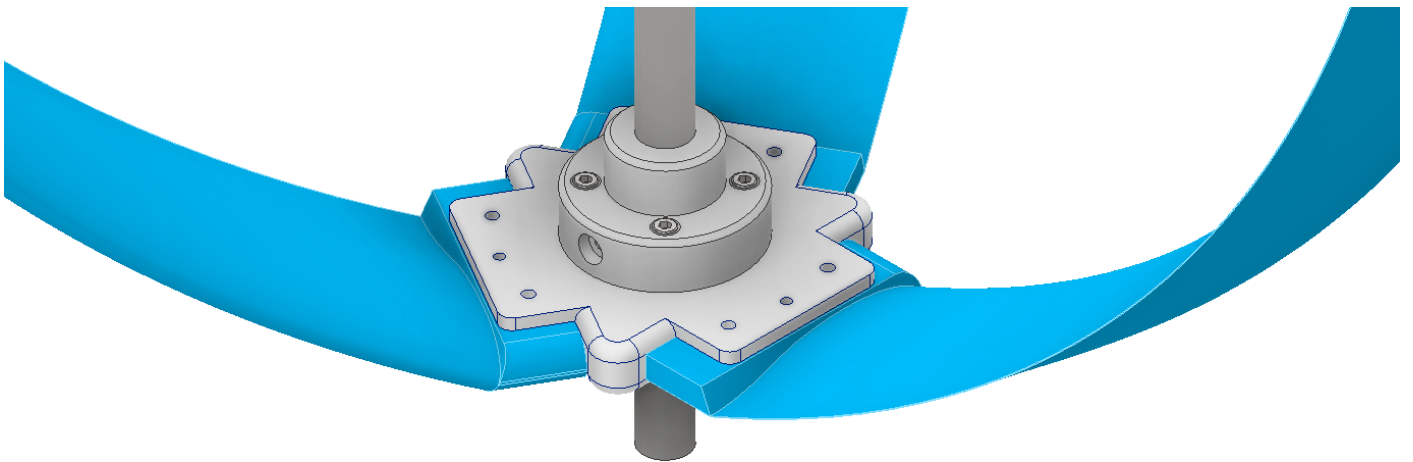




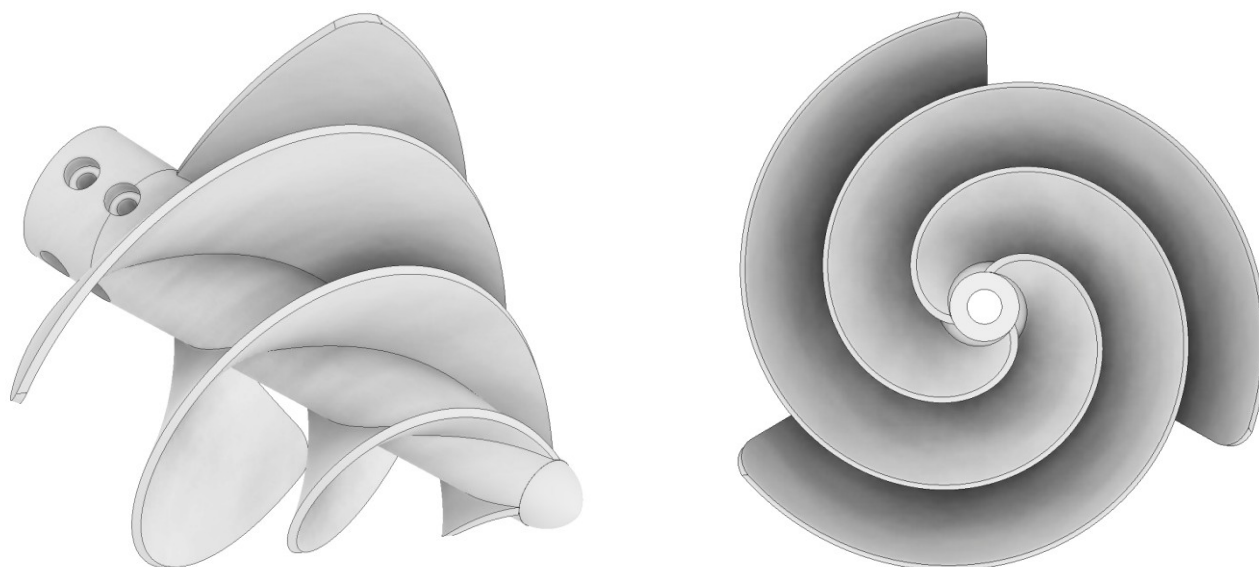
Blocco superiore



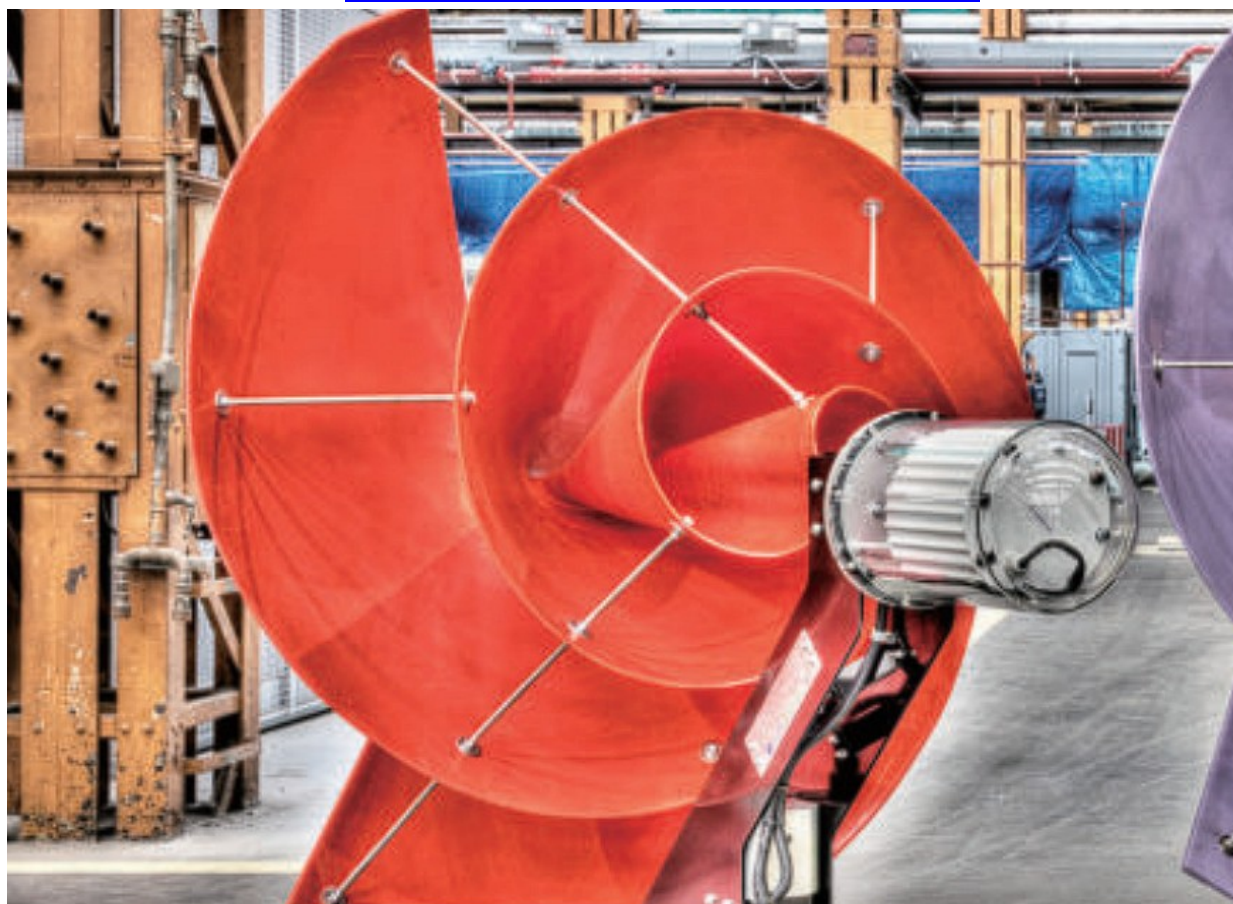
Blocco inferiore



TURBINA EOLICA ARCHIMEDE AD ASSE ORIZZONTALE



Video <https://www.youtube.com/watch?v=BF7yX-7Wy30&t=40s>



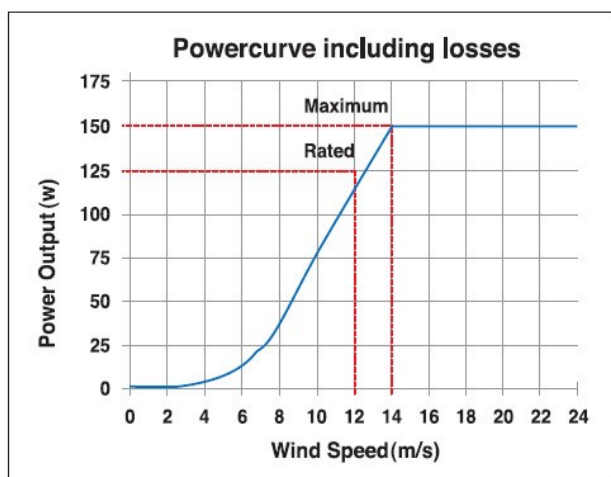
<https://thearchimedes.com/>

L'AWM si dimostra altamente efficiente (circa il 35% di tutta l'energia cinetica presente nell'aria), molto silenzioso (inferiore a 45 dBa), rispettoso degli uccelli e dei pipistrelli e con un design accattivante, adatto sia alle aree urbane che a quelle rurali.

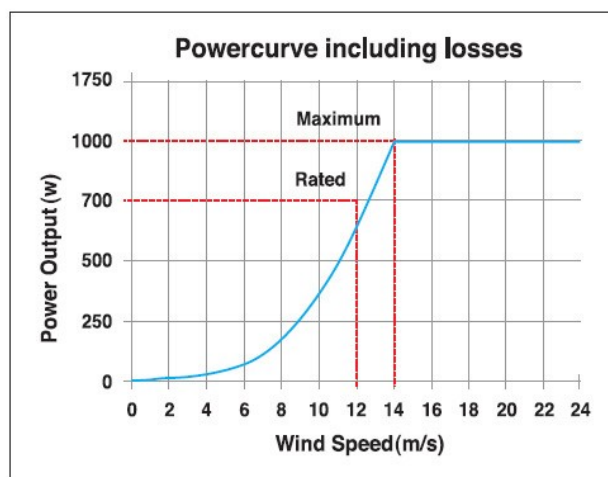
L'AWM è disponibile in due dimensioni:

- Diametro di 1,5 metri con una potenza nominale di 550 w/h e un massimo di 700 w/h.
- Diametro di 0,75 metri con una potenza nominale di 100 w/h e un massimo di 150 w/h.

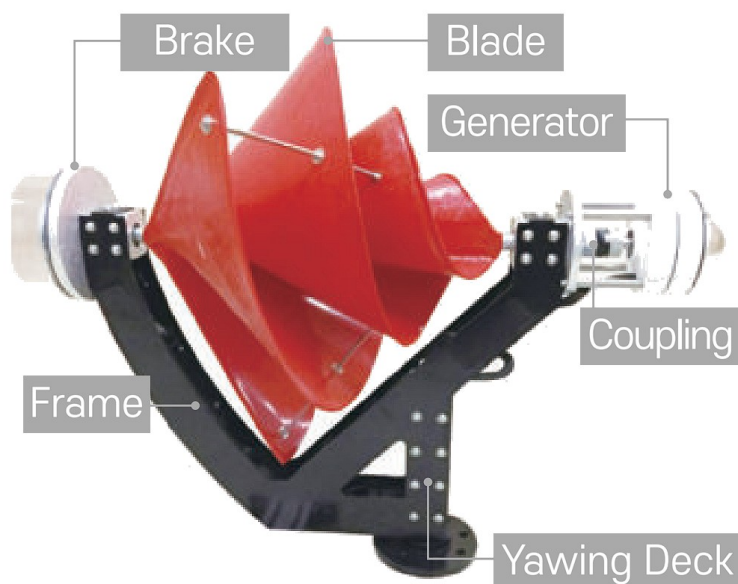
AWM wind turbines			
MODEL NAME		AWM - 750D - 150W	AWM - 1500D -1000W
POWER	RATED	125W	700W
	MAXIMUM	150W	1000W
WIND SPEED	OPERATING	0.9m/s (Cut in : 3m/s)	
	RATED	12m/s	
	CUT OUT	14m/s	
	SURVIVAL	50m/s	
BLADE RPM	RATED	600	330
	CUT OUT	600	400
SIZE		0.75m(W) x 1.1m(L) x 0.91m(H)	1.5m(W) x 1.9m(L) x 1.75m(H)
WEIGHT		32Kg	120Kg
CONTROL SYSTEM		MTTP control, Auto & Manual Braking System	

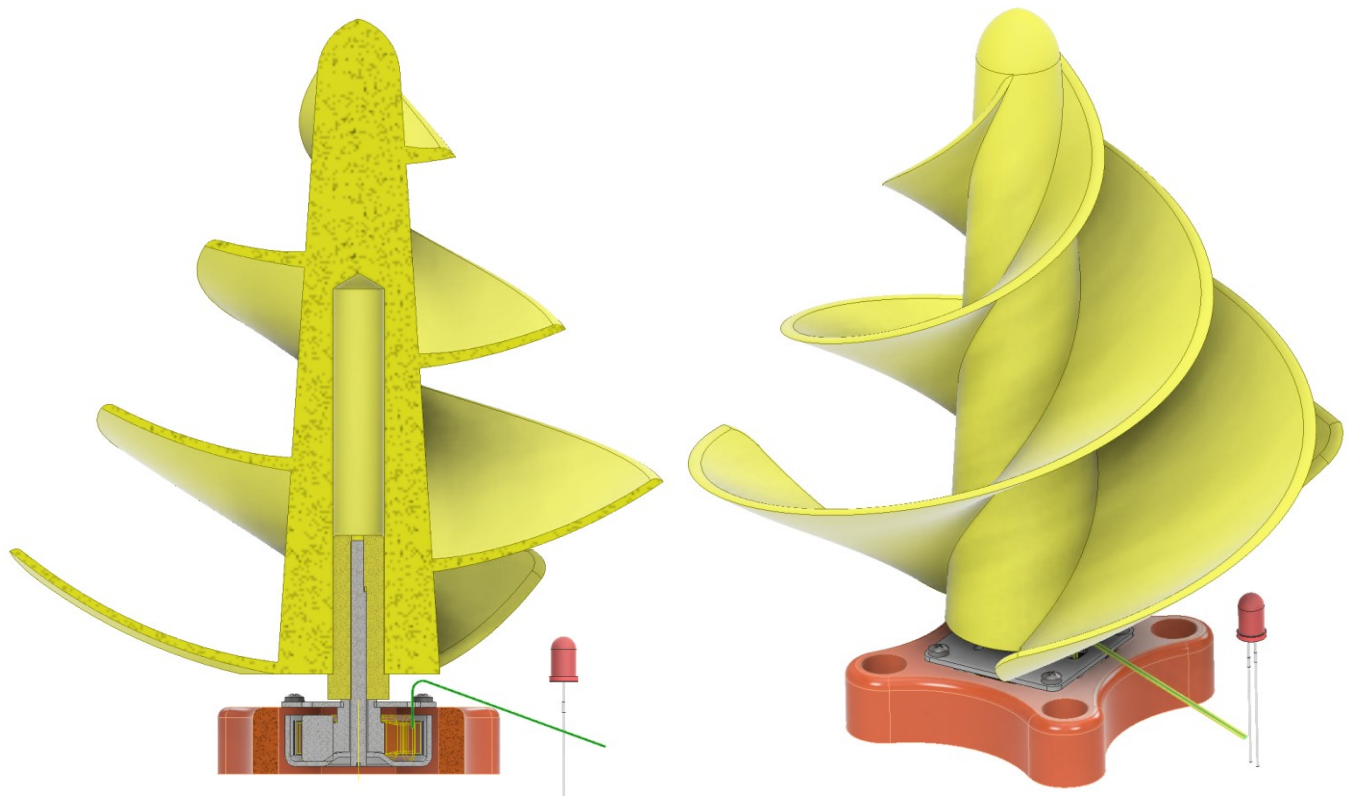
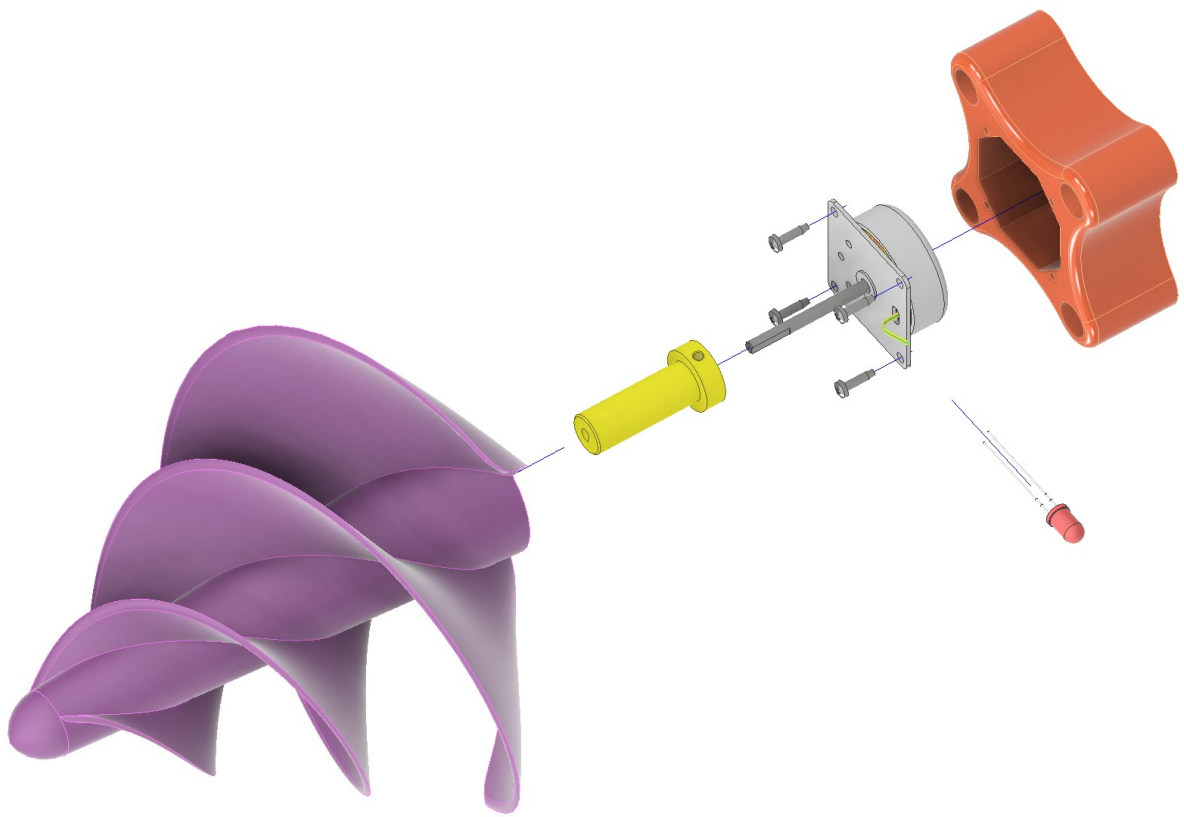


▶ AWM - 750D - 150W



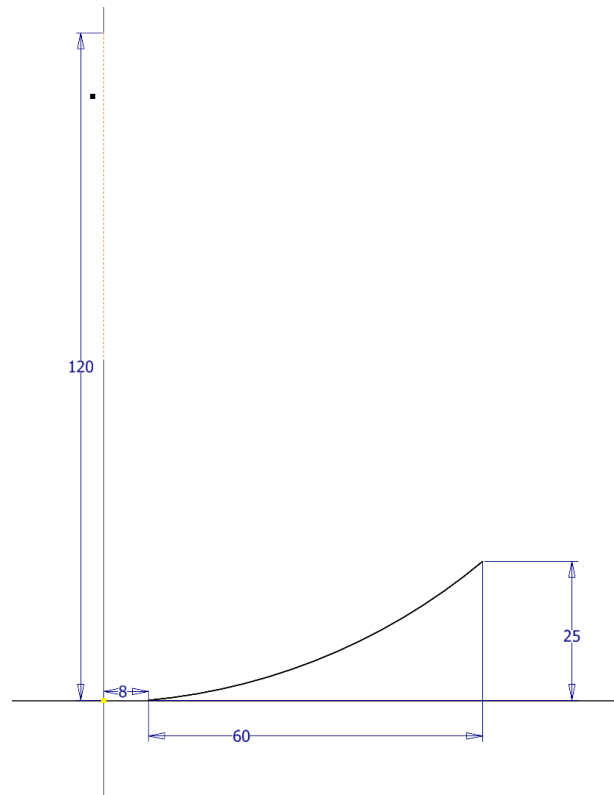
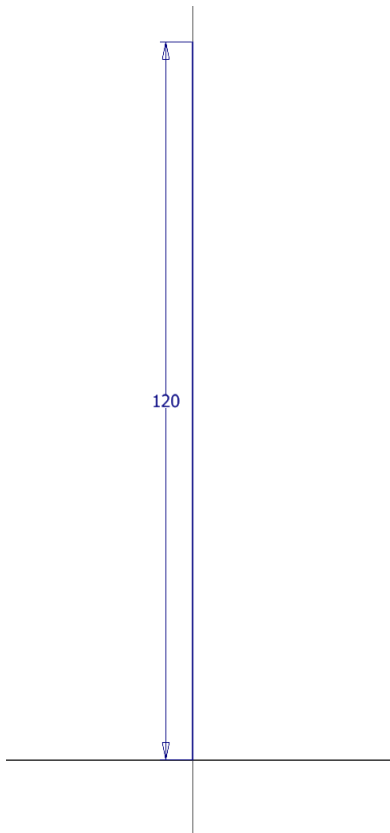
▶ AWM - 1500D - 1000W



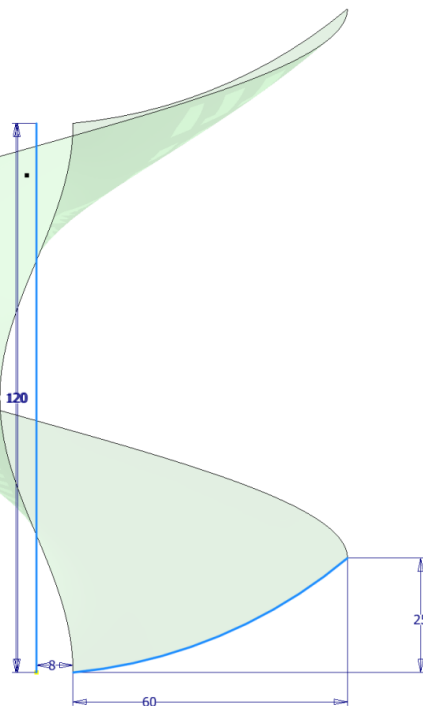
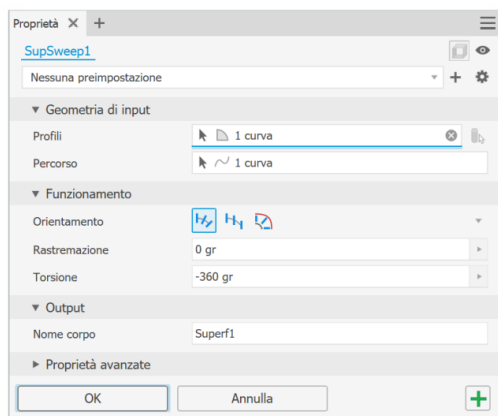


DISEGNO IN INVENTOR DEL ROTORE

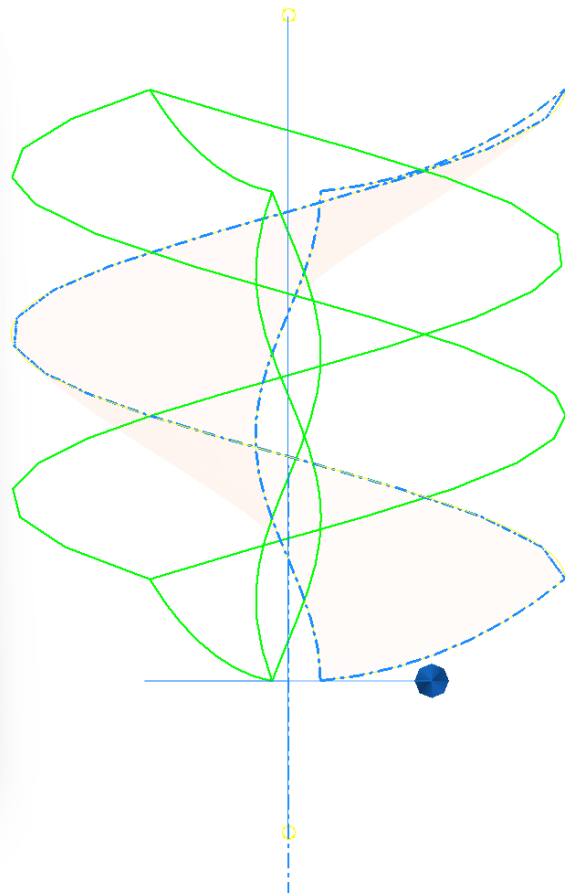
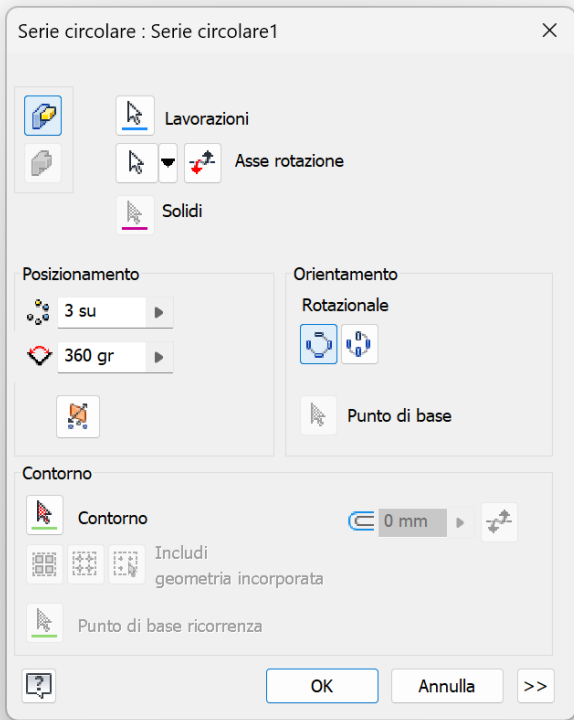
Creare due schizzi distinti come nelle figure sottostanti.



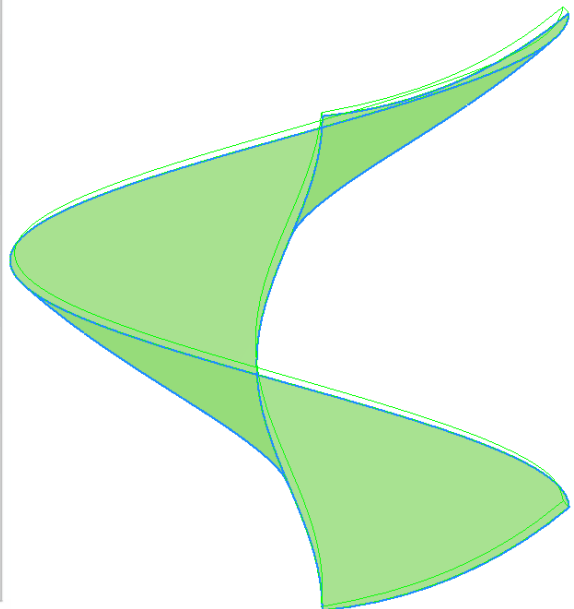
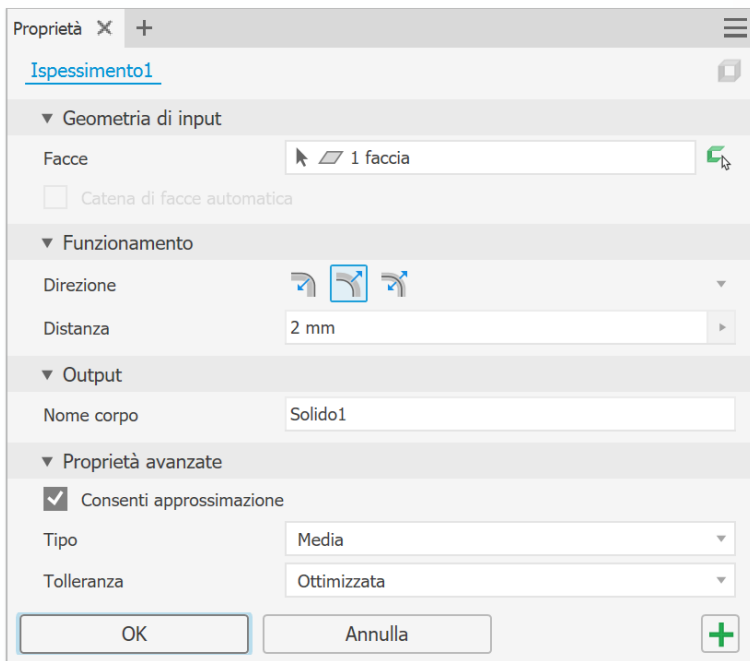
Creare la superficie a spirale col comando SWEEP



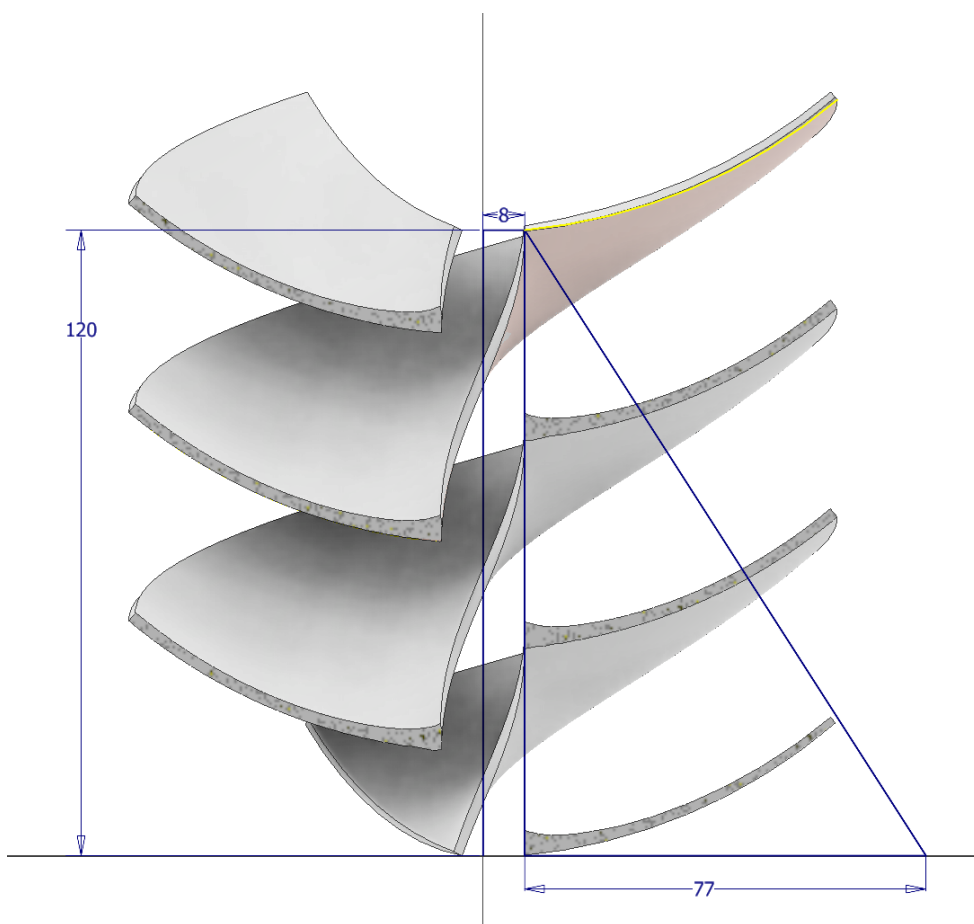
Utilizzare il comando SERIE CIRCOLARE per creare 3 pale



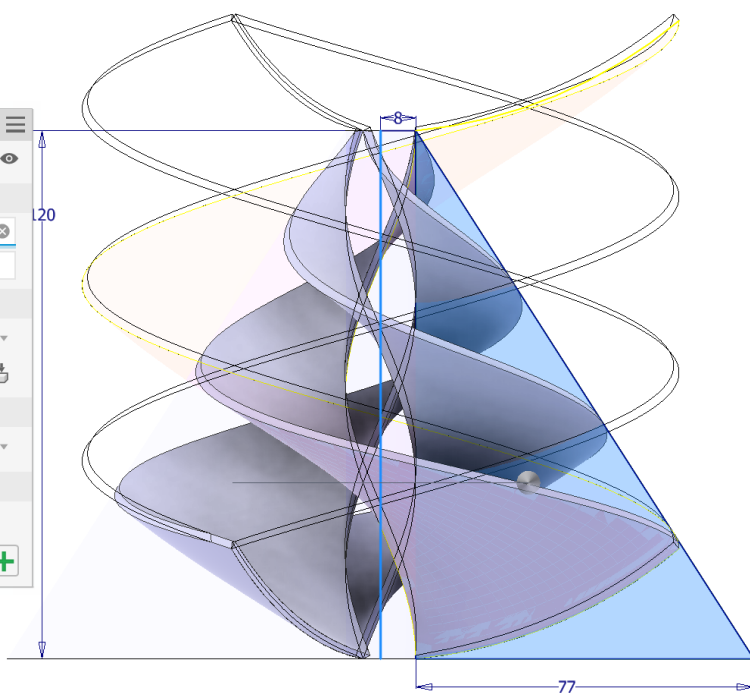
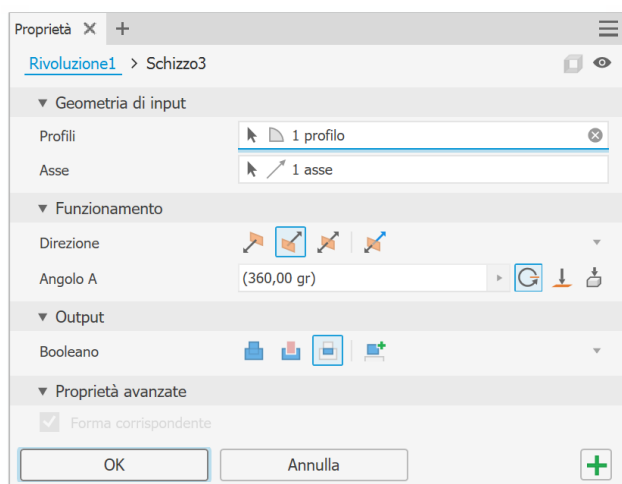
Utilizzare il comando “INSPESSISCI” per dare spessore ad ogni pala (UNA alla volta)



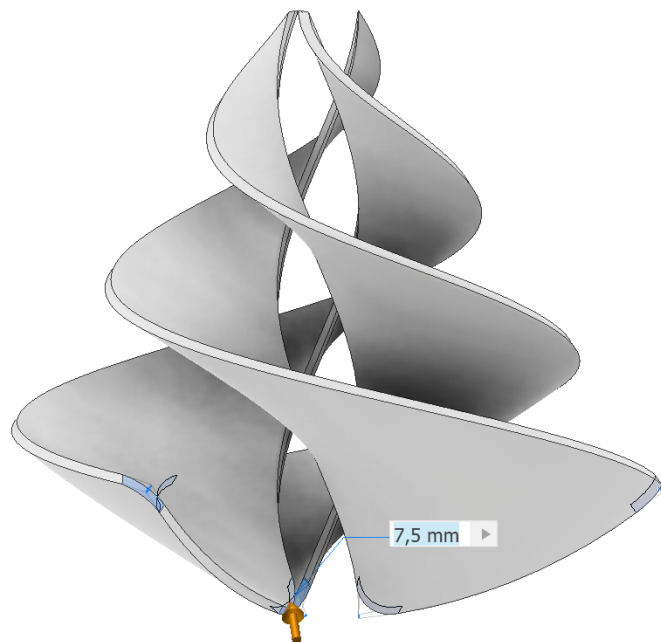
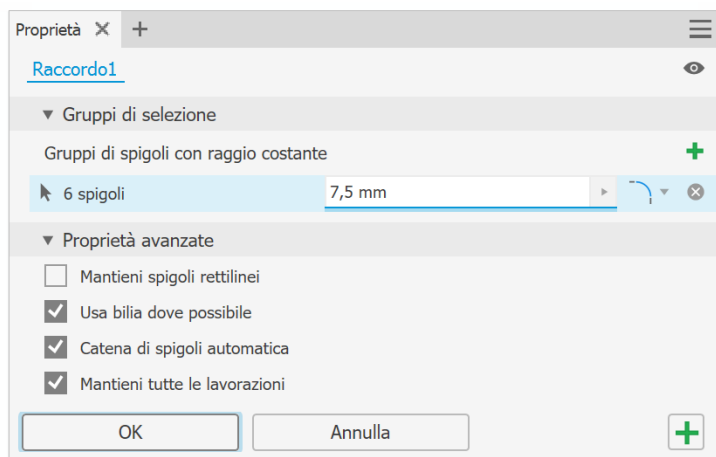
Creare lo schizzo in figura



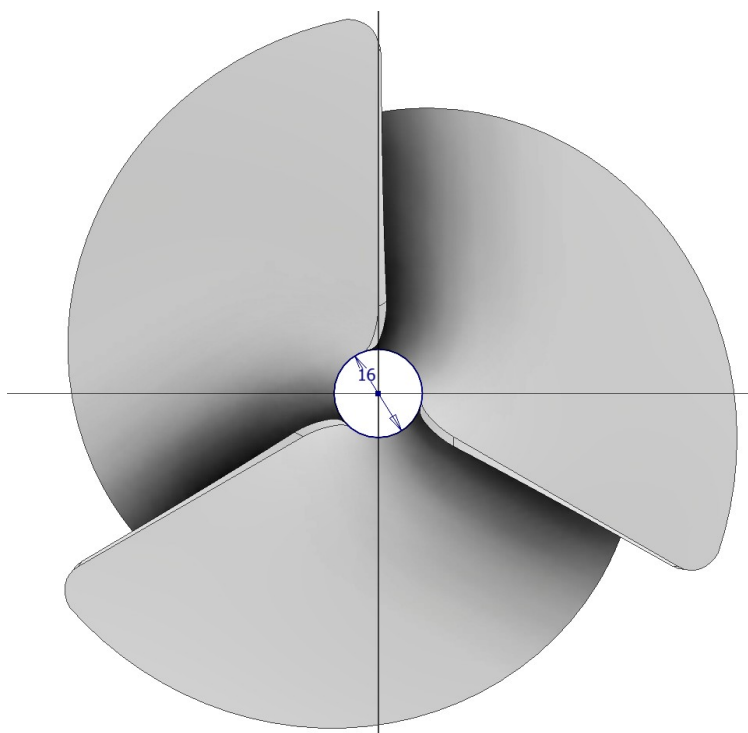
Utilizzare il comando RIVOLUZIONE in modalità INTERSEZIONE per profilare le pale.



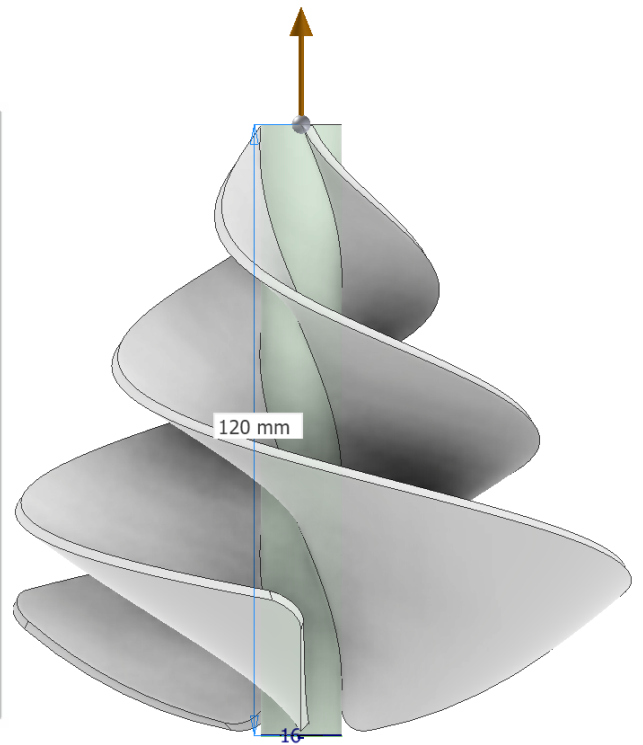
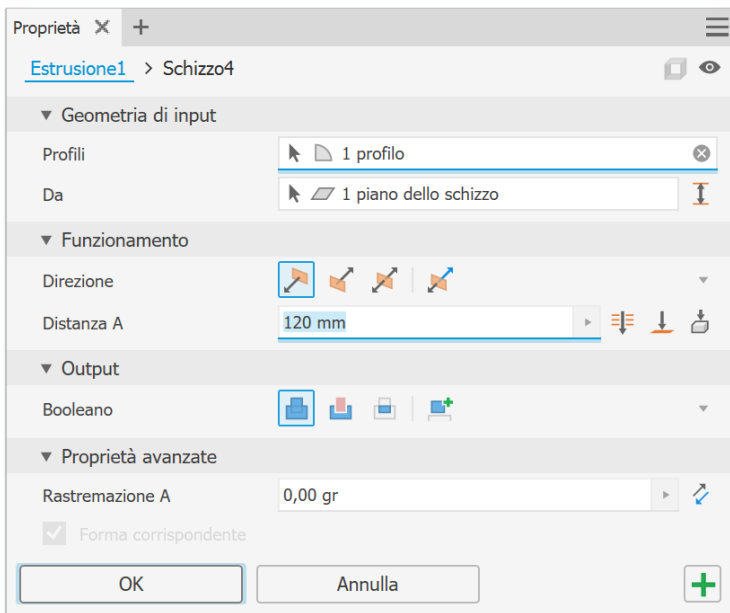
Raccordare le estremità.



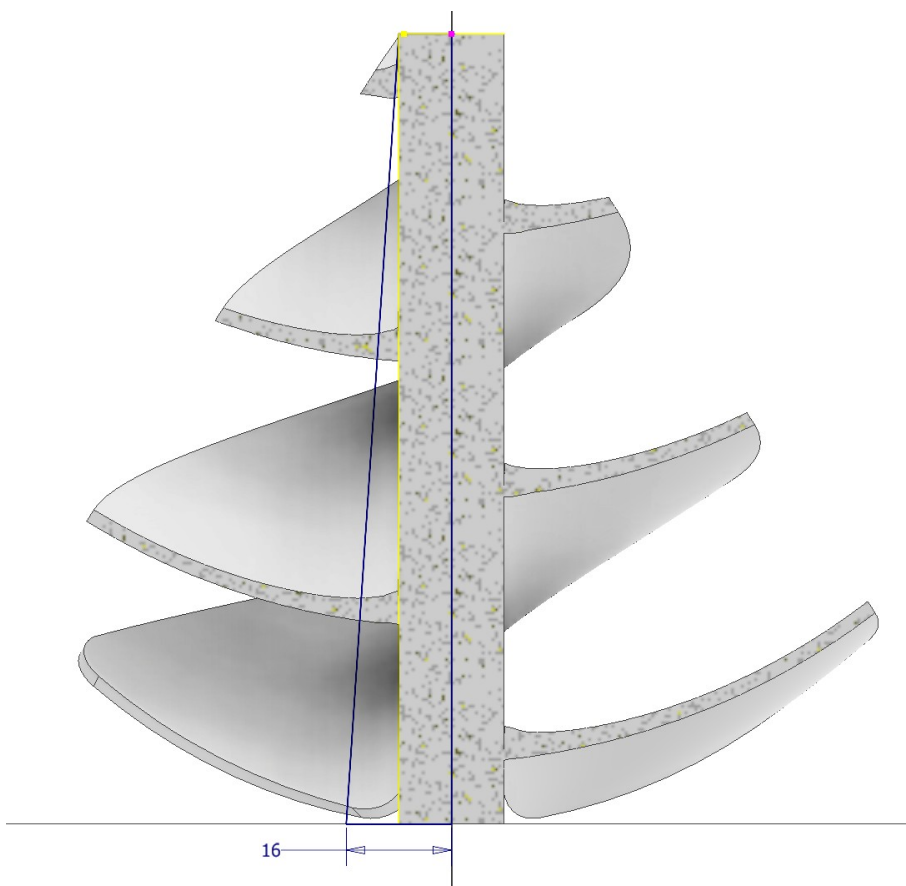
Creare lo schizzo in figura



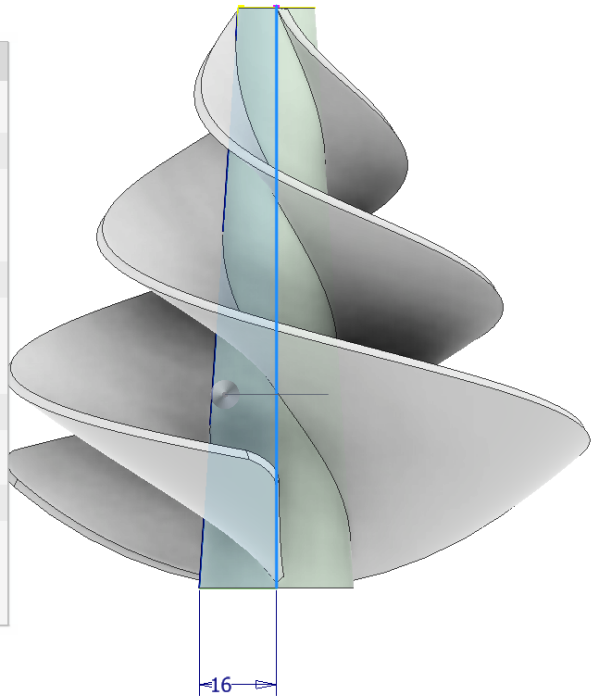
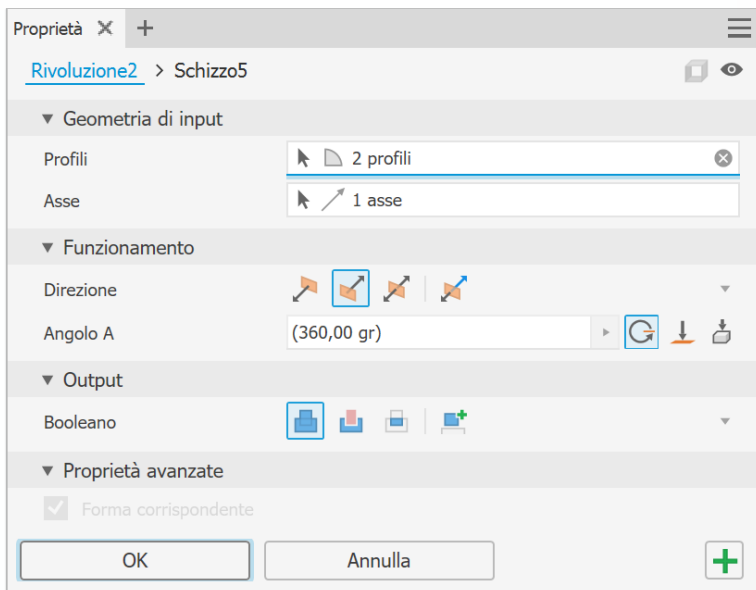
Estrudere lo schizzo



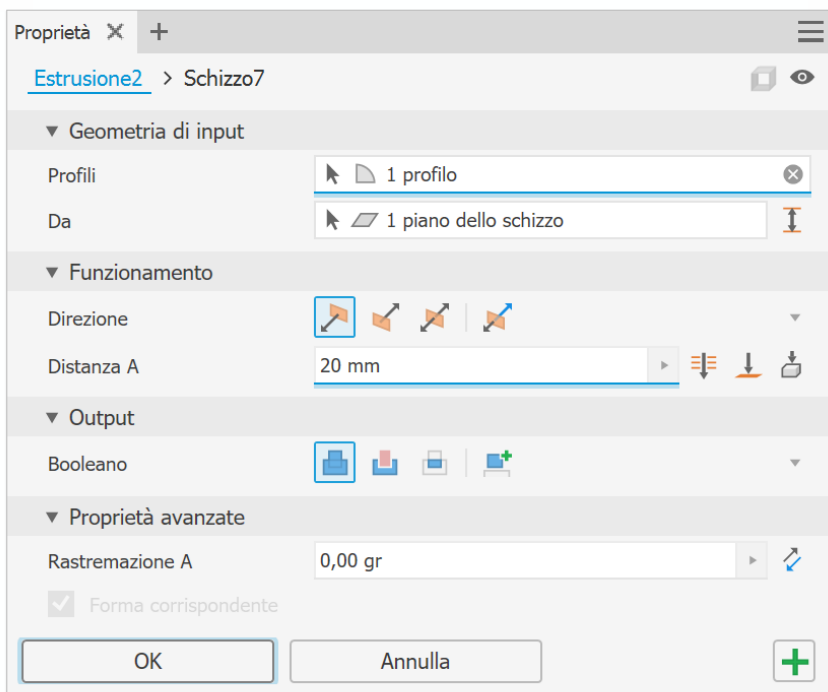
Creare lo schizzo di figura



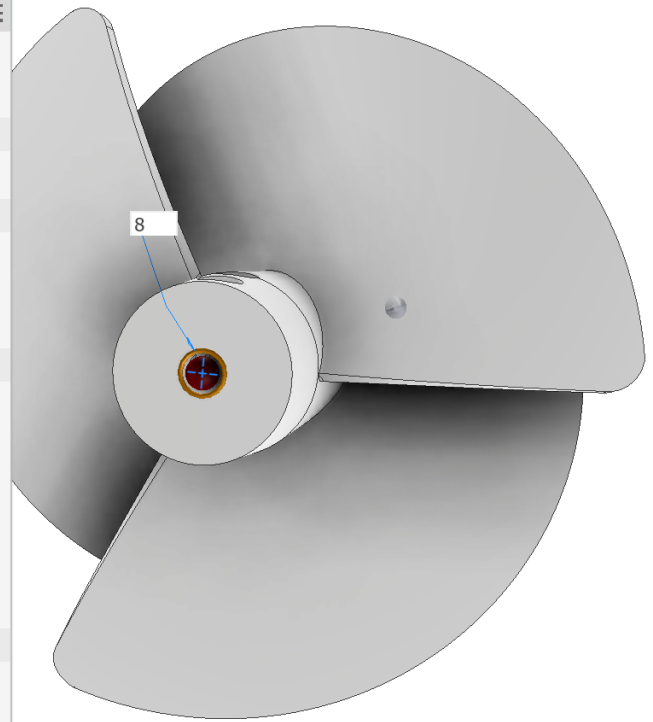
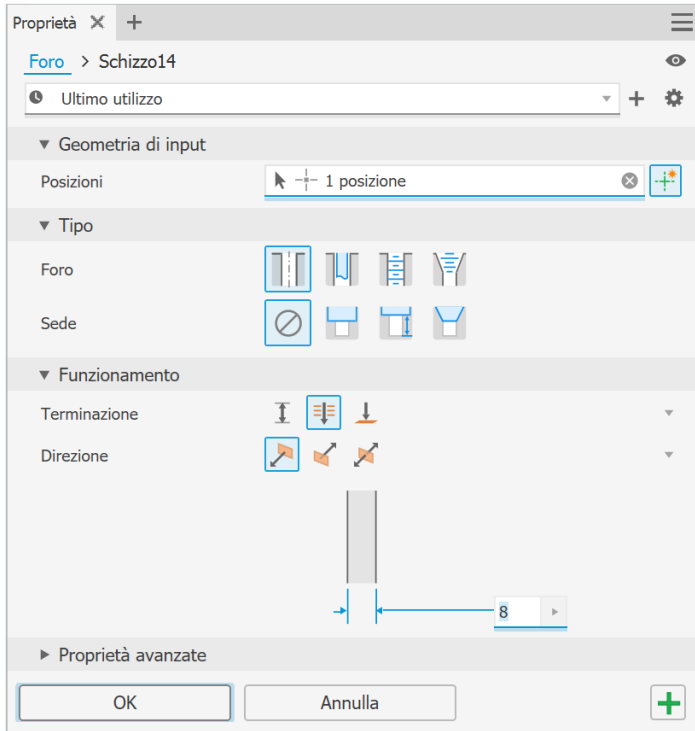
Effettuare RIVOLUZIONE



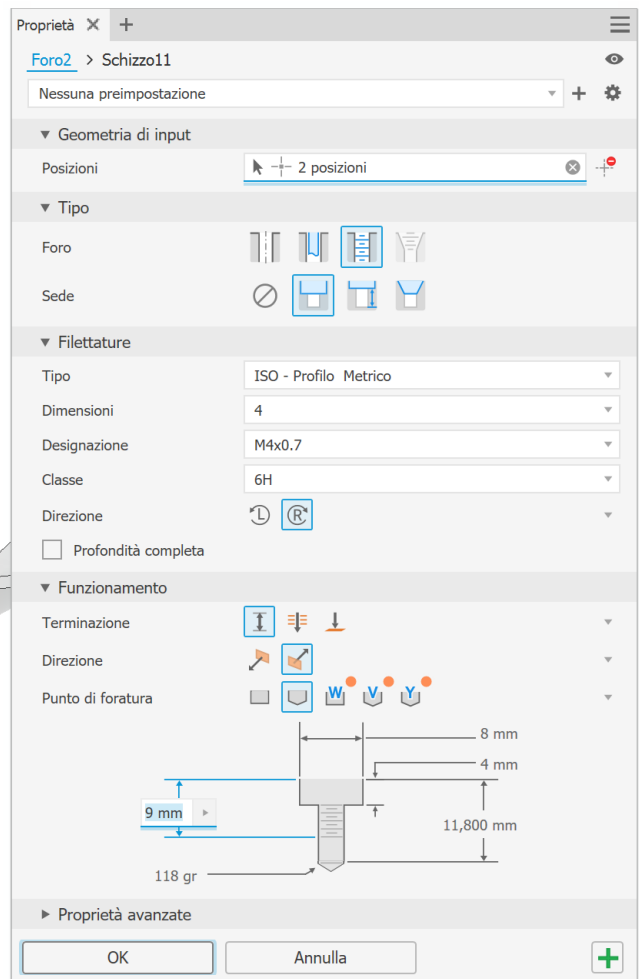
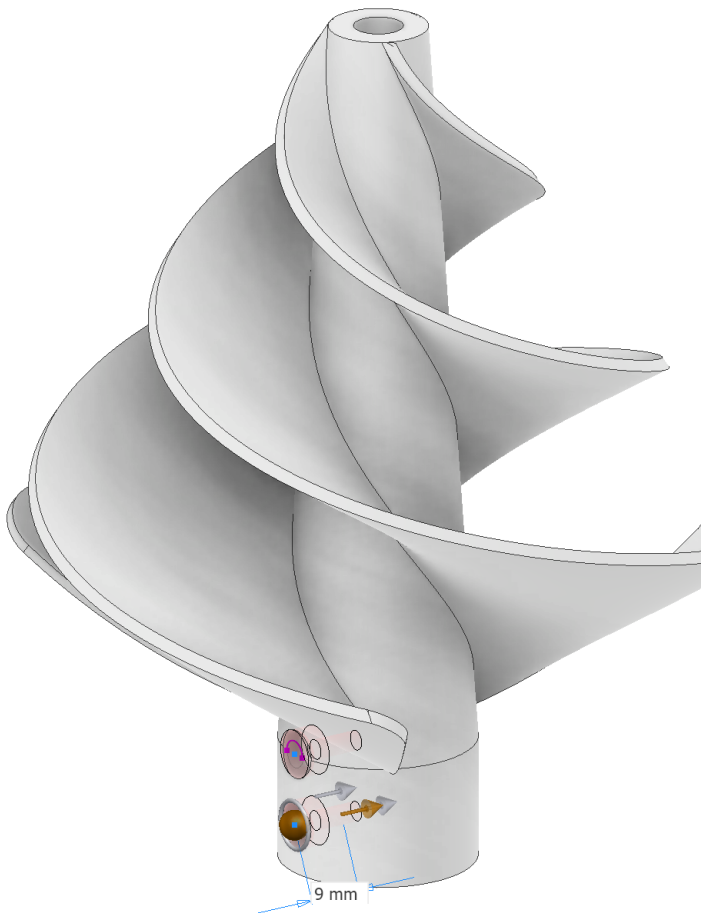
Creare la parte terminale dell'albero



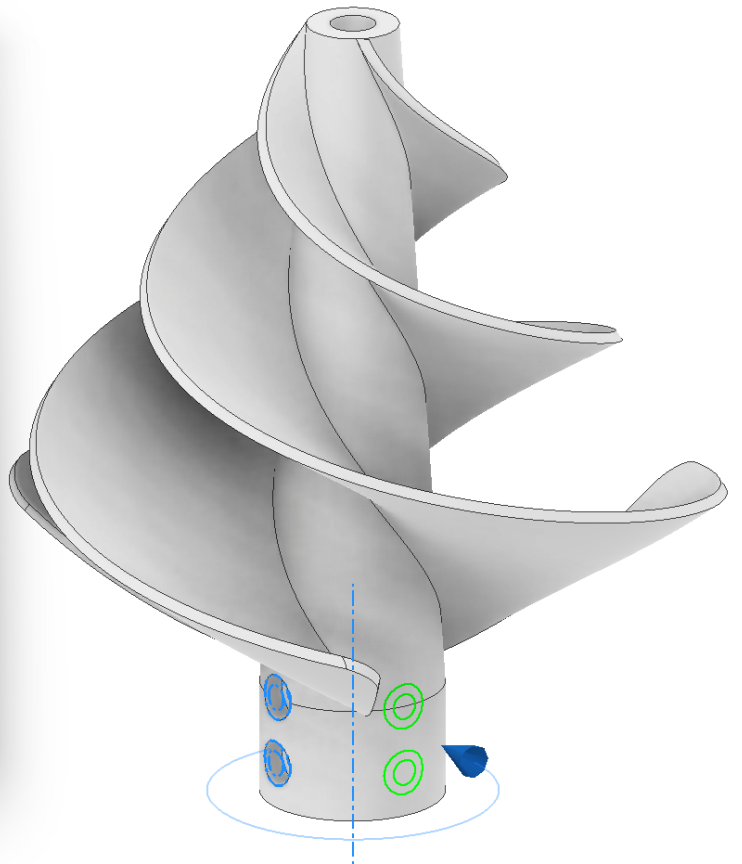
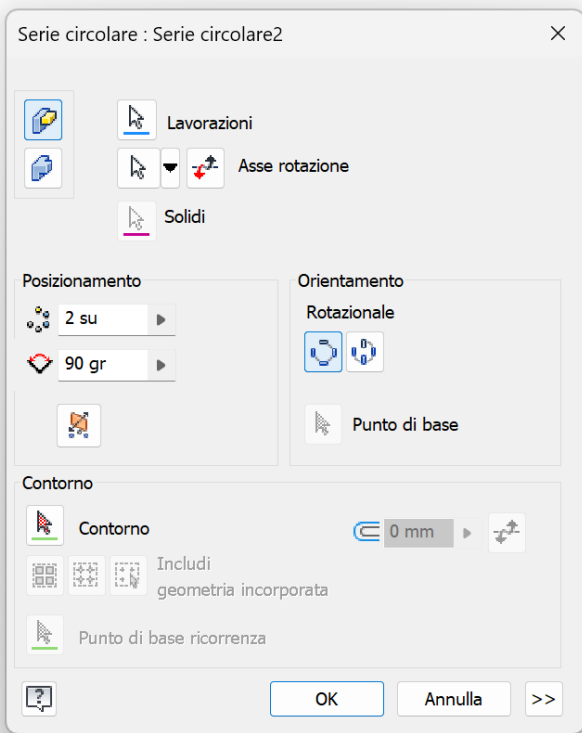
Realizzare foro semplice da 8mm



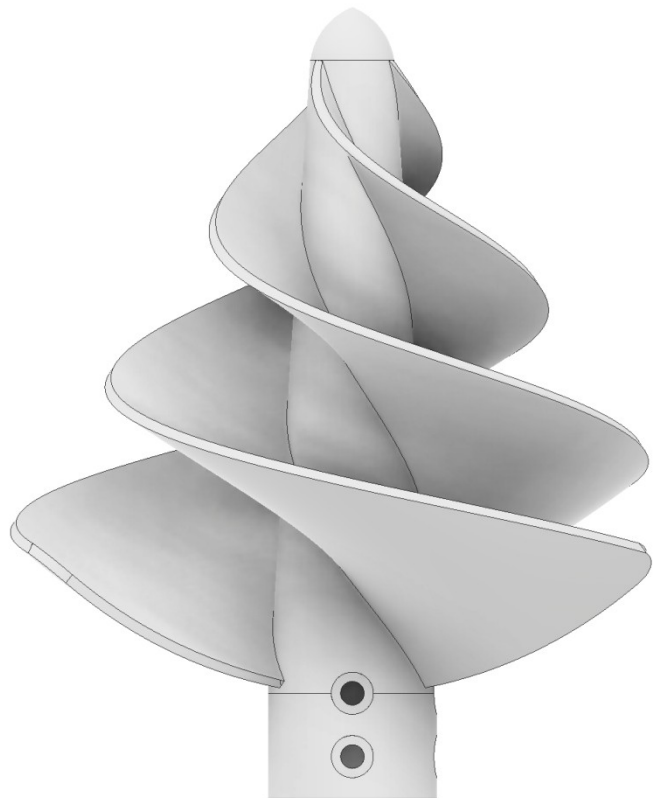
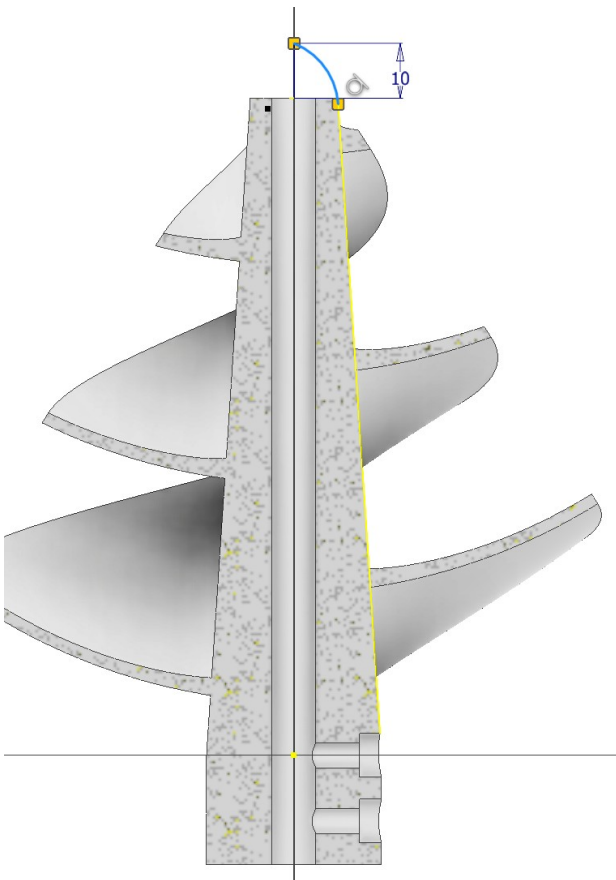
Creare una coppia di fori sull'albero



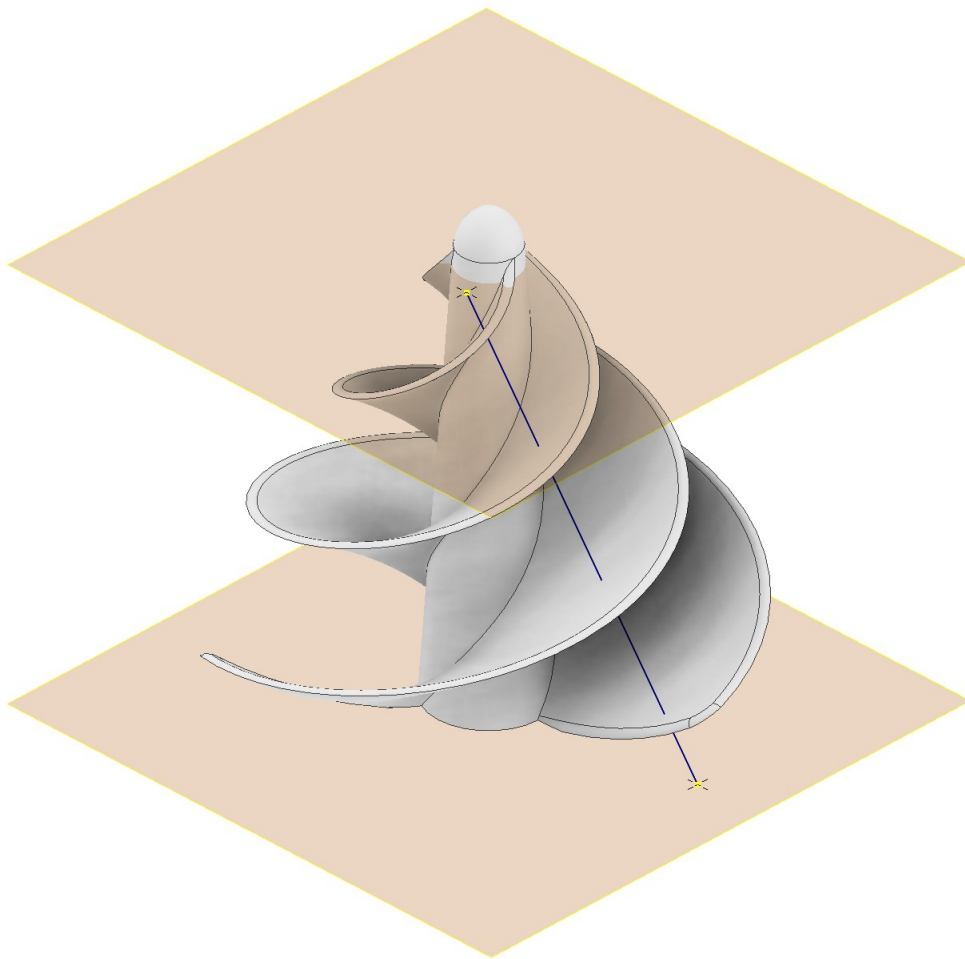
Creare un'altra coppia di fori col comando SERIE



Creare lo schizzo di figura e utilizzare il comando RIVOLUZIONE per terminare



Creare un piano parallelo a quello origine in modo da inserire due punti (su due schizzi 2D) che verranno uniti tramite una linea 3D (schizzo 3D) come in figura.



Creare un piano perpendicolare all'asse come in figura.

A 3D model of a propeller is shown. A semi-transparent purple plane is positioned perpendicular to the propeller's axis. A context menu is open over the propeller, listing various plane creation options. The option 'Perpendicolare ad un asse e passante per un punto' is highlighted. A tooltip for this option is also visible.

ire punti

Due spigoli complanari

Tangente ad una superficie e passante per uno spigolo

Tangente ad una superficie e passante per un punto

Tangente ad una superficie e parallelo ad un piano

Perpendicolare ad un asse e passante per un punto

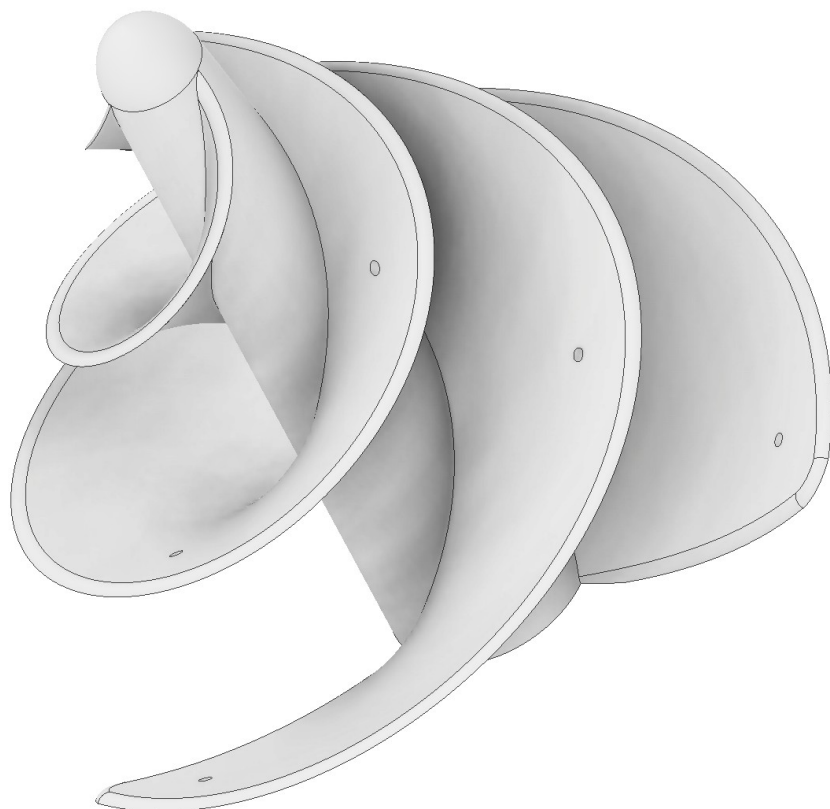
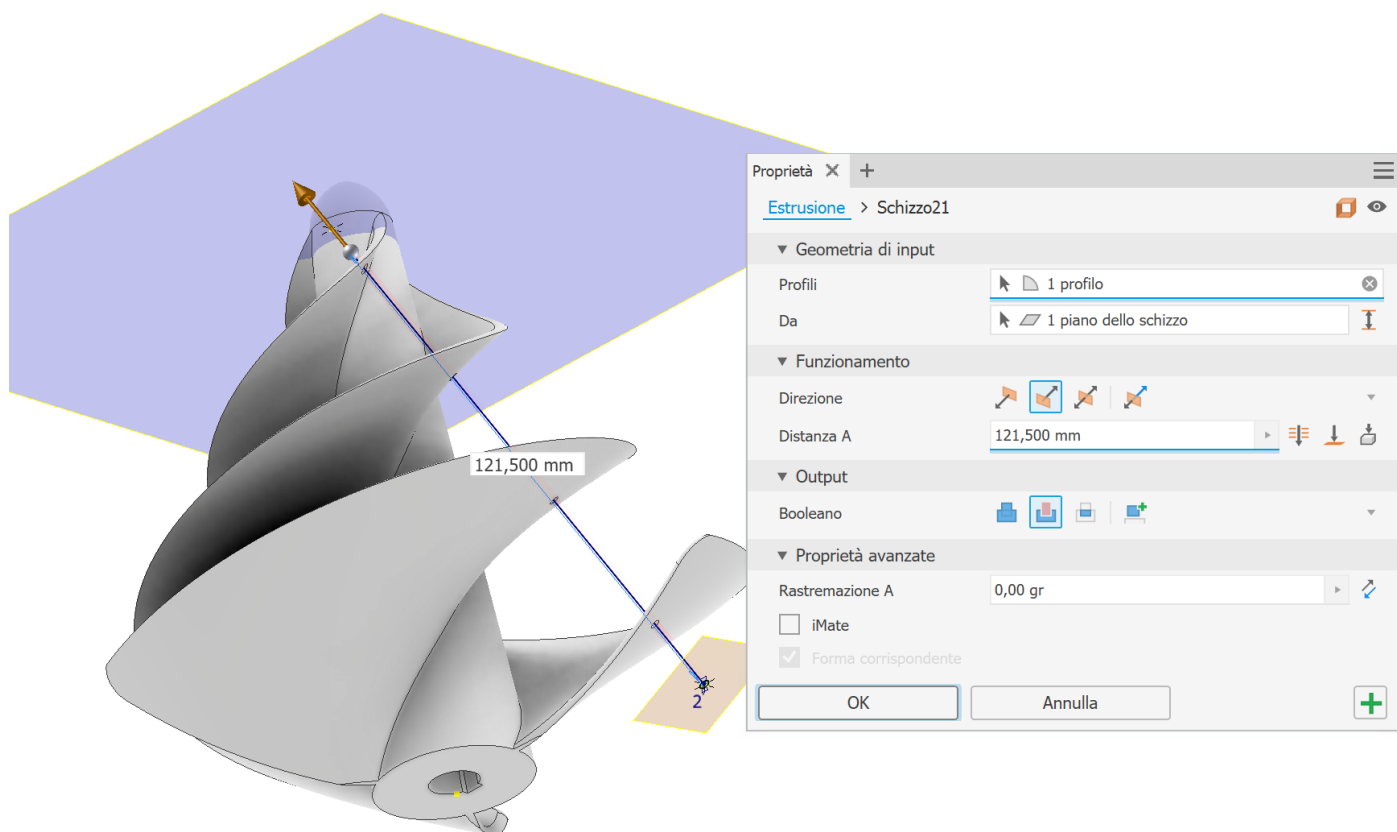
Perpendicolare ad una curva e passante per un punto

Perpendicolare ad un asse e passante per un punto

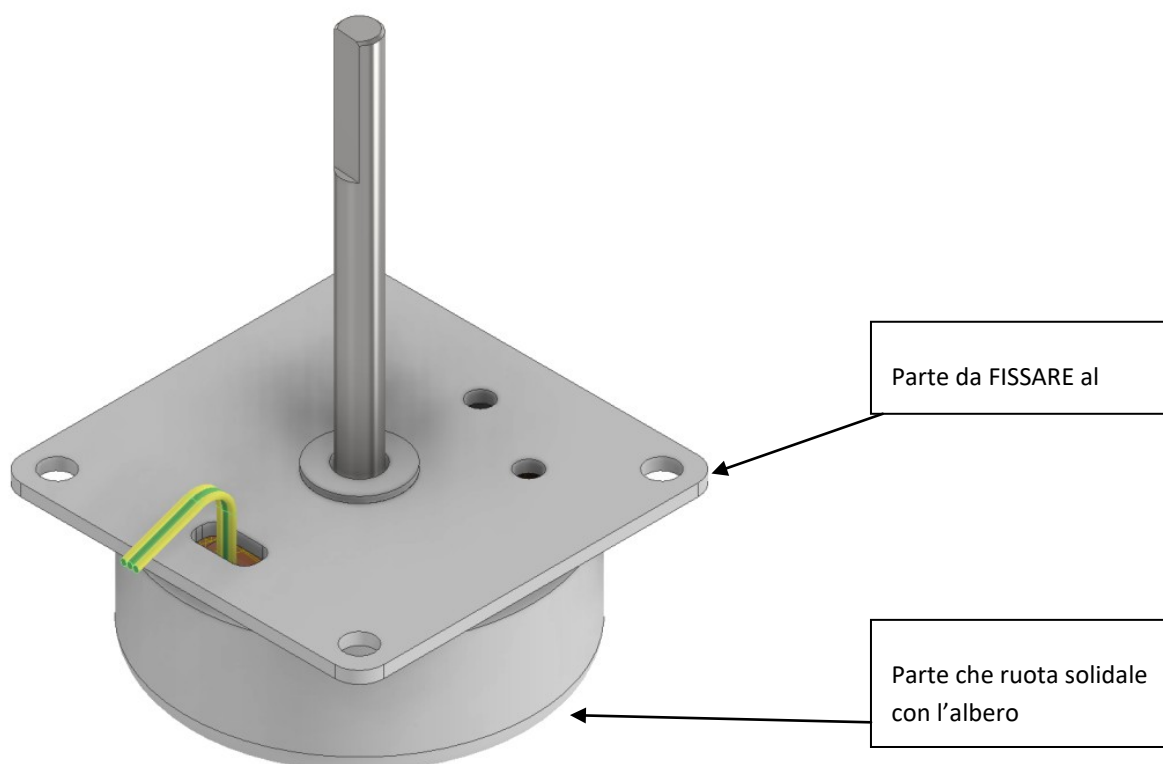
Consente di creare un piano di lavoro perpendicolare ad uno spigolo o ad un asse di lavoro e passante per un punto finale, un punto medio o un punto di riferimento.

Premere F1 per ulteriori informazioni

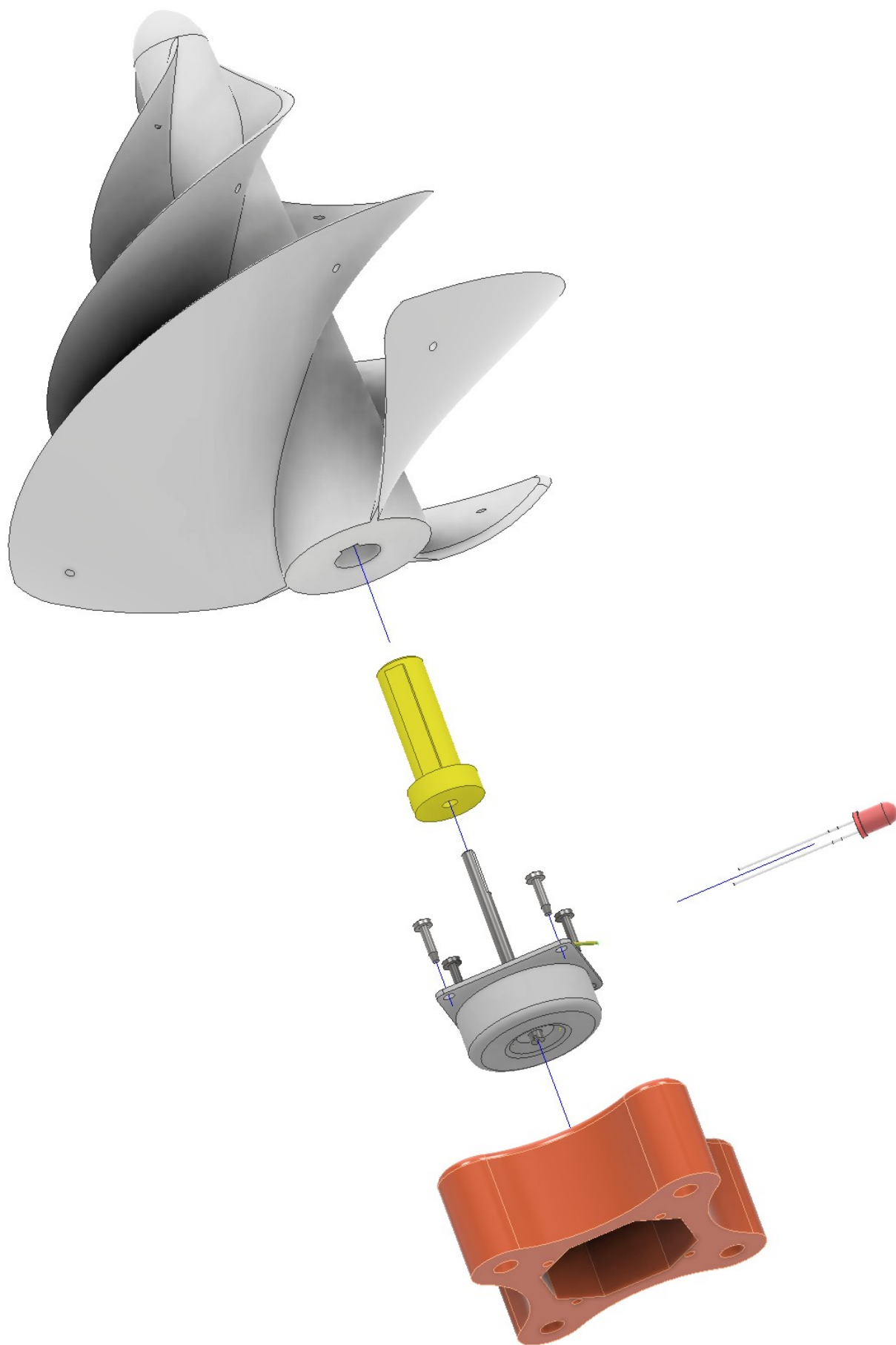
Creare uno schizzo con un cerchio da 2mm ed estrarre in taglio fino a bucare tutte le pale.

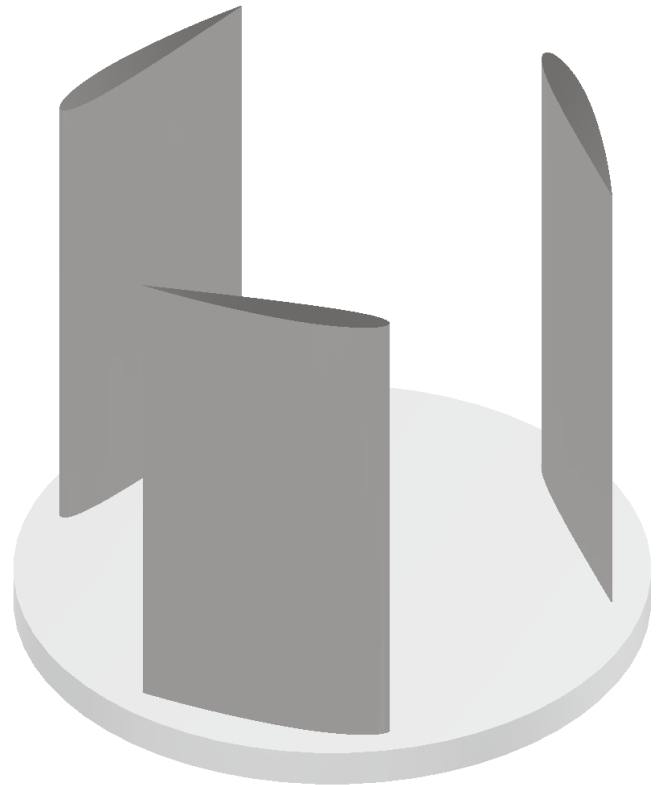


Terminare un una serie circolare della lavorazione per bucare le altre due pale.
Raccordare Infine I bordi delle pale.

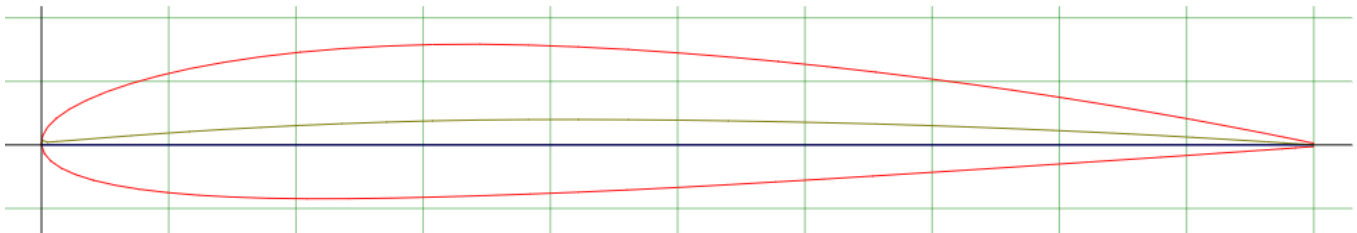


COMPLETARE L'ASSIEME CON LE PARTI MANCANTI.





NACA 4 digit airfoil generator (NACA 2412 AIRFOIL)



Max Camber (%)	<input type="text" value="2"/>	First digit. 0 to 9.5%
Max camber position (%)	<input type="text" value="40"/>	Second digit. 0 to 90%
Thickness (%)	<input type="text" value="12"/>	Third & fourth digit. 1 to 40%
Number of points	<input type="text" value="81"/>	20 to 200
Cosine spacing	<input checked="" type="checkbox"/>	Cosine or linear spacing
Close Trailing edge	<input type="checkbox"/>	Open or closed TE
<input type="button" value="Plot"/>		

Dat file

```

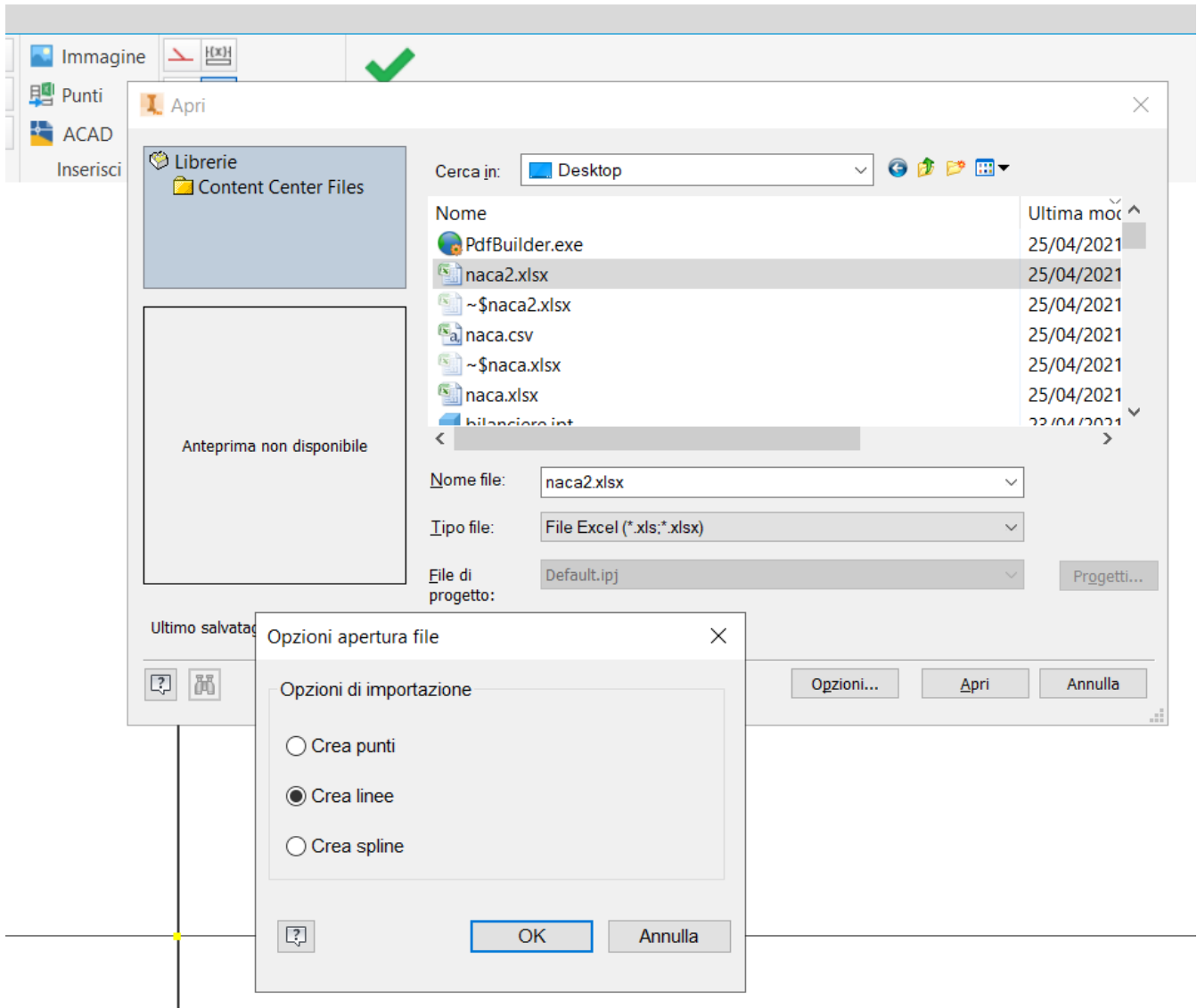
903730 -0.008033
925669 -0.006520
944979 -0.005174
961536 -0.004008
975232 -0.003035
985978 -0.002265
993705 -0.001708
998361 -0.001370
999916 -0.001257
    
```

PROFILO NACA 2412

Creare un foglio Excel con le prime due colonne contenenti il profilo alare NACA.
Conviene scalare le coordinate direttamente in Excel per ottenere le dimensioni desiderate.

10,00084	0,01257	0,02223	-0,06689
9,98557	0,01575	0,07479	-0,12828
9,93984	0,02524	0,15723	-0,18404
9,86392	0,04086	0,26892	-0,23408
9,75825	0,06231	0,40906	-0,27826
9,62343	0,08922	0,57669	-0,31651
9,46027	0,1211	0,77071	-0,34878
9,26971	0,1574	0,98987	-0,37507
9,05287	0,19752	1,23281	-0,39546
8,81104	0,24079	1,49805	-0,41013
8,54565	0,28653	1,78401	-0,41934
8,2583	0,33404	2,08902	-0,42346
7,95069	0,3826	2,41131	-0,42294
7,62469	0,43149	2,74904	-0,41834
7,28228	0,48	3,10028	-0,41027
6,92554	0,52741	3,46303	-0,39941
6,55665	0,57302	3,83522	-0,38644
6,17788	0,61615	4,21644	-0,37174
5,79155	0,65609	4,60397	-0,35444
5,40008	0,6922	4,99412	-0,33493
5,00588	0,72381	5,38451	-0,31373
4,61143	0,75034	5,77279	-0,29138

Su uno schizzo importare il file Excel con i punti del profilo NACA.



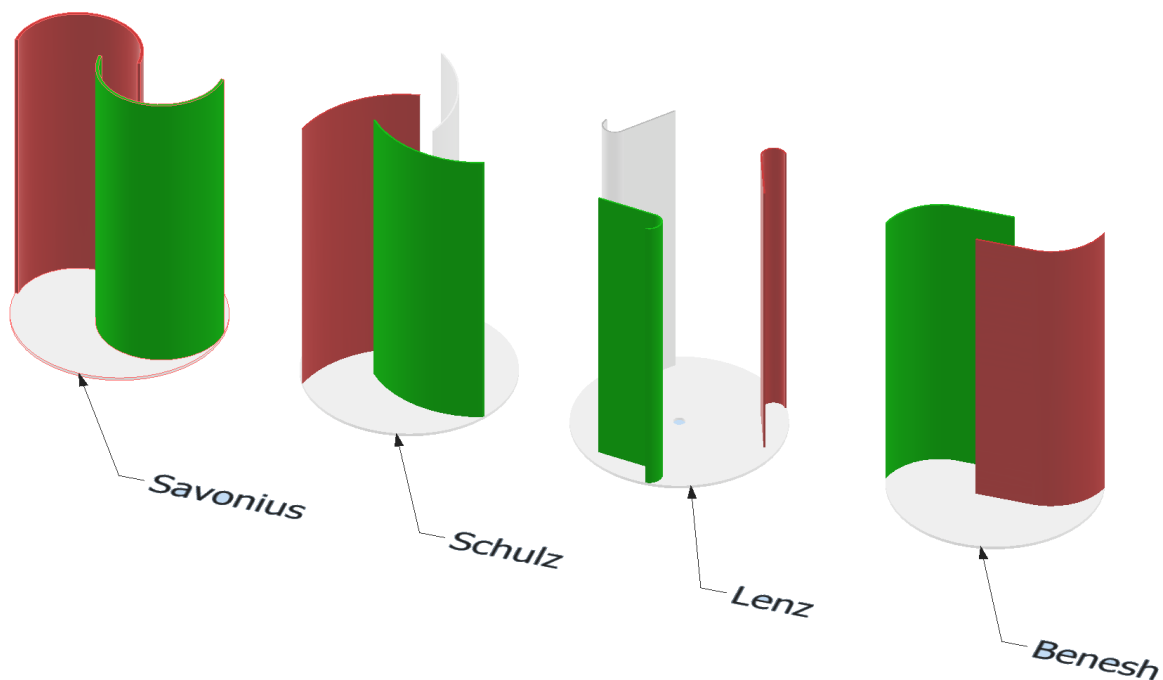
TURBINE AD ASSE VERTICALE

Tutte le turbine eoliche del tipo VAWT sono state ispirate da due tipi base: Savonius e Darrieus.

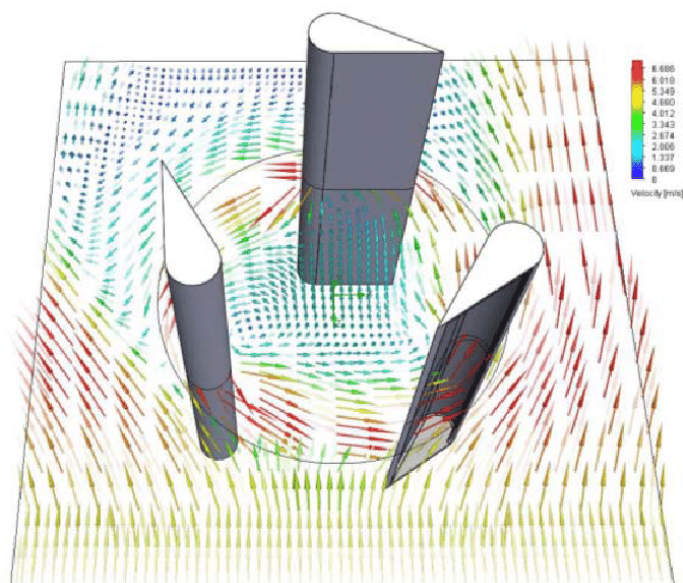
Nel 2007, Ed Lenz ha pubblicato un articolo su una turbina eolica con una efficienza di ca. 40% che è nettamente superiore a quella dei modelli citati (20-25%).

Il progetto presenta varie innovazioni cercando di combinare le peculiarità della turbina Darrieus (che lavora sulla forza di portanza aerodinamica) e della turbina Savonius (che fa affidamento sulla resistenza aerodinamica). Sono stati effettuati test di laboratorio per confrontare l'efficienza di quattro diversi modelli di turbine eoliche con asse verticale e resistenza differenziale.

È stato riscontrato che il modello di turbina Lenz supera tutti gli altri con un coefficiente di potenza massimo del 32,5%, seguito dal modello Benesh con il 21,4%, Savonius con il 18% e Schulz con il 13%.



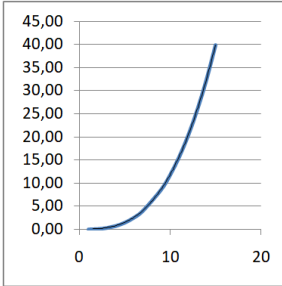
Distribuzione della velocità



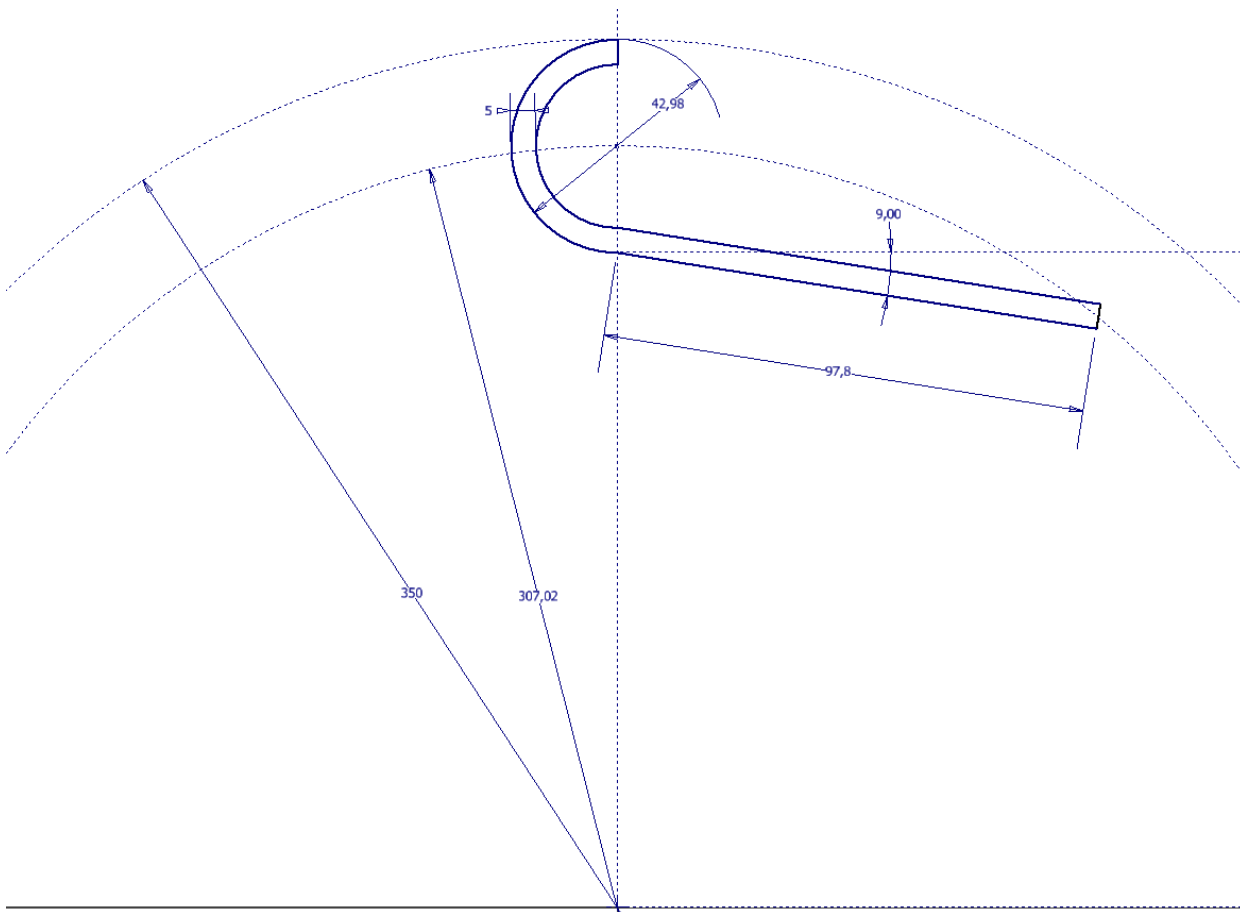
Dimensionamento di massima mediante formule semiempiriche

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	TURBINA EOLICA LENZ											
2	D	0,200	m									
3	d=2 R	0,038	m	=0,1875*B2								
4	L tot	0,080	m	=0,4*B2								
5	H	0,324	m	=1,618*B2								
6	R	0,019	m	=B3/2								
7	L	0,061	m	=B4-B6								
8	Area D*H	0,065	m ²	=B2*B5								
9												
10	v vento	6,00	m/s									
11												
12	η Lenz 2	0,35										
13	η alternatore	0,85										
14	Potenza	2,56	watt	=0,5*1,23*B8*B10^3*B12*B13								
15	ω	60,00	rad/s	=B10/(B2/2)								
16	n° giri (80%)	459	rpm	=0,8*60*B15/6,28								
17	n° giri a vuoto	573	rpm	=60*B15/6,28								
18												
19	H ideale	1,618*D	m									
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												

v m/s	P watt	ω rad/s	N° rpm
1	0,01	10	96
2	0,09	20	191
3	0,32	30	287
4	0,76	40	382
5	1,48	50	478
6	2,56	60	573
7	4,06	70	669
9	8,63	90	860
10	11,84	100	955
11	15,76	110	1051
12	20,46	120	1146
13	26,02	130	1242
14	32,49	140	1338
15	39,96	150	1433

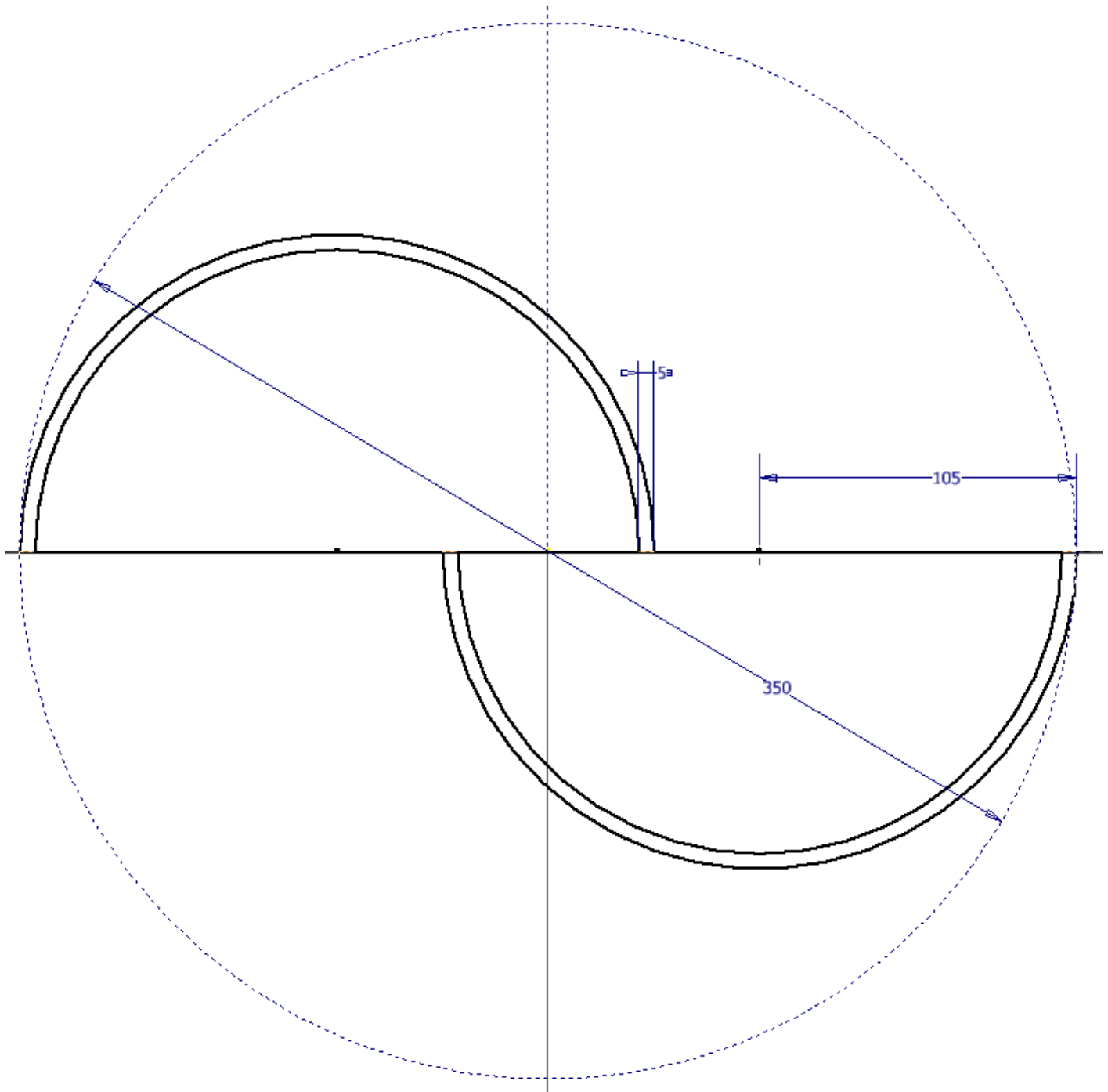


Schizzo



Proseguire con una serie di polare di 3 elementi rispetto al centro e poi estrarre.

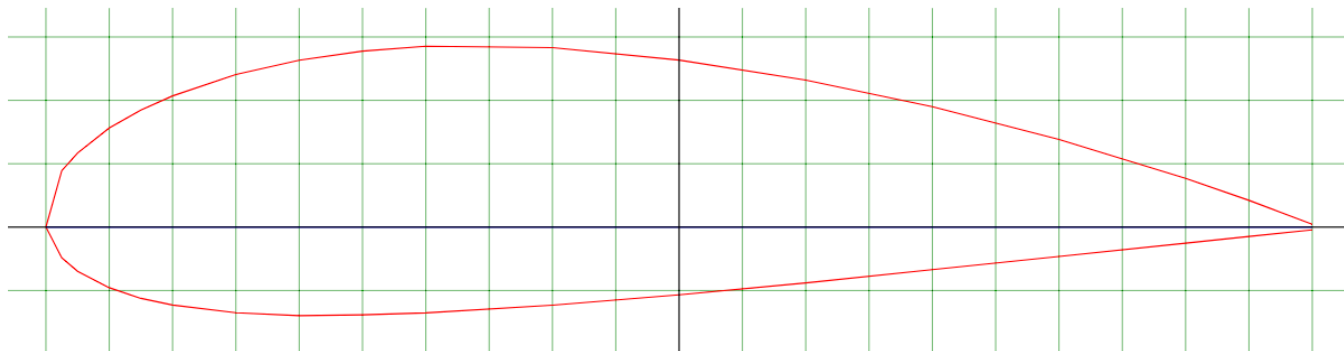
Schizzo



Airfoil plotter (naca4421-il)

NACA 4421 - NACA 4421 airfoil

Plot and print the shape of an airfoil (aerofoil) for your specific chord width and transformation. The dat file data can either be loaded from the [airfoil database](#) or your own airfoils which can be entered [here](#) and they will appear in the list of airfoils in the form below.



Name = NACA 4421
Chord = 200mm Radius = 0mm Thickness = 100% Origin = 50% Pitch = 0°

[Open full size plan in new window](#)

[Open paginated plan in new window for multi page printing](#)

[CSV file of coordinates](#)

[SVG image as text file](#)

[Restore defaults](#)

[Download PDF file](#)

Airfoil	<input type="text" value="naca4421-il - NACA 4421"/>	Choose from database list or add you own airfoils here .
Chord (mm)	<input type="text" value="200"/>	Chord width in millimetres. (1 inch = 25.40mm)
Radius (mm)	<input type="text" value="0"/>	Radius of camber in millimetres, Zero for no curve
Thickness (%)	<input type="text" value="100"/>	Thickness adjustment. 100% is normal thickness. 50% is half. 200% is double
Origin (%)	<input type="text" value="50"/>	Adjust the position of the origin e.g. 50% is mid chord
Pitch (degrees)	<input type="text" value="0"/>	Pitch or angle of attack. 180 flips the plot
Halo (mm)	<input type="text" value="0"/>	Line parallel to airfoil for wing covering or jig. Negative values are external, positive internal.
Halo (mm)	<input type="text" value="0"/>	Second line parallel to airfoil as above
Colour	<input type="text" value="Colour"/>	Colour palette or black & white
Line thickness (%)	<input type="text" value="100"/>	Scale the line thickness (10% to 500%)
Reverse	<input type="checkbox"/>	Plot a mirror image
Data box	<input checked="" type="checkbox"/>	Print the airfoil data on the image
Camber line	<input type="checkbox"/>	Show camber line on image
X grid (mm)	<input type="text" value="10"/>	X grid size in millimetres
Y grid (mm)	<input type="text" value="10"/>	Y grid size in millimetres
Paper width (mm)	<input type="text" value="280"/>	Used for printing plan. A4 landscape approx 280mm
Paper height (mm)	<input type="text" value="180"/>	Used for printing plan. A4 landscape approx 180mm
<input type="button" value="Plot"/>		

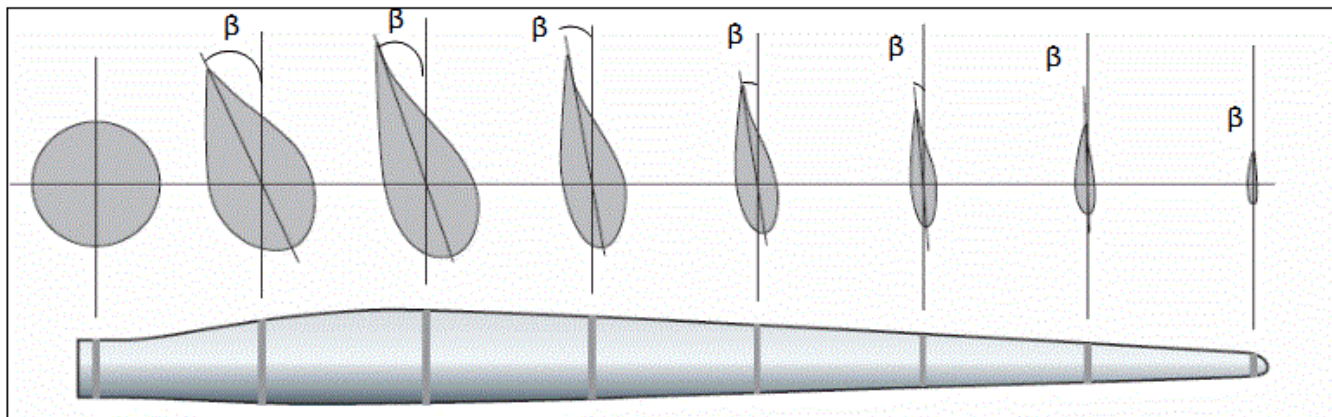
Please refer to the [information page](#) for details of how the dat files are parsed and any parser warnings that appear in the form above.

La pala non è un organo fisso, ma regolabile e grazie ad un supporto alloggiato sul mozzo, viene permessa la rotazione della pala, per la regolazione dell'angolo di pitch. La pala deve avere la stessa portanza lungo tutto il braccio, e quindi la medesima spinta.

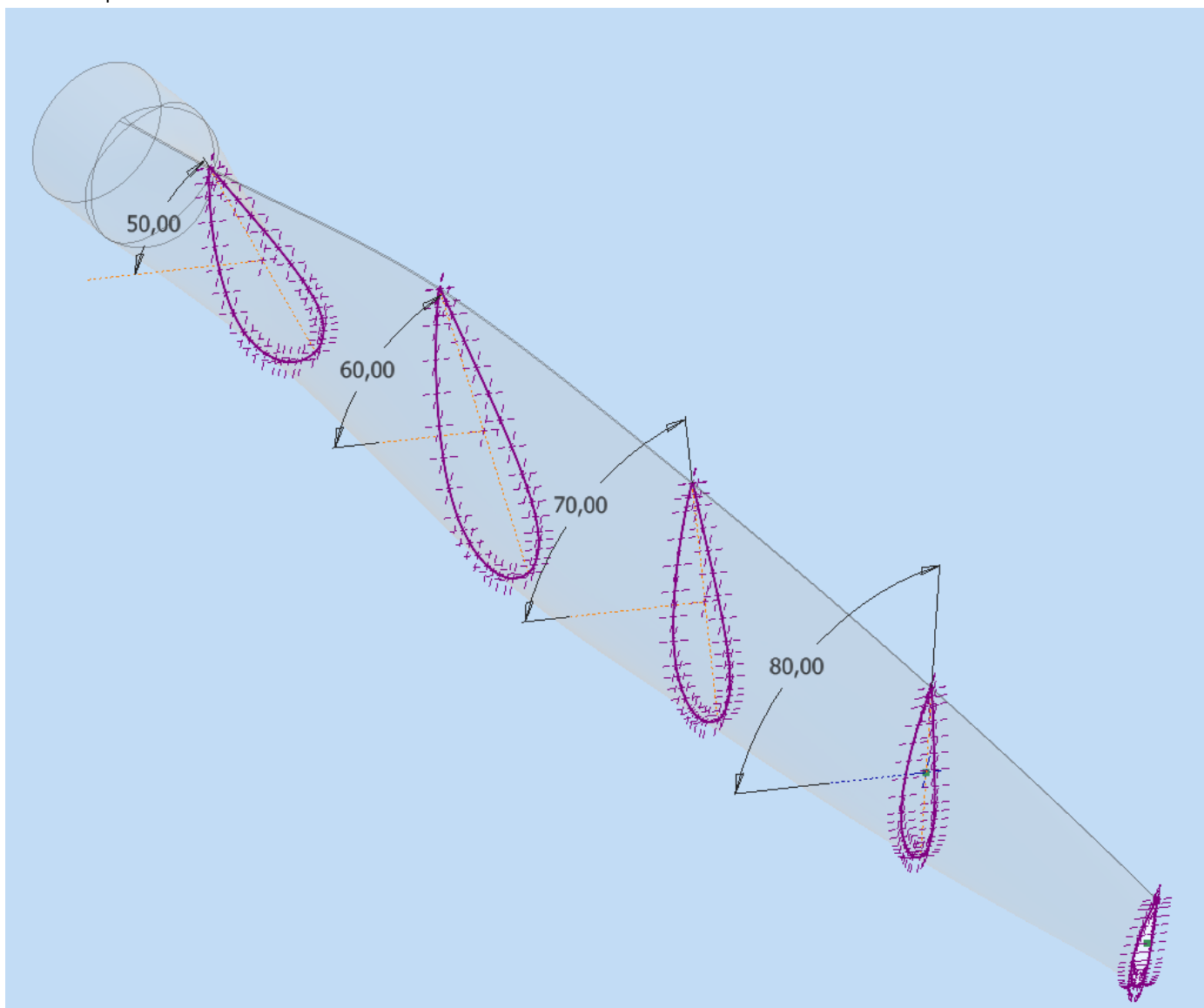
Premesso che la portanza è direttamente proporzionale all'angolo d'attacco e l'angolo d'attacco varia con la velocità; essendo la velocità periferica delle pale crescente dal mozzo verso l'estremità, per mantenere costante la portanza dovrà essere per forza modificato il calettamento. E' per questa ragione che l'elica si presenta svergolata, cioè con un calettamento variabile dal mozzo verso l'estremità.

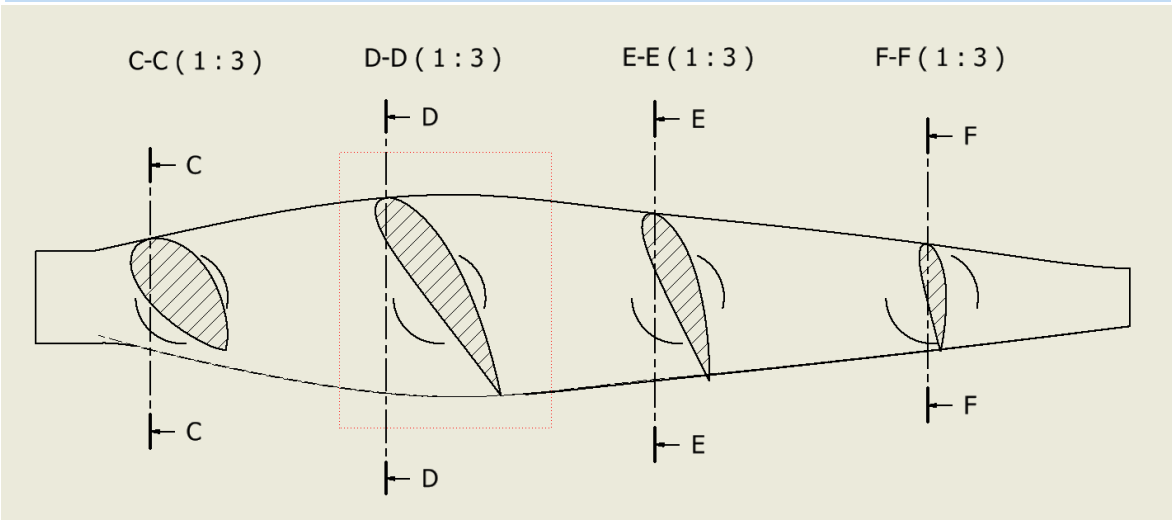
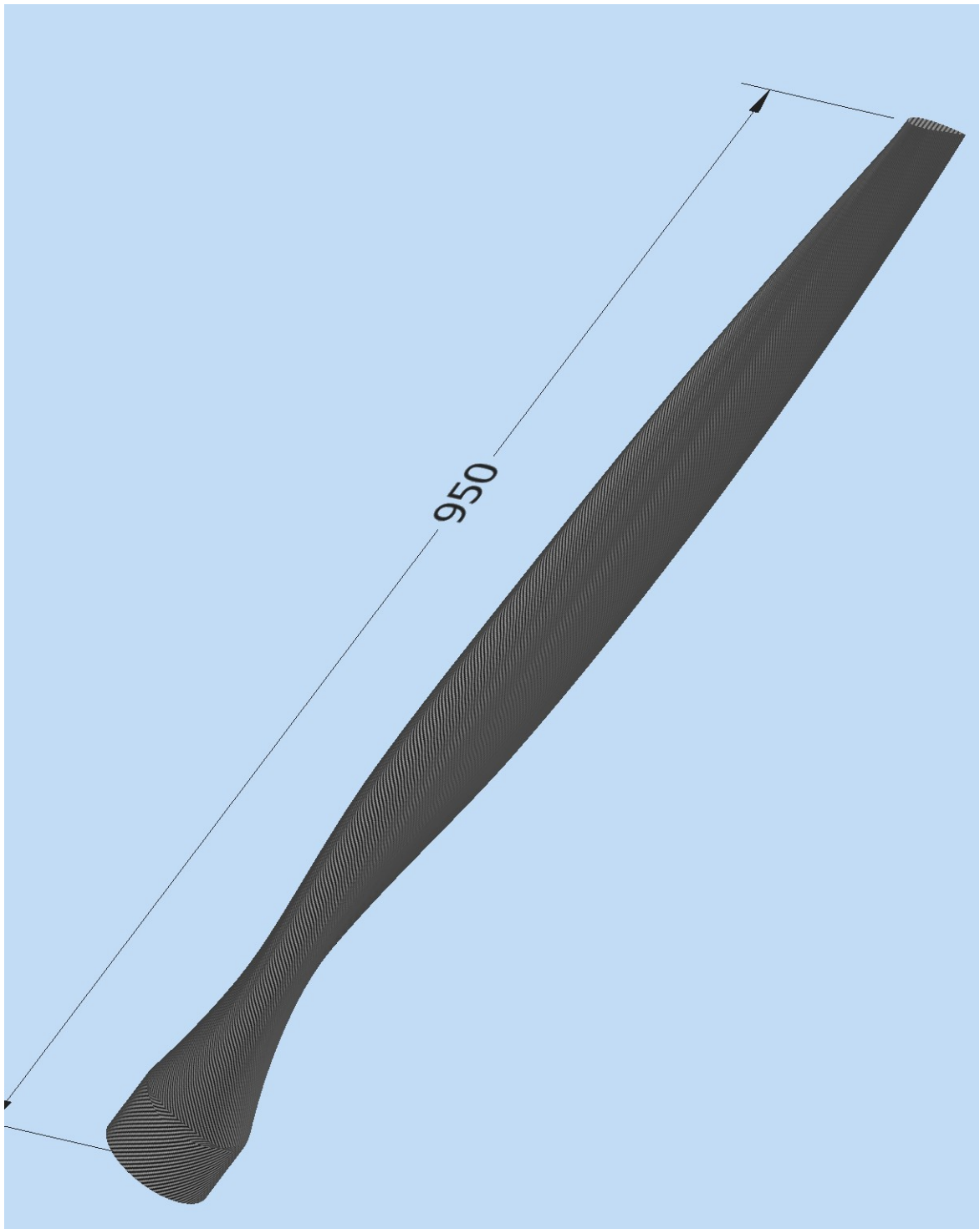
Cioè il calettamento diminuisce man mano che aumenta sul profilo dell'elica la velocità periferica allontanandosi dal mozzo.

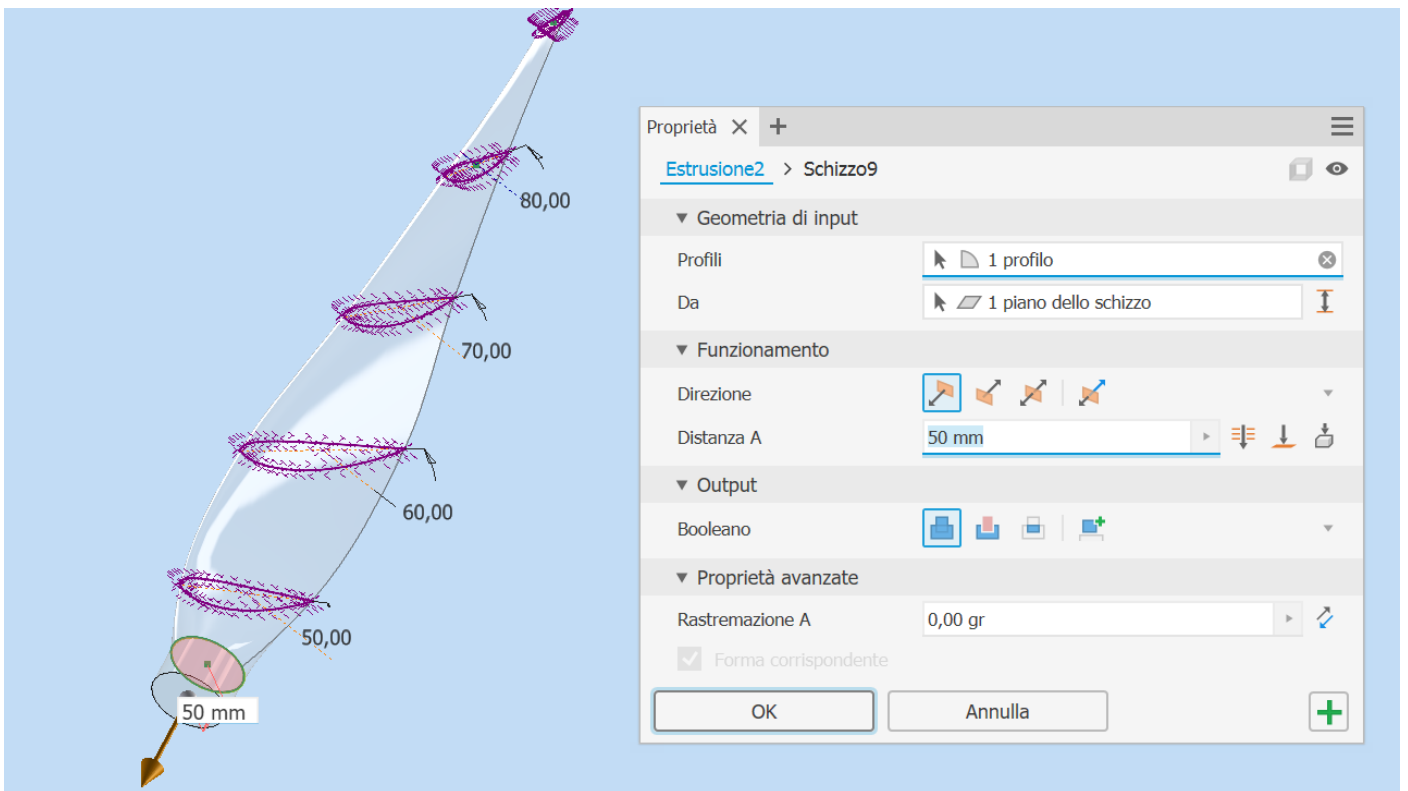
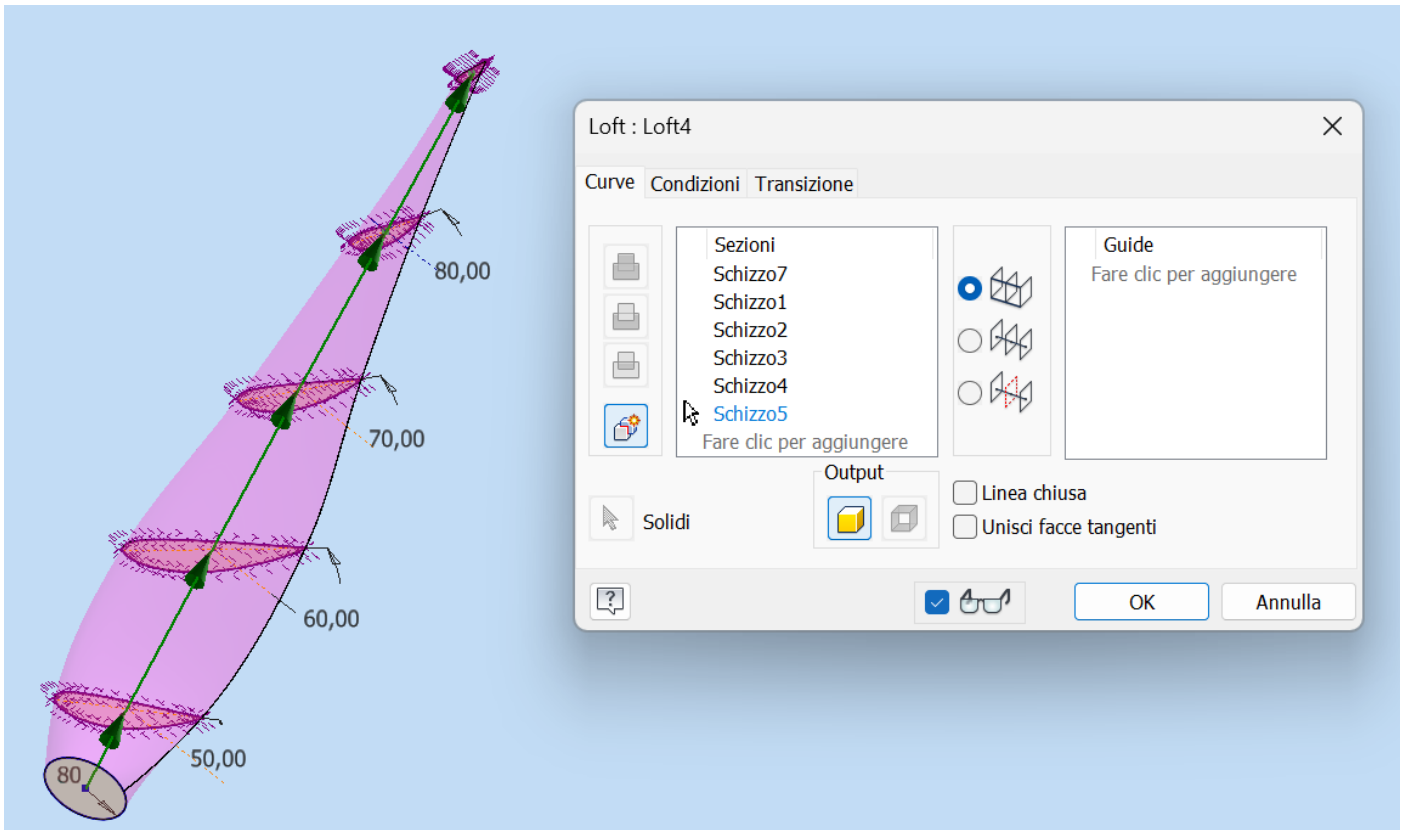
Quindi bisogna diminuire l'angolo β per mantenere un buon angolo d'attacco α che è l'angolo tra l'asse della pala e la velocità risultante tra quella di rotazione della pala e quella del flusso ortogonale alla pala.

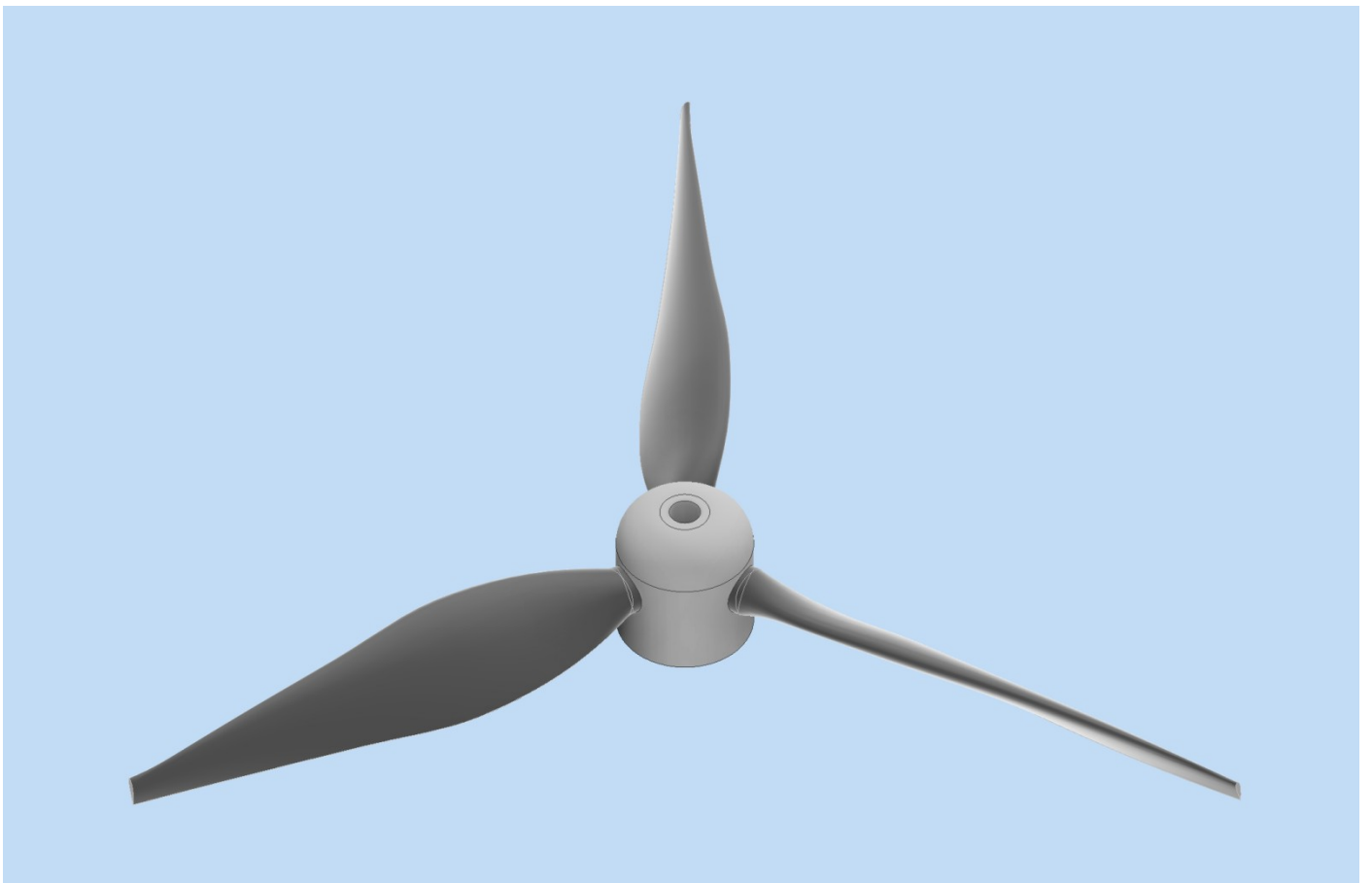
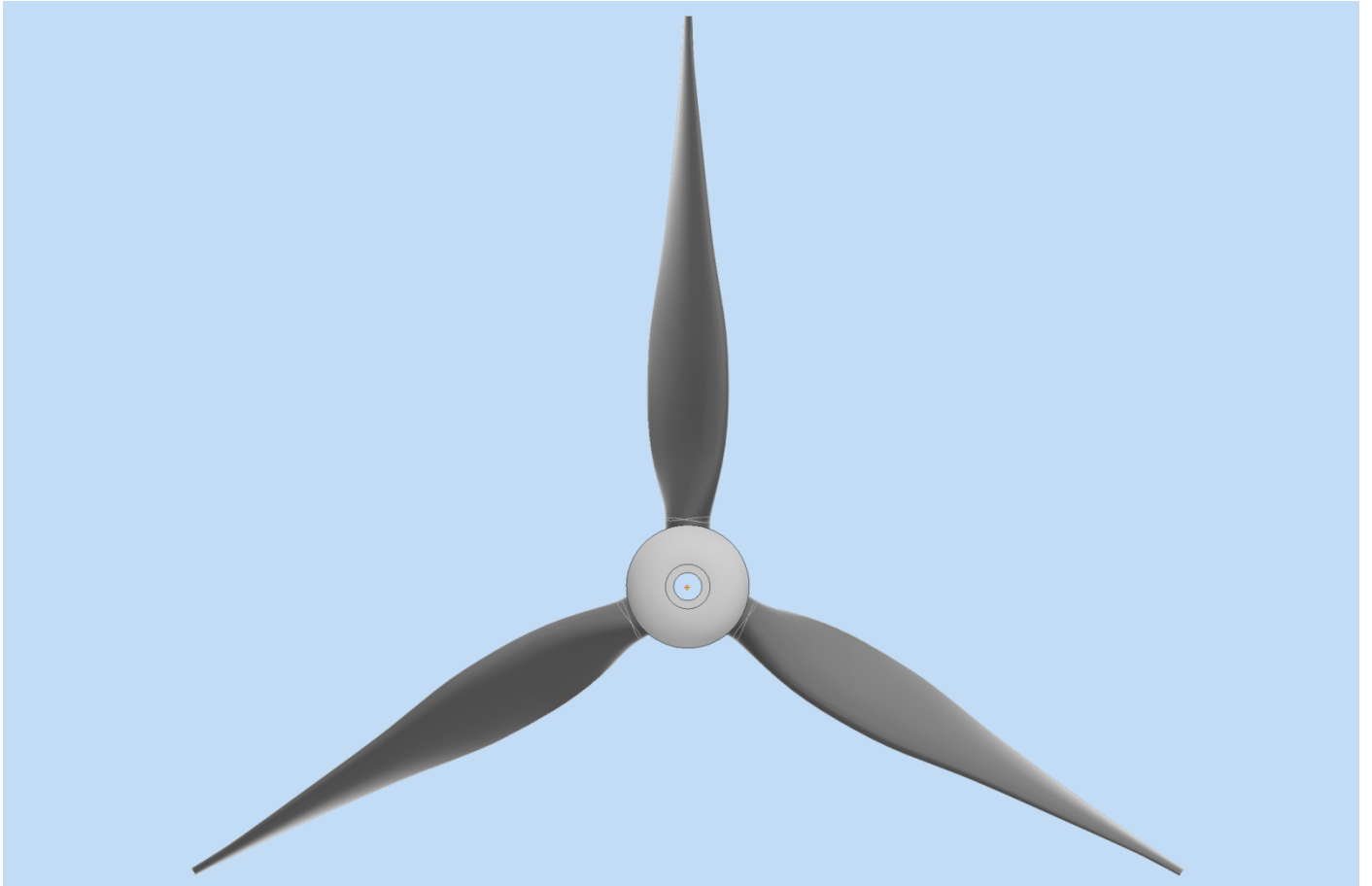


Il modello è realizzato con profilo NACO 4421-il con corda variabile da 200mm a 50mm in testa. Alla base la sezione ha corda da 150mm e spessore 150%.

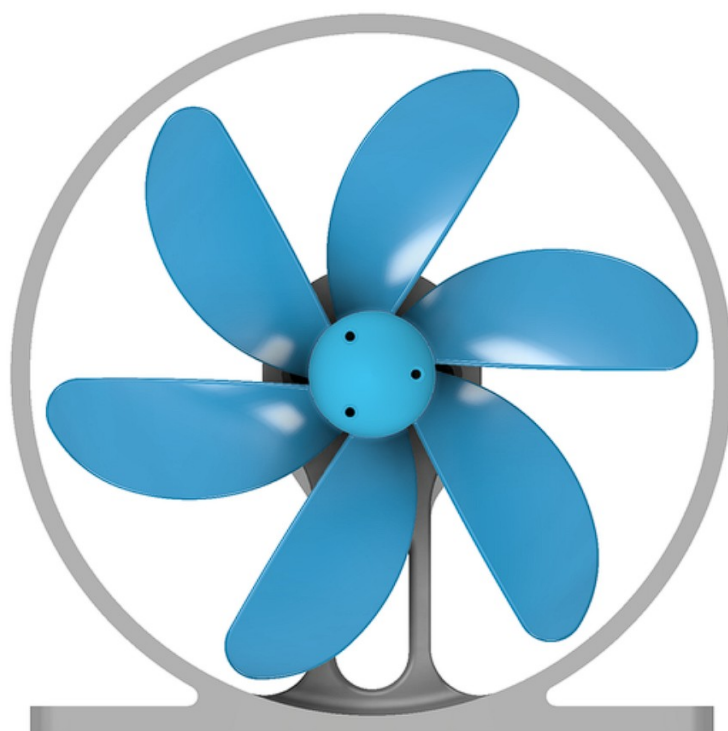
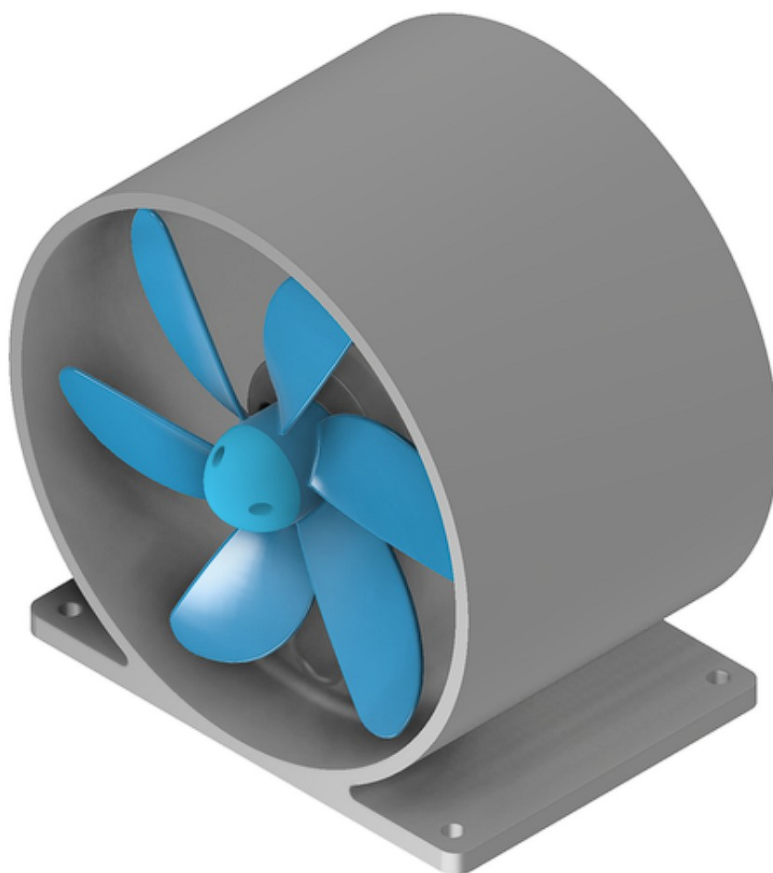






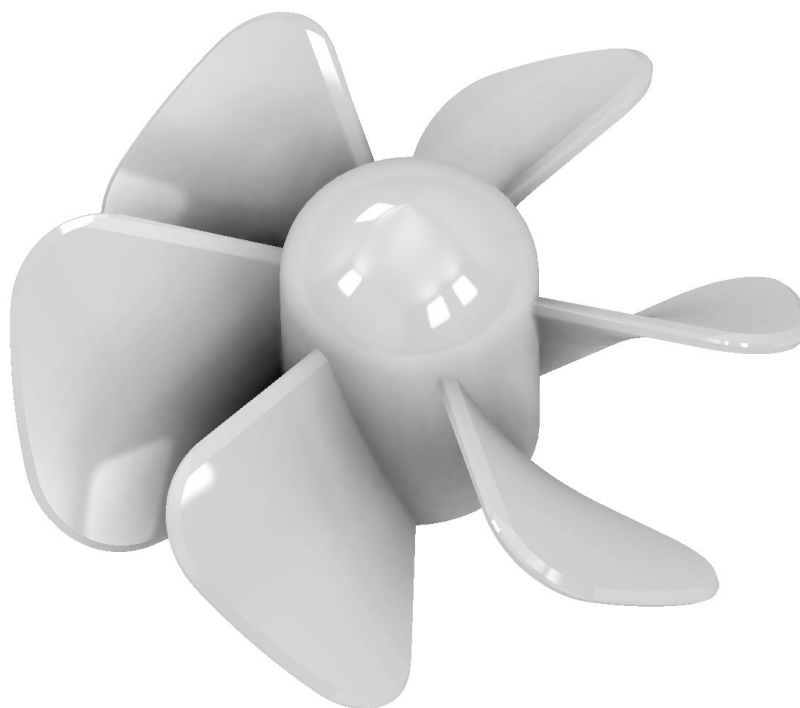


VENTILATORE ASSIALE

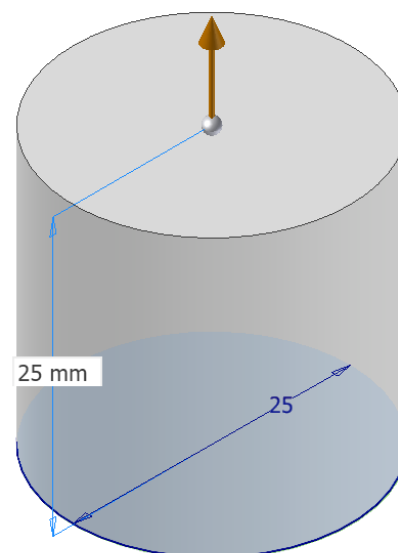
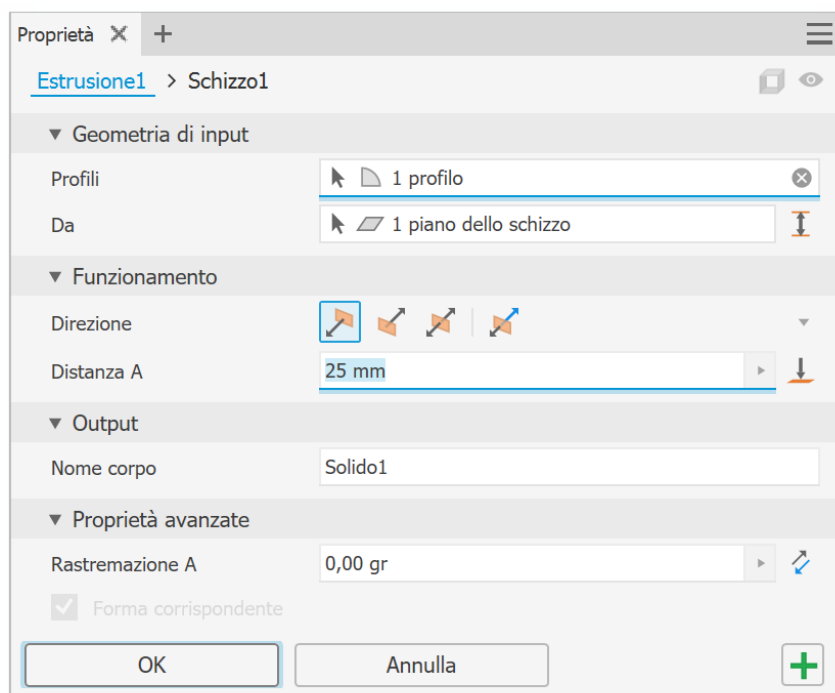


GIRANTE VENTILATORE ASSIALE

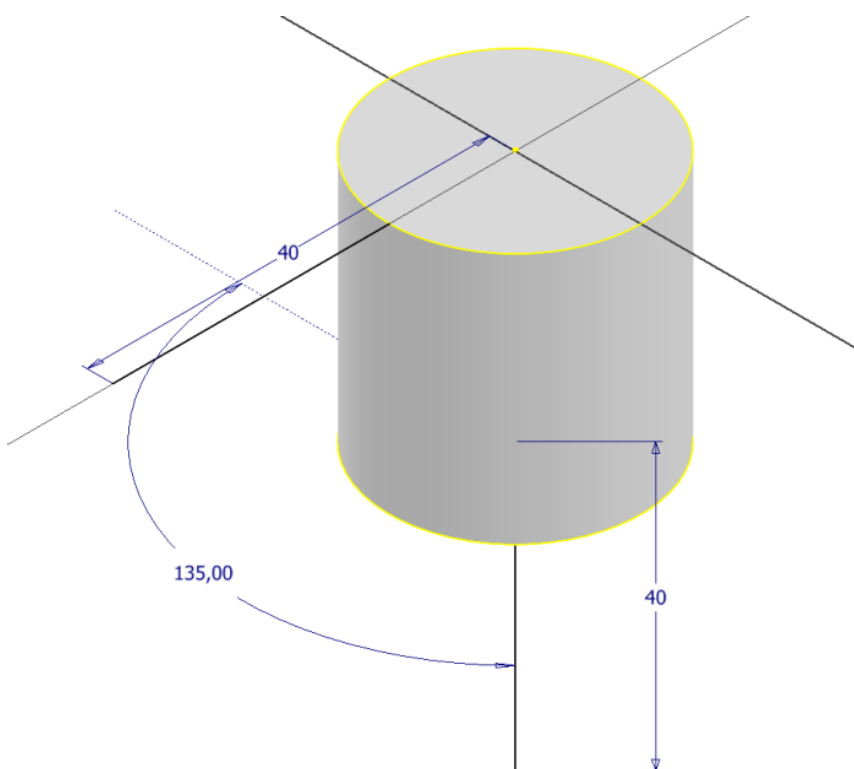
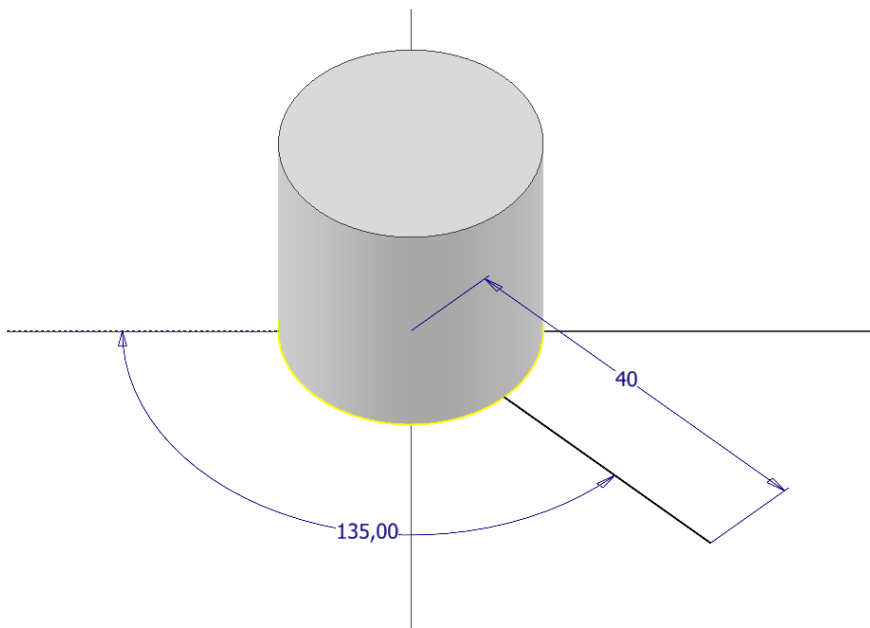
Per ottenere le migliori prestazioni le pale devono avere un andamento a spirale.



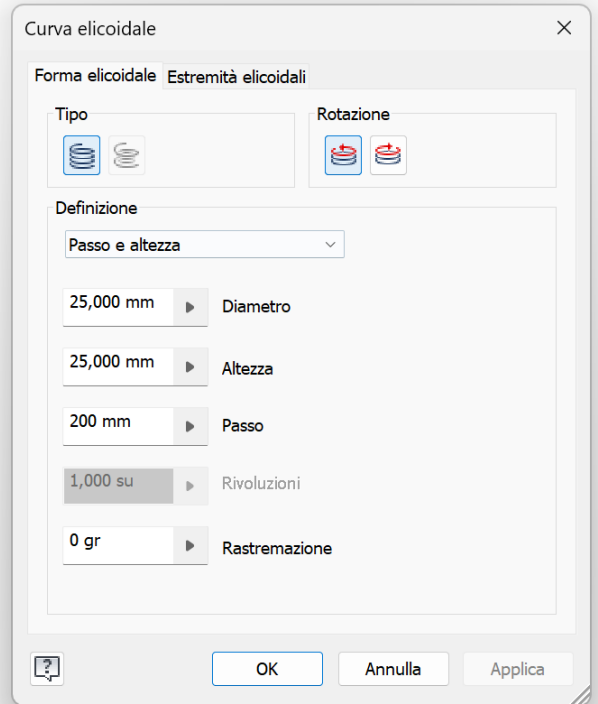
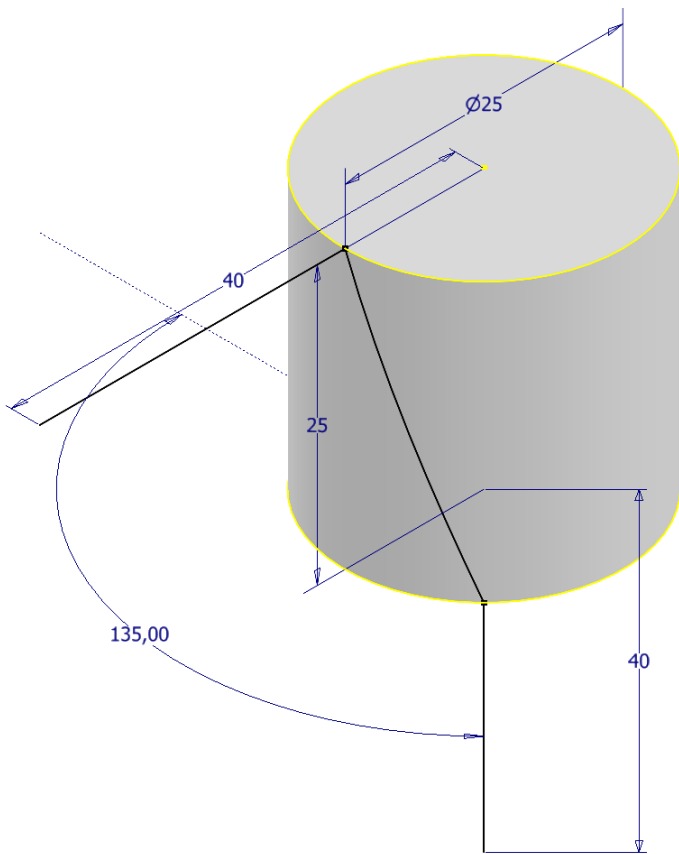
Schizzo + estrusione sul piano orizzontale



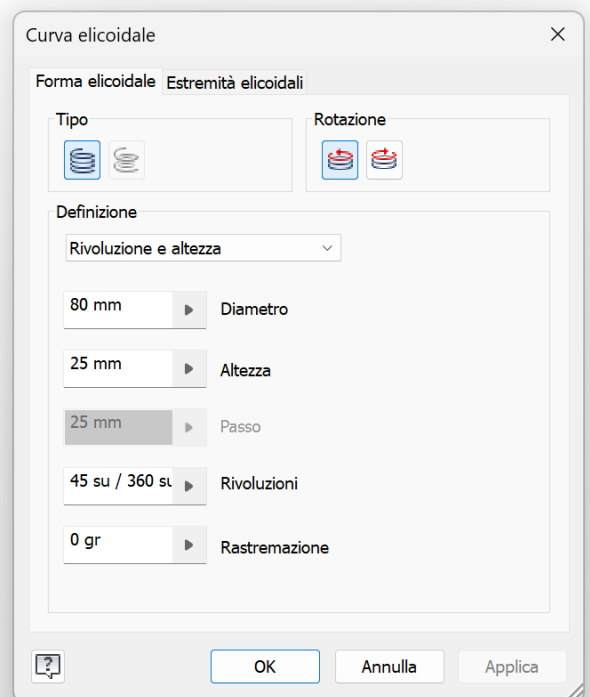
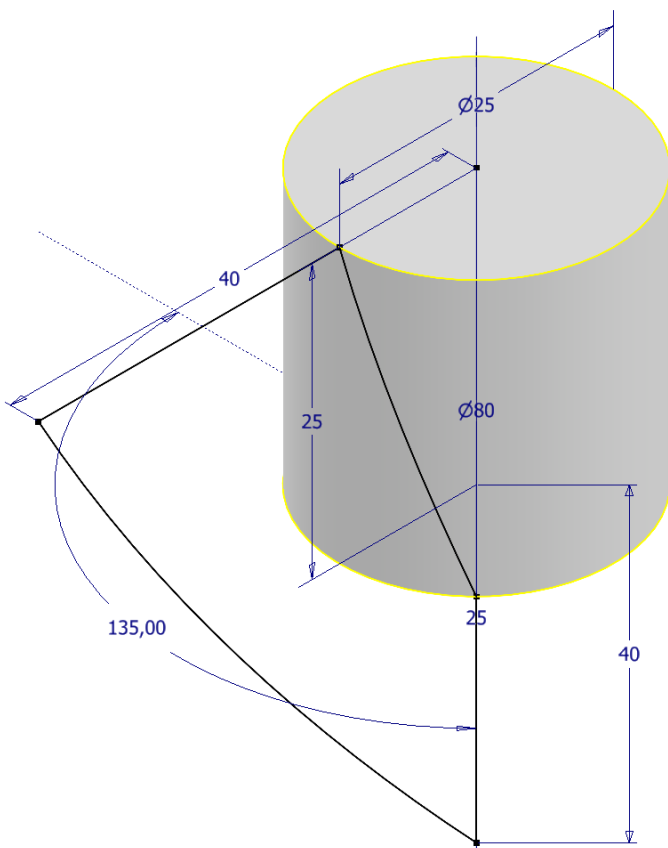
Creare 2 segmenti su schizzi distinti come nelle figure.



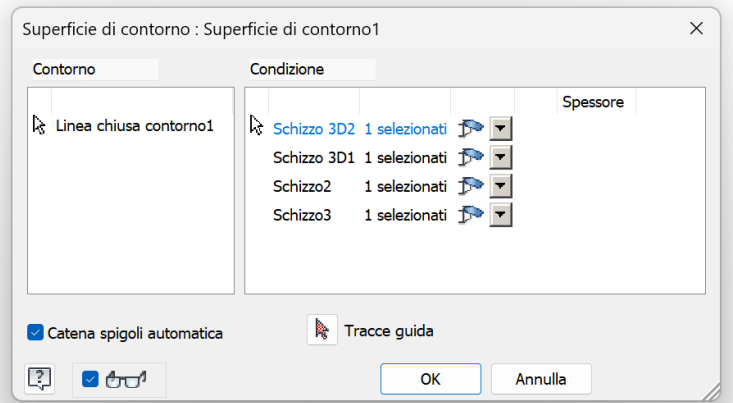
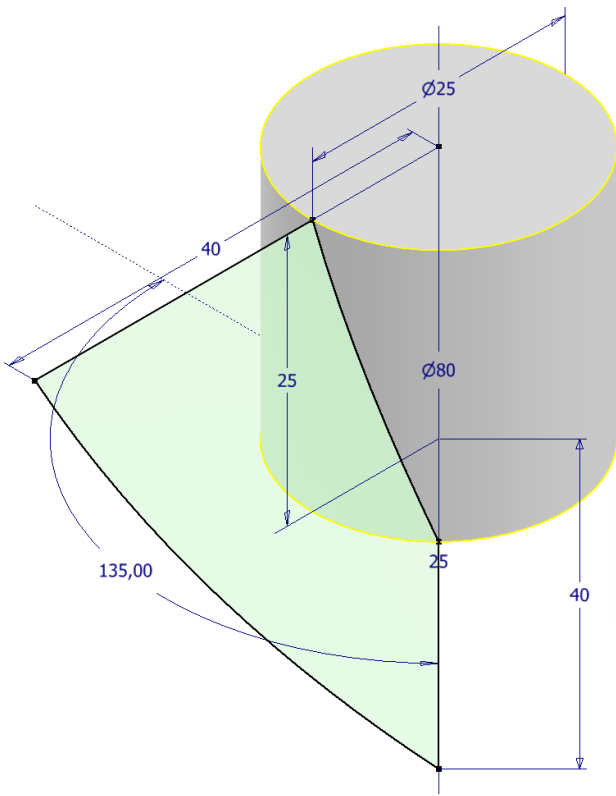
Schizzo 3D con prima curva elicoide come in figura.



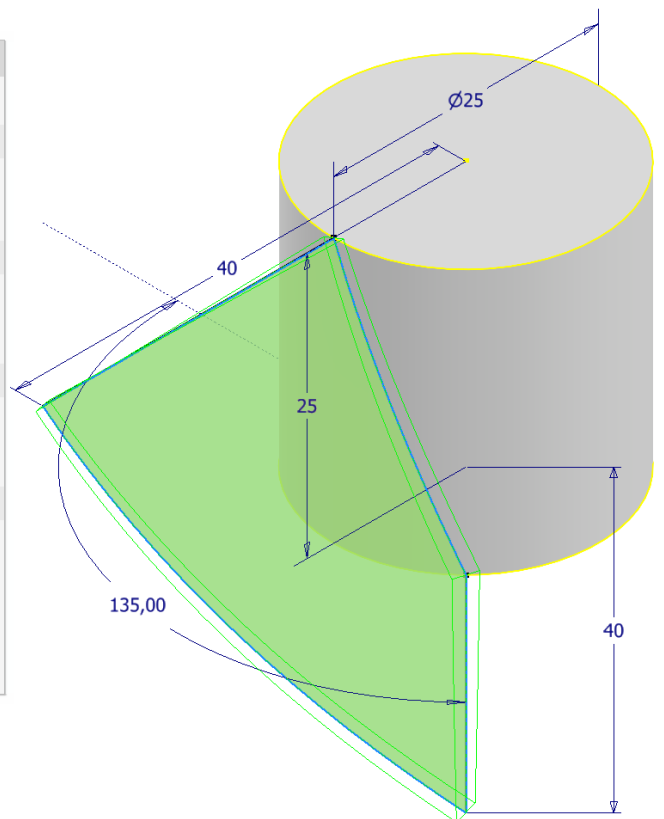
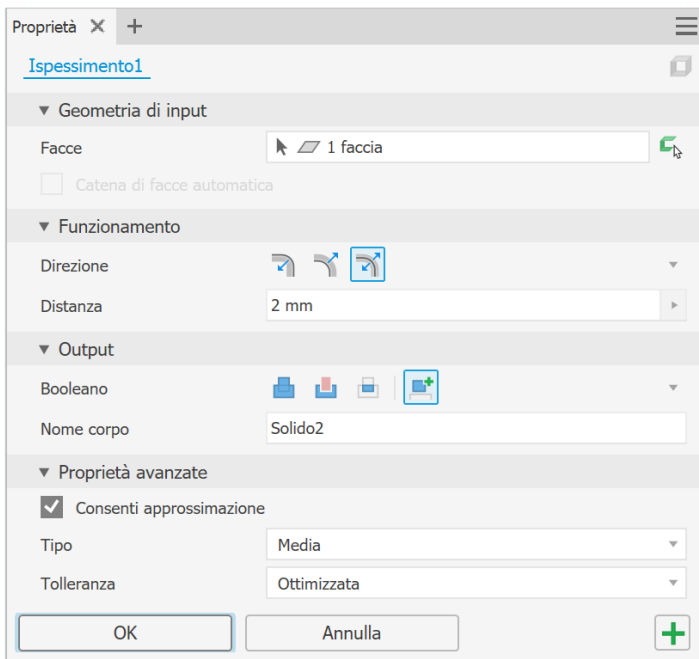
Schizzo 3D con seconda curva elicoide come in figura.



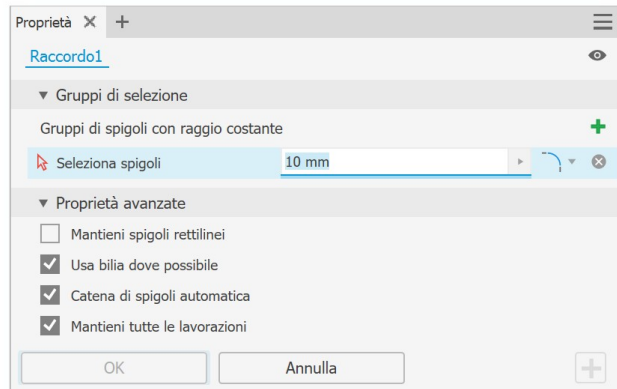
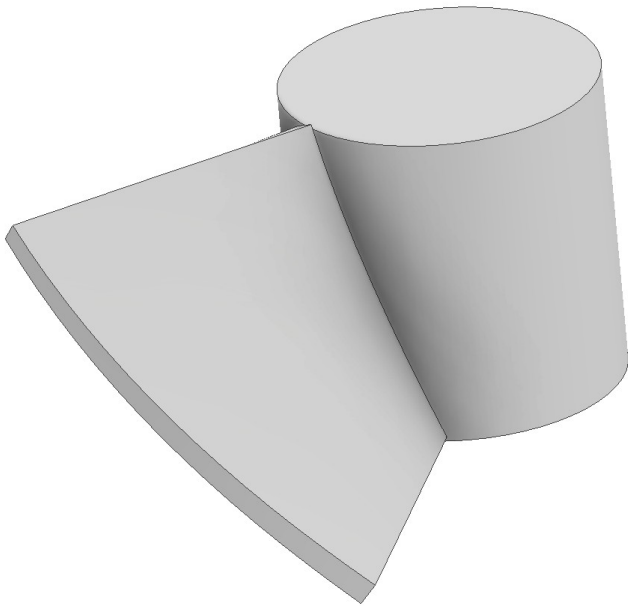
Creazione "superficie di contorno" utilizzando i 4 schizzi precedenti.



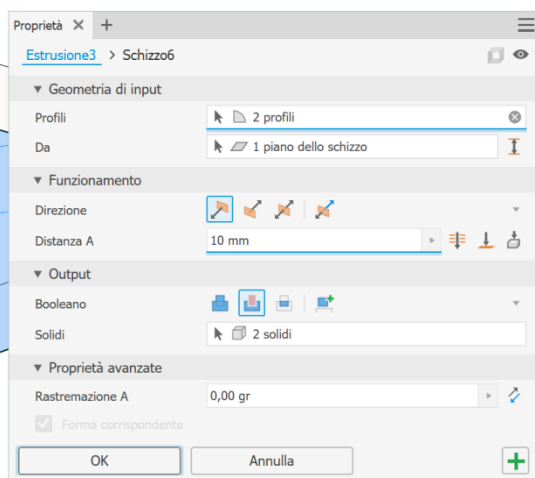
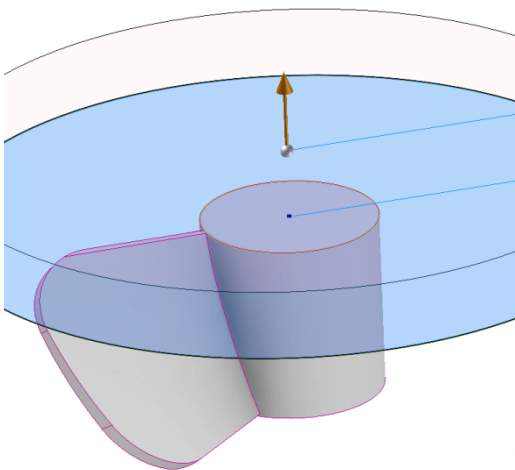
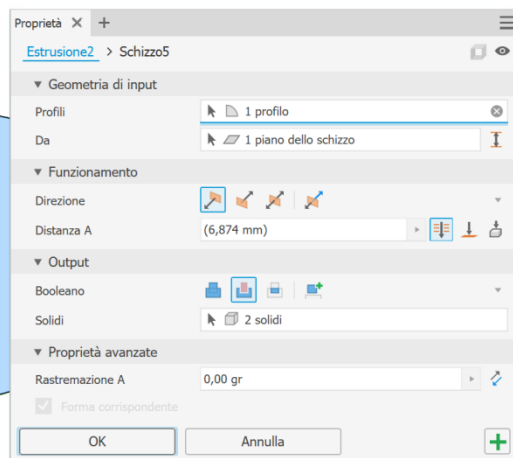
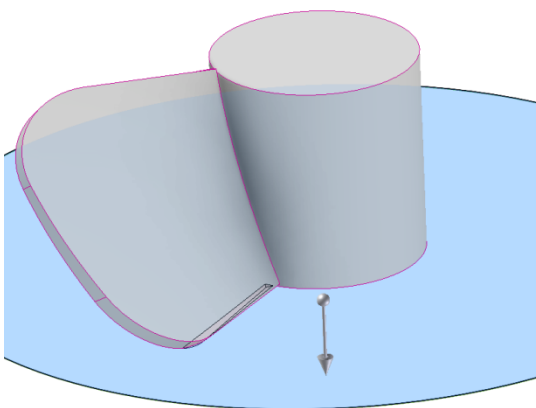
Inspessimento della superficie.



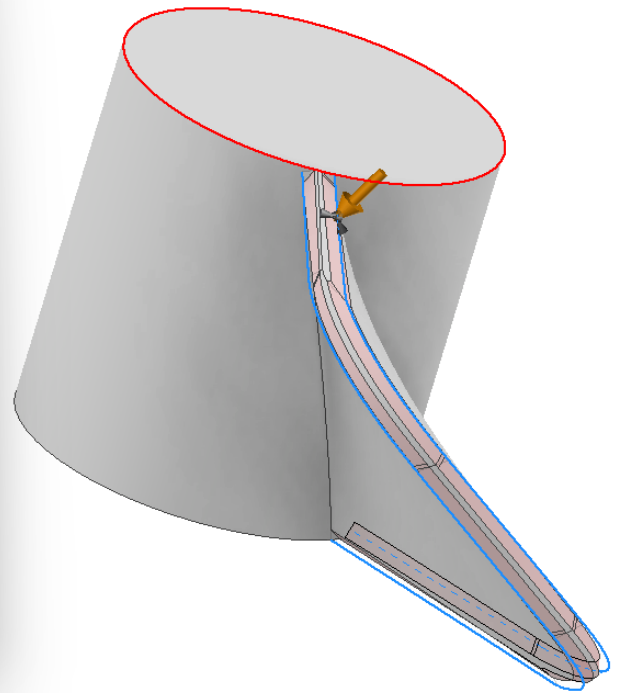
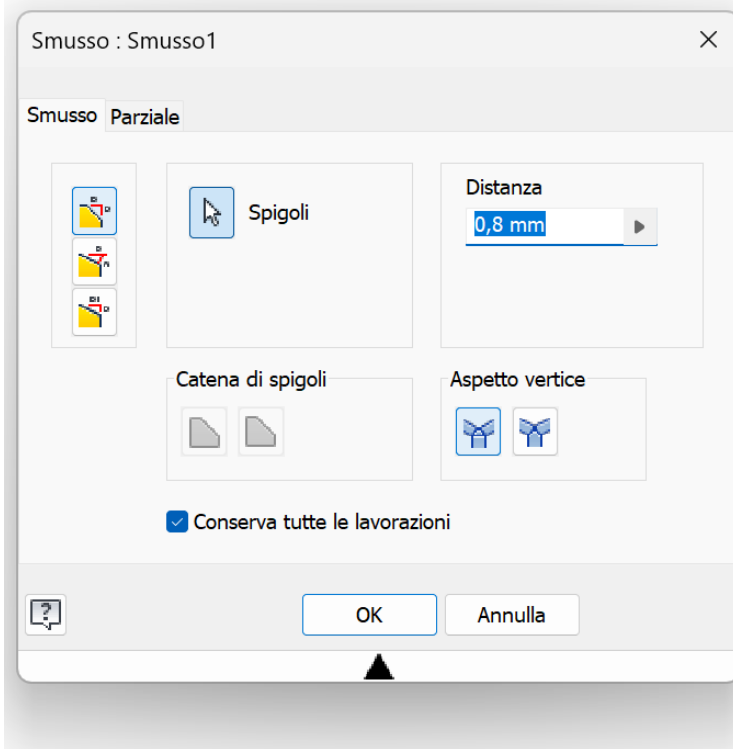
Raccordo bordi pala



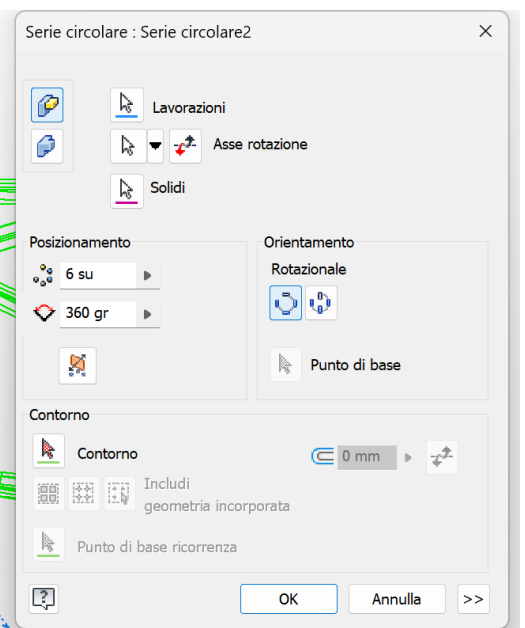
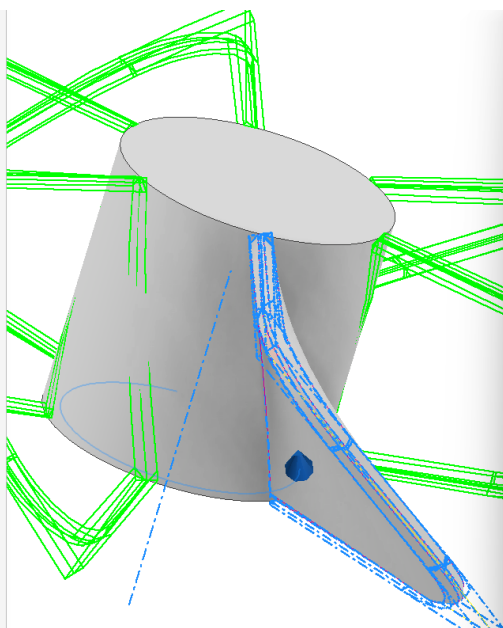
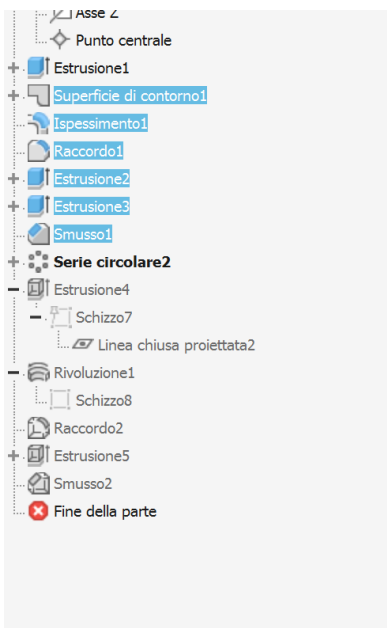
Eliminazione delle parti di pala che eccedono le facce orizzontali del cilindro.



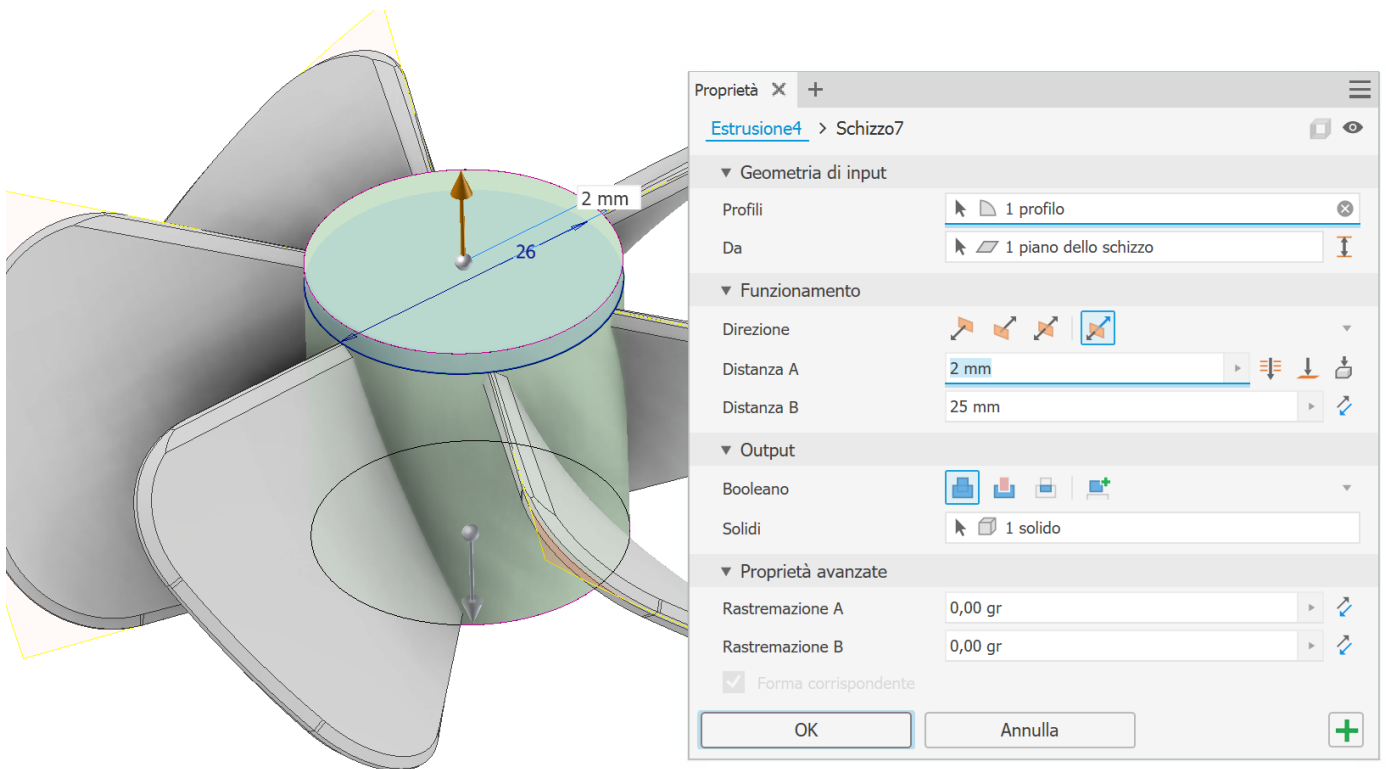
Smusso profile pala



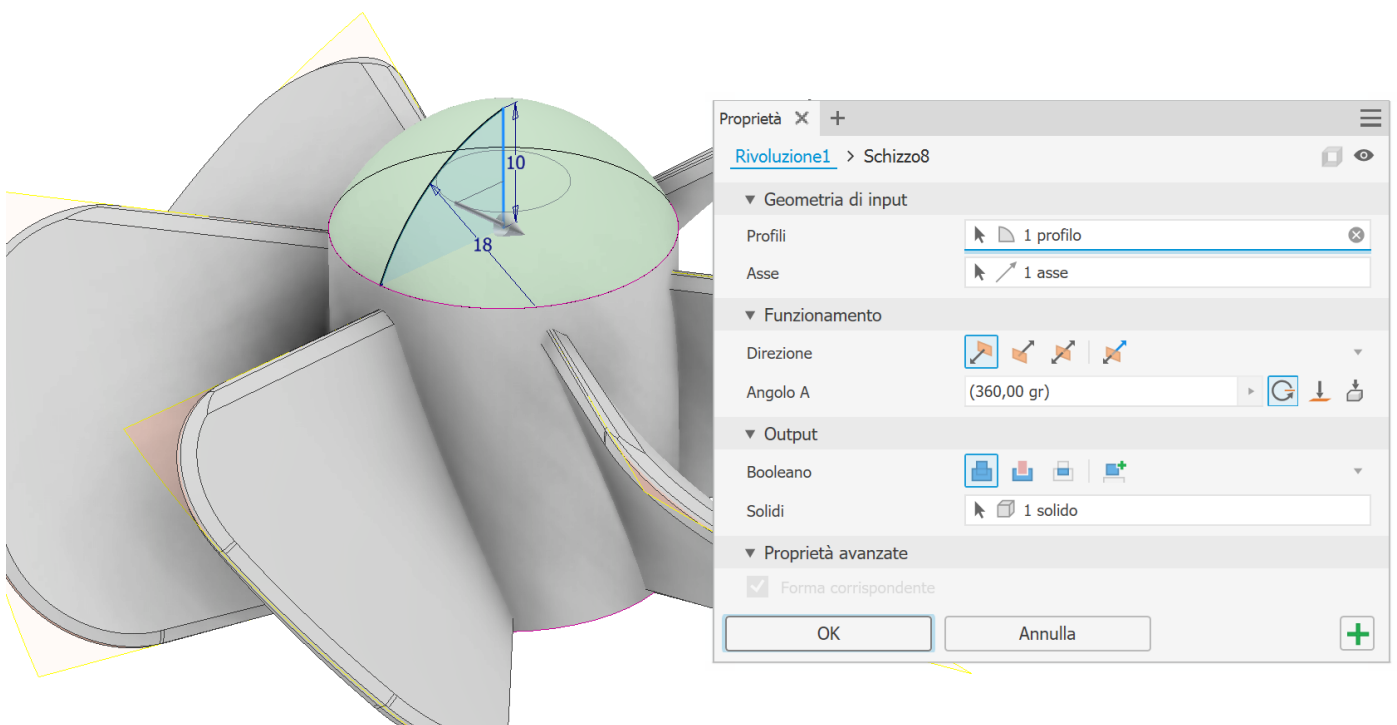
Serie circolare (attenzione a selezionare anche la superficie di contorno).



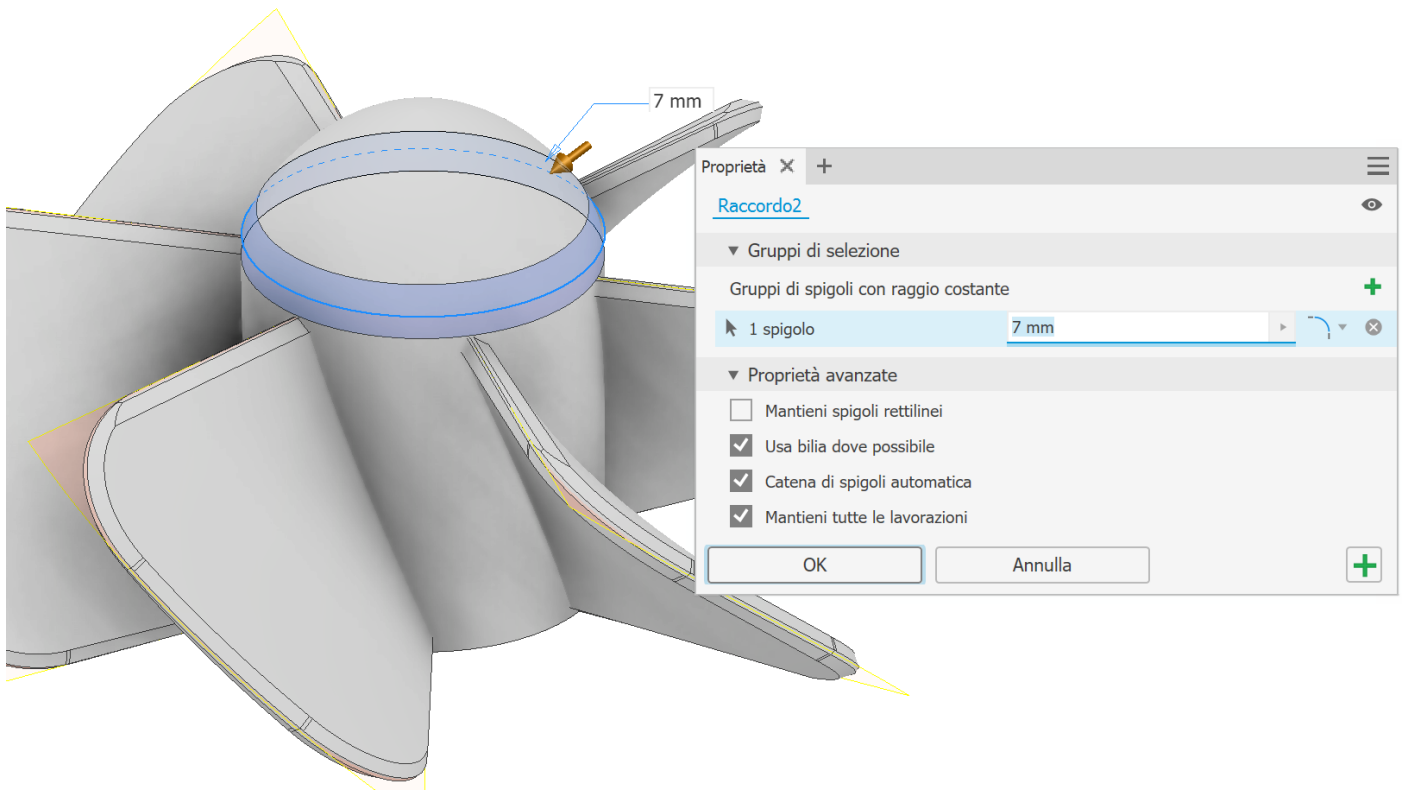
Estrusione asimmetrica come in figura (attenzione al diametro da 26mm).



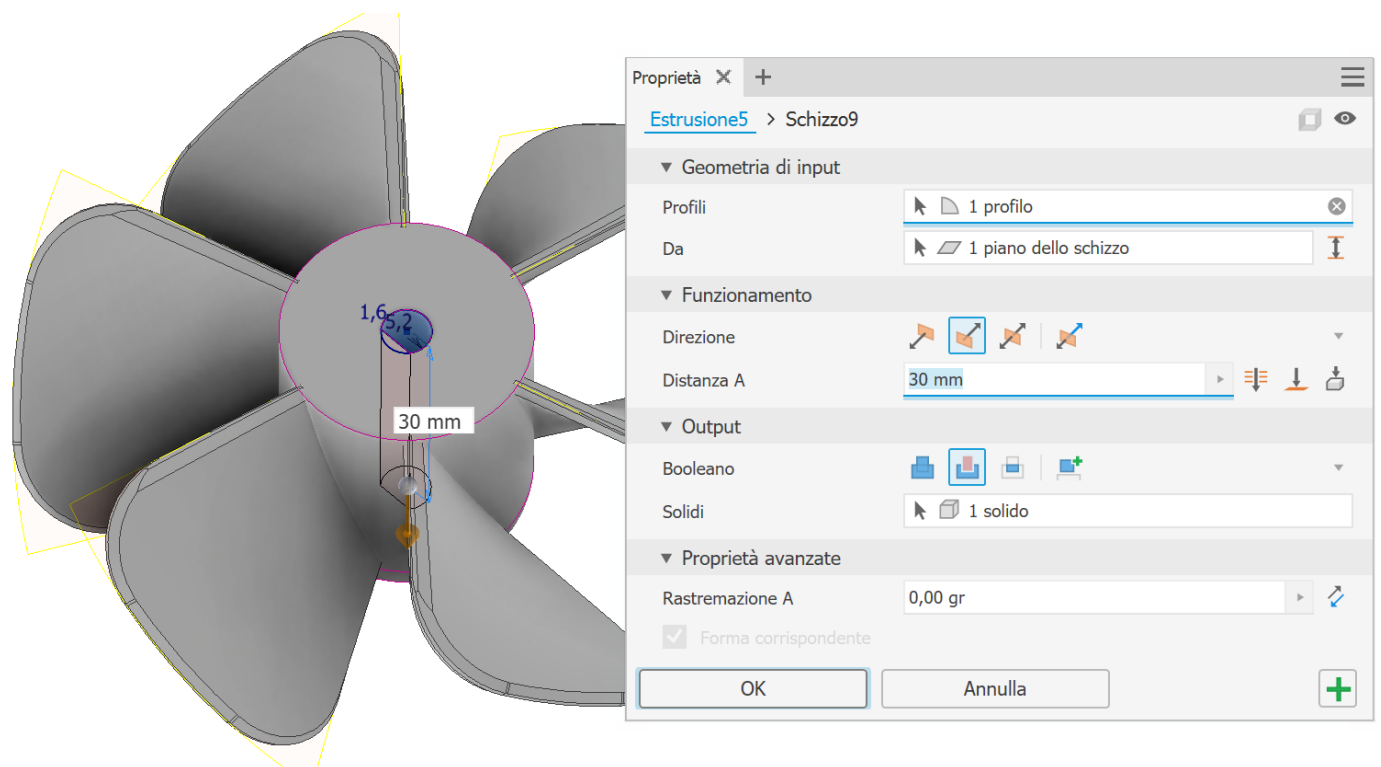
Creazione superficie curva in testa.



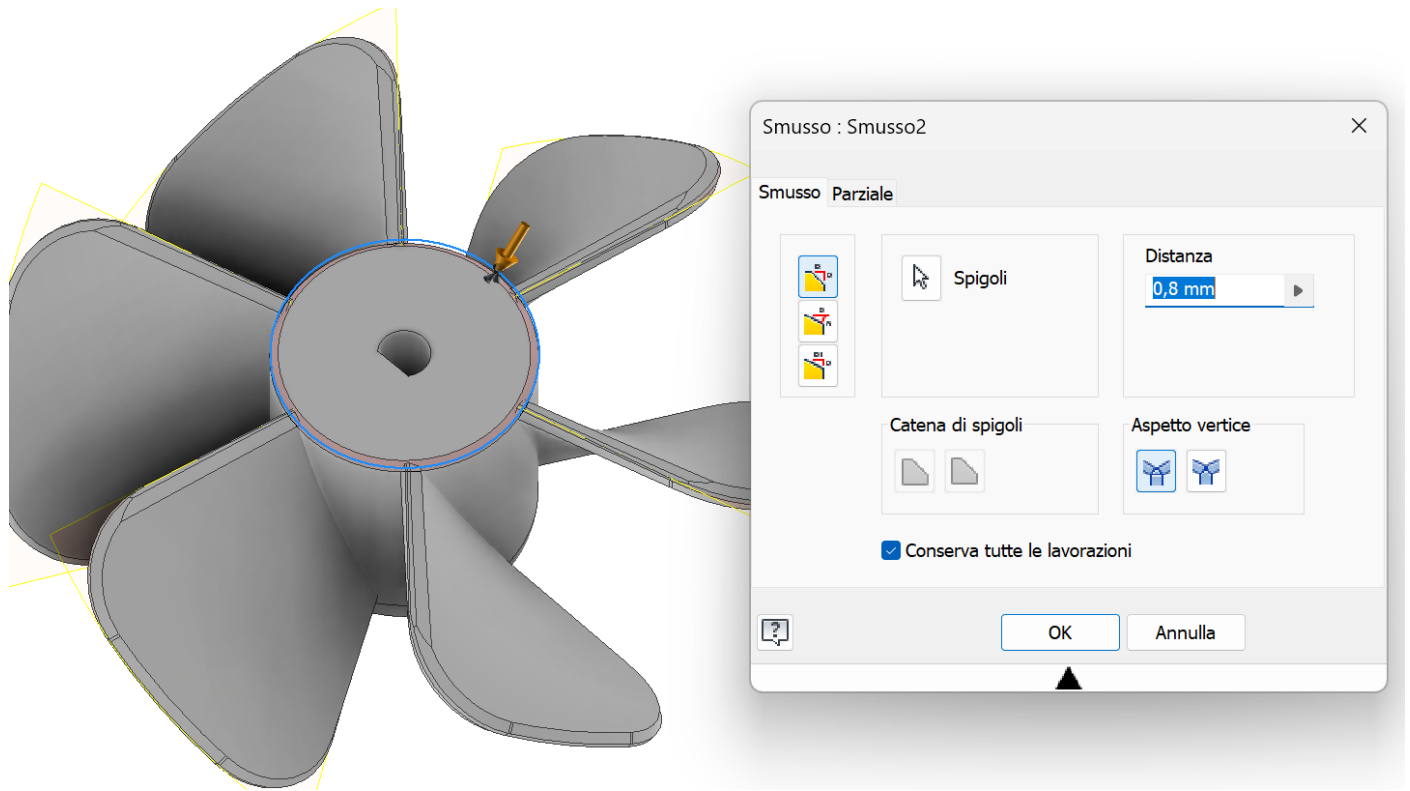
Raccordo.



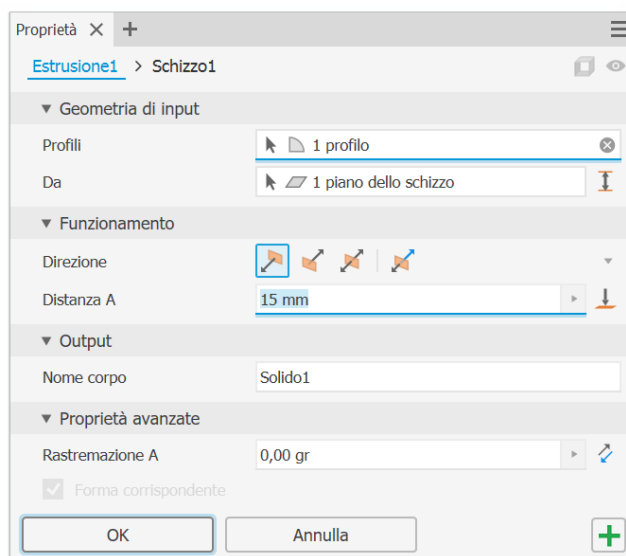
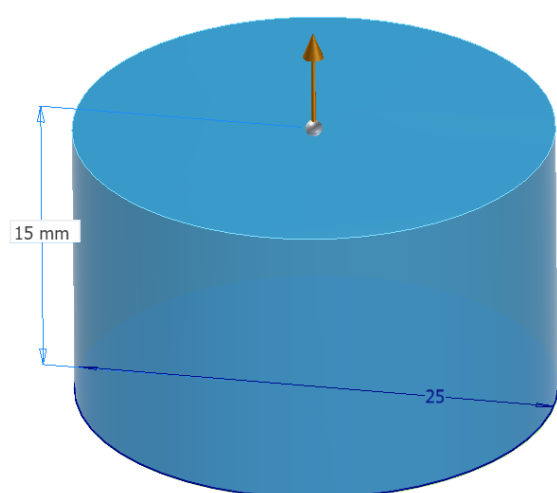
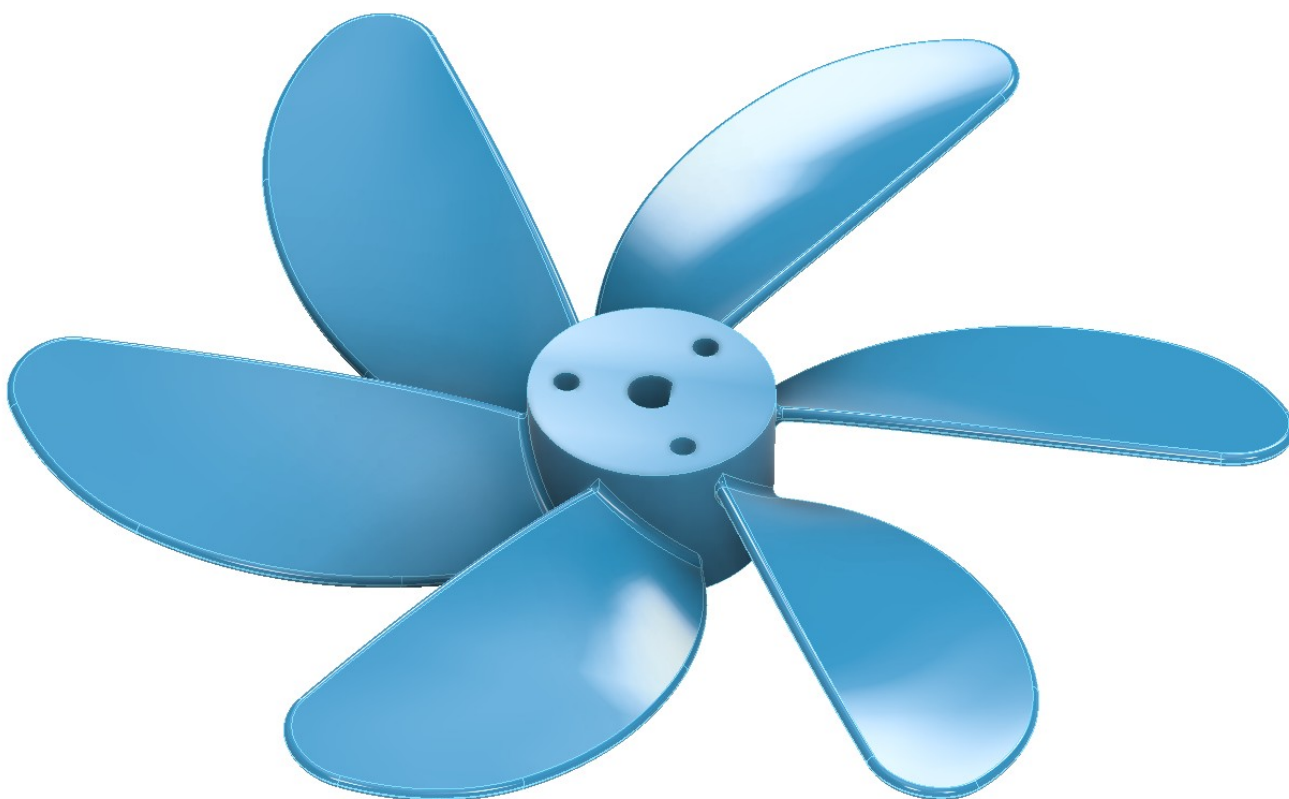
Foro centrale per albero motore smussato da 5mm (es. DC 775) .

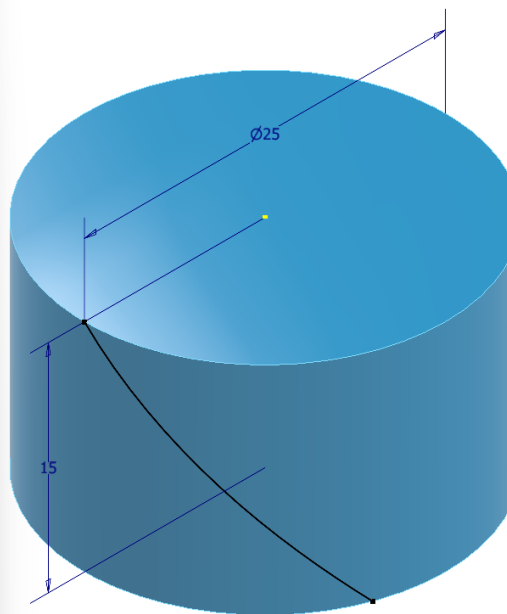
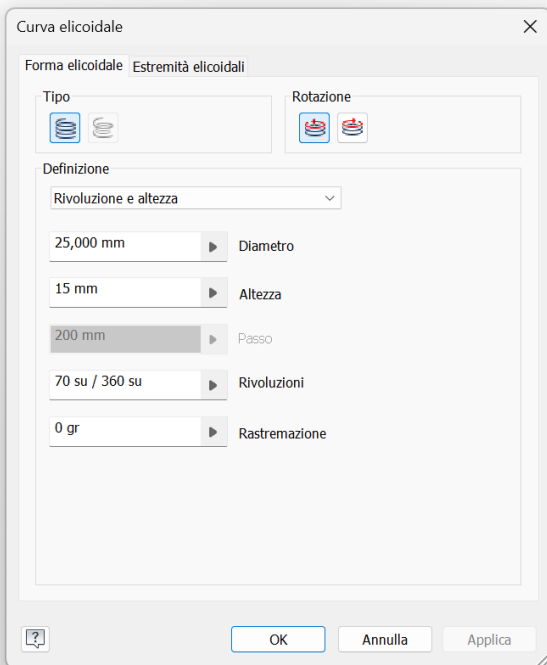
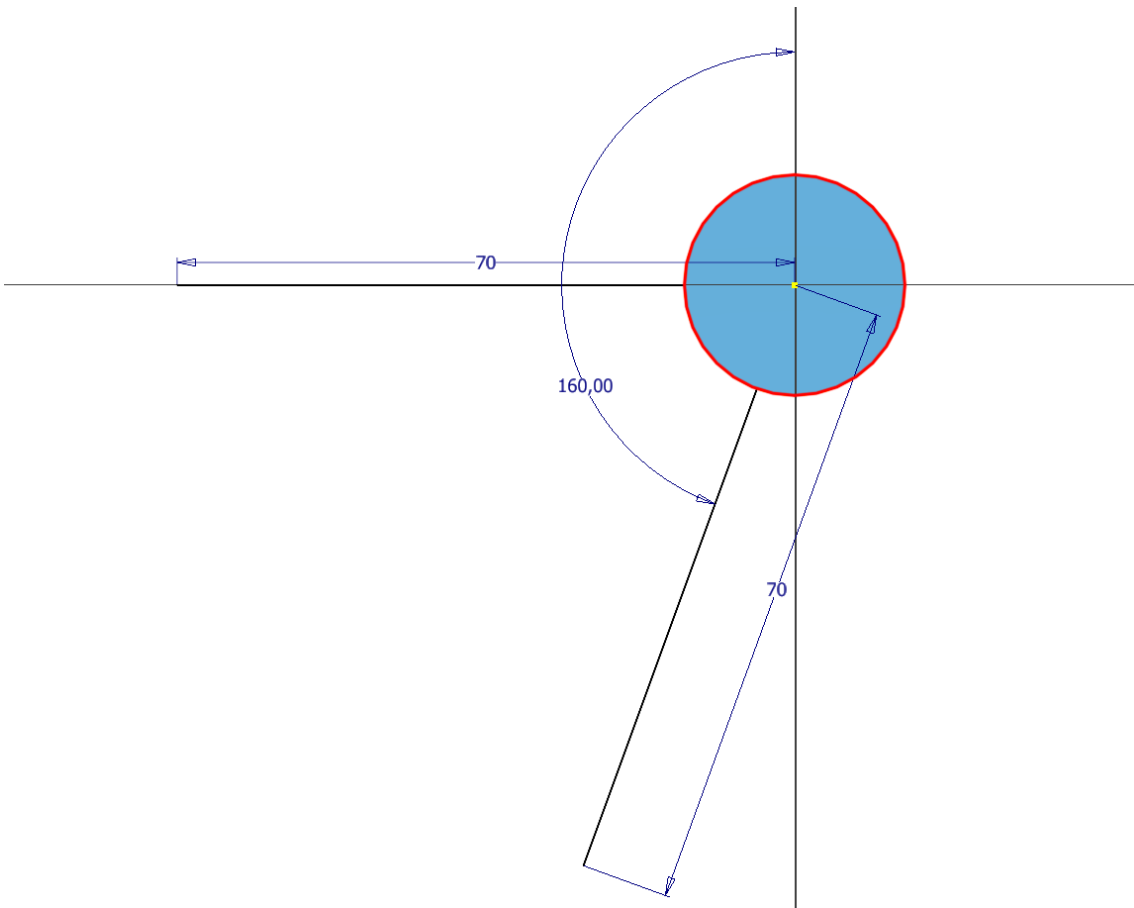


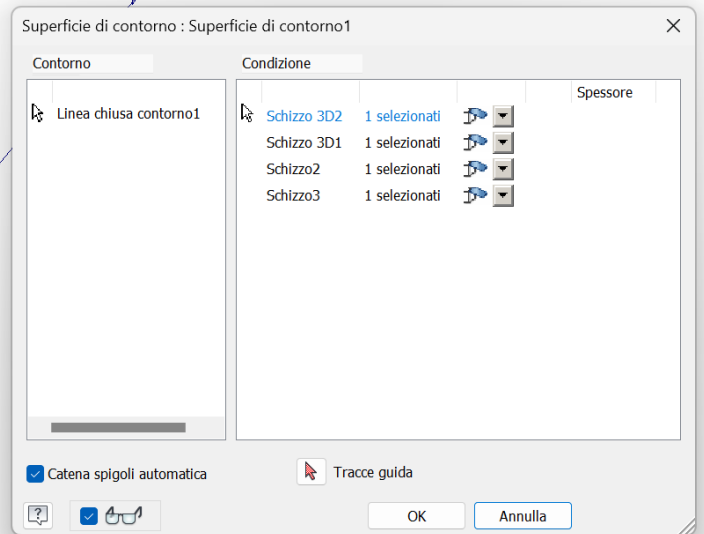
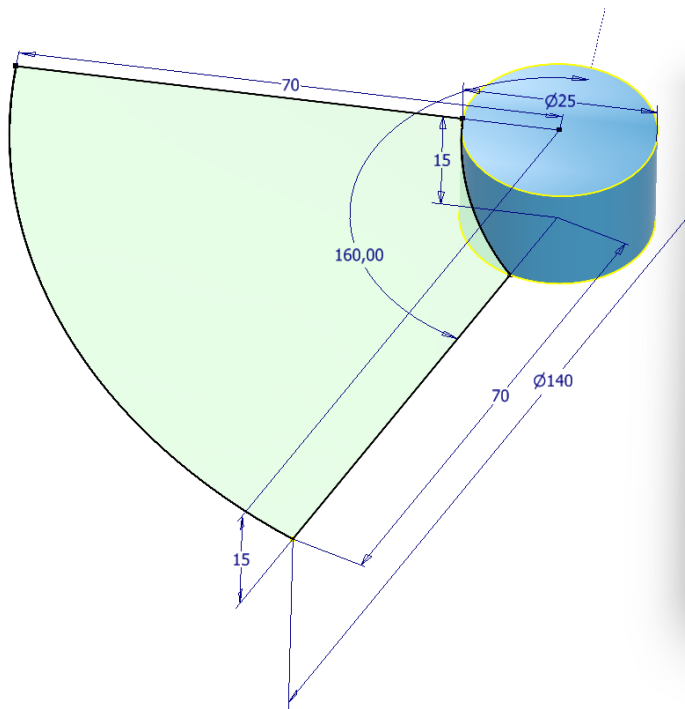
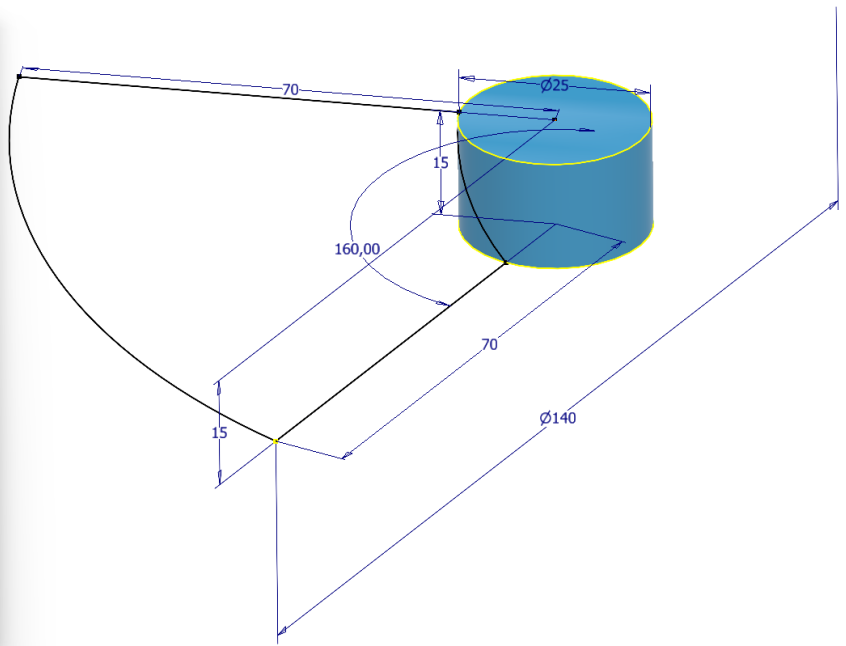
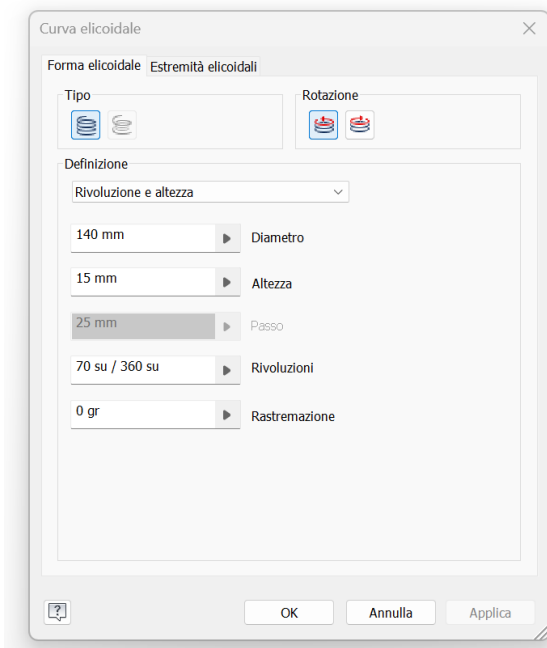
Smusso posteriore.

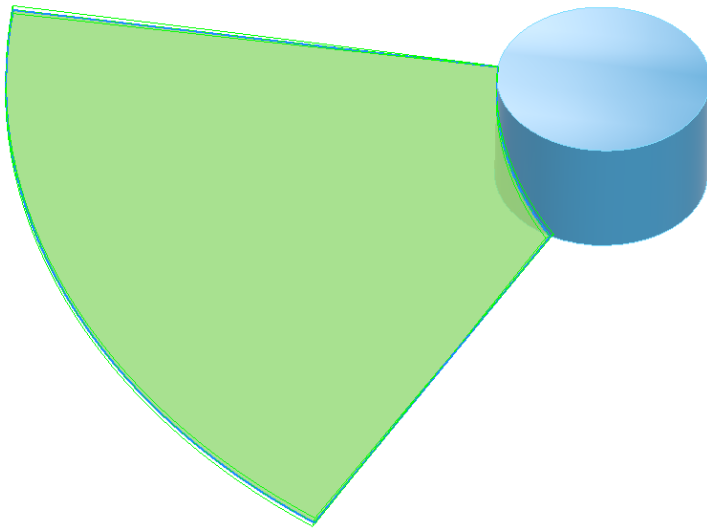


Per ottenere le migliori prestazioni le pale devono avere un andamento a spirale e devono essere affusolate.









Proprietà × +

Ispessimento1

▼ Geometria di input

Facce ↻

Catena di facce automatica

▼ Funzionamento

Direzione ▼

Distanza ▶

▼ Output

Booleano ▼

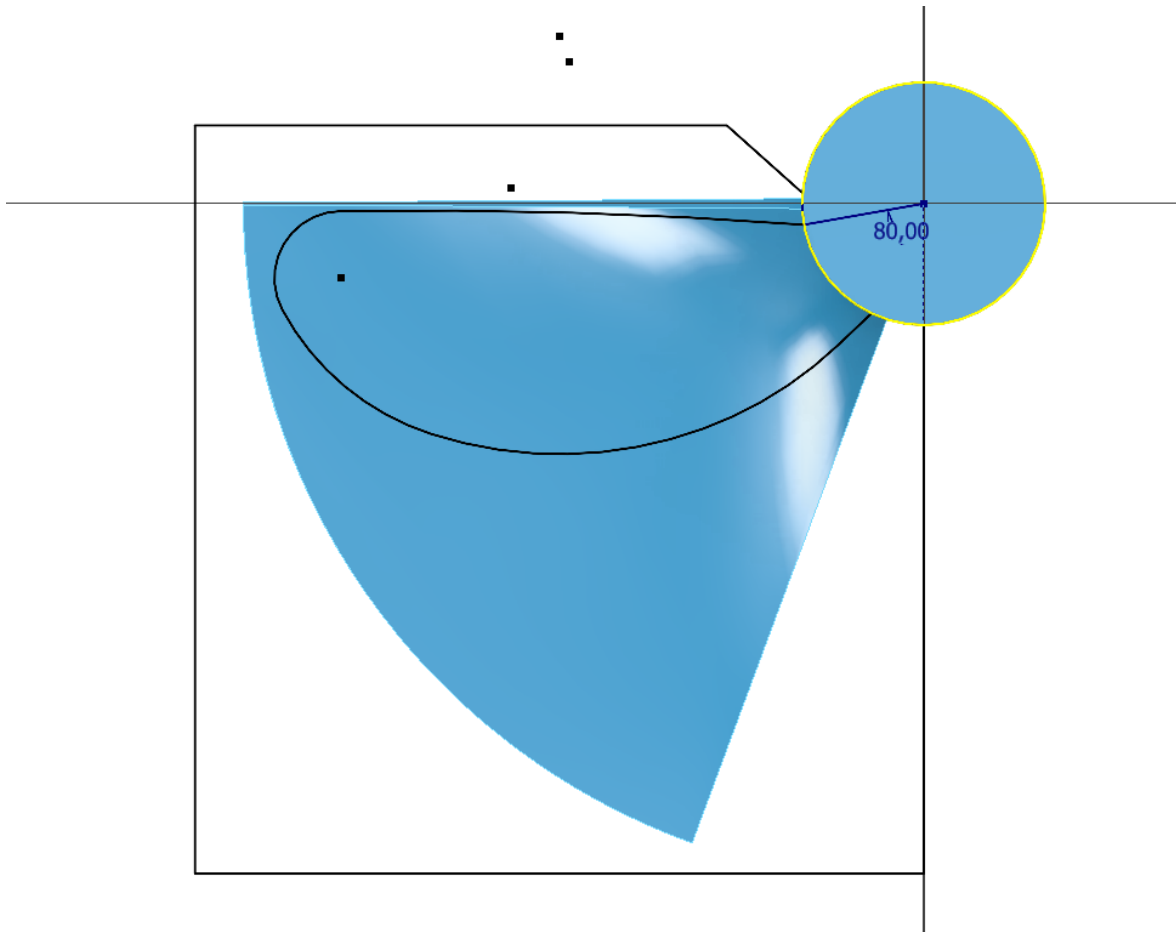
▼ Proprietà avanzate

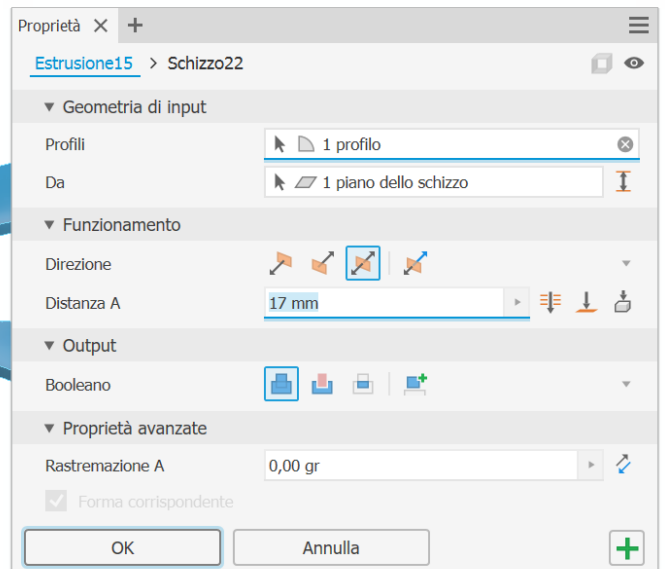
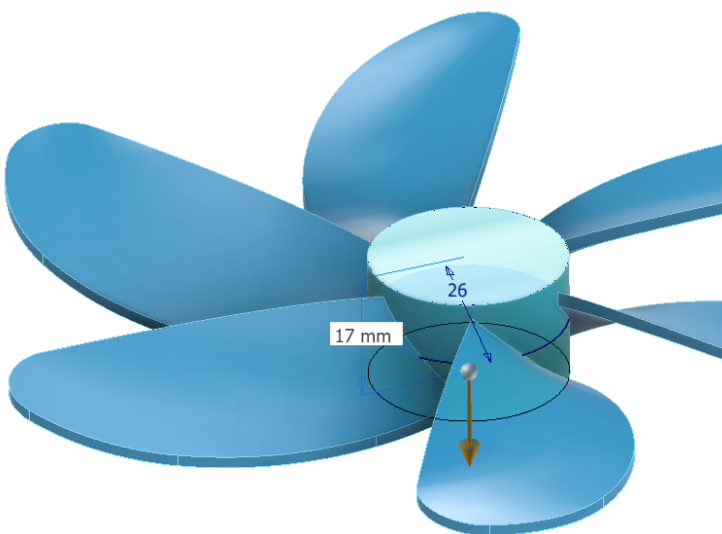
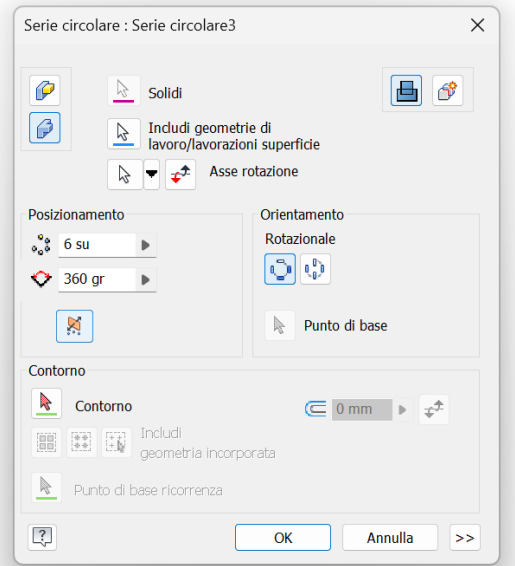
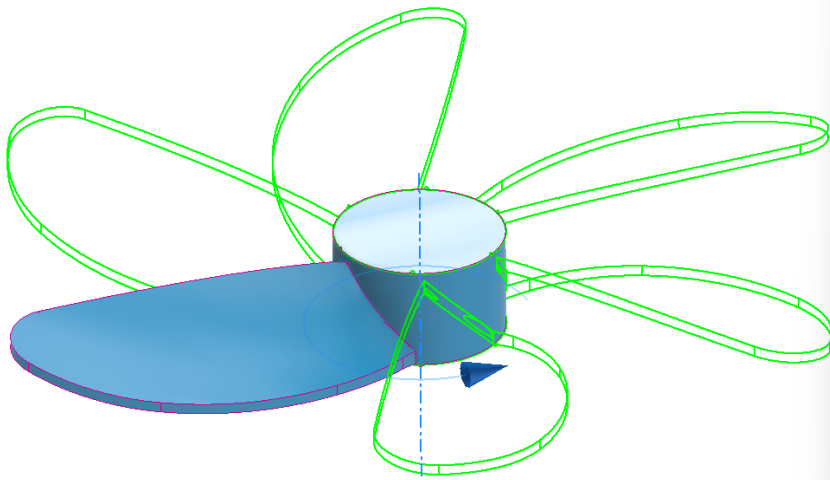
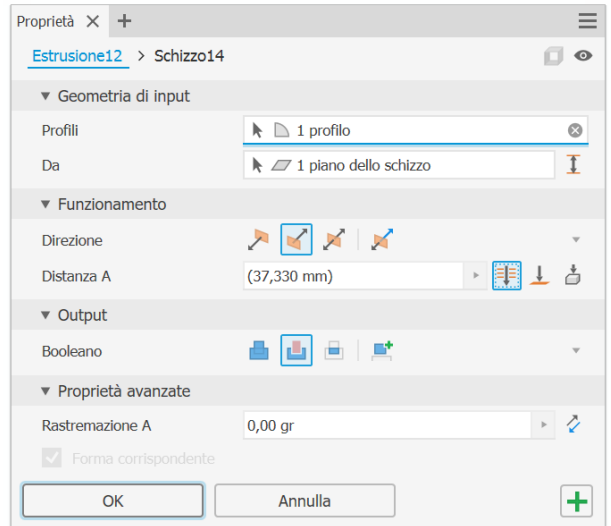
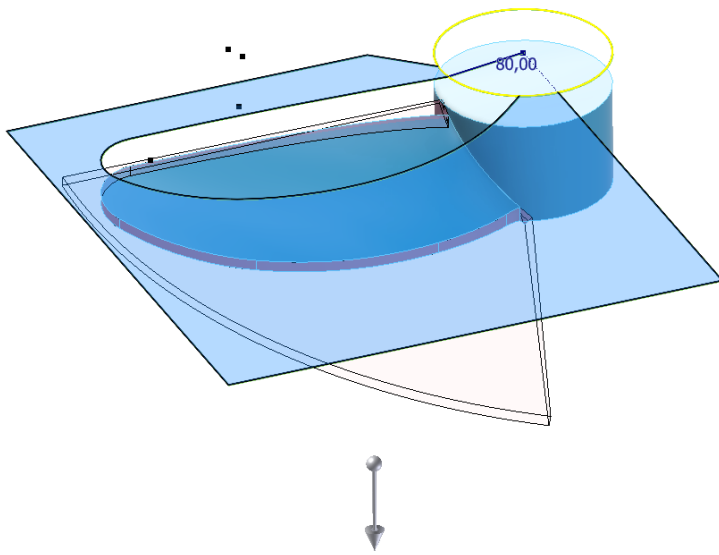
Consenti approssimazione

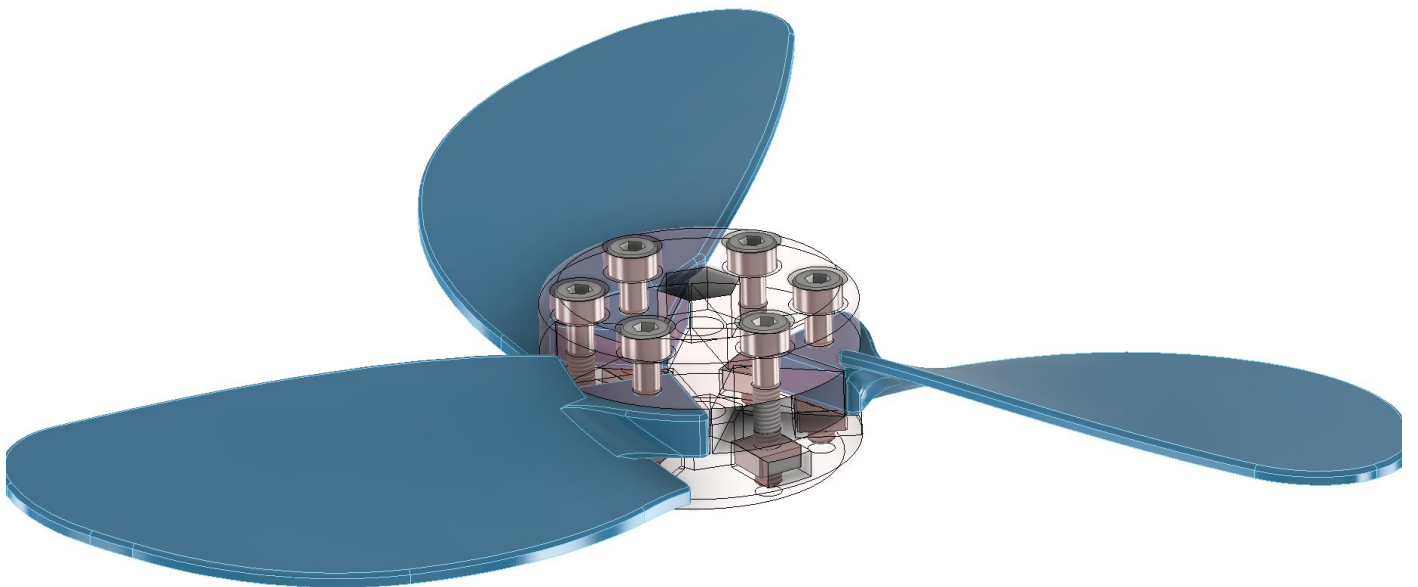
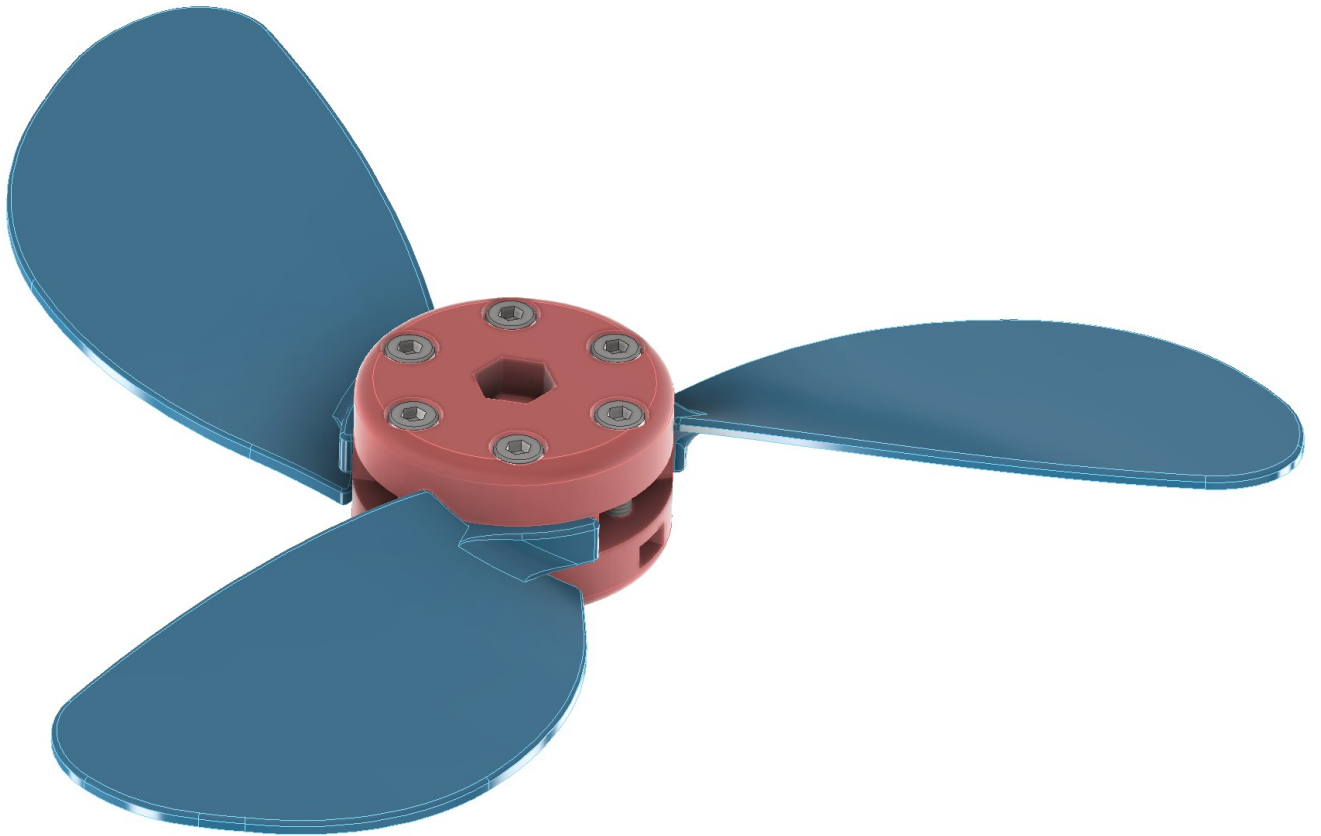
Tipo ▼

Tolleranza ▼

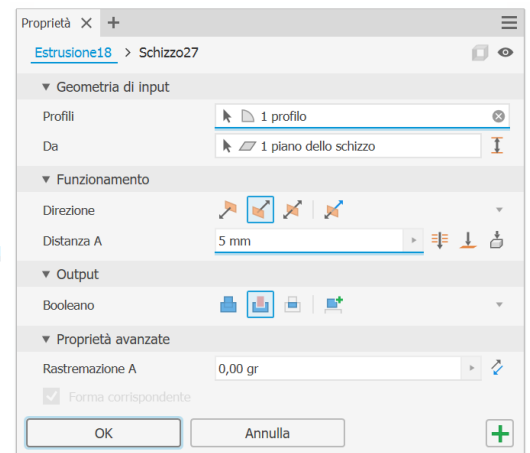
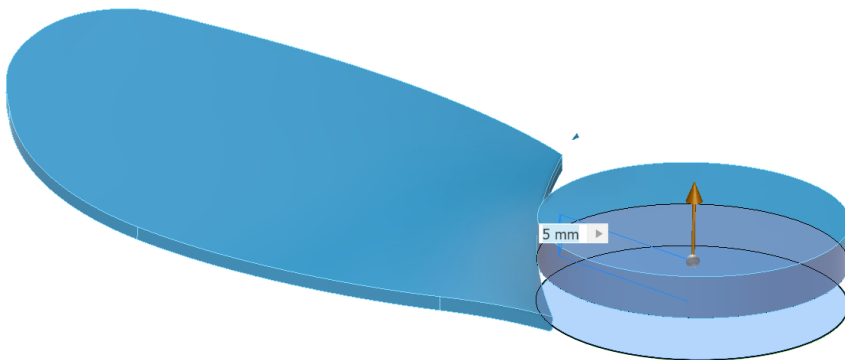
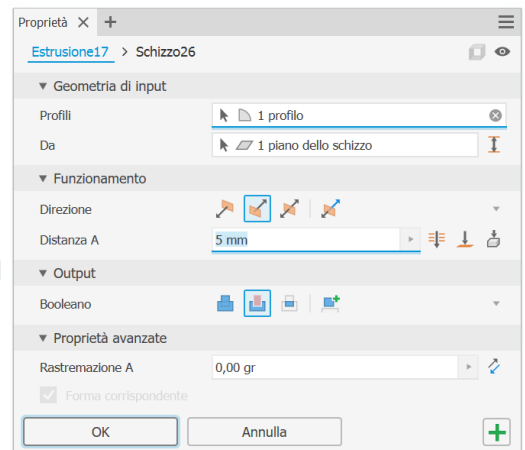
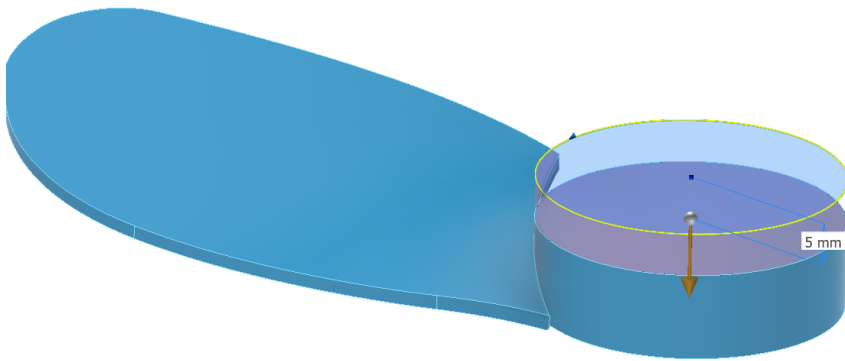
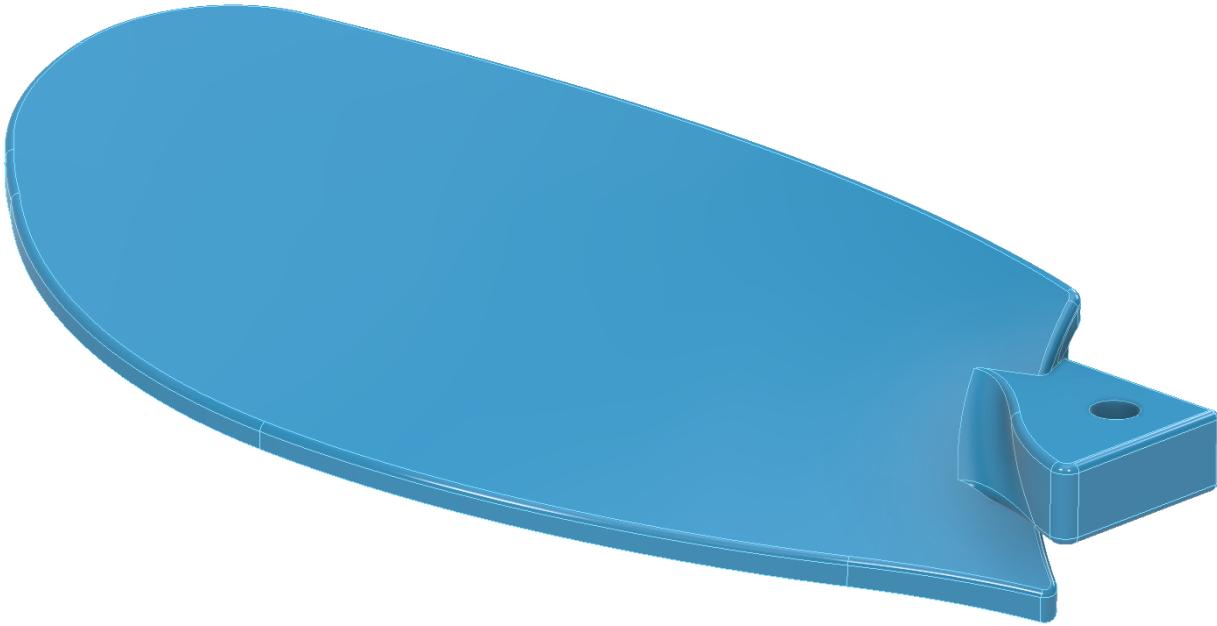
OK Annulla +

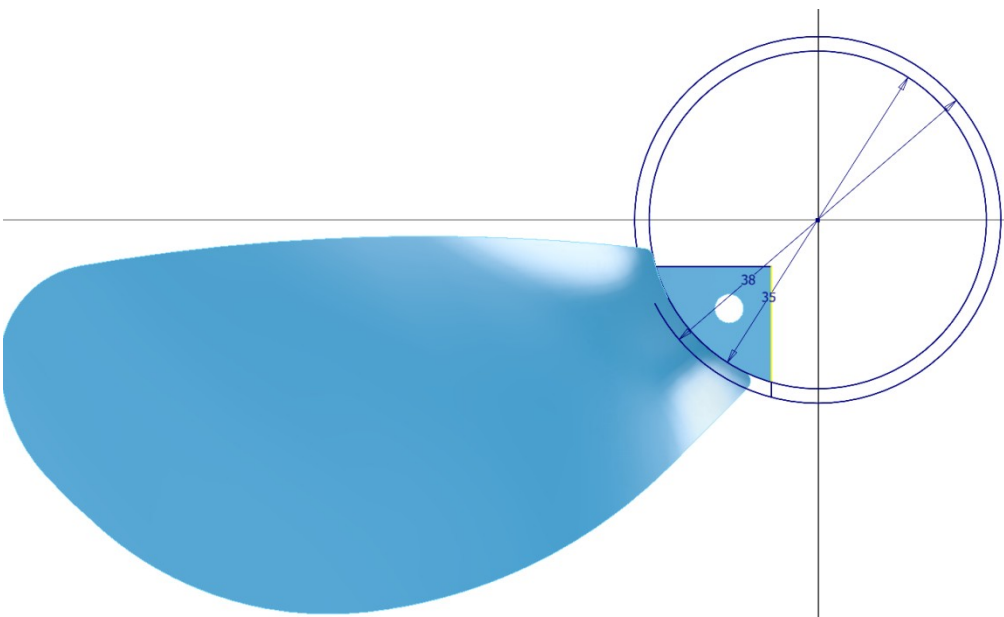
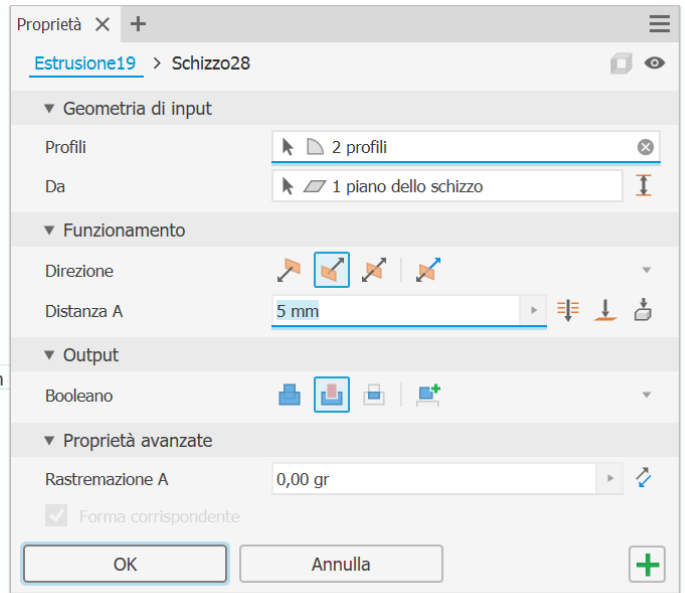
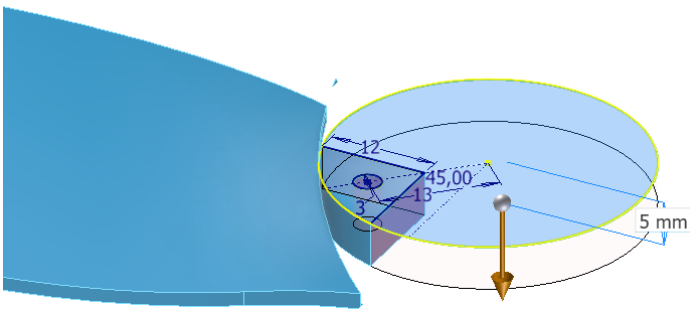
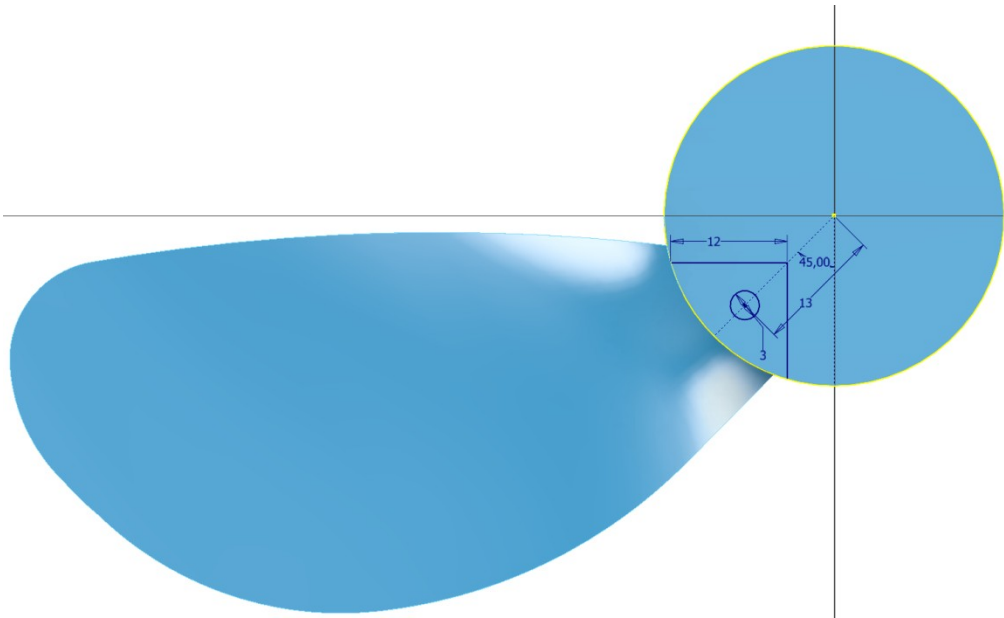


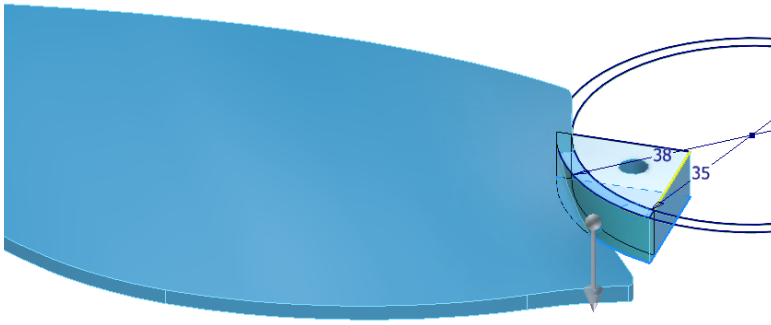




PALA SINGOLA CON SUPPORTO FISSAGGIO







Proprietà × +

Estrusione22 > Schizzo31

▼ Geometria di input

Profili 1 profilo

Da 1 piano dello schizzo

▼ Funzionamento

Direzione

Distanza A (5,000 mm)

A 1 faccia

▼ Output

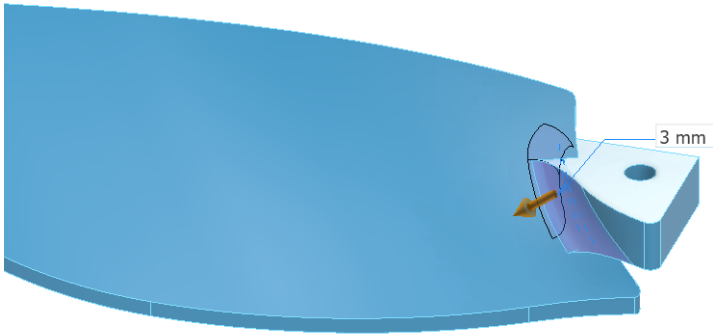
Booleano

▼ Proprietà avanzate

Rastremazione A 0,00 gr

Forma corrispondente

OK Annulla +



Proprietà × +

Raccordo20

▼ Gruppi di selezione

Gruppi di spigoli con raggio costante +

2 spigoli 3 mm

▼ Proprietà avanzate

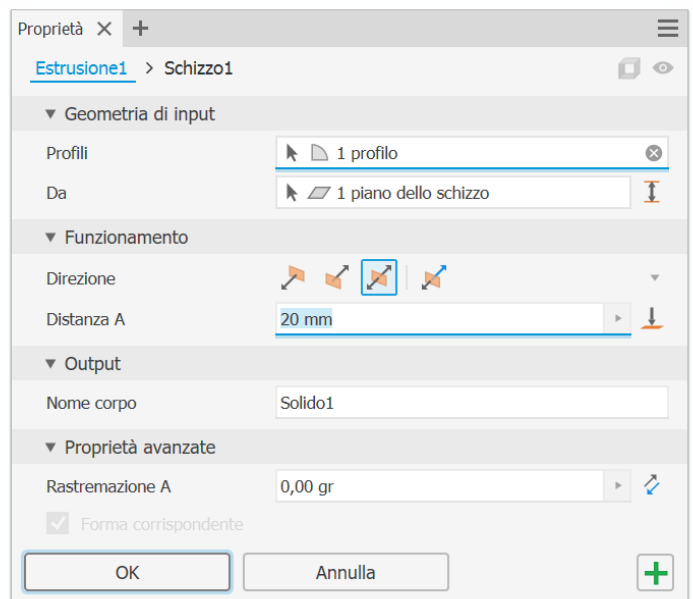
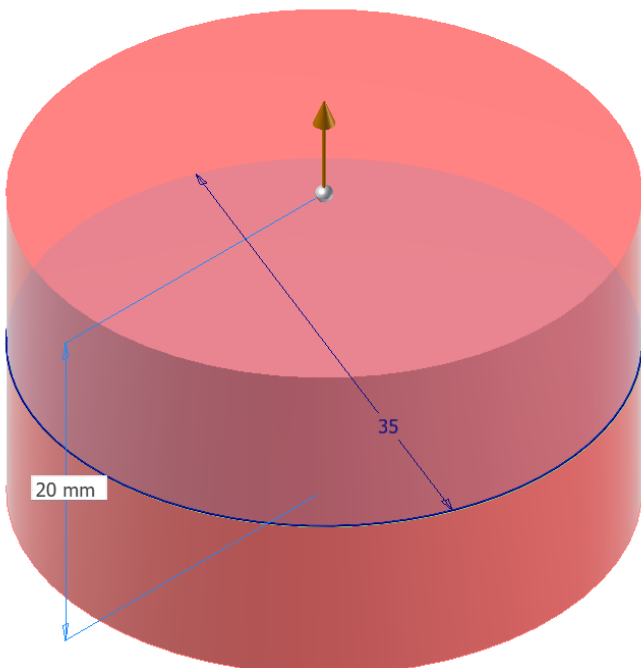
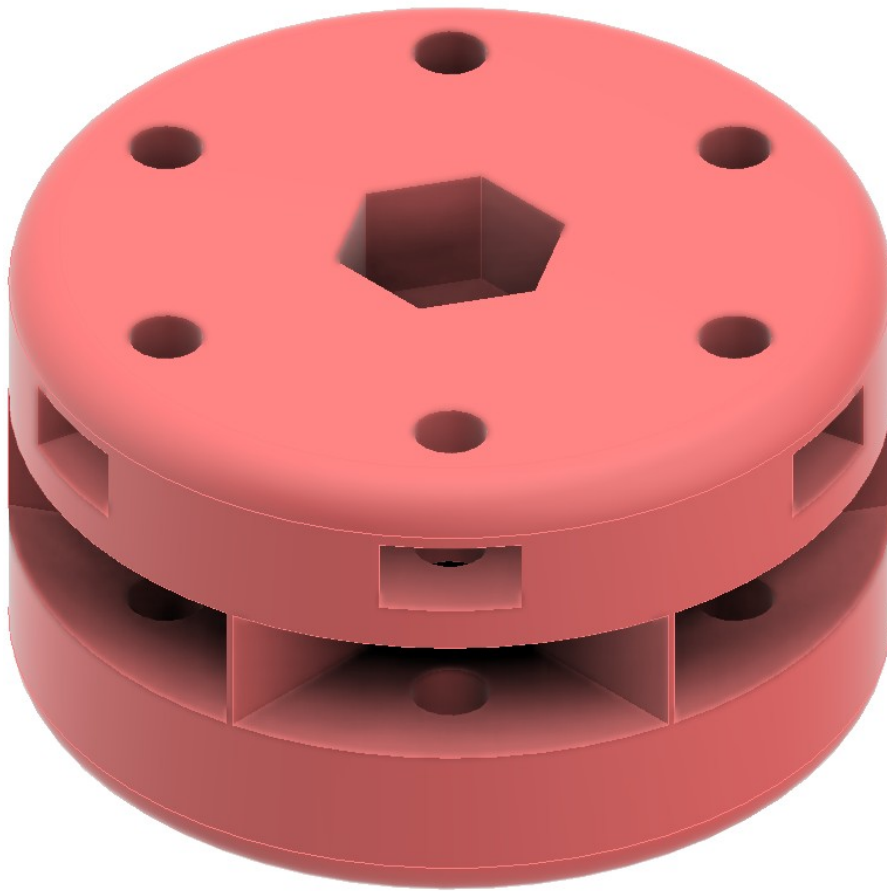
Mantieni spigoli rettilinei

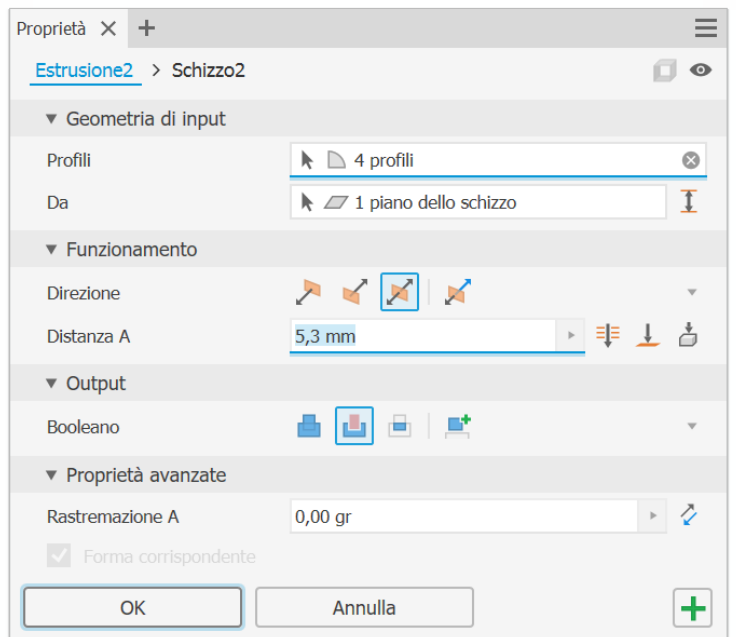
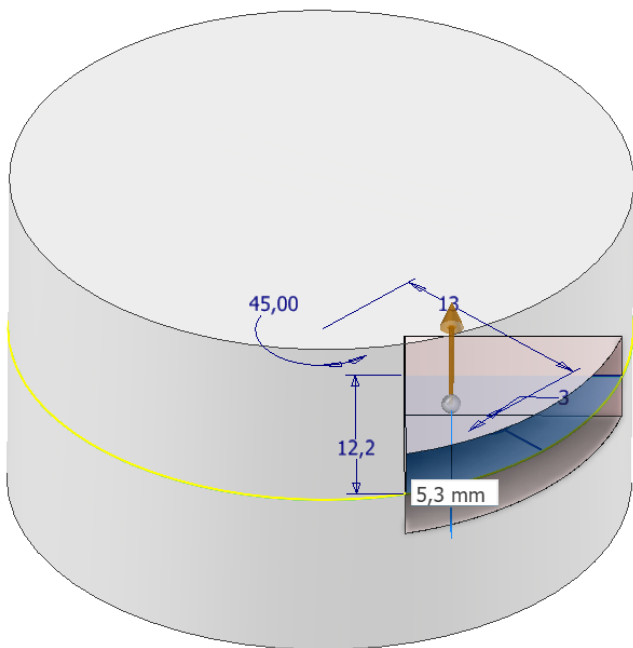
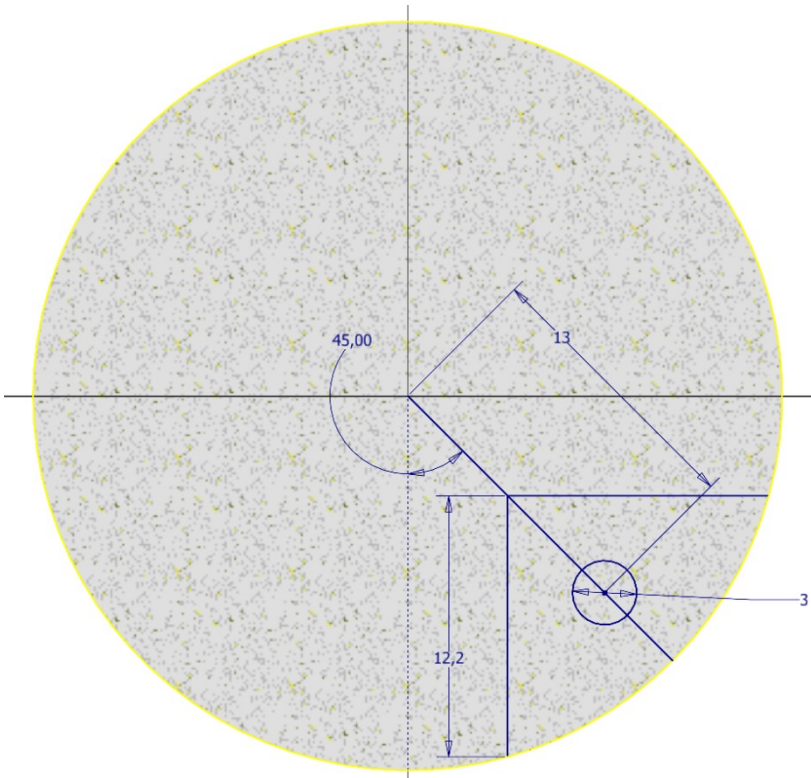
Usa bilia dove possibile

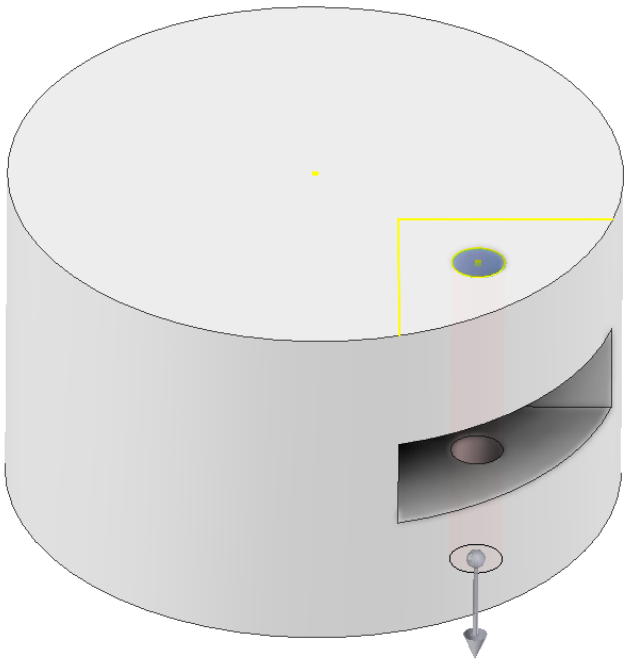
Catena di spigoli automatica

Mantieni tutte le lavorazioni

OK Annulla +







Proprietà × +

Estrusione3 > Schizzo3

▼ Geometria di input

Profili 1 profilo

Da 1 piano dello schizzo

▼ Funzionamento

Direzione

Distanza A (20,000 mm)

▼ Output

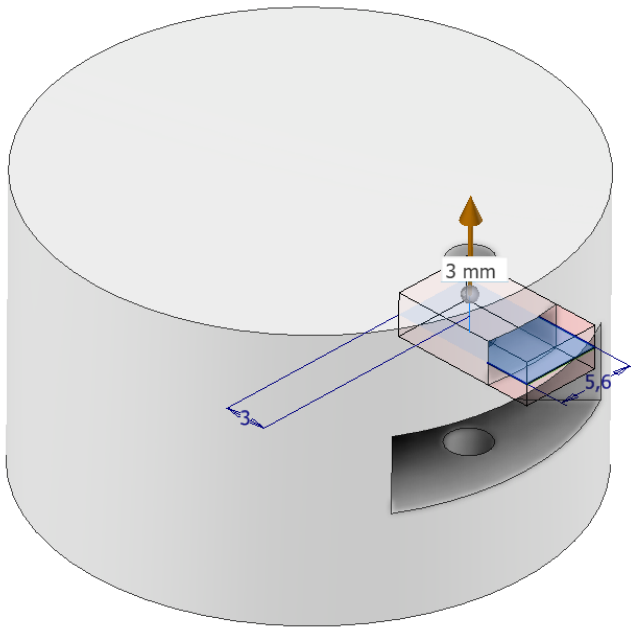
Booleano

▼ Proprietà avanzate

Rastremazione A 0,00 gr

Forma corrispondente

OK Annulla +



Proprietà × +

Estrusione4 > Schizzo4

▼ Geometria di input

Profili 2 profili

Da 1 piano dello schizzo

▼ Funzionamento

Direzione

Distanza A 3 mm

▼ Output

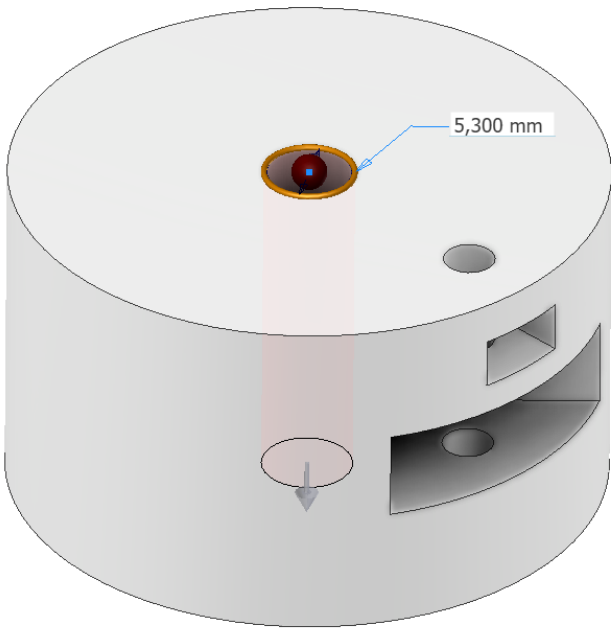
Booleano

▼ Proprietà avanzate

Rastremazione A 0,00 gr

Forma corrispondente

OK Annulla +



Proprietà X +

Foro1 > Schizzo5

Nessuna preimpostazione

▼ Geometria di input

Posizioni

▼ Tipo

Foro

Sede

▼ Elemento di fissaggio

Standard

Tipo elemento di fissaggio

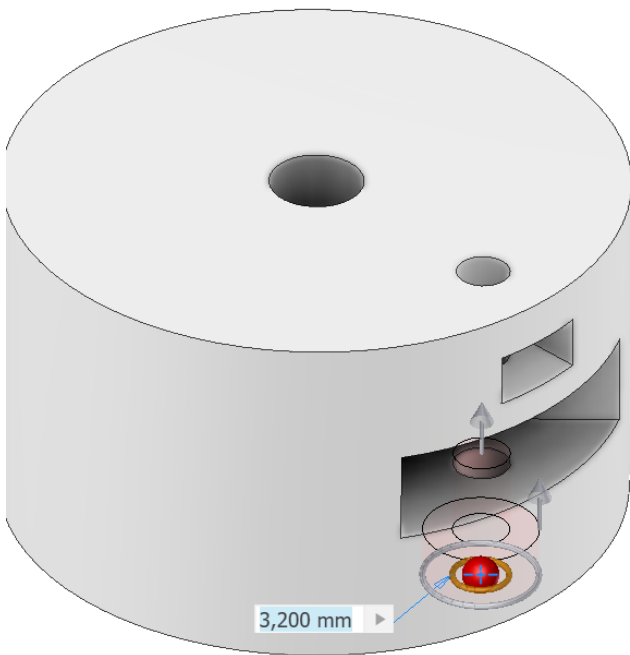
Dimensioni

Adatta

► Funzionamento

► Proprietà avanzate

OK Annulla +



Proprietà X +

Foro2 > Schizzo6

Nessuna preimpostazione

▼ Geometria di input

Posizioni

▼ Tipo

Foro

Sede

▼ Elemento di fissaggio

Standard

Tipo elemento di fissaggio

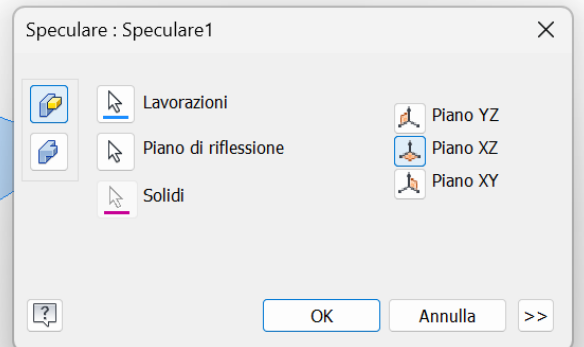
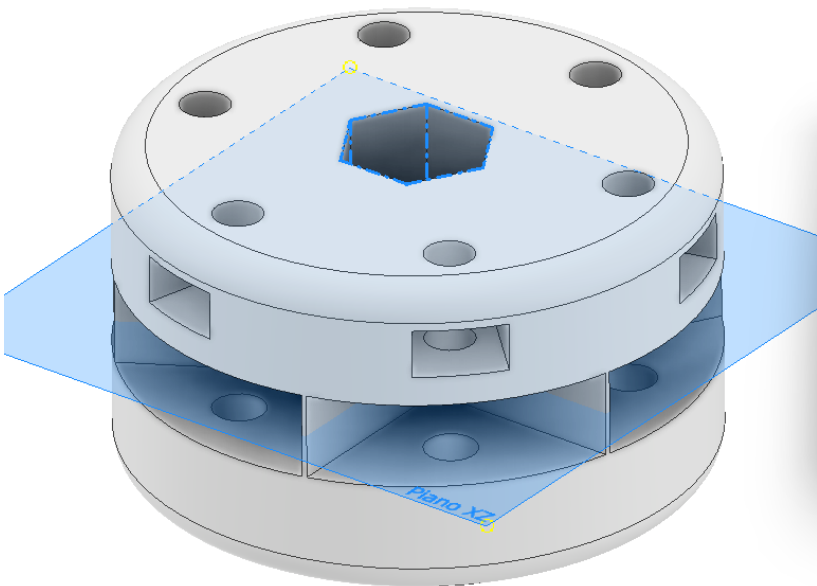
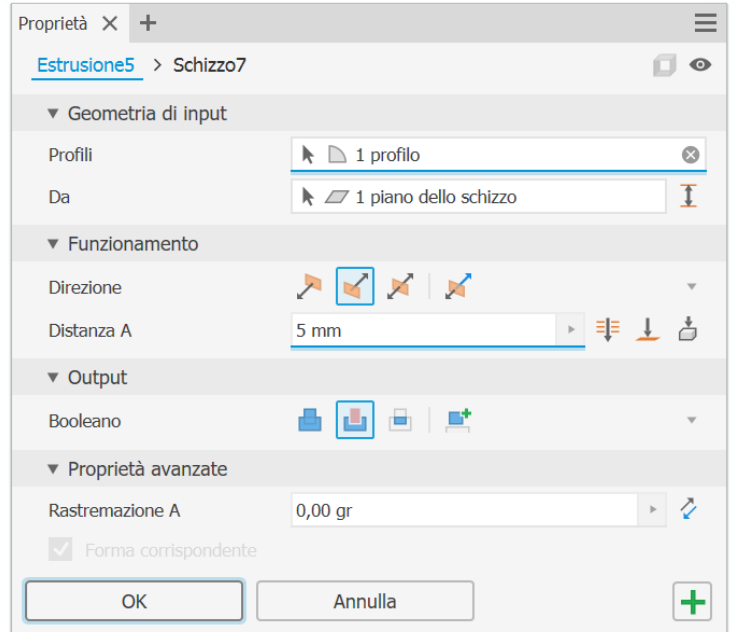
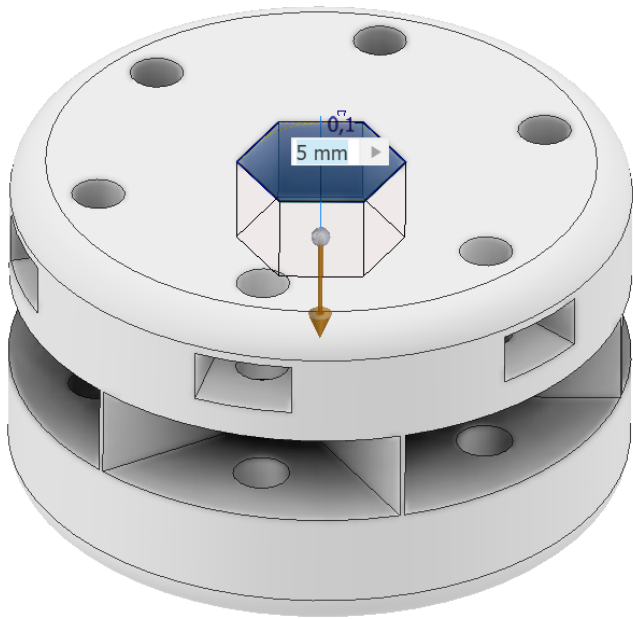
Dimensioni

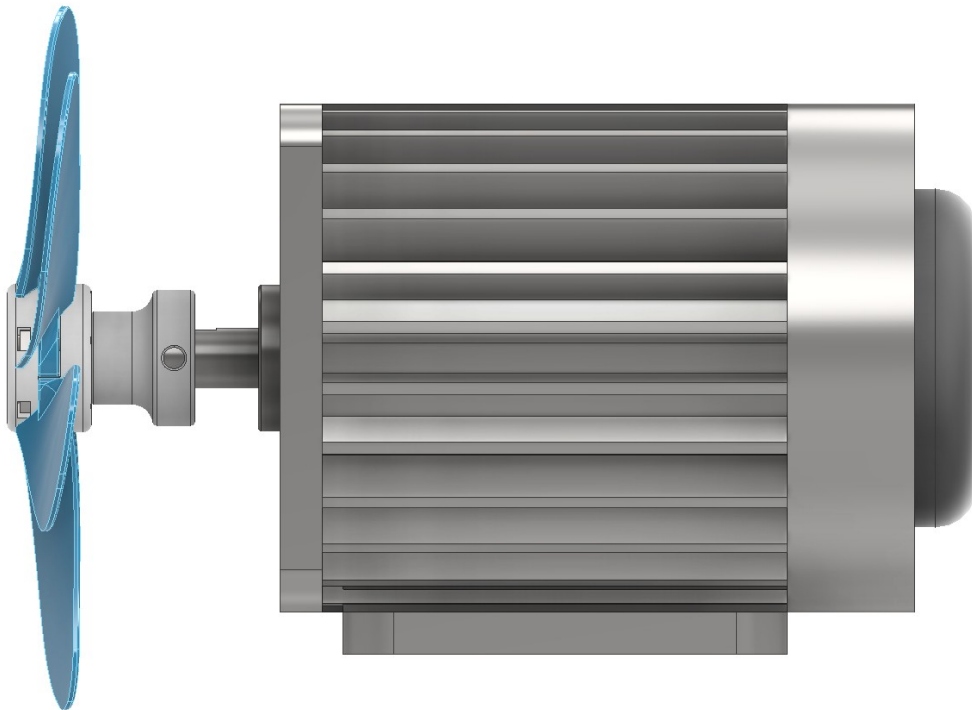
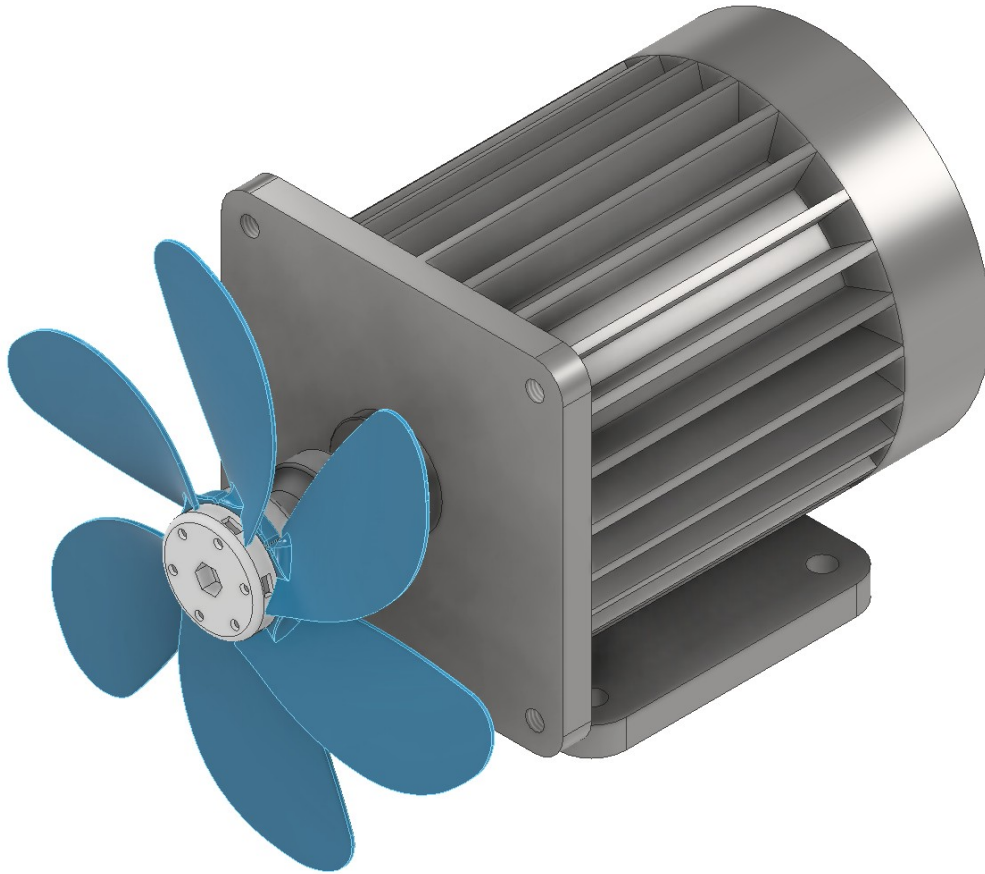
Adatta

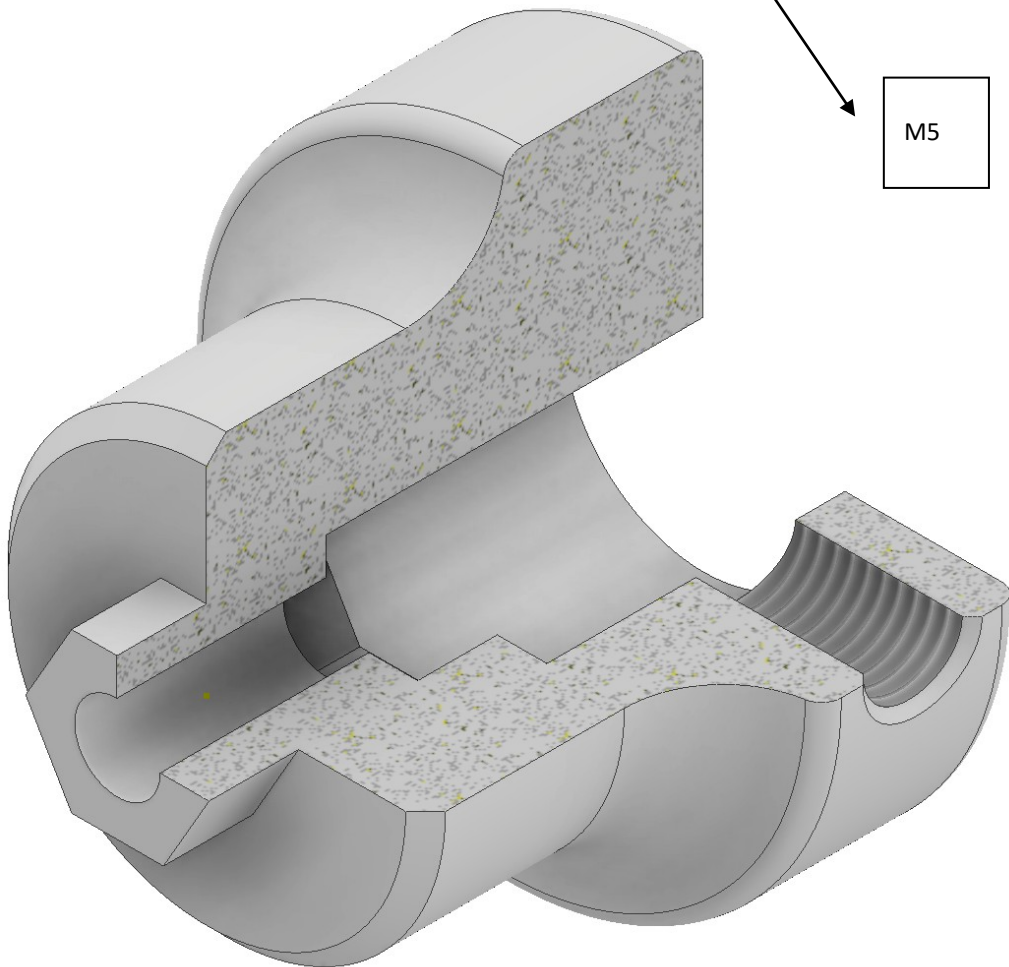
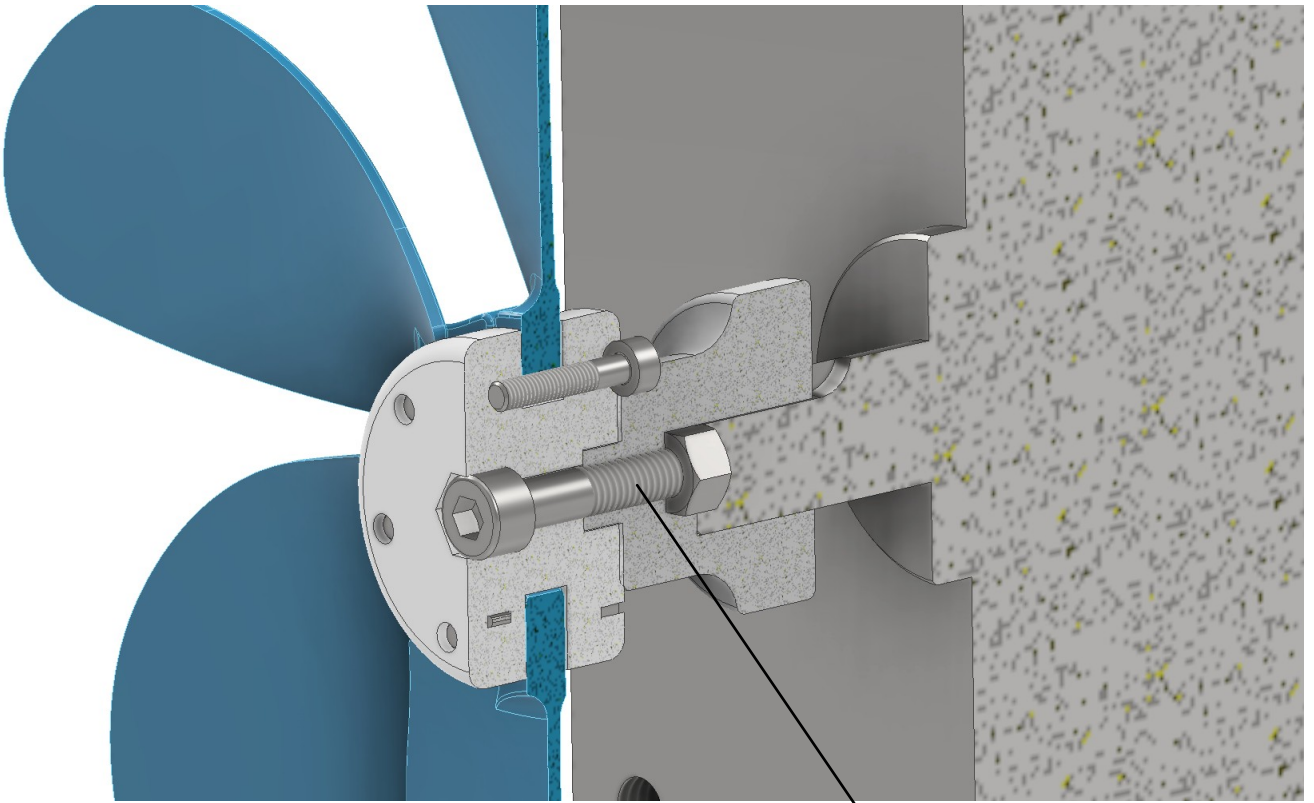
► Funzionamento

► Proprietà avanzate

OK Annulla +







TURBINE IDRAULICHE

La turbina idroelettrica è una macchina in grado di trasformare l'energia cinetica dell'acqua in energia meccanica.

Una turbina idroelettrica è costituita da una parte fissa, detta distributore o statore, e dalla ruota o girante.

Il primo serve a indirizzare e regolare il flusso d'acqua, la seconda trasferisce l'energia cinetica sottratta all'acqua all'albero su cui è montata. In funzione del salto e della portata usufruibile, si possono individuare quattro grandi gruppi di macchine: PELTON, FRANCIS, KAPLAN E CROSS-FLOW.

Nel campo delle piccole portate, si collocano molto bene le turbine a vite idraulica e le micro-turbine, prodotte in base alla disponibilità dell'acqua dovuta alle fluttuazioni del territorio. La loro produzione è determinata sulla base di specifiche esigenze del Cliente, sulla base del Sito di installazione e dell'analisi dei costi e benefici e dei piani economici di proiezione.

Trovano inoltre impiego in quelle situazioni dove la rete elettrica non è presente e quindi possono funzionare "in isola" sia per la produzione di energia elettrica che per uso termico-cogenerativo.

Caratteristiche idrauliche delle principali turbine

- » Pelton, idonee per piccole portate e grandi salti
- » Francis, adatte alle medie portate e salti di qualche centinaio di metri
- » Kaplan, utilizzate in presenza di grandi portate e piccoli dislivelli
- » Bulbo, evoluzione versatile della Kaplan
- » Cross Flow, adatte per piccole portate e salti fino a un centinaio di metri
- » Vite idraulica, vengono spesso utilizzate su piccoli salti e modeste portate
- » Mini turbine, macchine personalizzate, generalmente per installazioni "in isola"

CAMPI DI IMPIEGO

Pelton

Le turbine Pelton vengono utilizzate soprattutto nei bacini idroelettrici alpini, per salti d'acqua medio alti che vanno dai 50 ai 1200 metri.

La girante monolitica in acciaio inox è calettata direttamente sull'albero del generatore. Il distributore a più getti consente la migliore regolazione della portata allo scopo di ottimizzare l'efficienza energetica dell'intera macchina.

Il principale vantaggio di queste turbine, consiste nella possibilità di mantenere un elevato rendimento sia con portate massime che con portate minime.

Possono essere con asse orizzontale e la combinazione fino a tre getti, oppure ad asse verticale nella combinazione da 4 a 6 getti.



Francis

Le turbine Francis sono molto diffuse e sfruttano il dislivello d'acqua compreso tra una decina e qualche centinaio di metri.

L'acqua viene distribuita sulla ruota tramite una cassa a spirale ed il relativo predistributore.

Il distributore vero e proprio, solitamente con pale regolabili, indirizza invece l'acqua verso le palette della girante. In base alla potenza, possono essere considerate piccole, medie e grandi.

Il rendimento di queste macchine risulta elevato su un ampio campo di portate. Sono **inoltre** realizzabili con l'asse orizzontale o verticale, in base alle dimensioni del sito.



Kaplan

Le turbine Kaplan permettono numerose applicazioni, anche in settori molto diversi. Sono utilizzate in presenza di salti generalmente piccoli e fino a una cinquantina di metri. Sfruttano la grossa portata del fiume, che può giungere fino a un centinaio di metri cubi al secondo.

Possono essere costruite con l'asse verticale, orizzontale o inclinato, nonché in camera asciutta o bagnata. La costruzione, in base al salto e la portata, può avere il distributore fisso e le pale regolabili, in questo caso la turbina risulta a semplice regolazione, detta anche mono-regolante.

Quando, sia il distributore che le pale sono ad assetto variabile in marcia, allora la turbina diventa bi-regolante.

Con la doppia regolazione si possono ottenere maggiori vantaggi, sia sulla modulazione delle portate che sulle prevalenze.

In tal caso la curva di rendimento si mantiene costante praticamente su quasi tutto il campo delle portate, così da ottenere un grado di efficienza migliore.



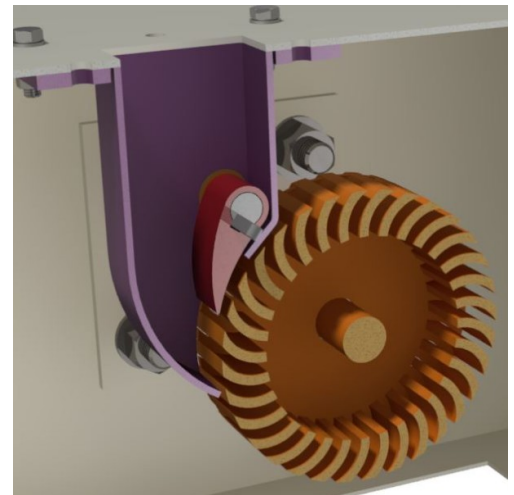
Bulbo

Le turbine a Bulbo sono ricavate dalle turbine Kaplan e risultano molto più semplici.

Vengono solitamente utilizzate su livelli di qualche metro. La particolarità di queste macchine risiede nel bulbo, immerso nell'acqua, dove trova collocazione l'alternatore per la produzione di energia.

Cross Flow-Banki

Le turbine Cross Flow-Banki sono adatte a funzionare con salti compresi tra 4 e 60 metri e sono inoltre caratterizzate dalla loro versatilità di servizio dovuta principalmente allo speciale flusso incrociato, dove l'acqua entra dal lato superiore, attraversa l'asse della girante ed esce nuovamente dal lato inferiore, incrementando il rendimento della macchina. Le caratteristiche peculiari di queste turbine sono la semplicità costruttiva e la robustezza, che consentono un sistema di costruzione modulare ed a basso costo. L'acqua, passando attraverso il distributore e la camera di ingresso, suddivisa appositamente in un terzo oppure due terzi, favorisce il funzionamento sia con piccole che medie portate. In condizioni di portata massima, la turbina funziona con le due camere in parallelo. La generosità e flessibilità di questa turbina è determinata inoltre dal rendimento uniforme su tutto il campo di portata.



Vite idraulica

Le turbine a Vite idraulica o Coclea sono conosciute anche come ruota di Archimede.

Invertono il principio di funzionamento e sfruttano la differenza di potenziale dell'acqua in caduta, dal punto più alto fino a scorrere nuovamente nel corso d'acqua naturale.

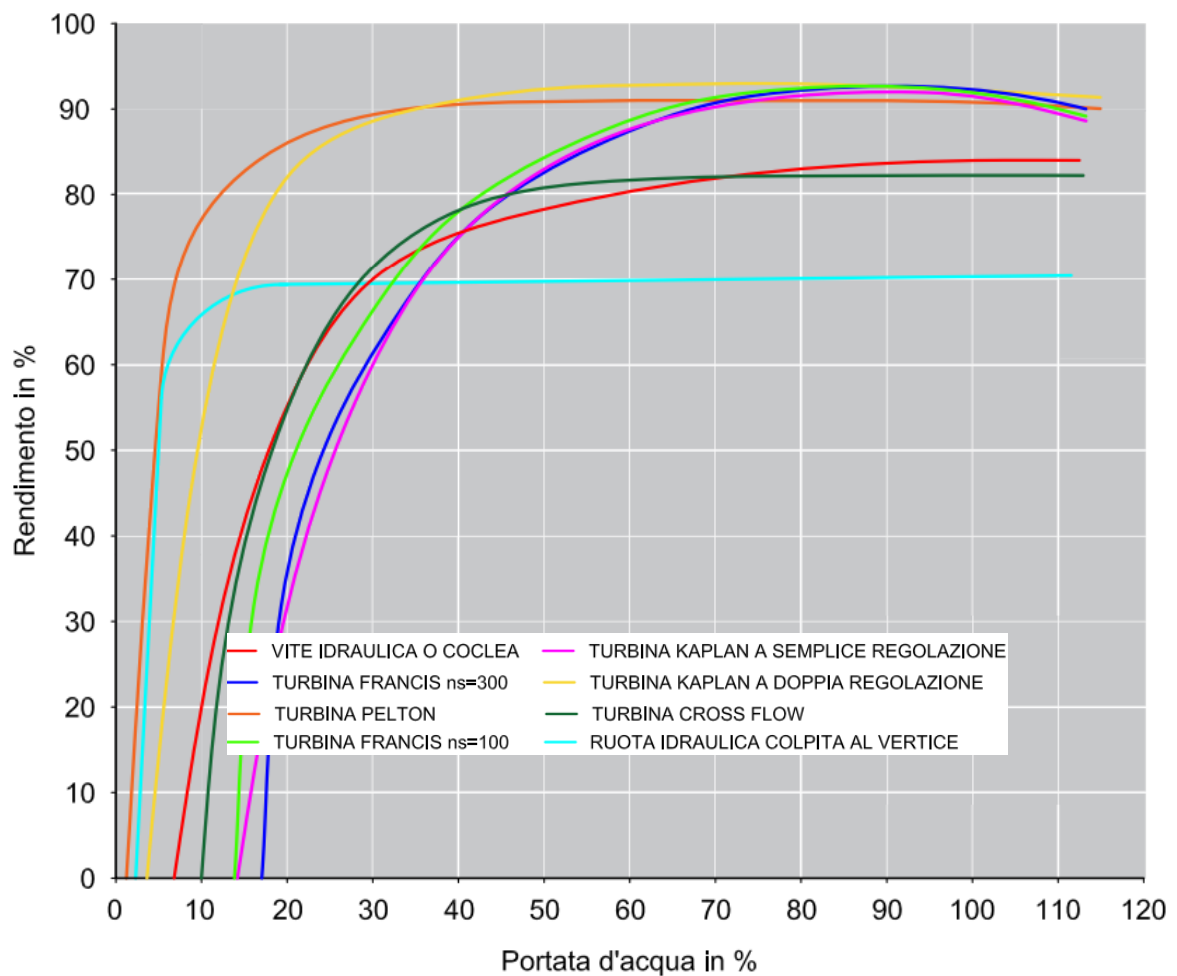
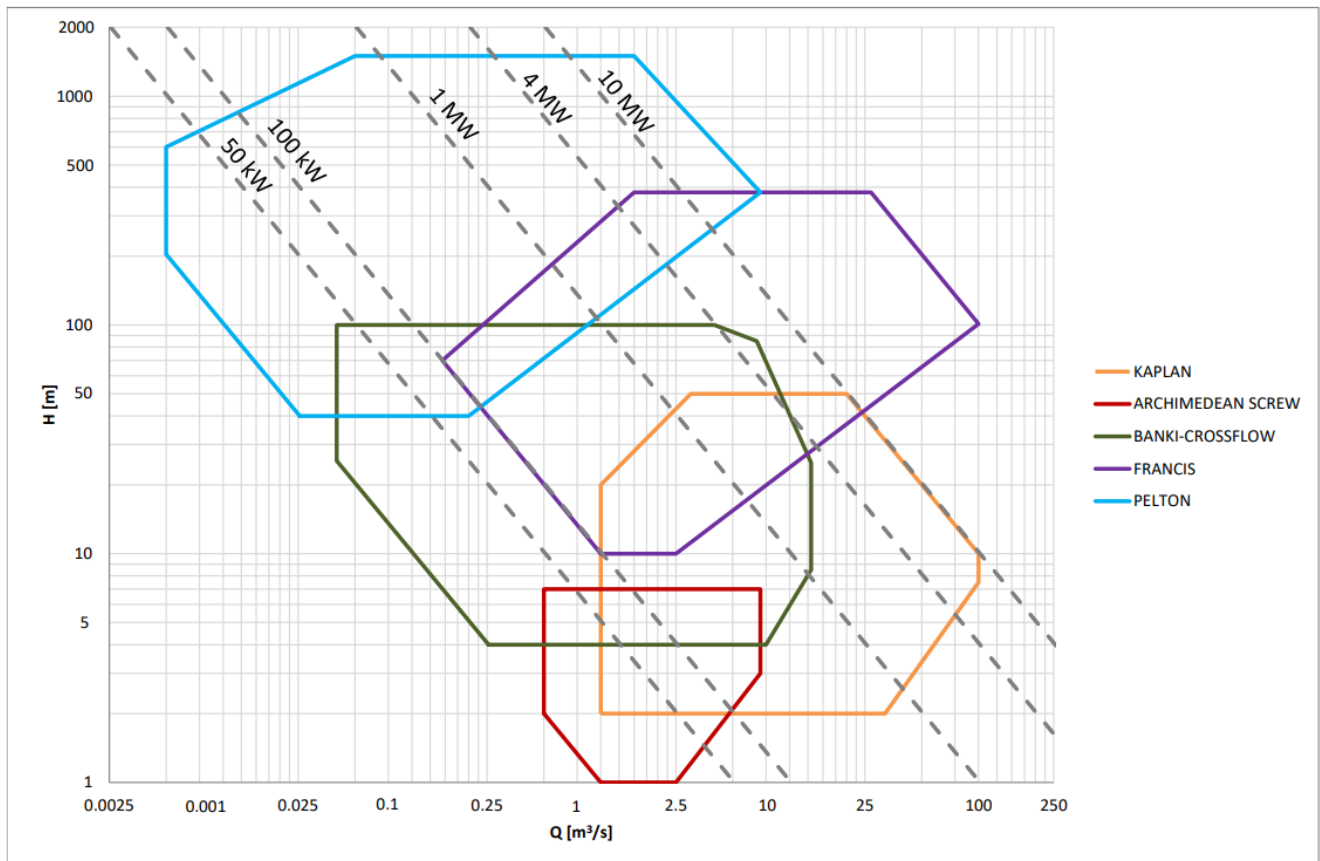
Sono utilizzate per salti fino a 10 metri e portate fino a 6 mc/s.



Mini turbine

Le Mini turbine sono la soluzione ideale per disporre di energia elettrica soprattutto nelle zone non asservite dalla rete di distribuzione. Sono derivate dalla produzione di serie, ma costruttivamente molto più semplici. La plausibile regolazione avviene con l'impiego di azionamenti a velocità variabile. Questi sistemi di produzione, riducono inoltre i consumi di combustibili tradizionali evitando l'inquinamento atmosferico.

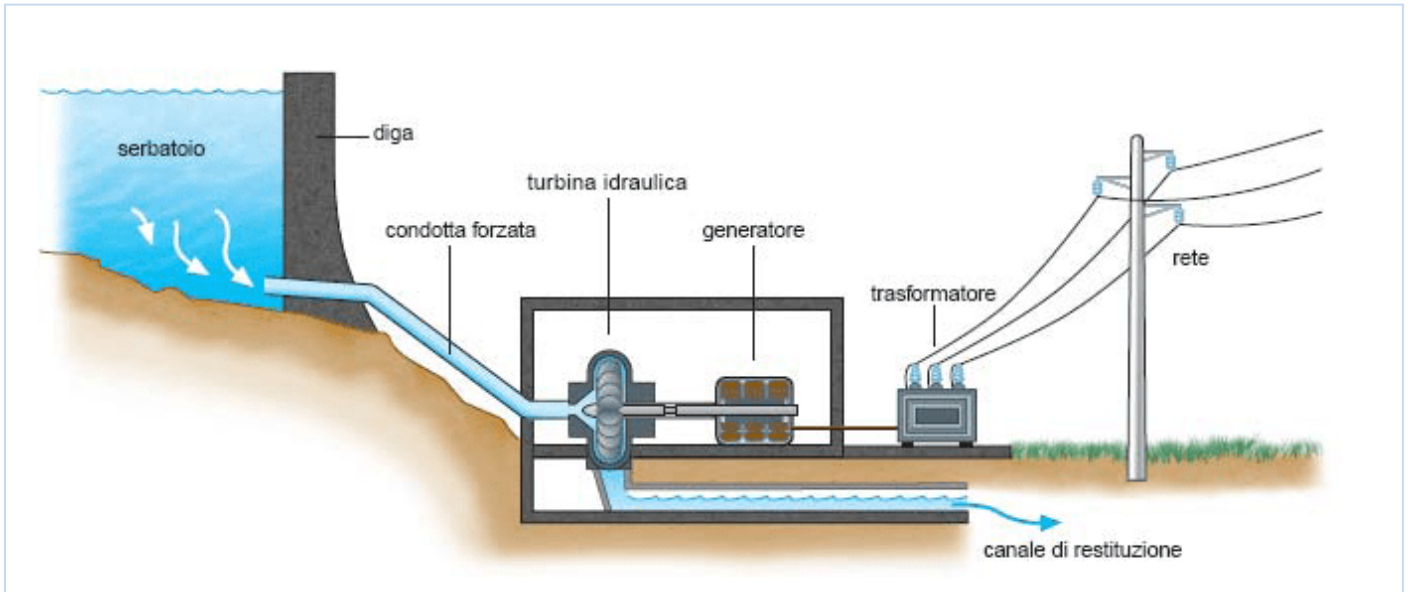
DIAGRAMMA CAMPO DI IMPIEGO E RENDIMENTO TURBINE IDRAULICHE



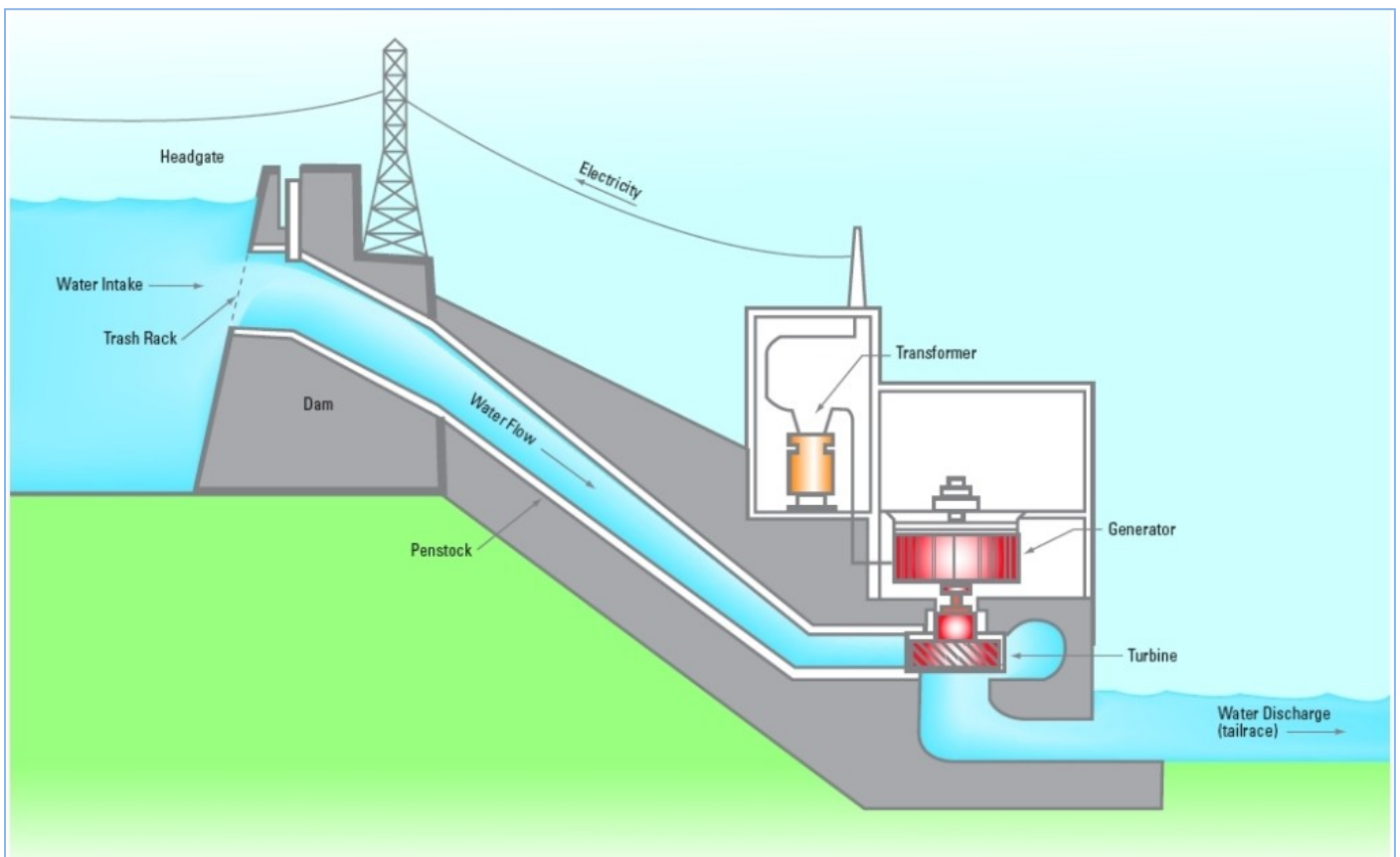
IMPIANTO IDROELETTRICI

A seconda del salto e della portata disponibili cambia la turbine idraulica da utilizzare per garantire il massimo rendimento. In tutte le grandi centrali idroelettriche per la produzione di energia (parliamo di Giga watt) sono presenti le parti mostrate in figura. L'alternatore in genere è dimensionato in modo da essere direttamente compatibile con il n° di giri della turbina.

PELTON



FRANCIS



TURBINA PELTON

La turbina Pelton è stata inventata dal carpentiere Lester Allan Pelton nel 1879 mentre lavorava in California. E' la turbina idraulica ad azione con il rendimento più elevato fra le turbine idrauliche. Viene utilizzata per grandi salti (di solito tra i 300 e i 1400 m) e piccole portate (inferiori a 50 m³/s).

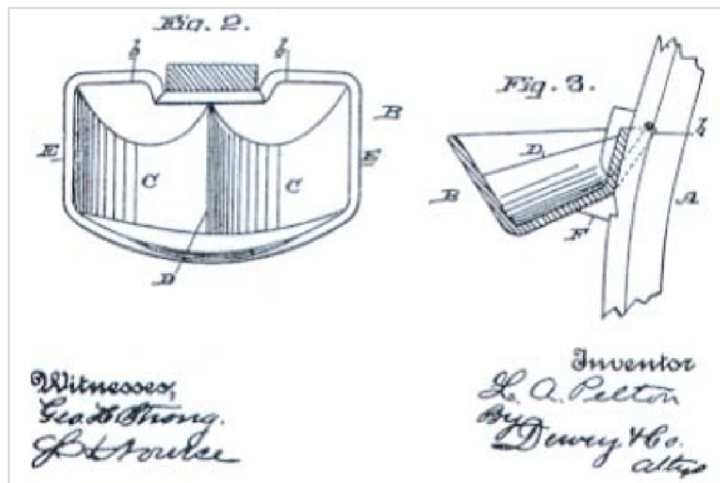
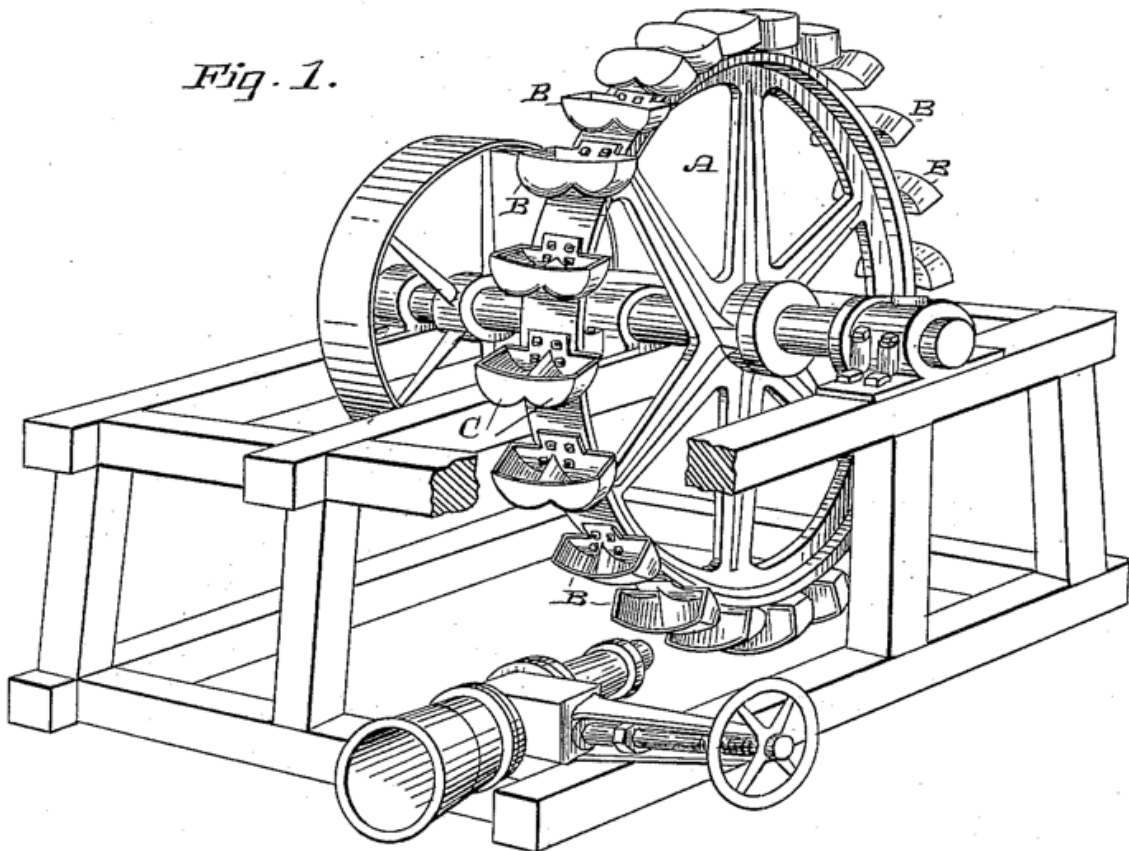
(No Model.)

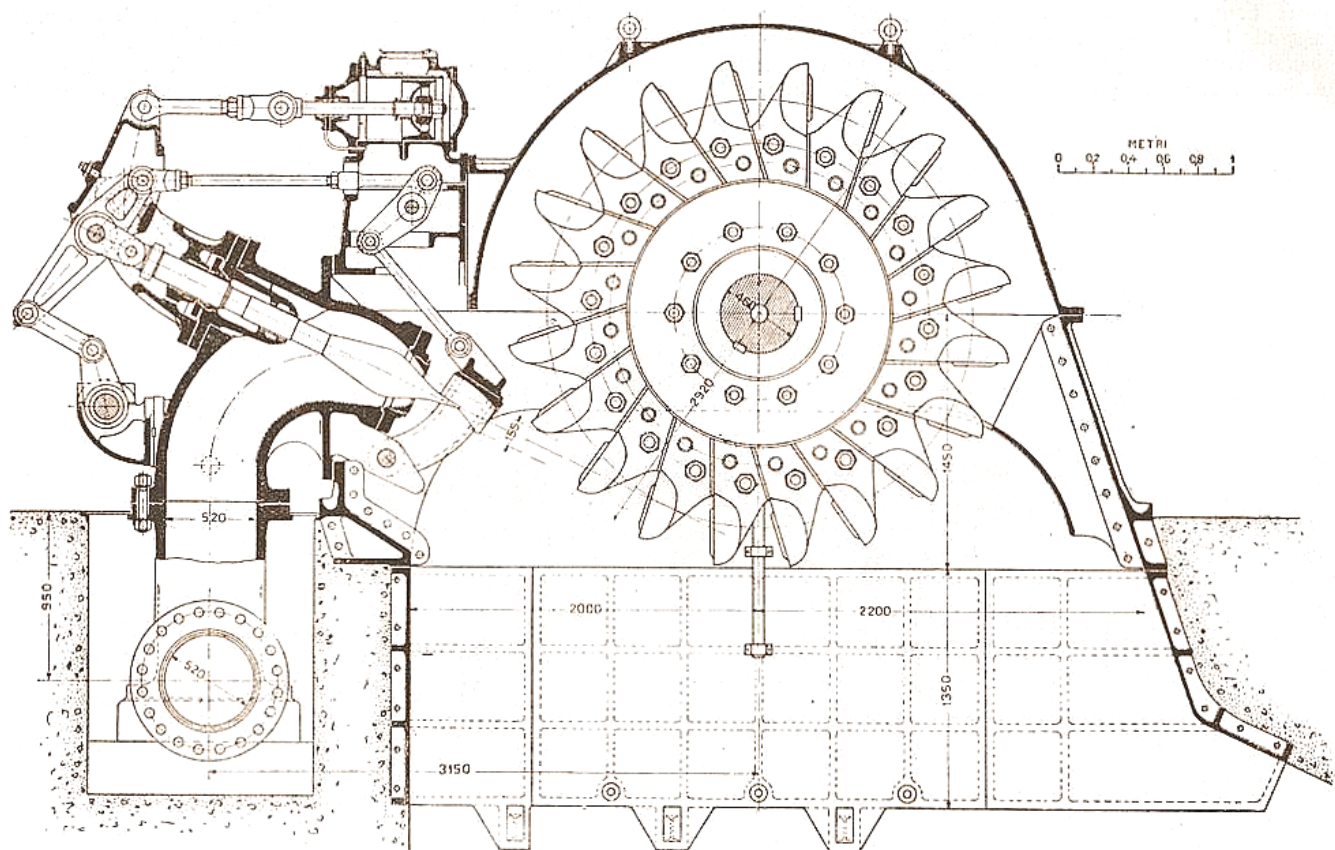
L. A. PELTON.
WATER WHEEL.

No. 409,865.

Patented Aug. 27, 1889.

Fig. 1.





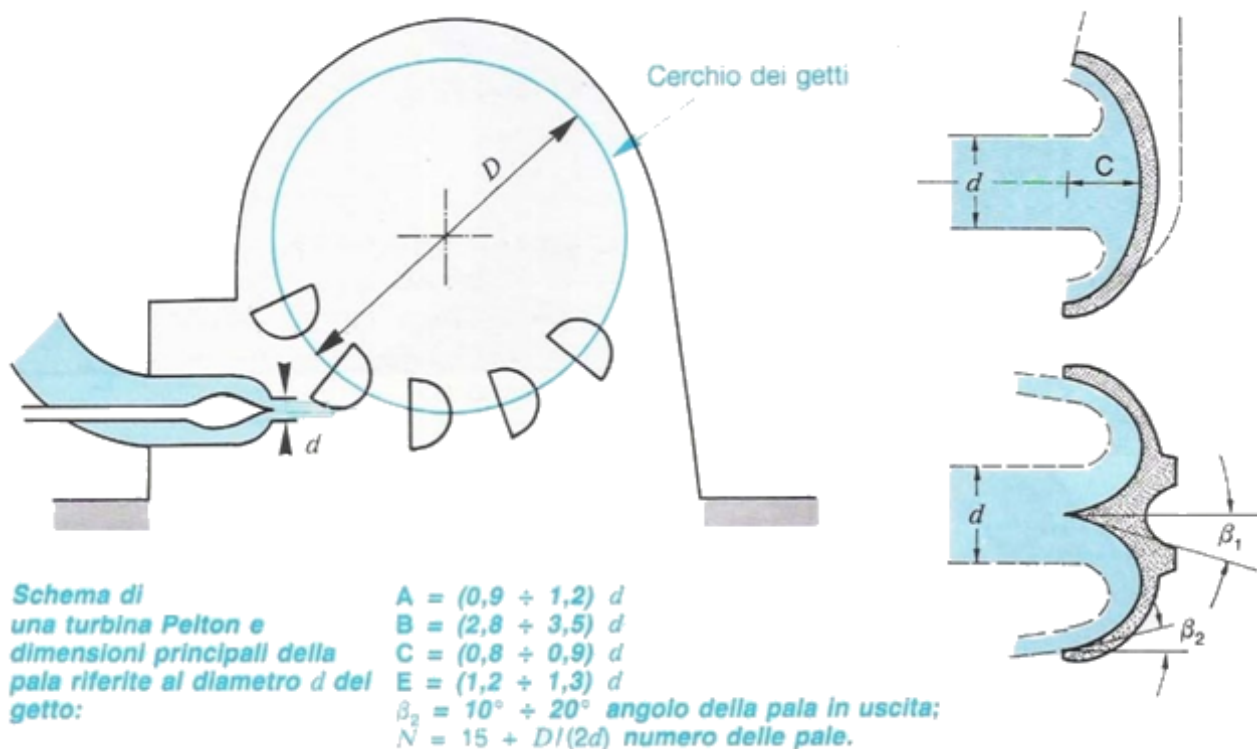
Sezione trasversale di una turbina Pelton 16.000 kW; $Q = 2.200 \text{ m}^3/\text{s}$; $H = 1030 \text{ m.}$; $N 500/\text{s.}$

Distributore

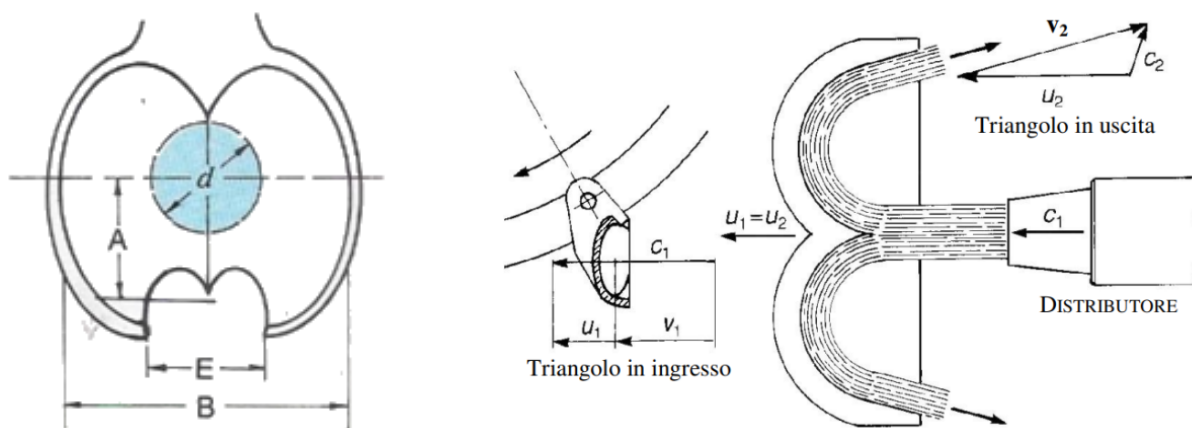


DIMENSIONI DELLE PALE E DELLA RUOTA PELTON

Il dimensionamento geometrico delle pale viene fatto sulla base del diametro medio "D" della ruota e "d" del getto d'acqua.

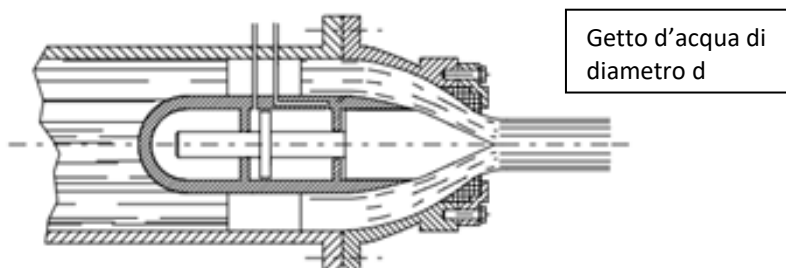


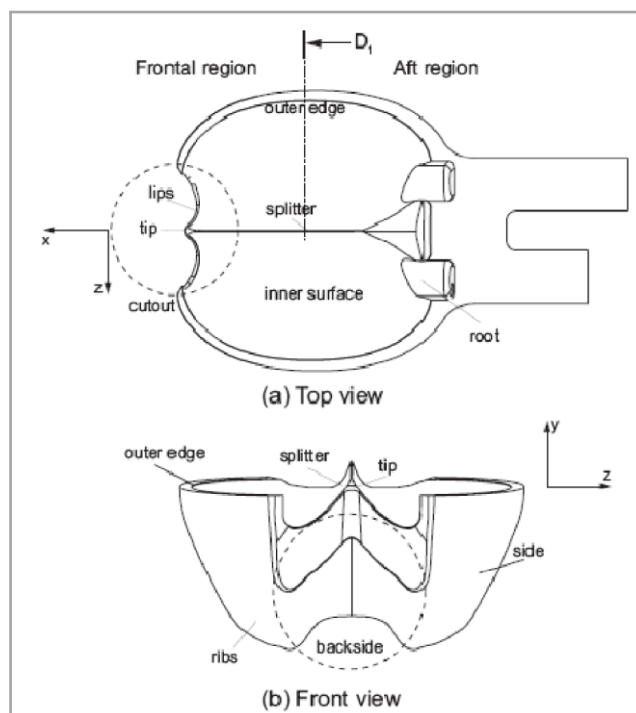
Triangoli delle velocità in ingresso e in uscita alla pala



Notare che il diametro del getto è diverso da quello di uscita del getto a causa del coefficiente di efflusso.

In genere la presenza della spina mobile di regolazione della portata riduce l'area di uscita dell'ugello e di conseguenza il diametro dell'ugello è maggiore di quello del getto.

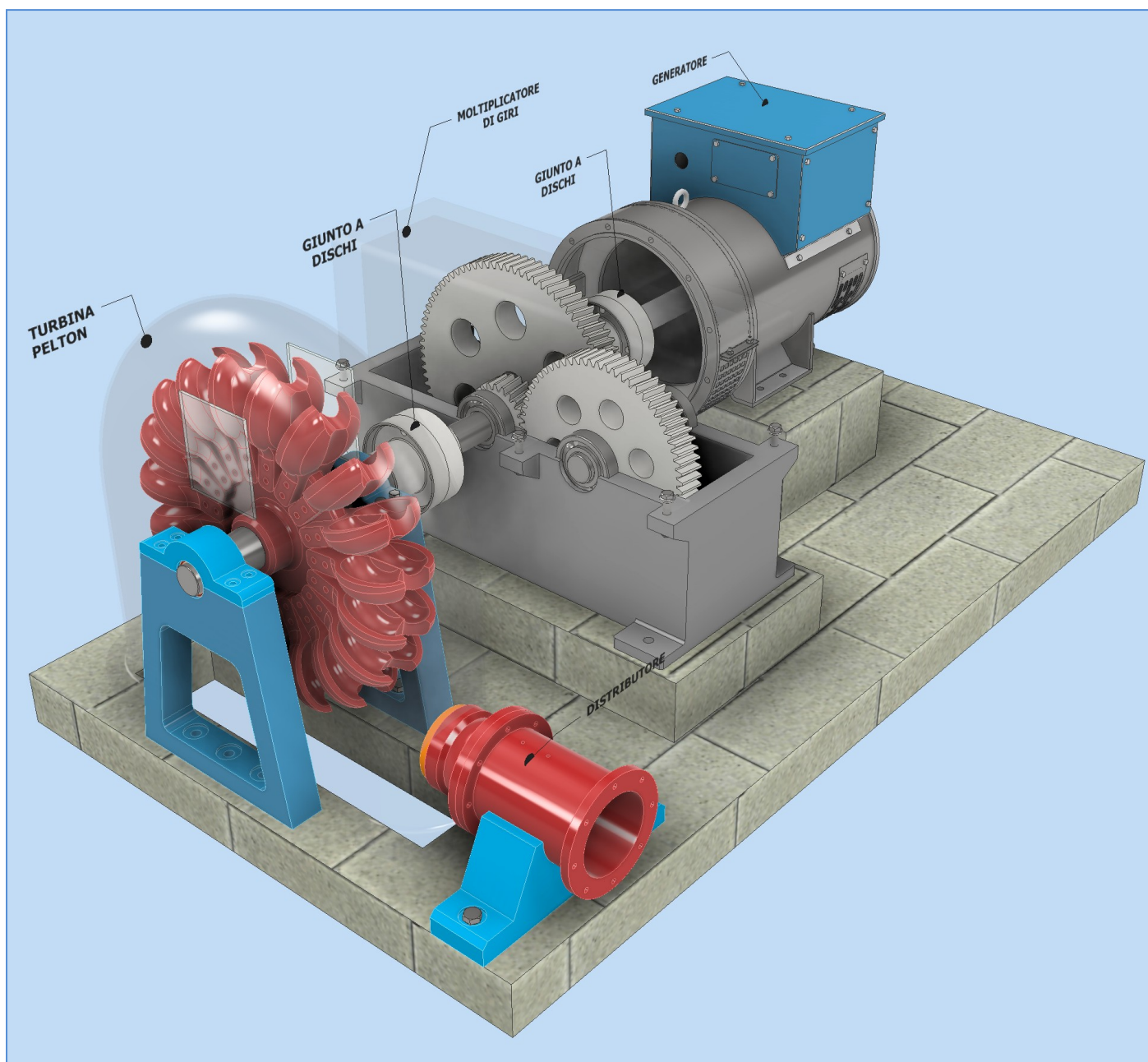




DISEGNO IMPIANTO TURBINA PELTON

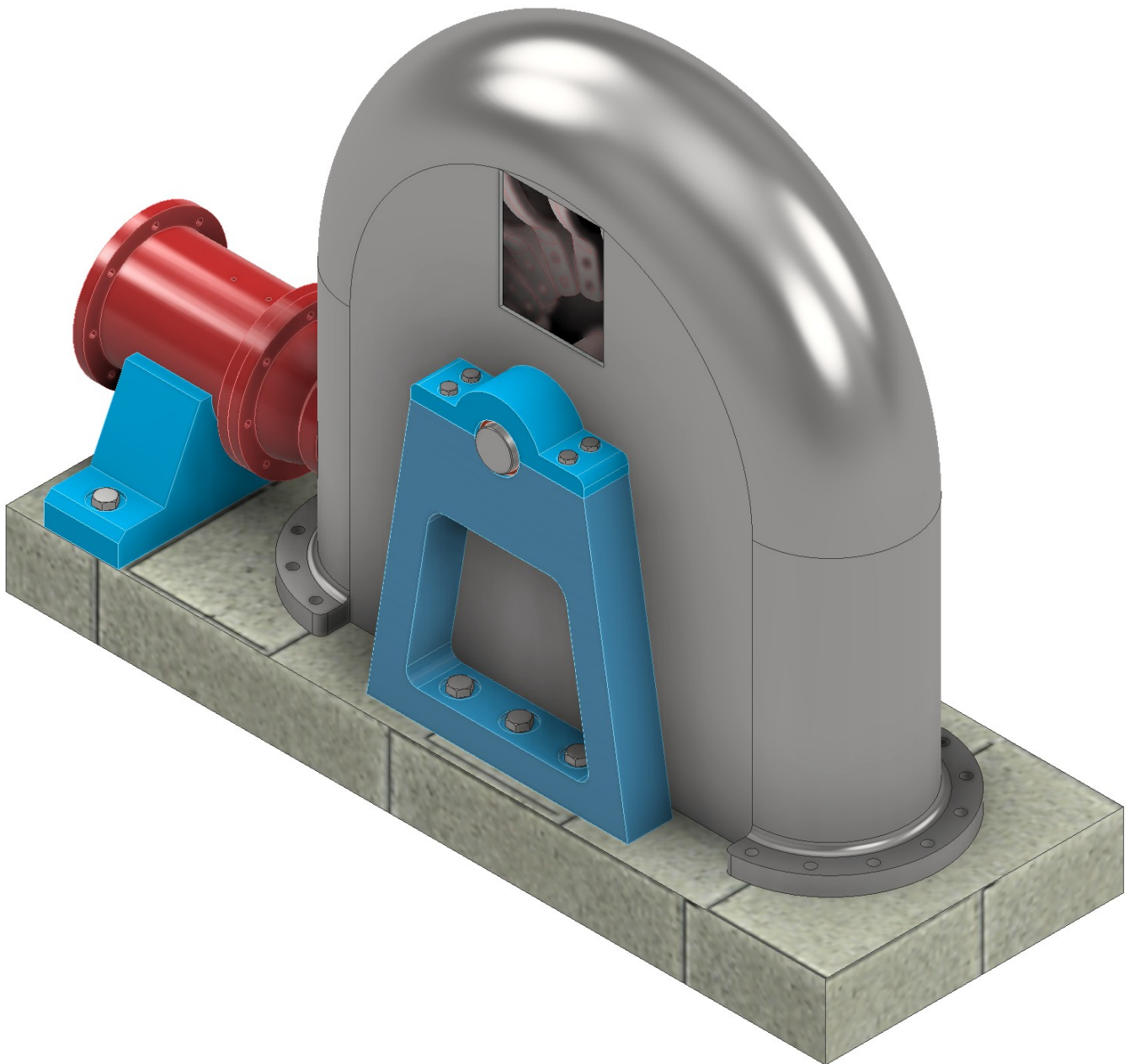
L'assieme è costituito dalle seguenti parti:

1. Turbina Pelton con distributore e supporti laterali
2. Moltiplicatore di giri ad ingranaggi
3. Giunti a dischi
4. Alternatore
5. Pavimentazione



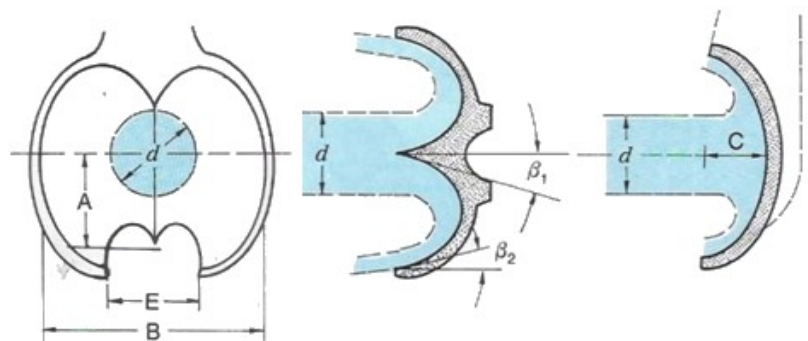
L'assieme è costituito dalle seguenti parti:

6. Distributore con spina mobile
7. Supporto distributore
8. Cassa con oblo laterale
9. Ruota Pelton con pale bullonate
10. Albero
11. Supporti laterali albero (a doppia flangia)
12. Cuscinetti radenti flangiati
13. Pavimentazione con foro scarico acqua



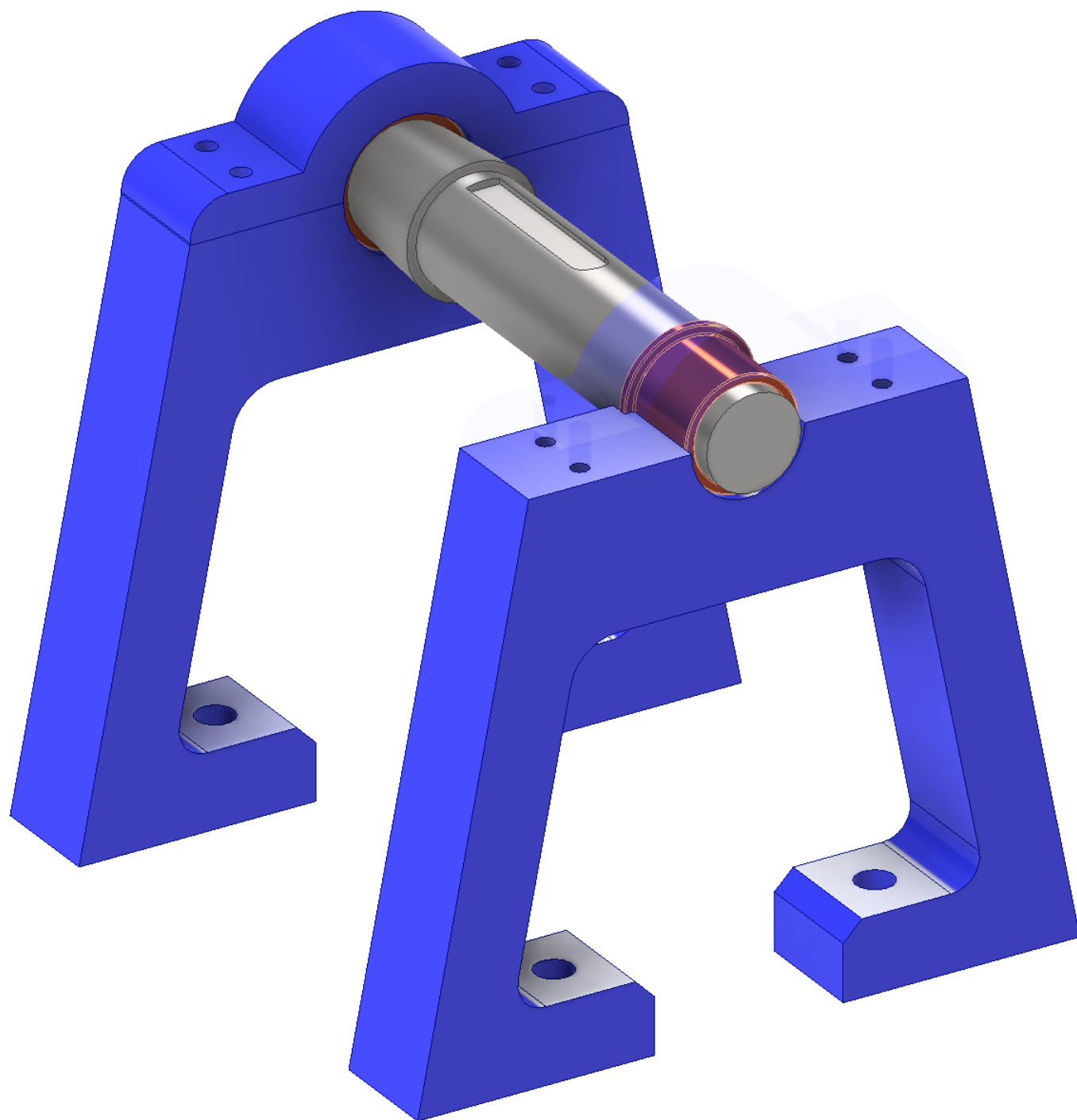
FOGLIO DI CALCOLO TURBINA PELTON

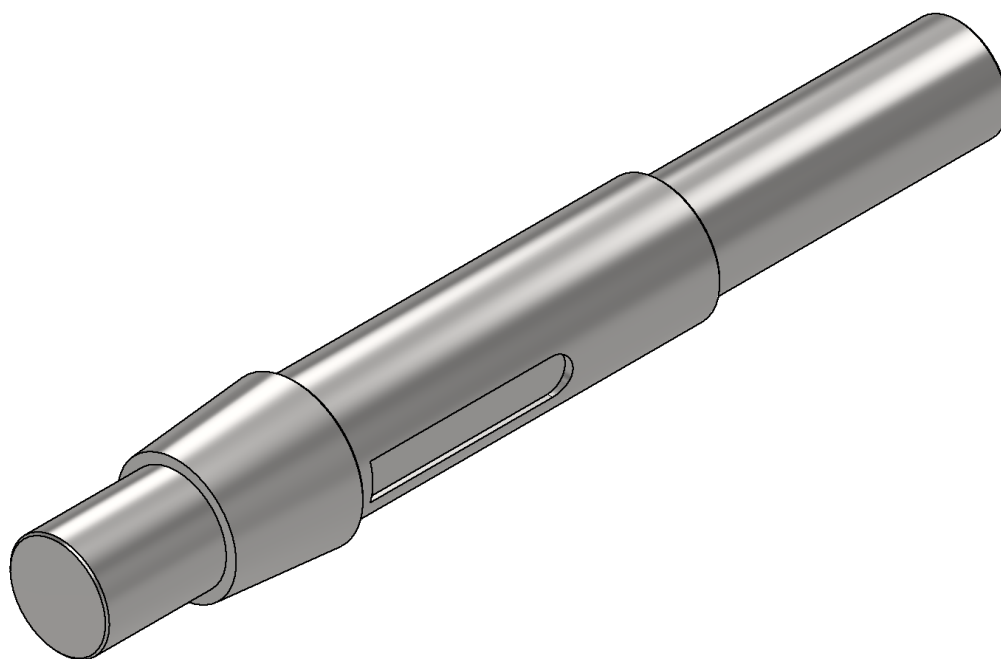
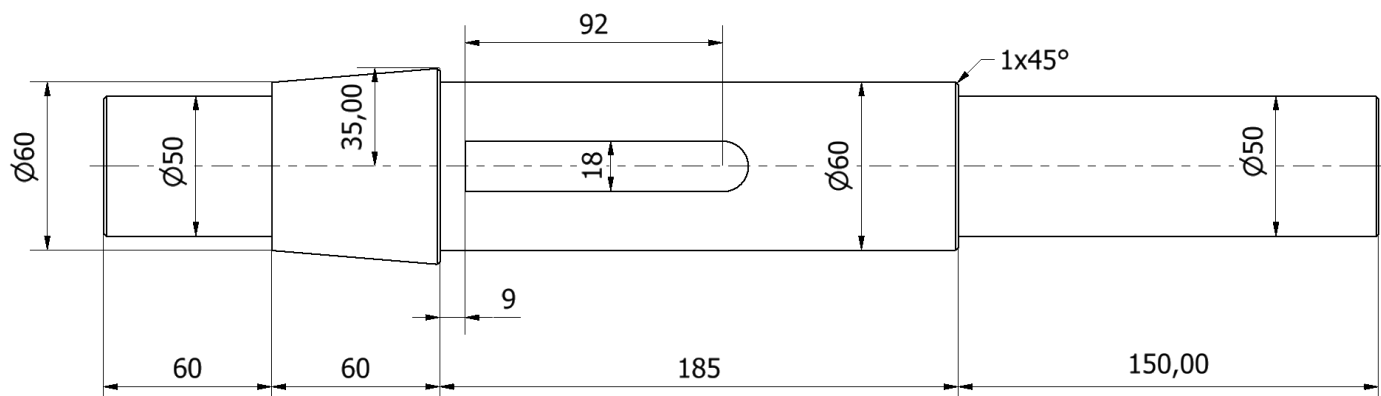
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Ruota Pelton ITIS CASTELLI									
2										
3	N pale	19								
4	p pompa	3,43 bar								
5	hu	35,0 m								
6	β_2	15 °								
7	m portata	30 Kg/s								
8	φ	0,97 coeff. Efflusso ugello								
9	ψ	0,92 coeff. Attrito palette								
10	η_m	0,96 rendimento meccanico								
11	η_v	0,86 rendimento volumetrico								
12										
13	GENERATORE (ALTERNATORE)									
14	$n = \frac{60 \cdot f}{p}$ con f = frequenza di rete (50 Hz in Europa) e p = coppie polari dell'alternatore									
15										
16	p	6								
17	n°	500 rpm	supponiamo di non usare moltiplicatori di giri sull'albero							
18	ω	52,4 rad/s	velocità angolare							
19										
20	UGELLO									
21	v1 id.	26,2 m/s								
22	A ugello	0,001145 m ²								
23	d ugello	0,0382 m	38,2 mm							
24	v1 eff.	25,41 m/s	φ coeff. di efflusso							
25	A getto	0,001181 m ²								
26	d getto	0,0388 m	39 mm							
27										
28	TRIANGOLI VELOCITA'									
29	Nella condizione di max. rendim. il rapp. di vel. periferica vale K=0,45 (medio)									
30	K	0,45	valore ottimale 0,43-0,47							
31	u	11,8 m/s	← u = k*v1id							
32	w1	14,4 m/s								
33	w2	13,3 m/s	Velocità assoluta uscita							
34	v2m	3,4 m/s								
35	v2u	-1,0 m/s								
36	v2	3,6 m/s								
37	D turbina	0,450 m	si trova fissato il n° desiderato							
38	N pale	21	=15+D/2d							
39	m=D/d	11,61	ottimale 12<m<18							
40										
41	LAVORO RENDIMENTO E POTENZA					DIMENSIONI PALA				
42	l id.	303,2 j/Kg	320,665 j/Kg			A	40,7 mm			
43	η_i	0,884	=l id / (g*hu)			B	122 mm			
44	P id.	9095,2 w	=m*l id			C	33 mm			
45	P eff.	7509,0 w	7,5 Kw			E	48,5 mm			
46										
47	Formula generale per la potenza idraulica									
48	P id	10290 w								
49	P eff.	7509,0 w	(Pid * η_m * η_i)							
50										
51	SPINTE PALE									
52	P pale	7822 w								
53	Spinta	664 N	=P/u							
54	Mt	149,39 Nm								
55										



L'assieme è costituito dalle seguenti parti:

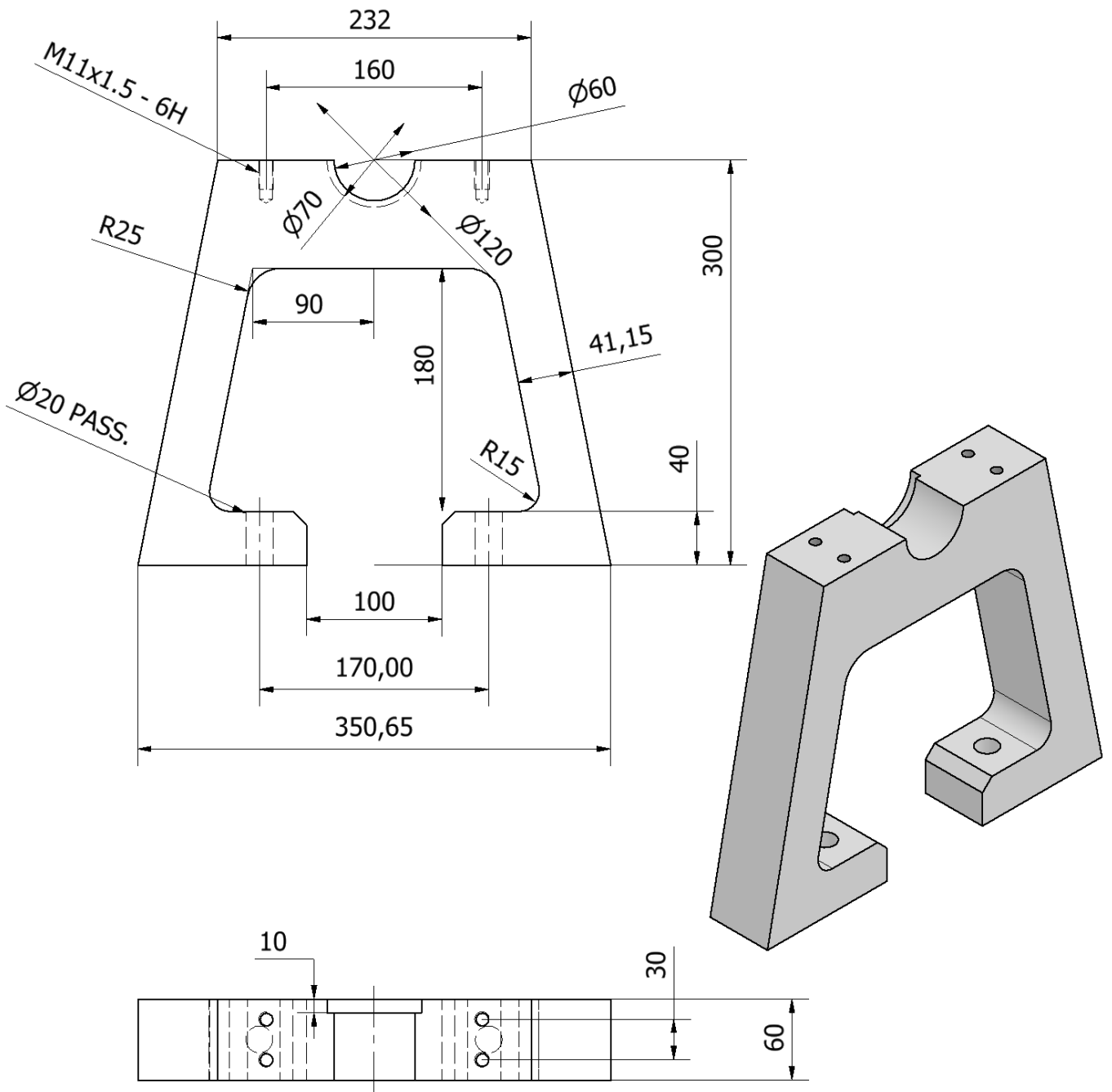
1. Albero
2. Supporti laterali albero (a due flange)
3. Cuscinetti radenti flangiati

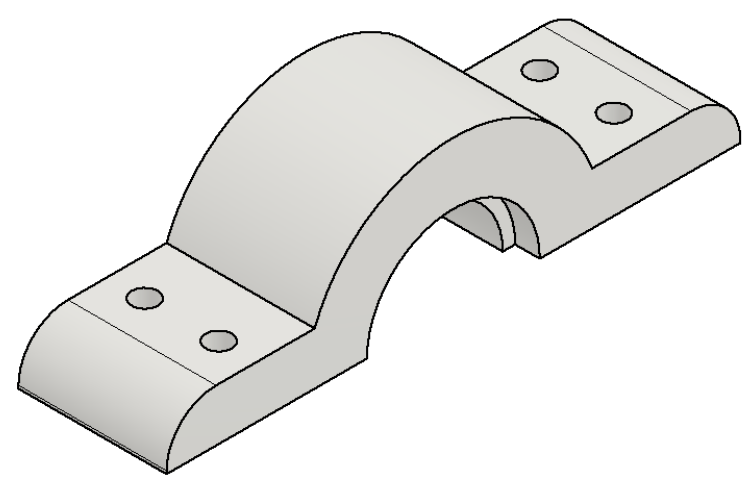
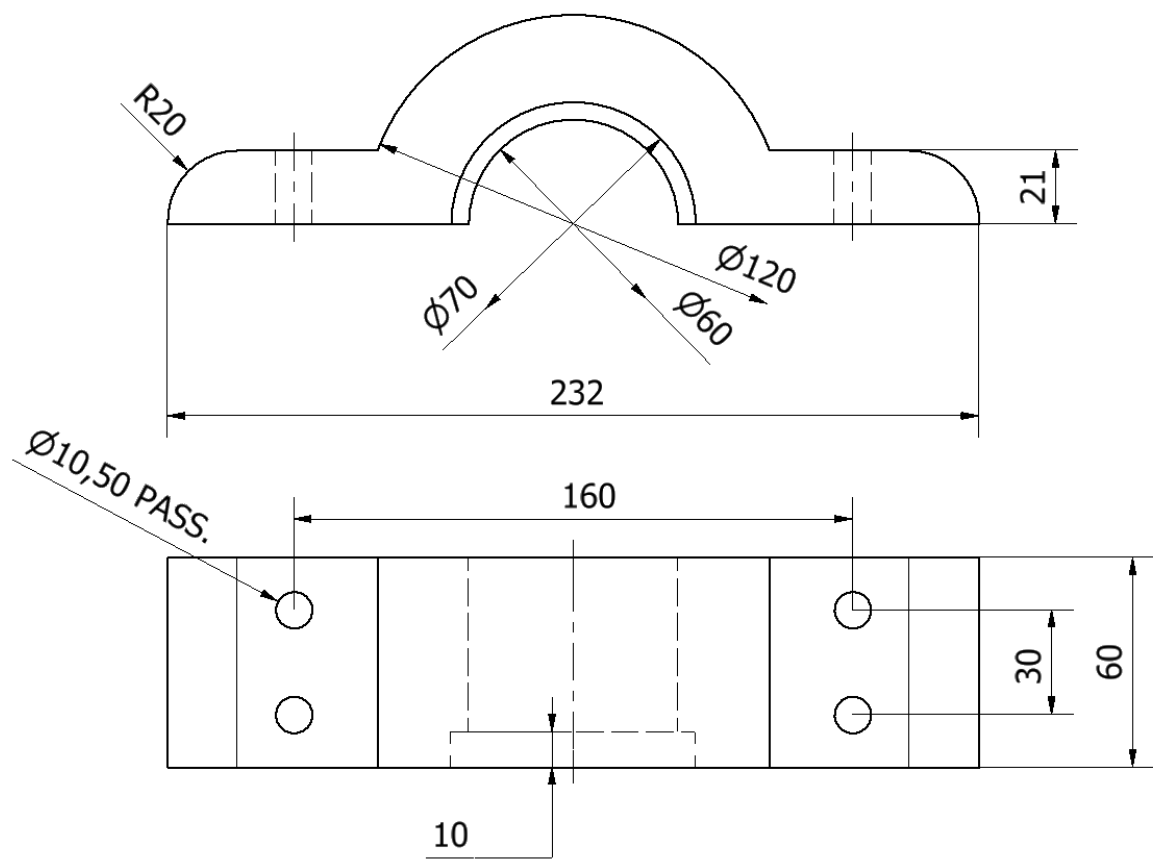


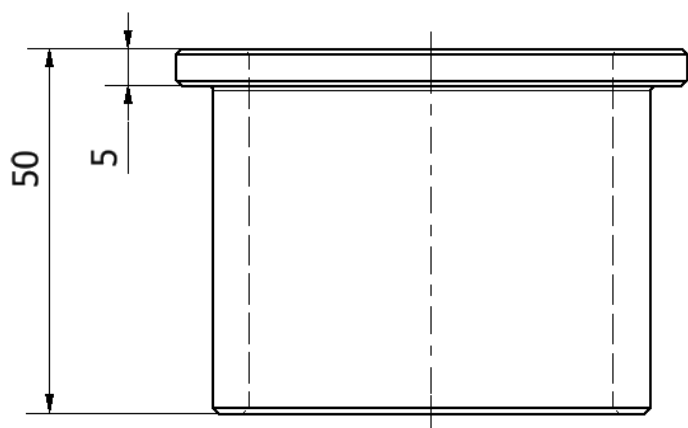
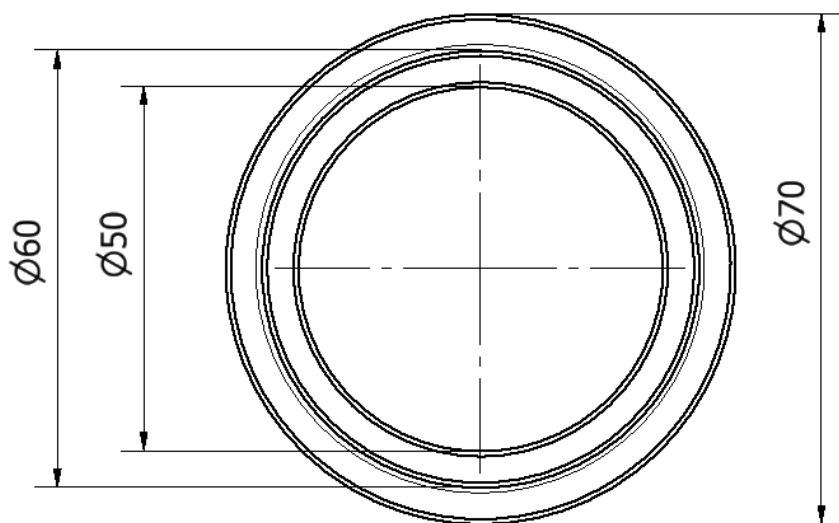


NB:

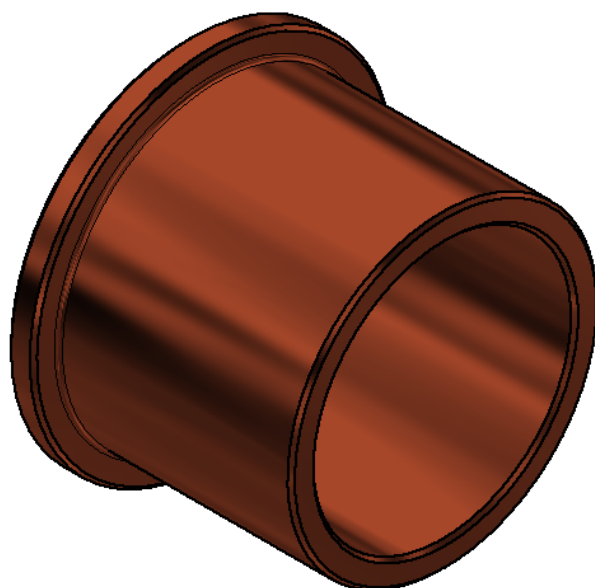
La sede della chiavetta va realizzata con modulo di progettazione di Inventor dopo aver creato un file di assieme che contiene l'albero. Per la lunghezza della sede selezionare la misura che più si avvicina A QUELLA INDICATA.

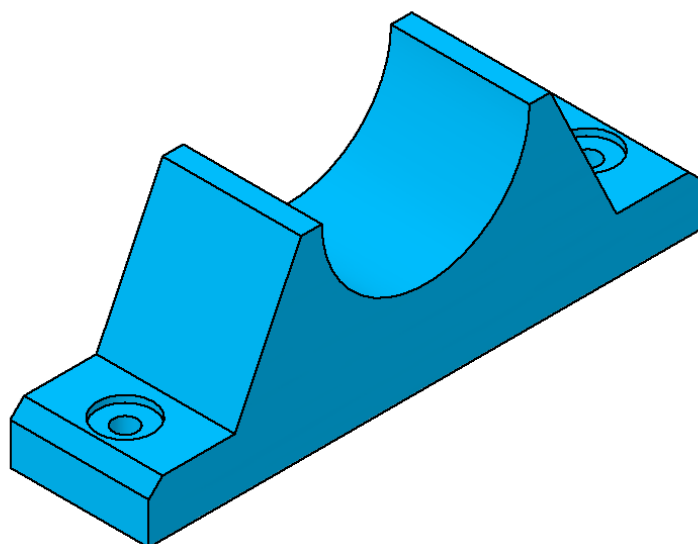
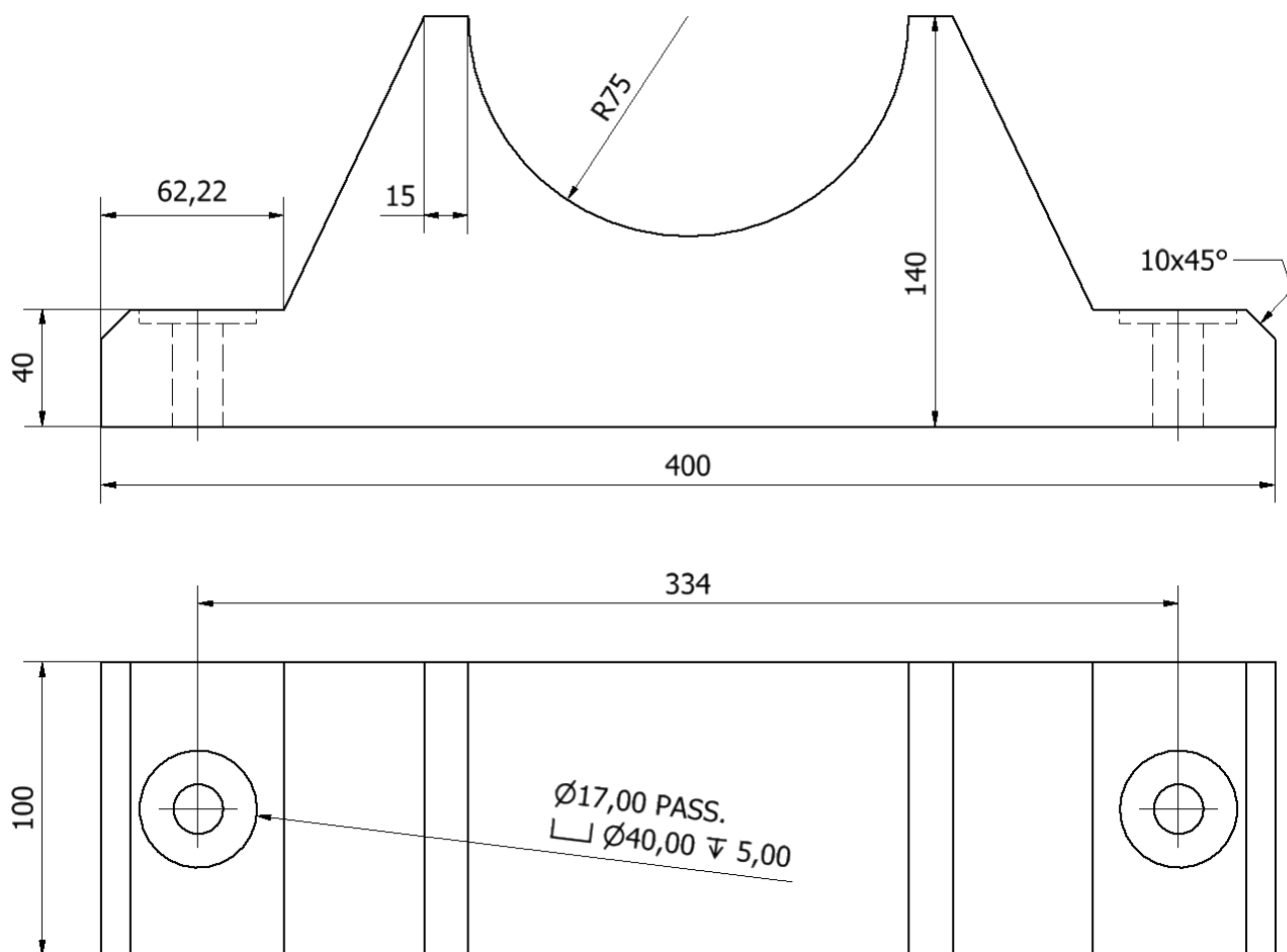






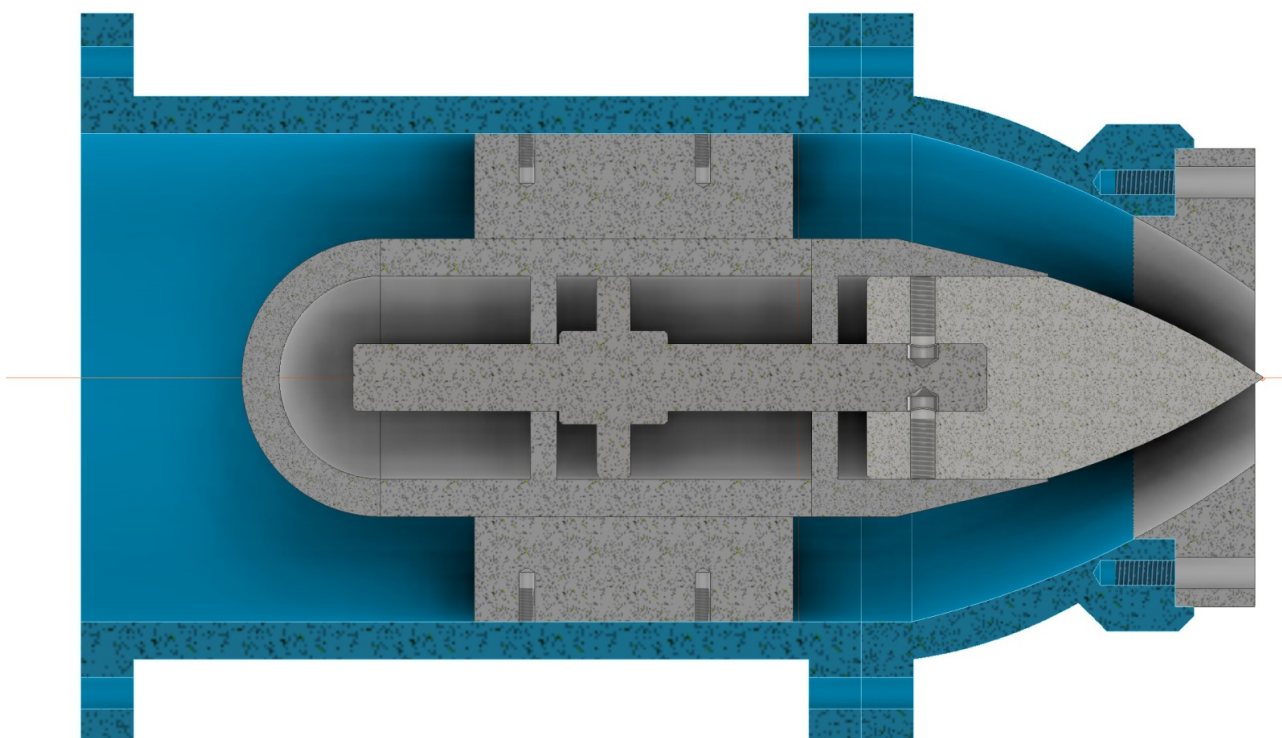
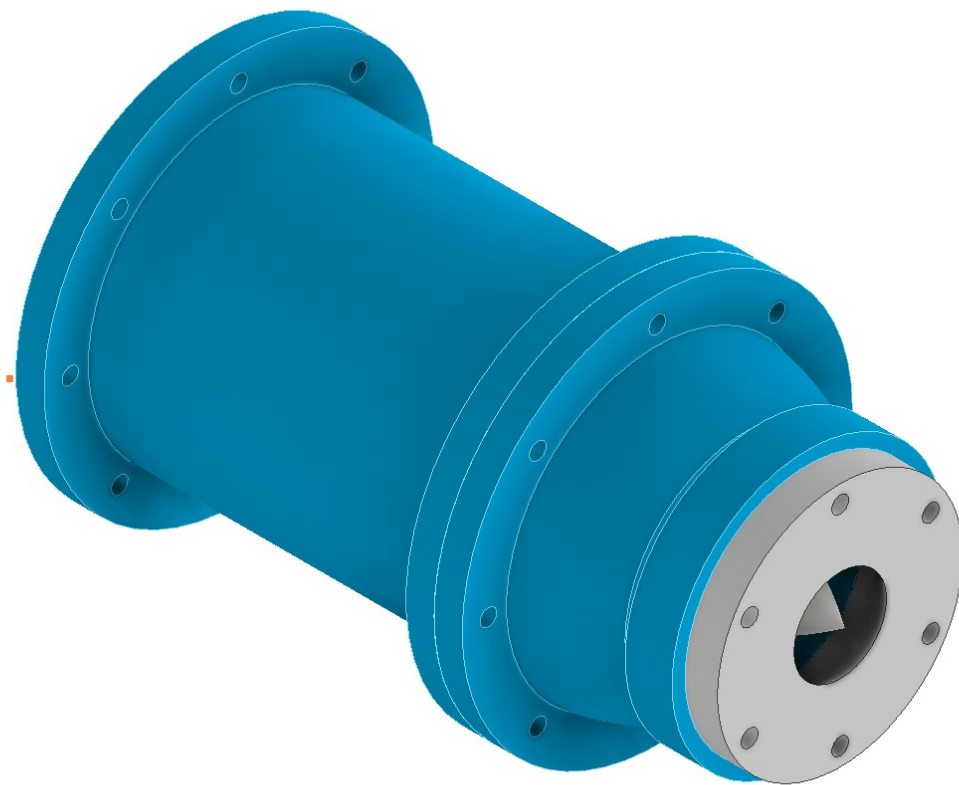
ISO 2795 (Flangiato) 50 x 60 x 50

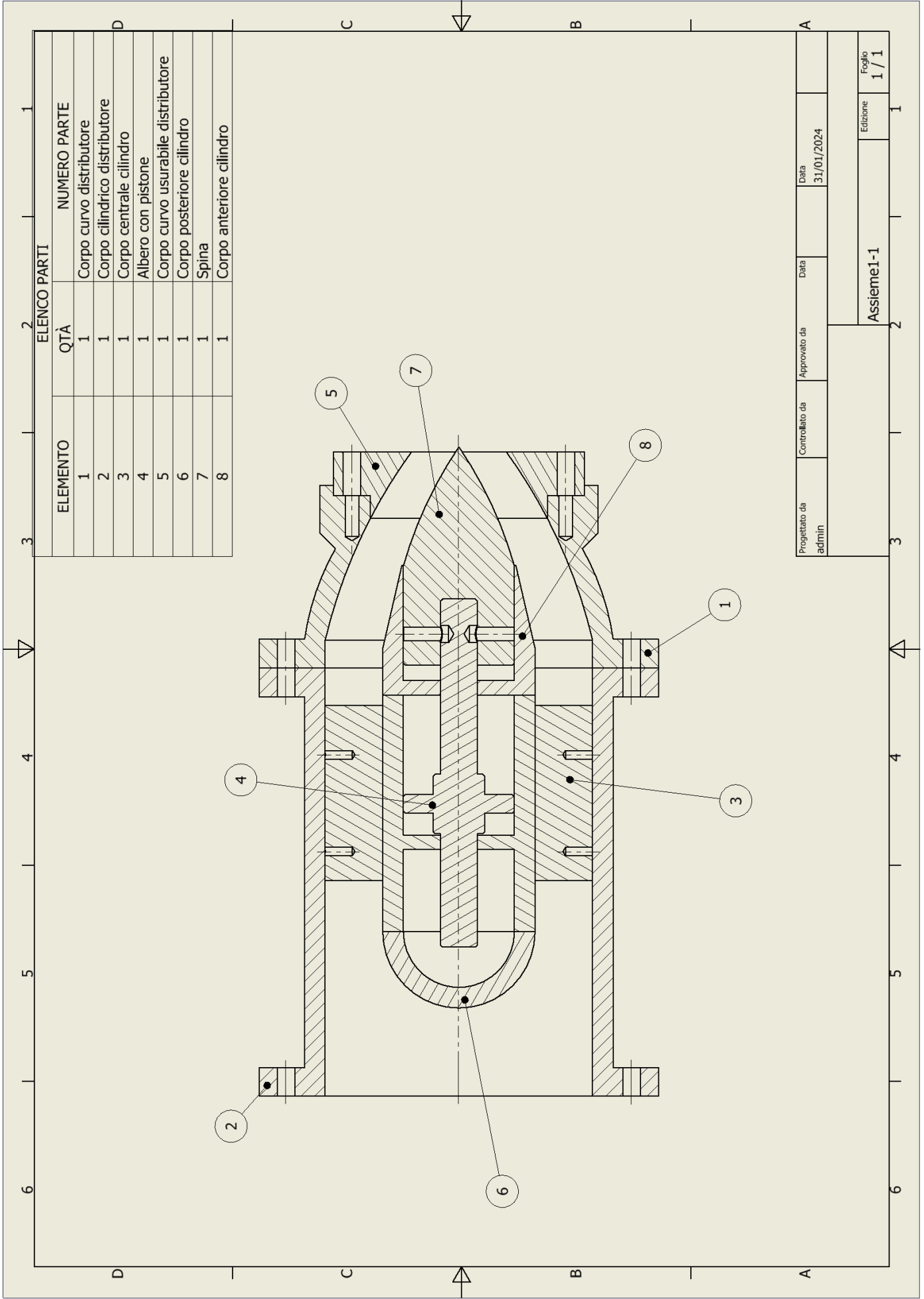




DISTRIBUTORE

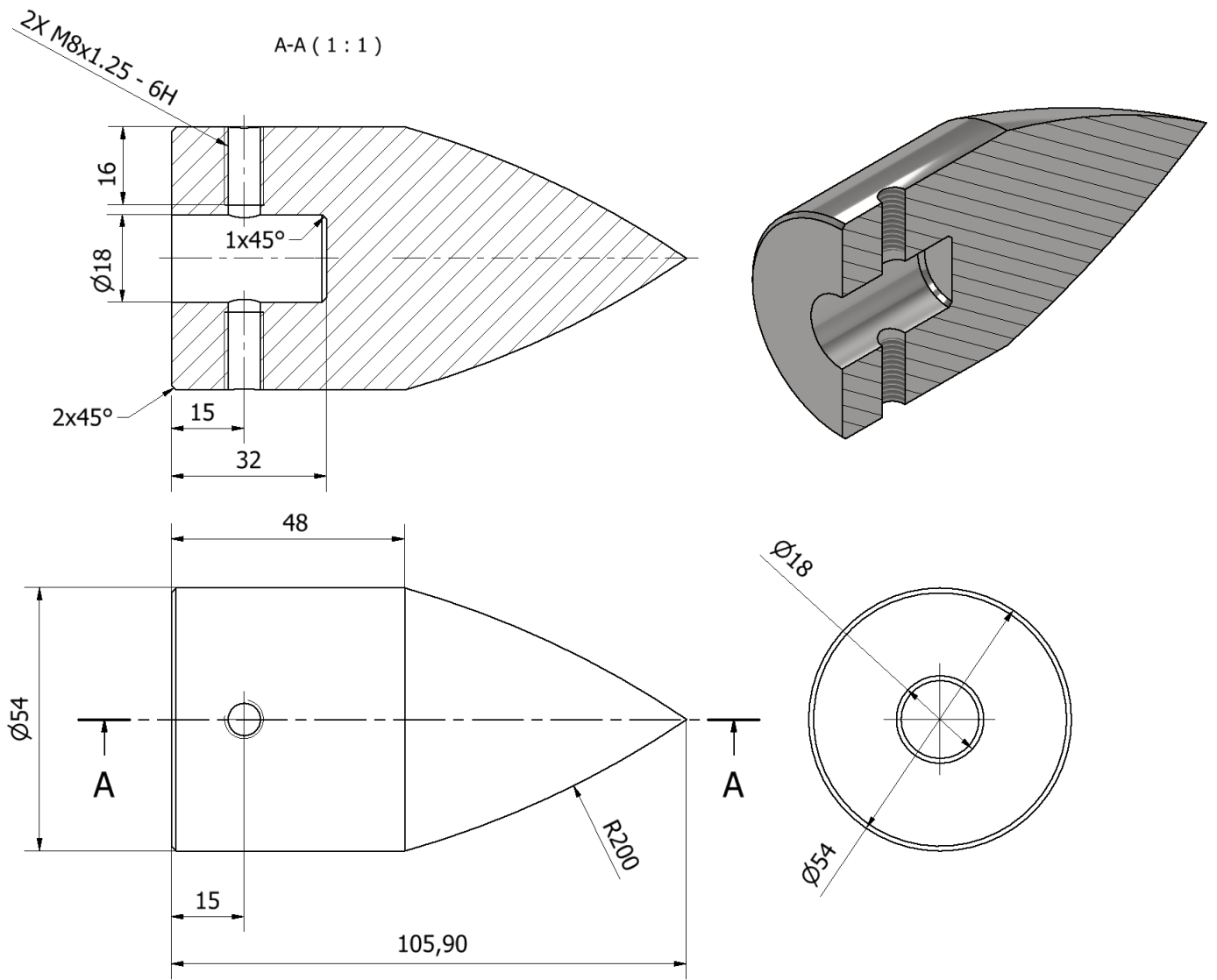
Il distributore è costituito da un condotto convergente provvisto di una bocca di efflusso (ugello o bocchello) che ha lo scopo di aumentare la velocità dell'acqua in uscita dalla condotta e di indirizzarla verso le pale della ruota Pelton.



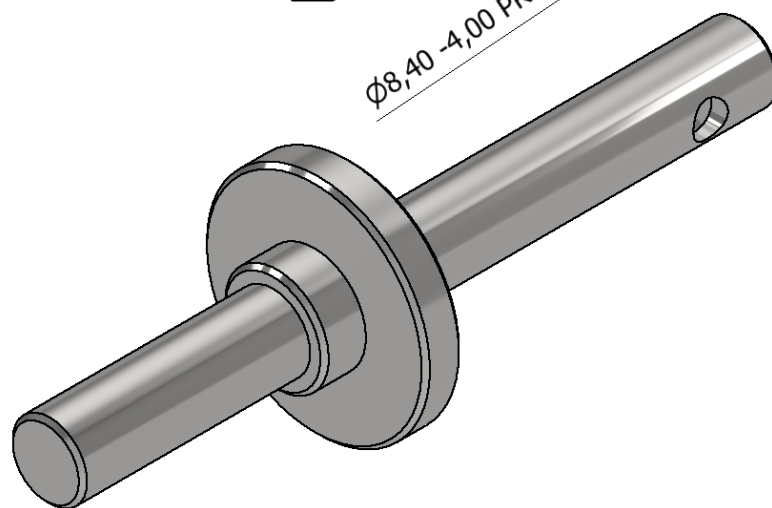
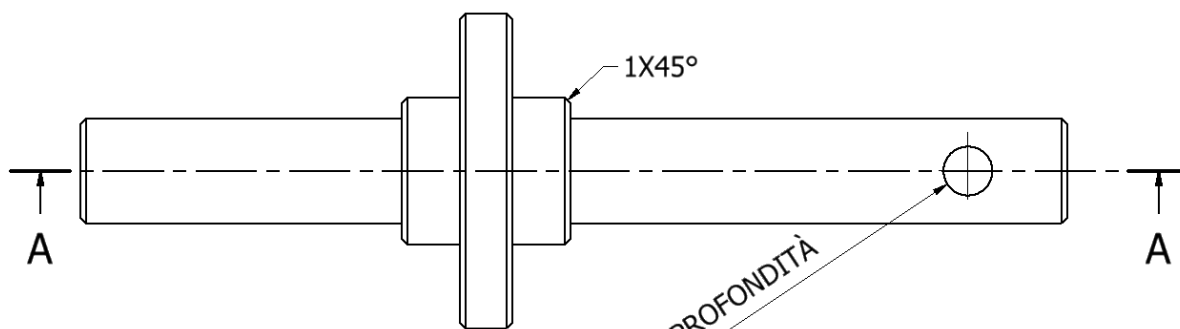
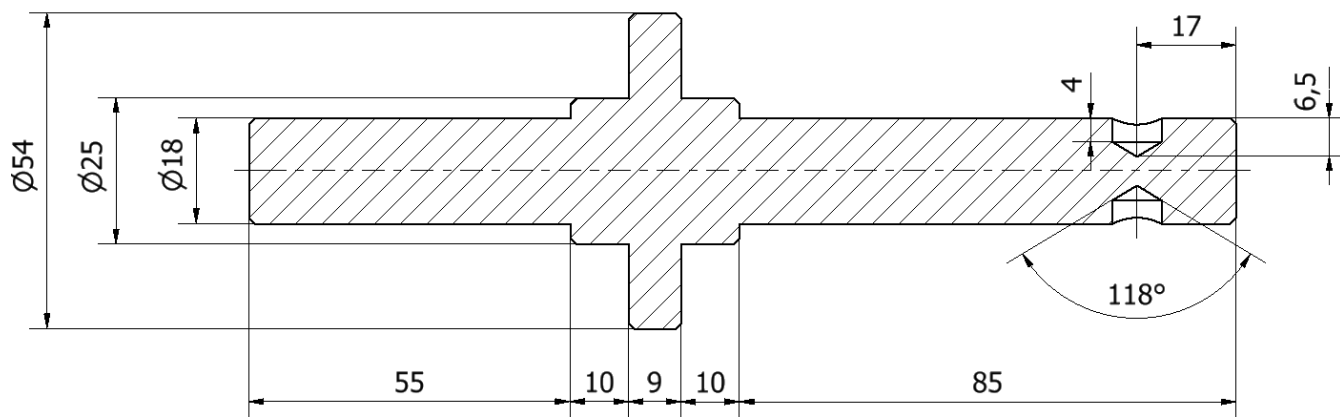


ELENCO PARTI		
ELEMENTO	QTÀ	NUMERO PARTE
1	1	Corpo curvo distributore
2	1	Corpo cilindrico distributore
3	1	Corpo centrale cilindro
4	1	Albero con pistone
5	1	Corpo curvo usurabile distributore
6	1	Corpo posteriore cilindro
7	1	Spina
8	1	Corpo anteriore cilindro

Progettato da admin	Controllato da	Approvato da	Data 31/01/2024
Assieme1-1			Edizione 1 / 1

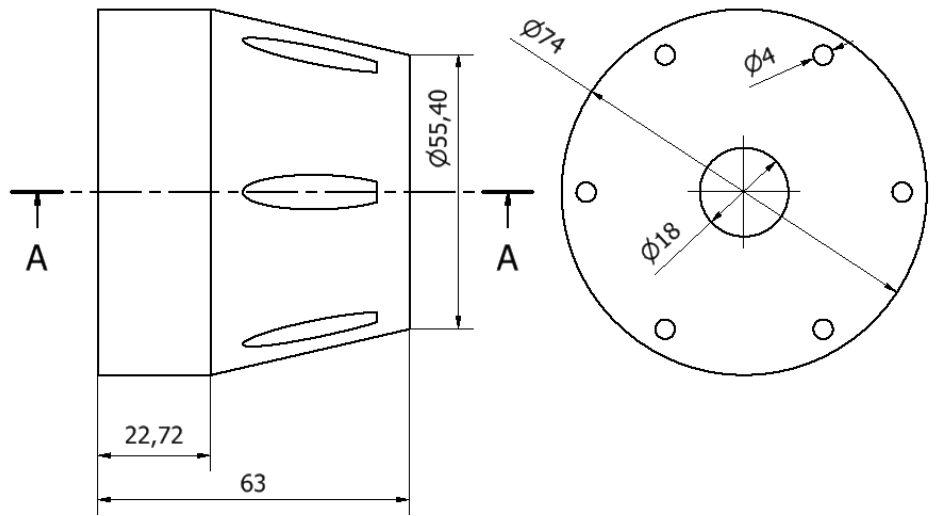
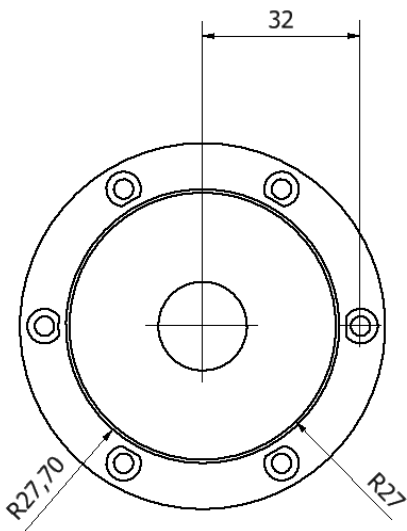
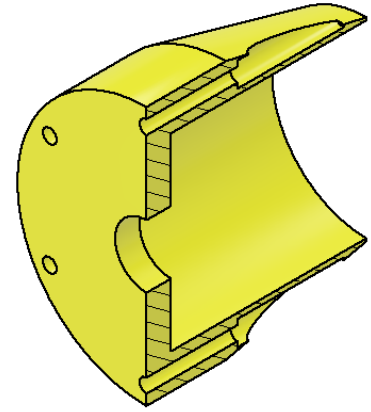
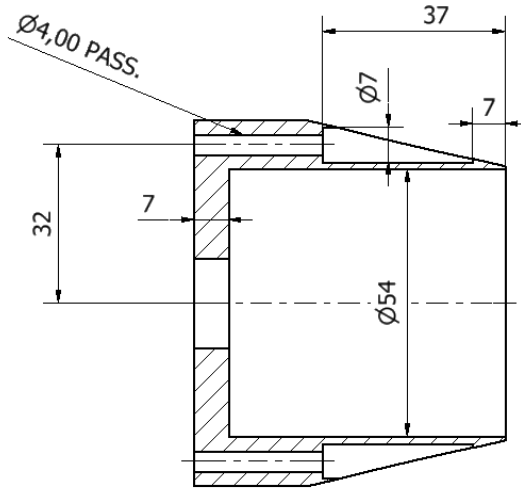


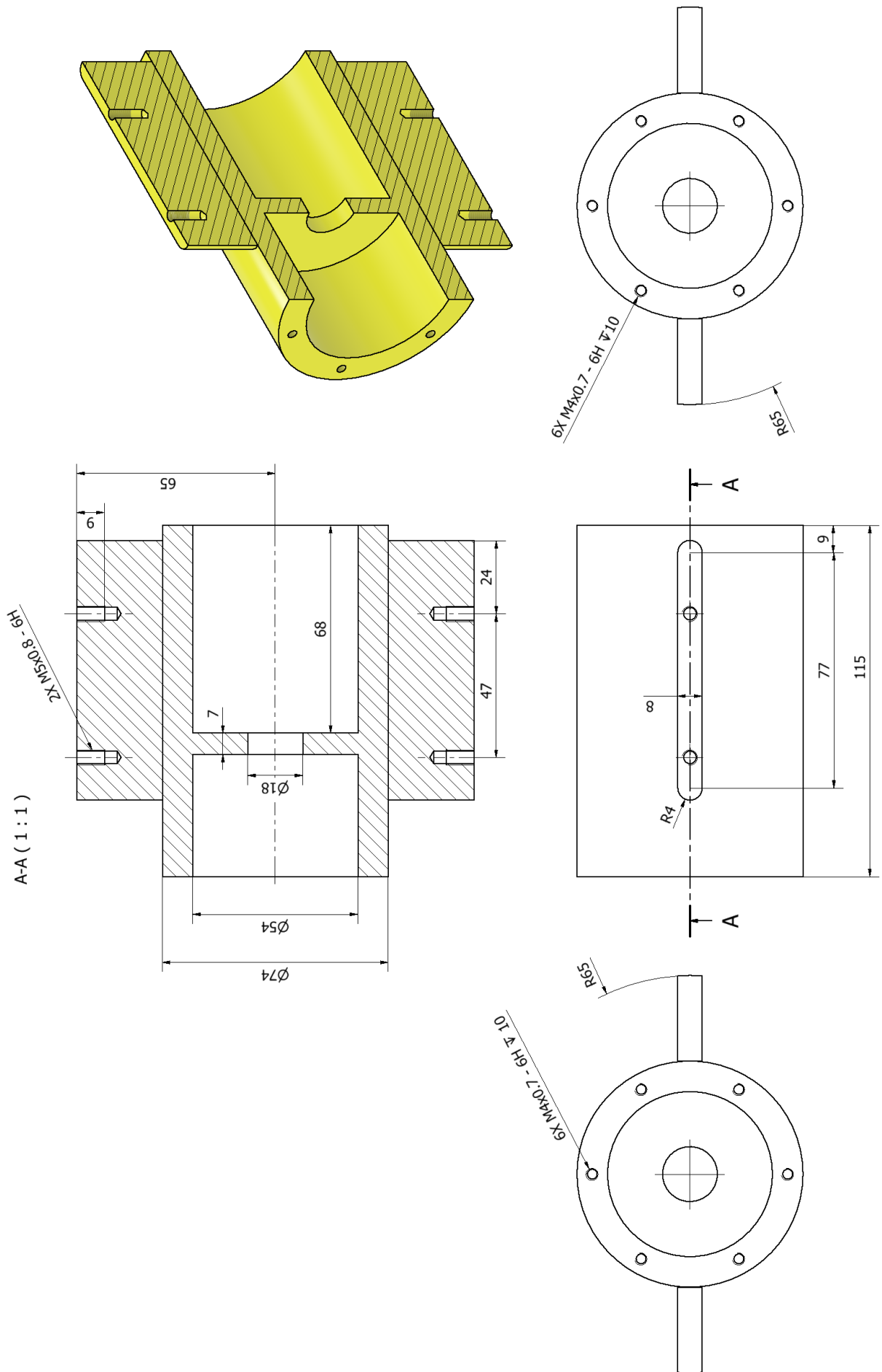
A-A (1 : 1)

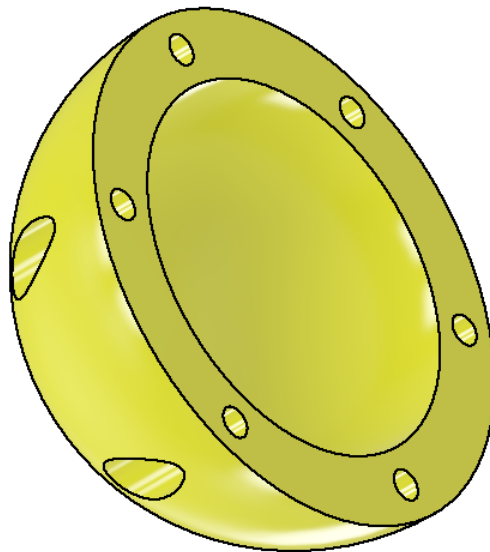
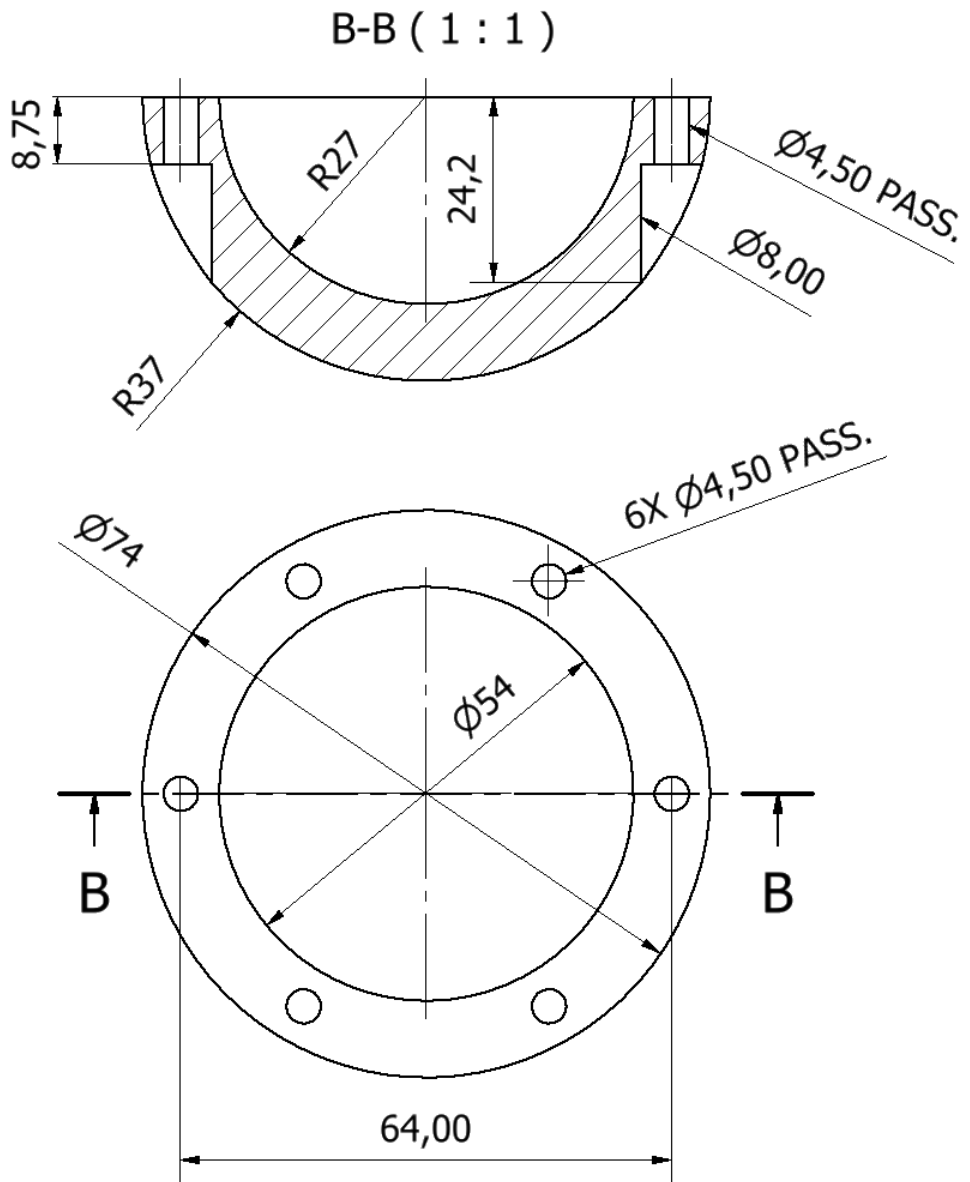


Ø8,40 -4,00 PROFONDITÀ

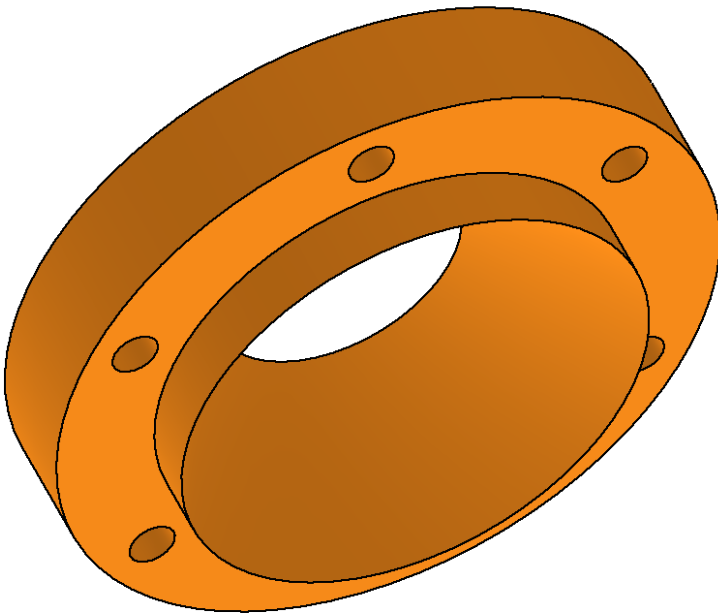
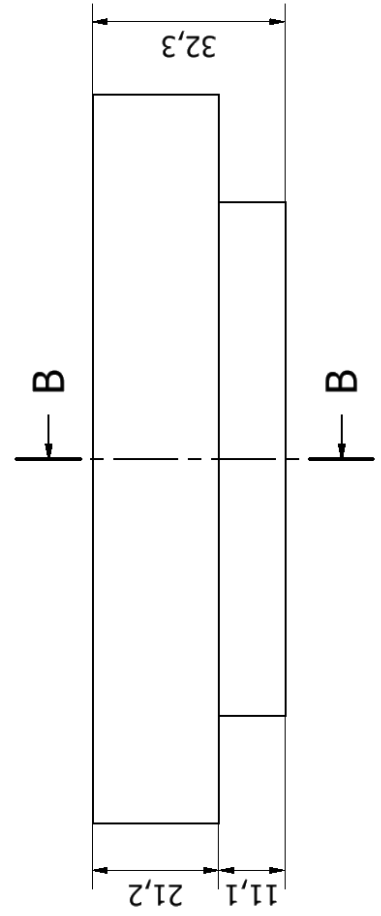
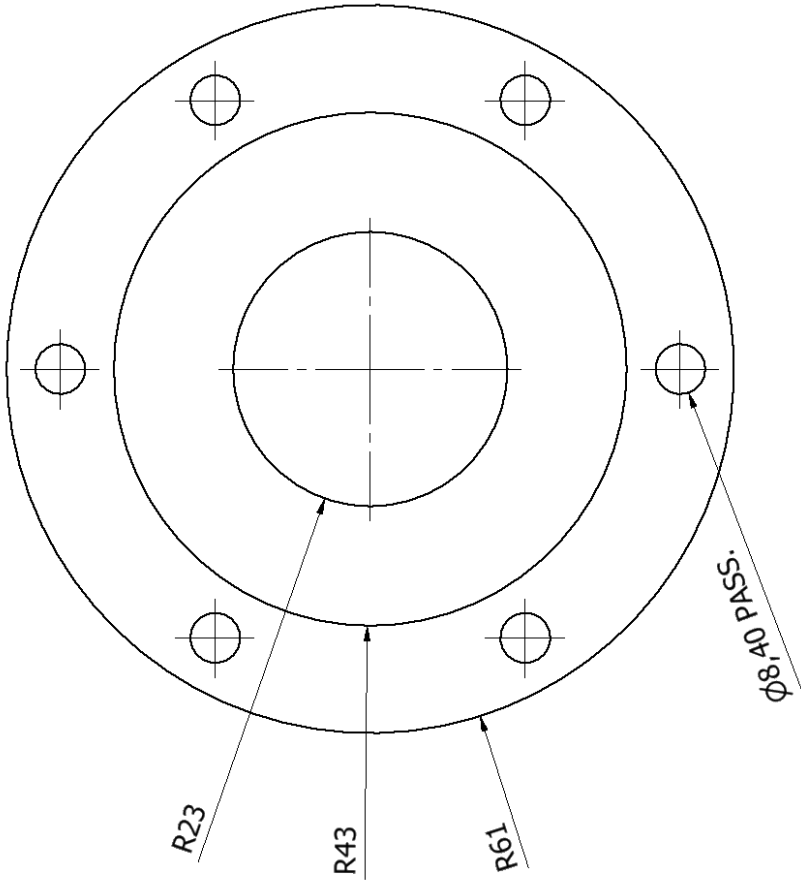
A-A (1 : 1)



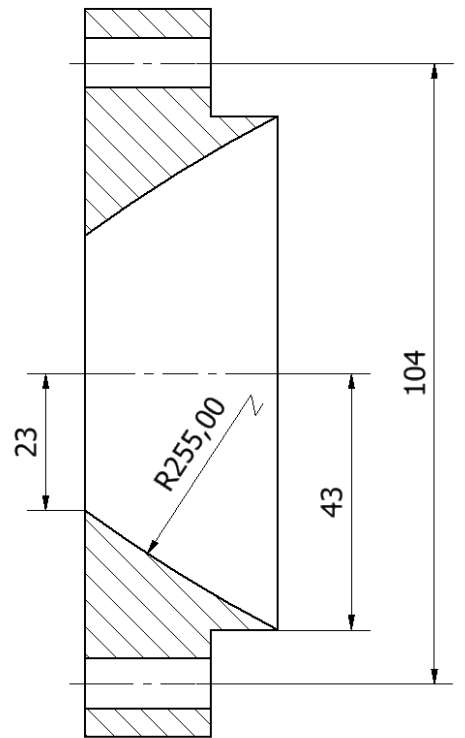




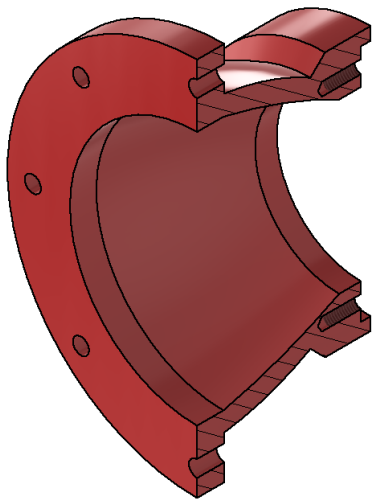
FLANGIA ANTERIORE 1 DISTRIBUTORE



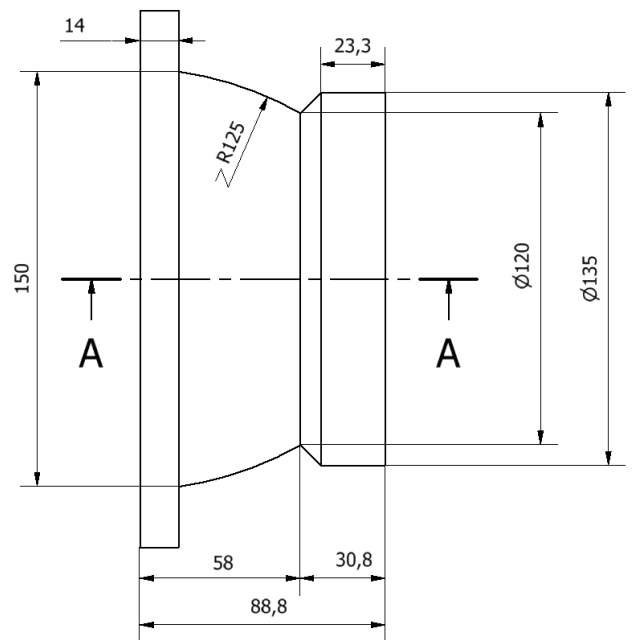
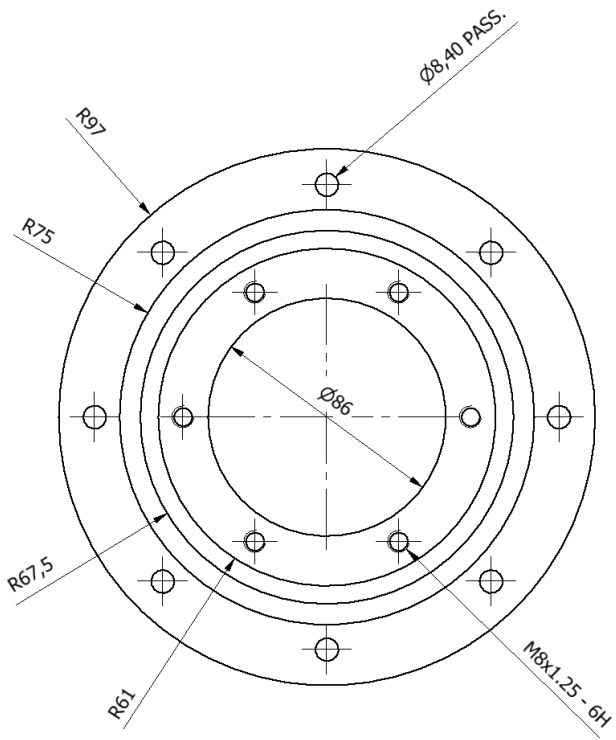
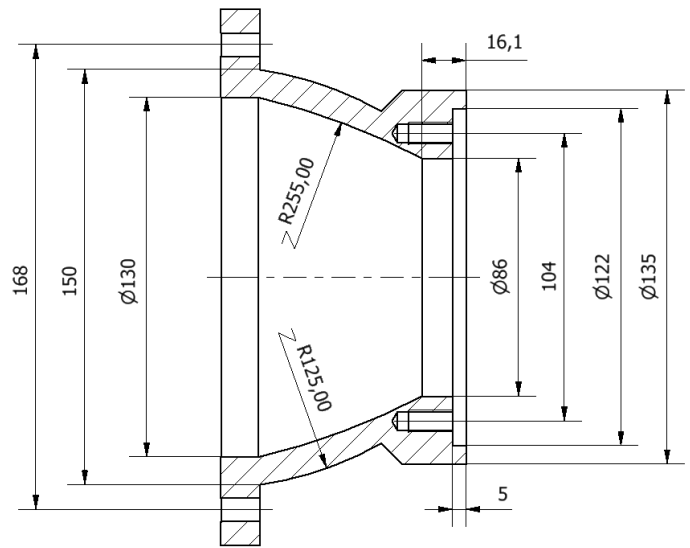
B-B (1:1)



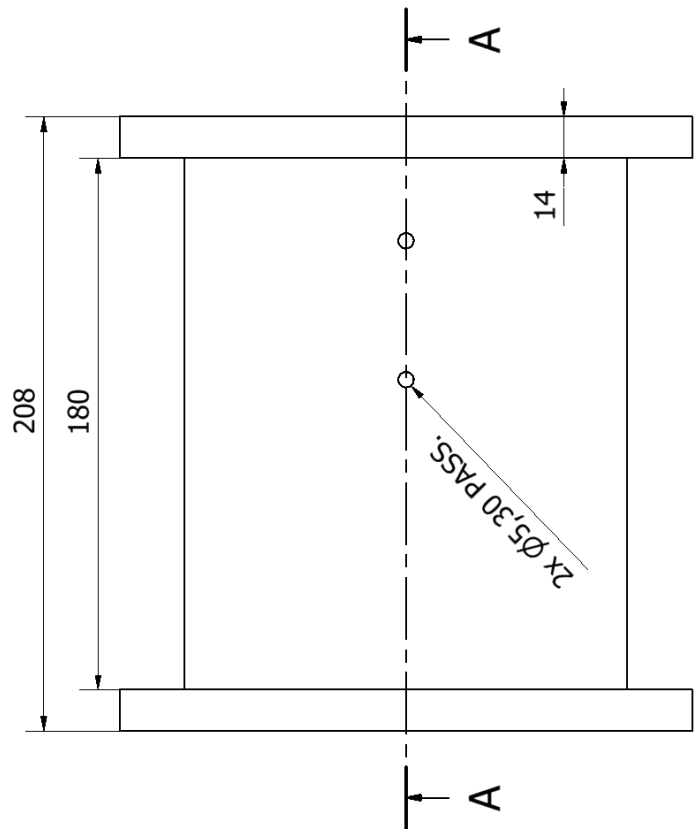
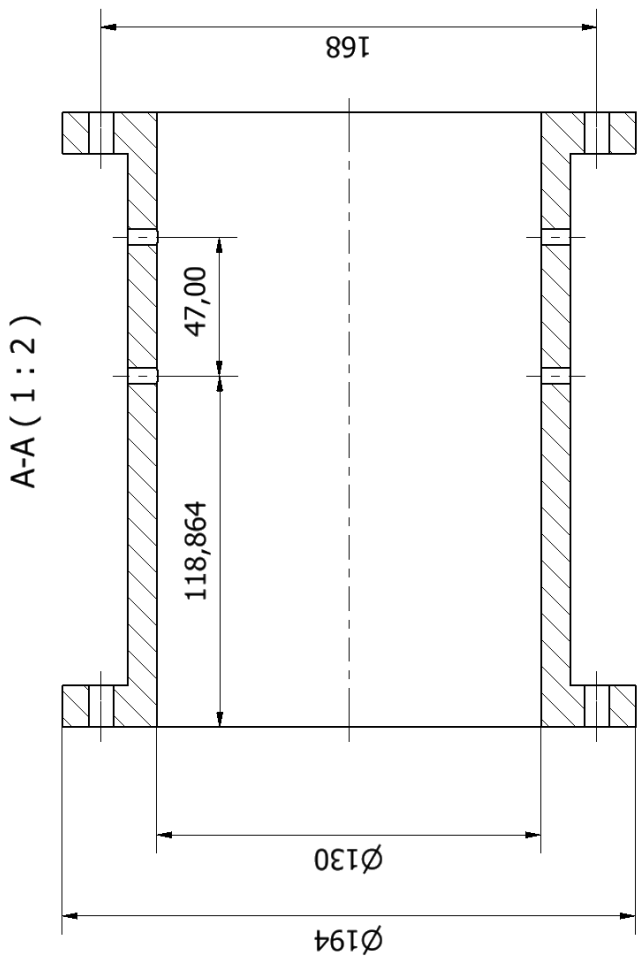
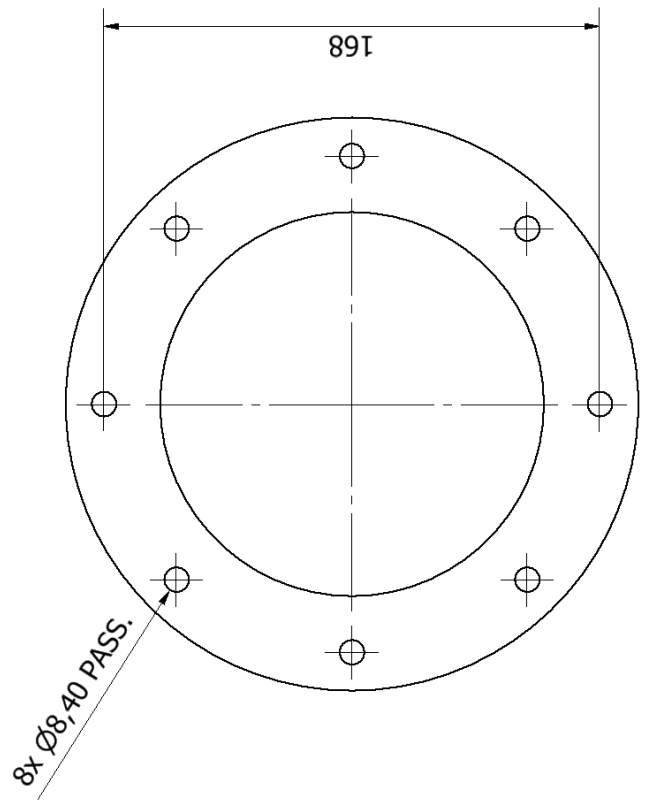
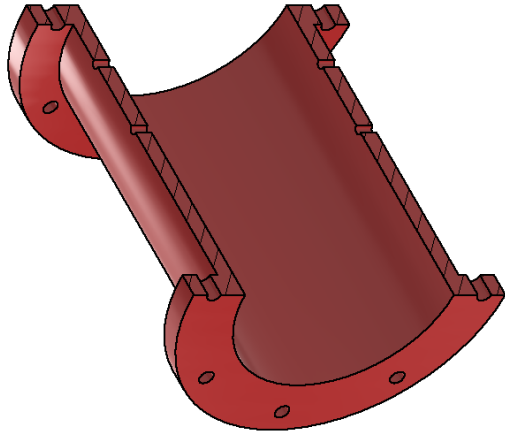
FLANGIA ANTERIORE 2 DISTRIBUTORE



A-A (1:2)

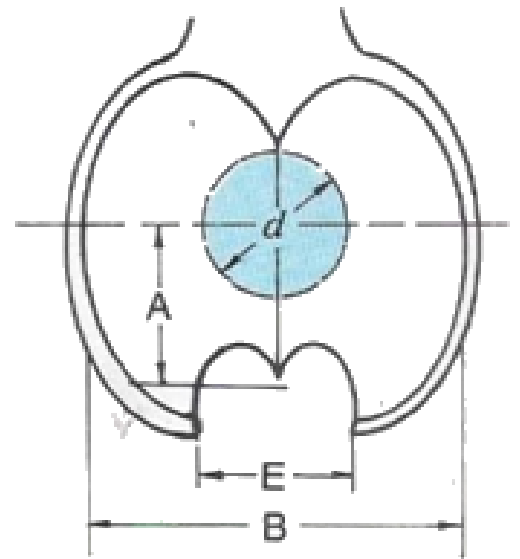
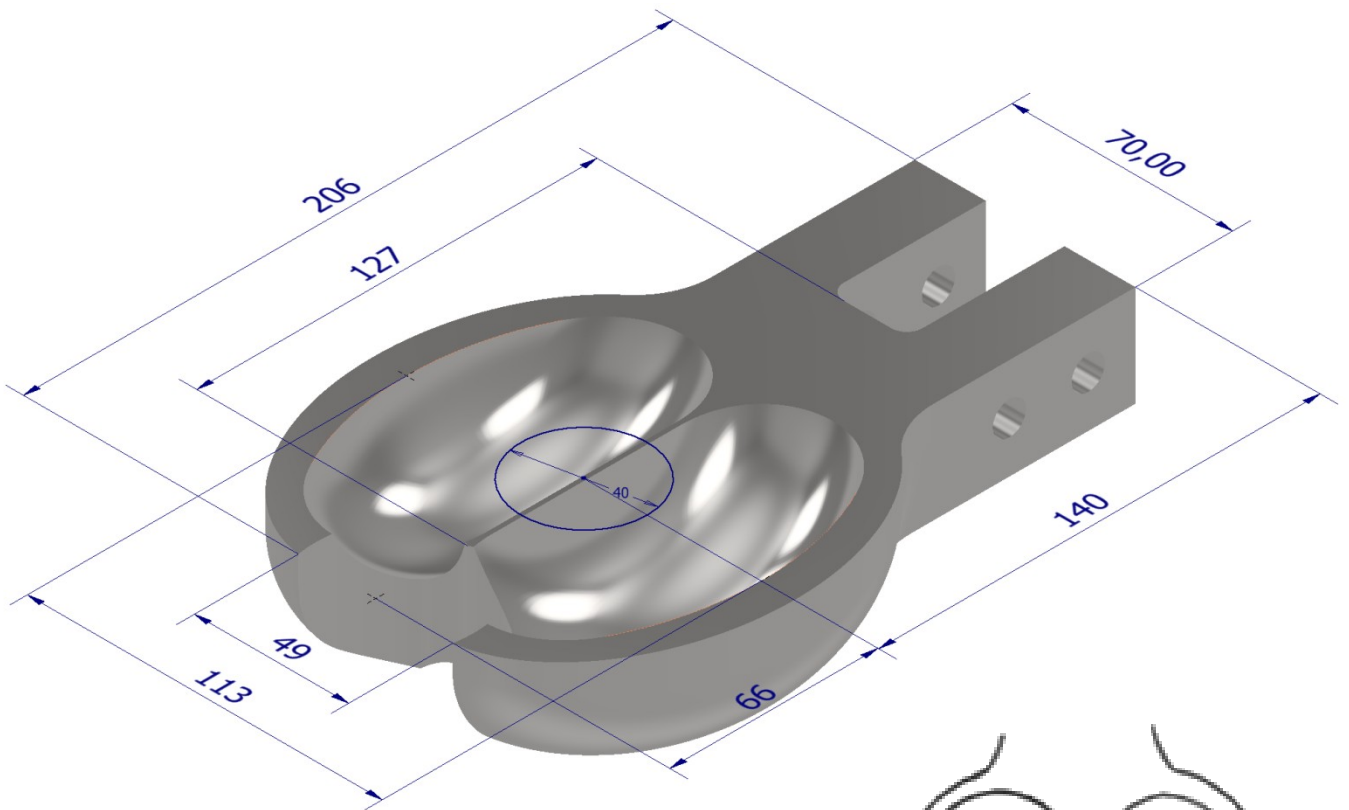


CORPO DEL DISTRIBUTORE

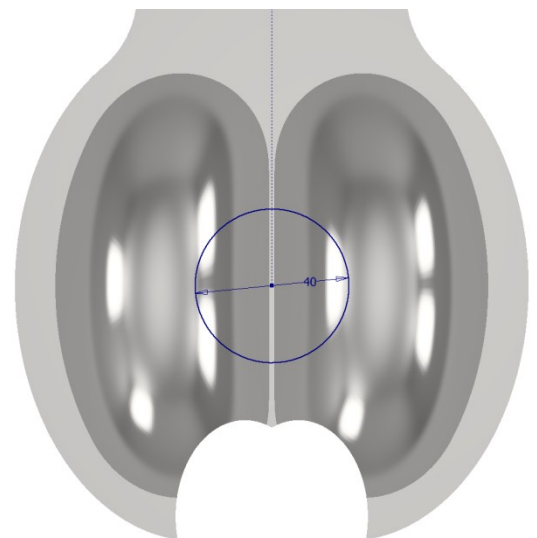
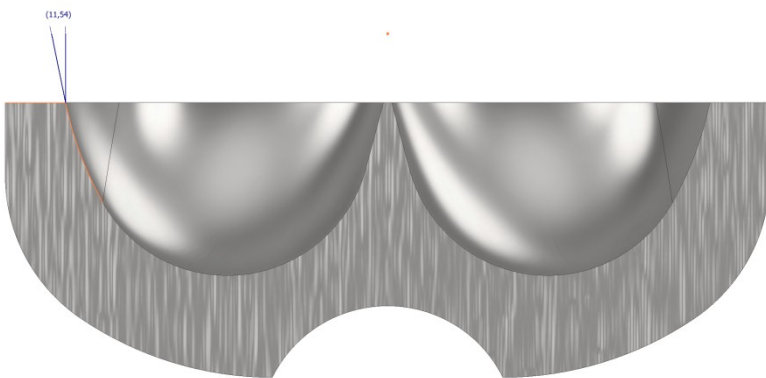


PALA PELTON

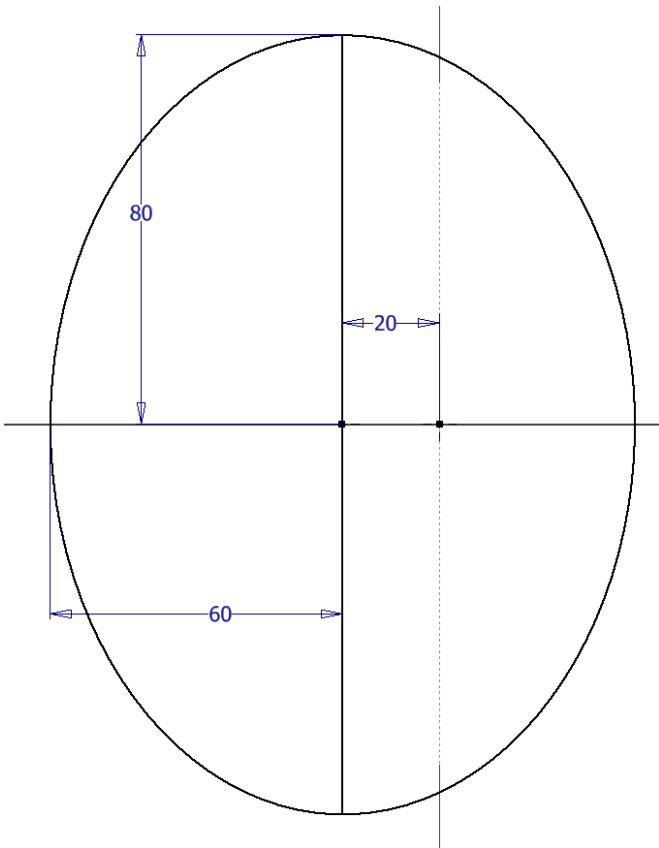
Diametro del getto $d=40\text{mm}$.



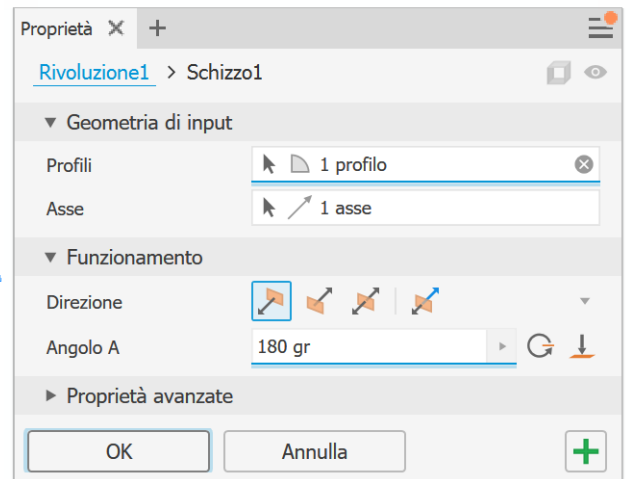
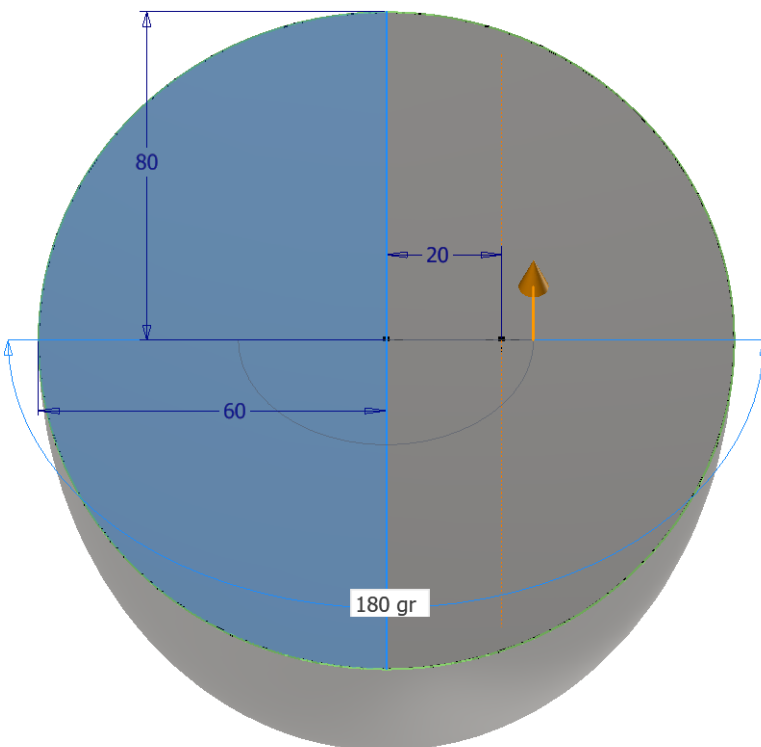
Angolo di scarico circa 12°



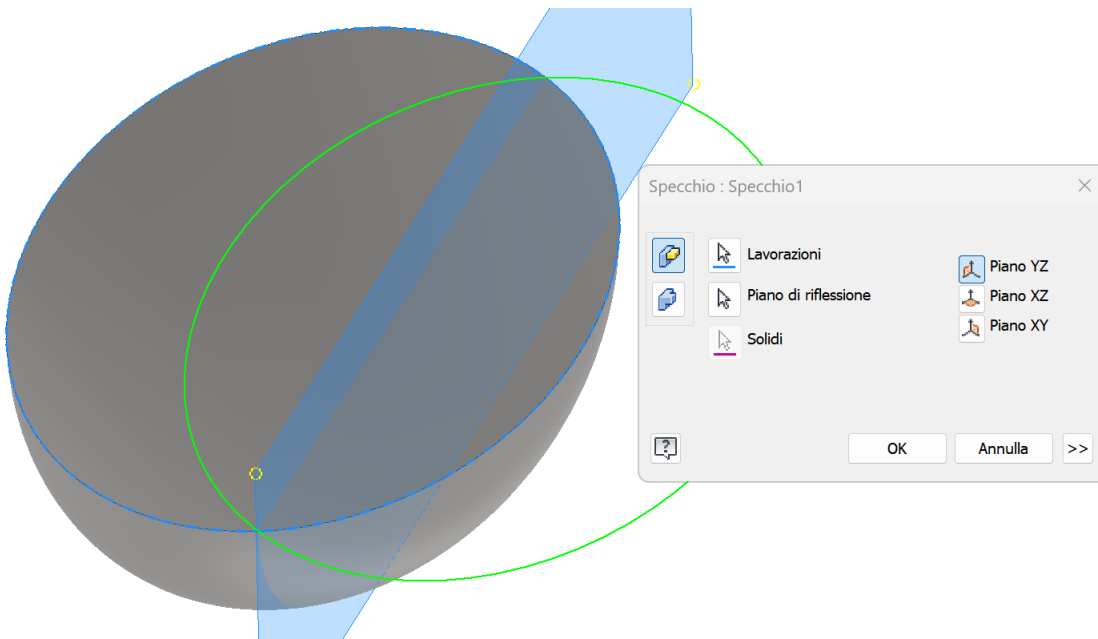
Schizzo ellisse sul piano .



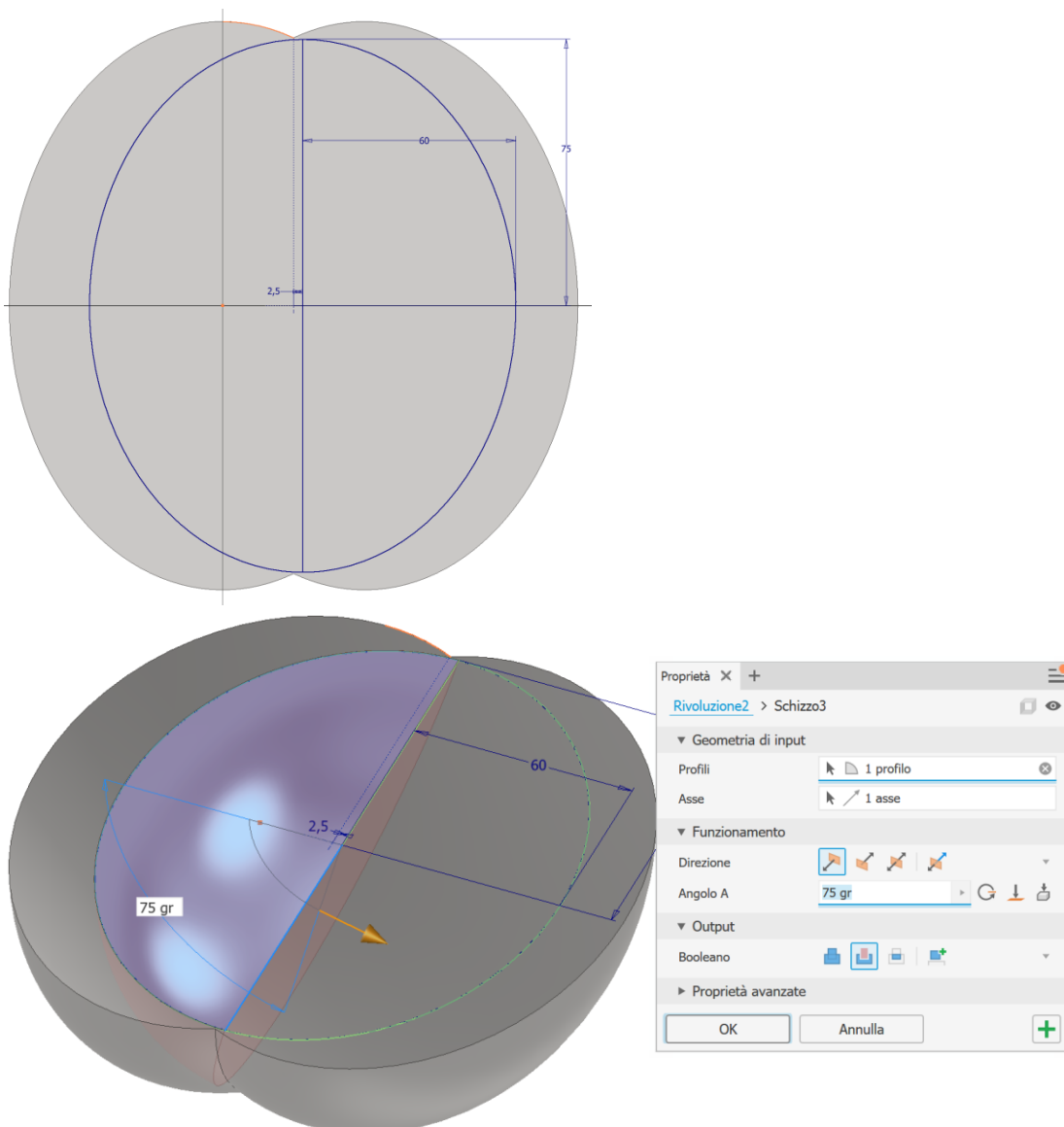
Rivoluzione rispetto all'asse dell'ellisse.



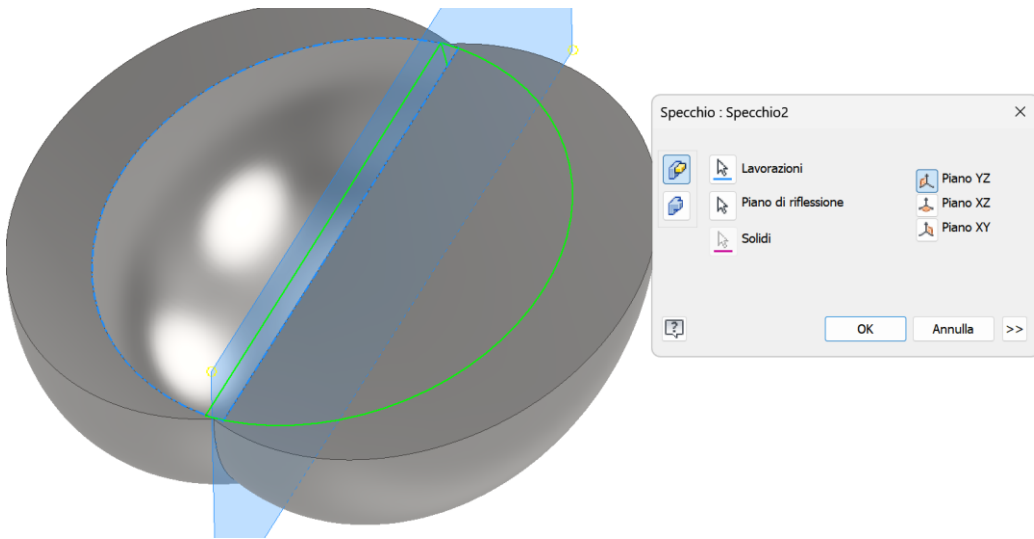
Specchio del solido rispetto al piano di simmetria verticale



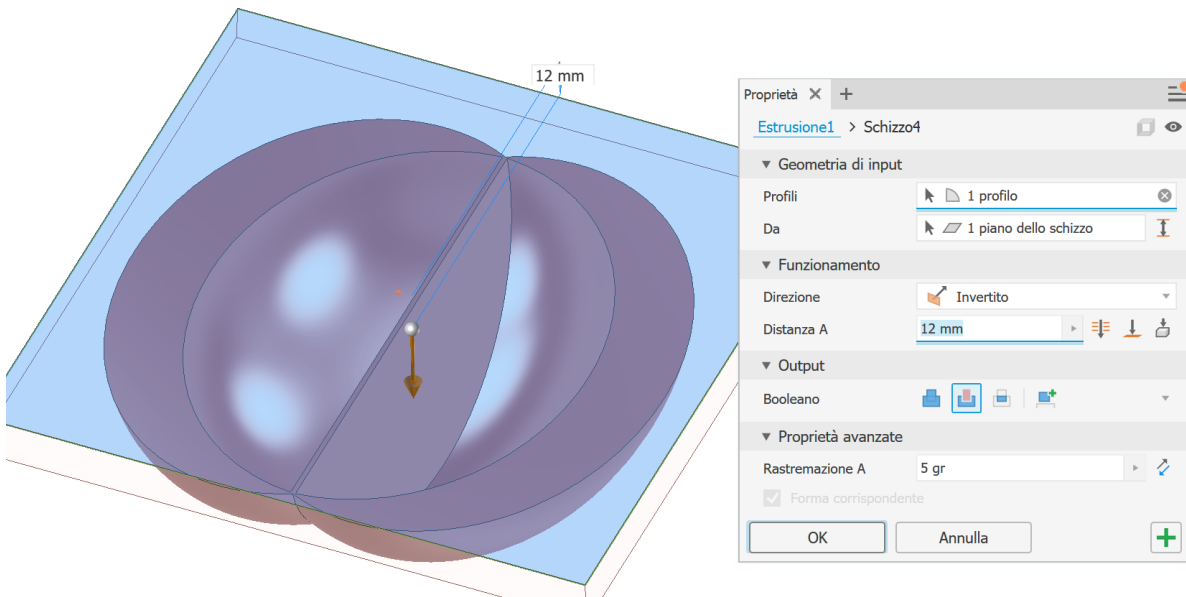
Schizzo ellisse sulla faccia principale del solido e rivoluzione in taglio di 75° rispetto all'asse



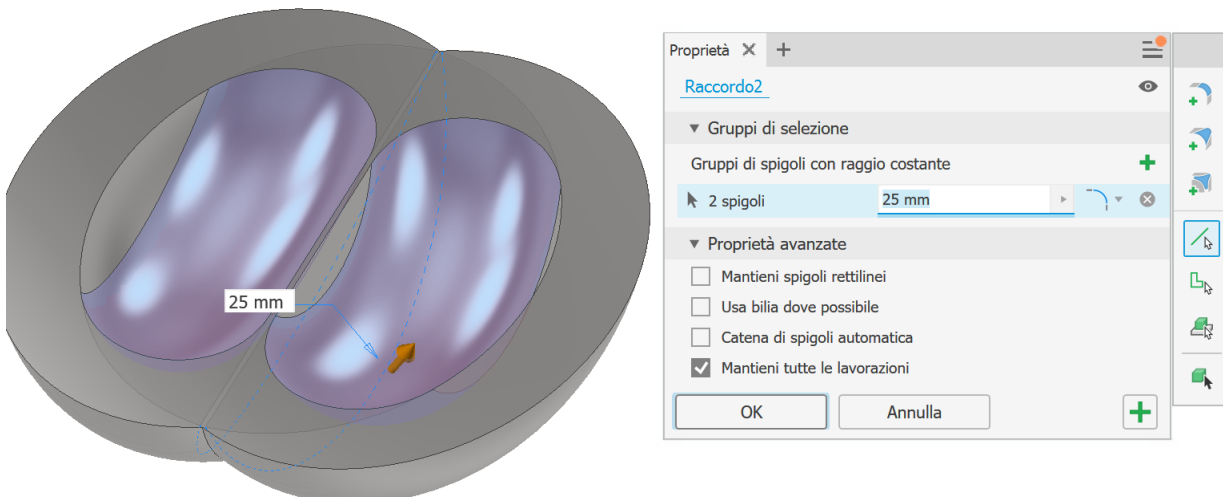
Specchio rispetto al piano di simmetria dell'ultima lavorazione.



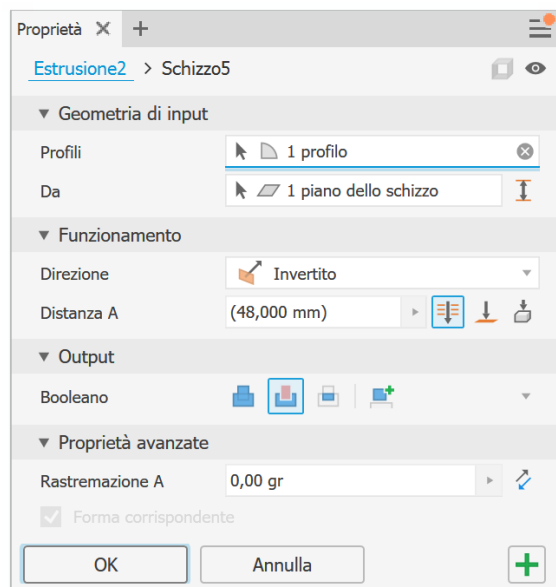
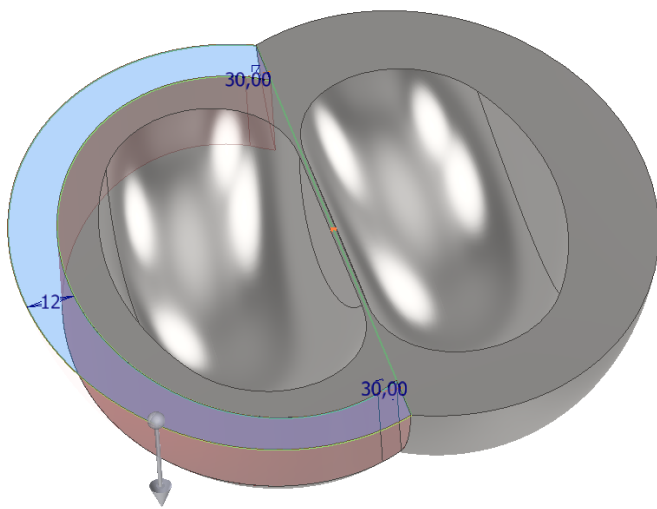
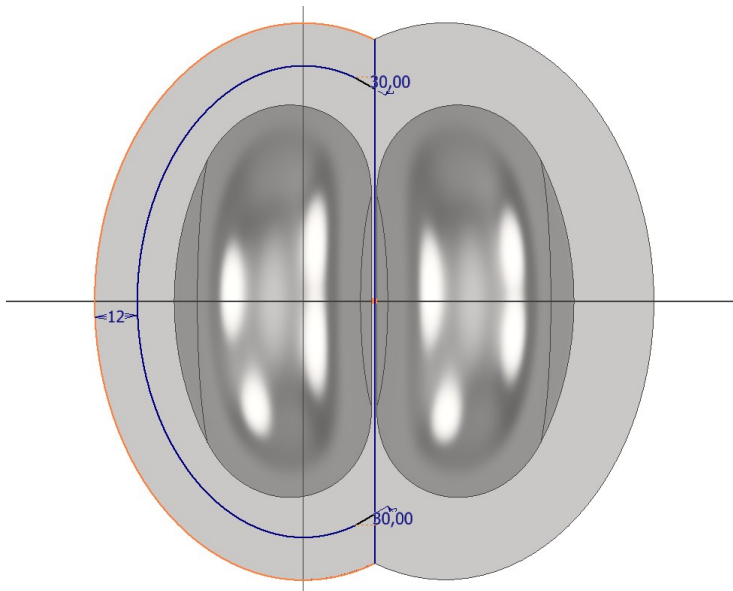
Ora dobbiamo ridurre l'altezza del solido a partire dalla faccia superiore di 12mm tramite una estrusione.



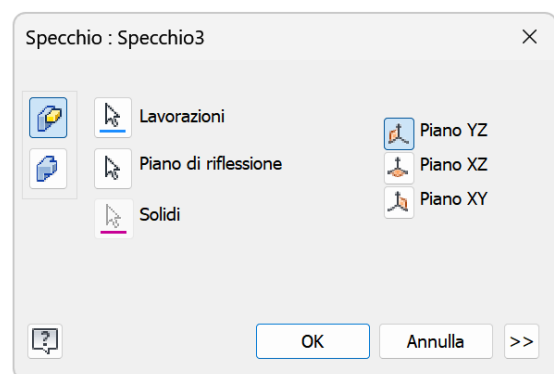
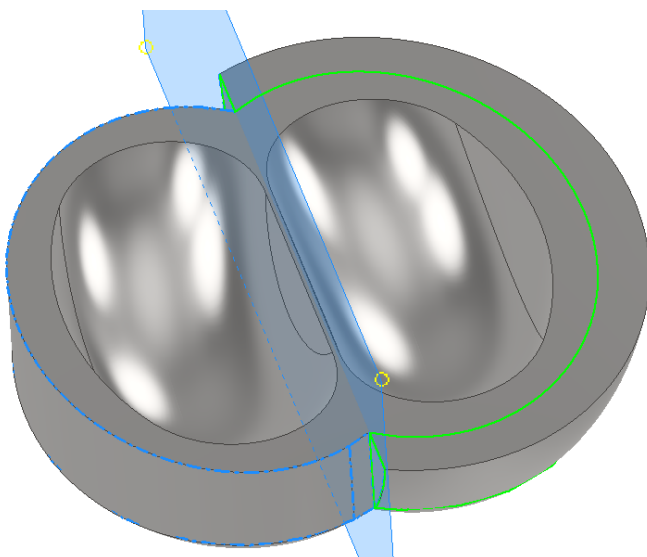
Raccordiamo gli spigoli interni



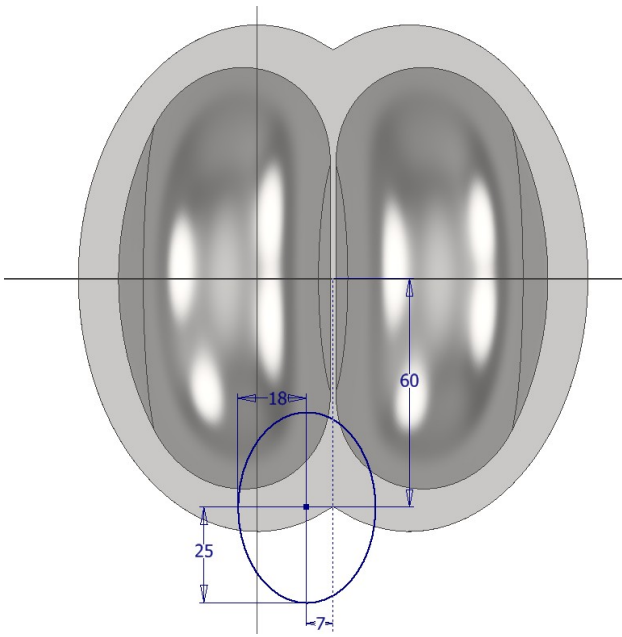
Schizzo sulla faccia superiore ed estrusione in taglio per alleggerire la pala.



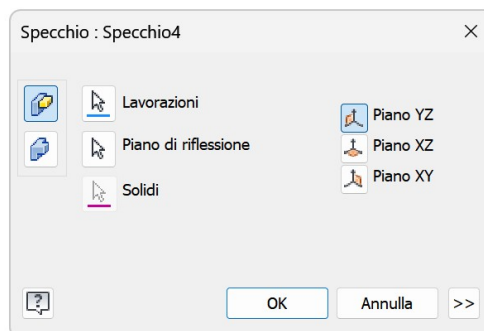
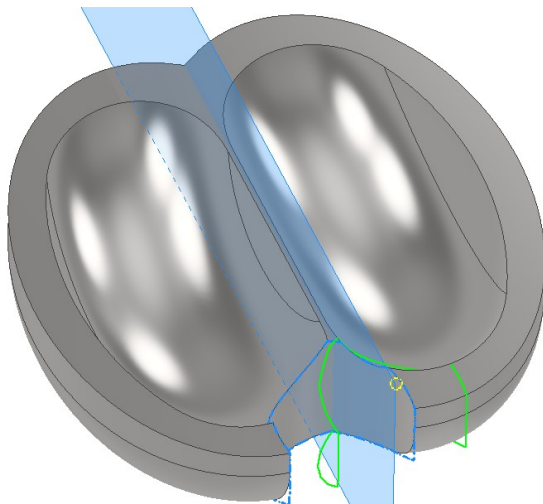
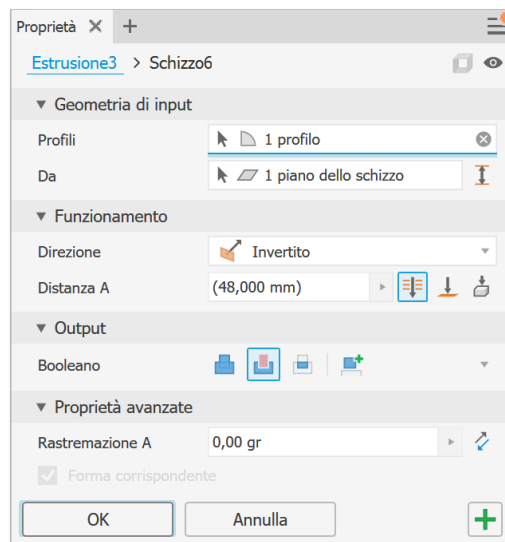
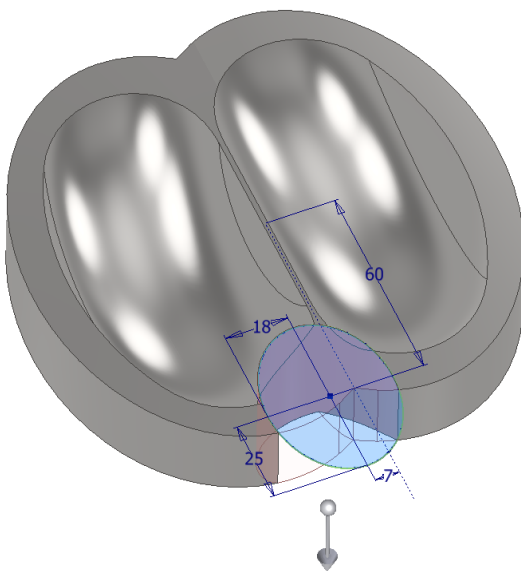
Specchio della lavorazione rispetto al piano di simmetria.



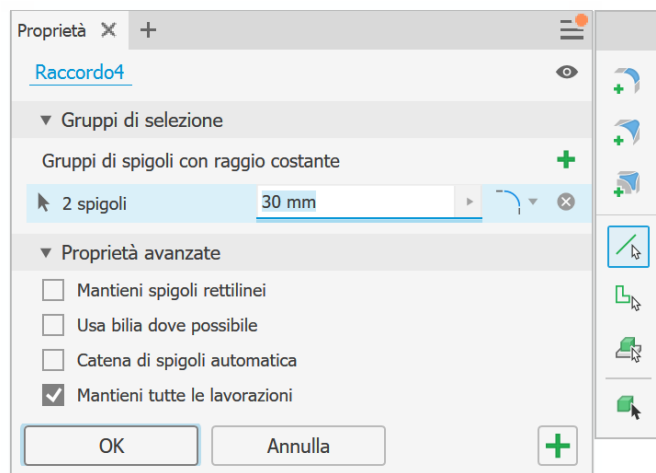
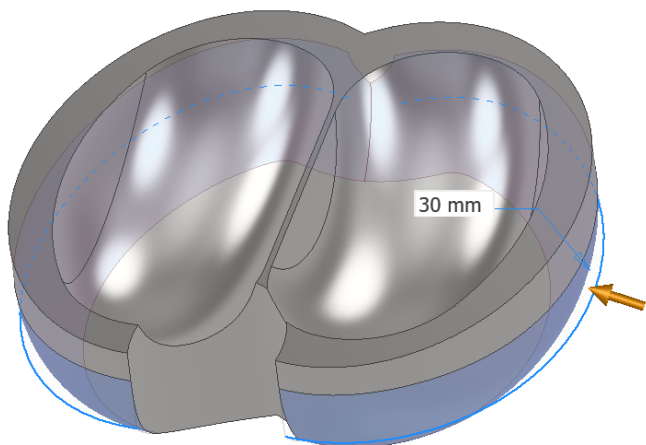
Schizzo sulla faccia superiore per creare la via di fuga in testa alla pala.



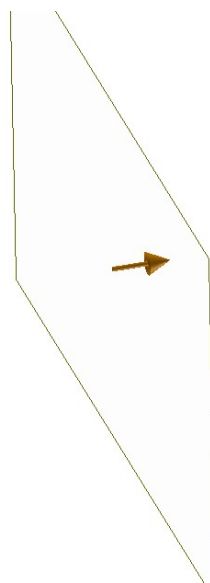
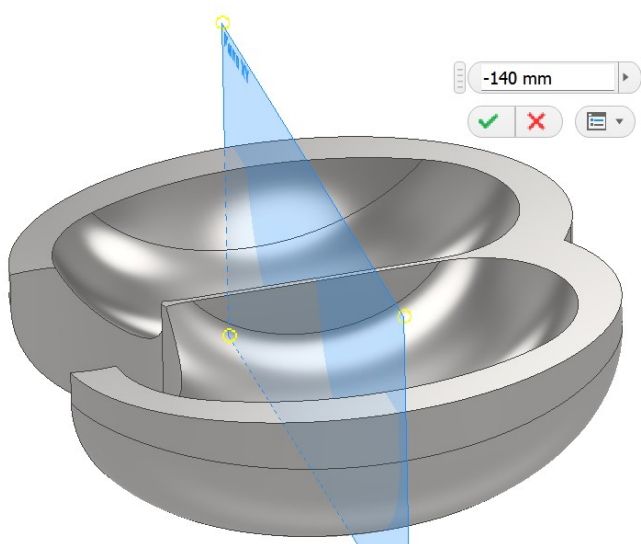
Estrusione in taglio e specchio della lavorazione.



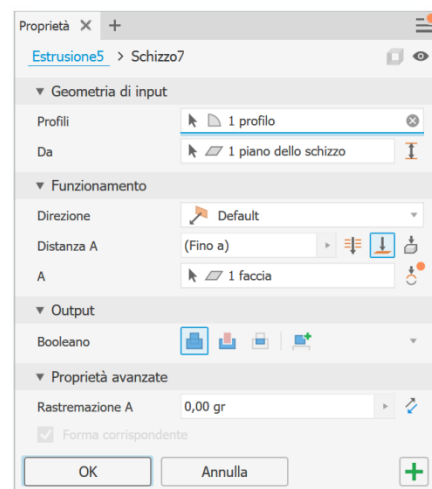
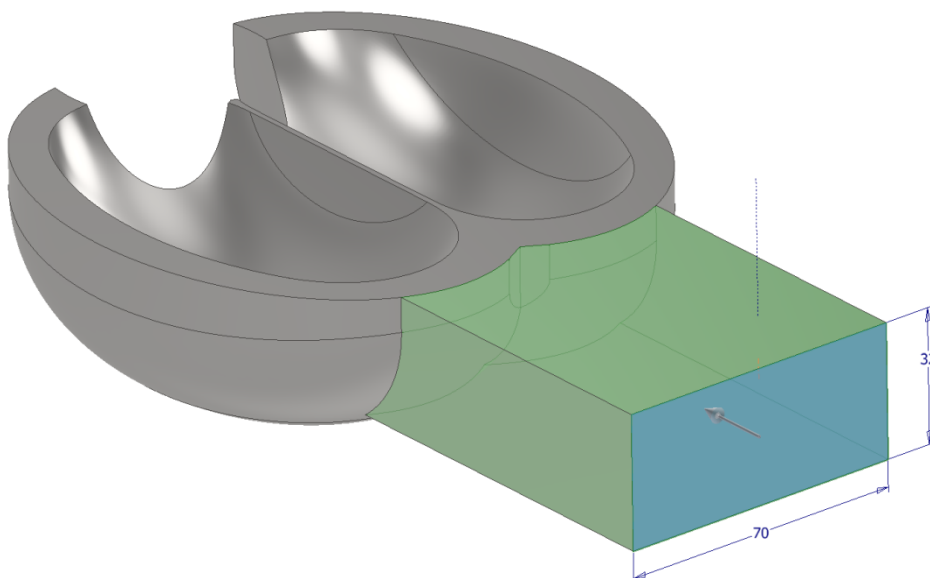
Raccordo laterale



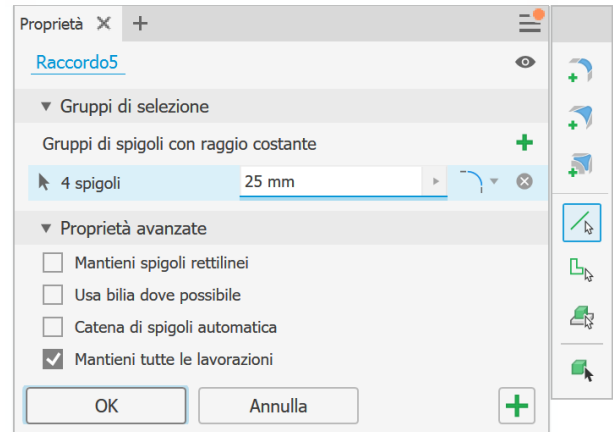
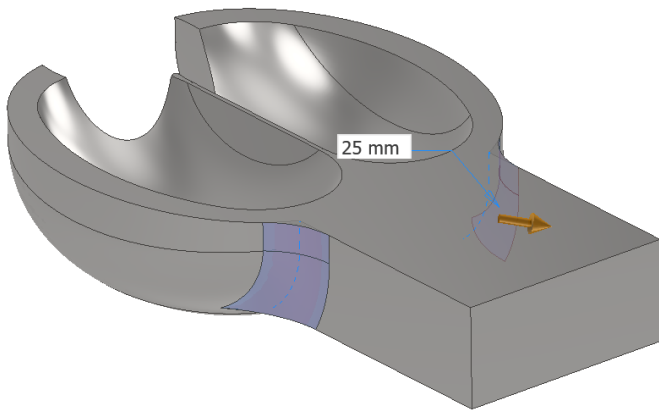
Creazione di un piano di lavoro rispetto all'origine.



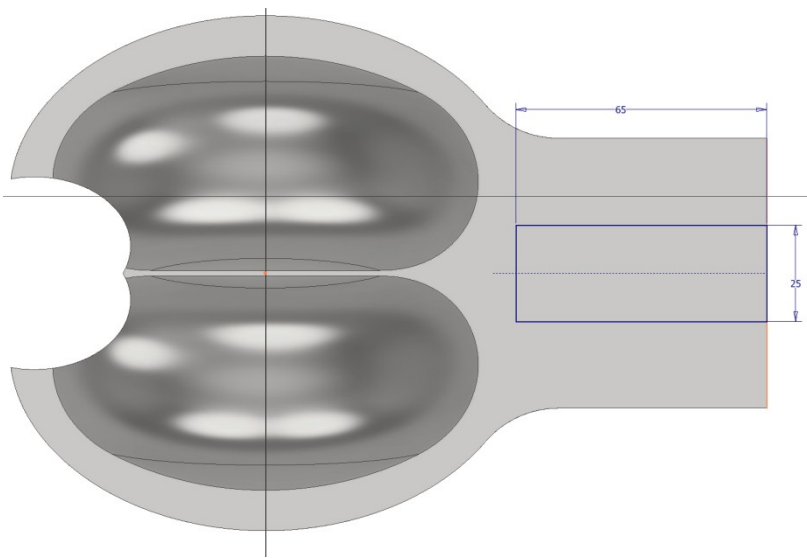
Schizzo del gambo della pala sul piano e successiva estrusione.



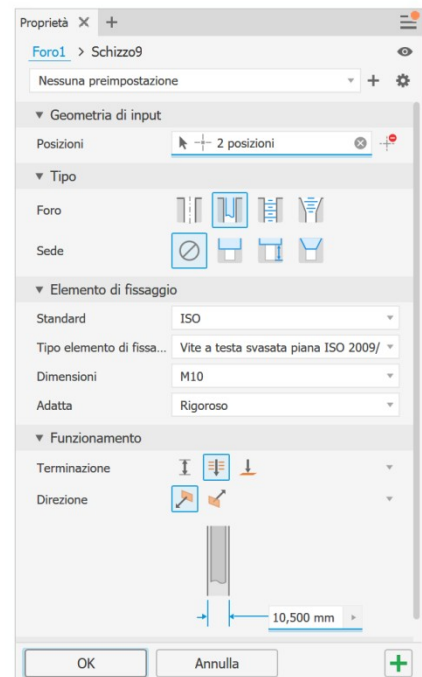
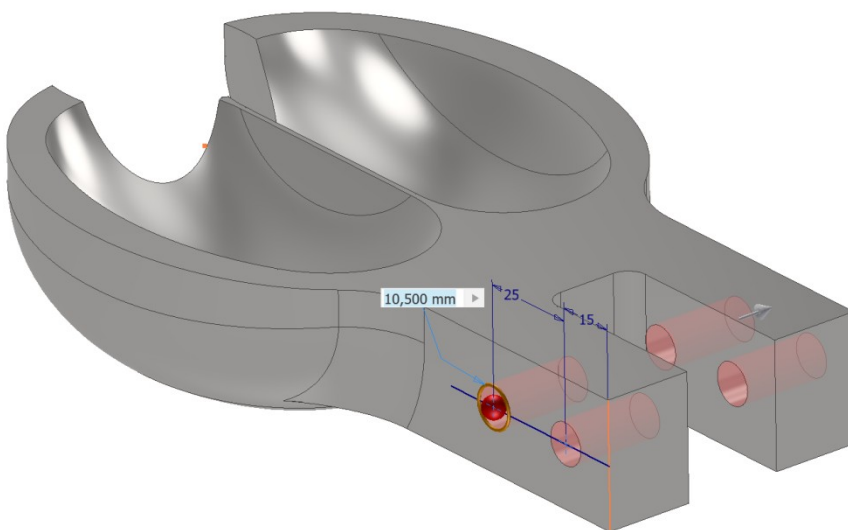
Raccordo gambo pala



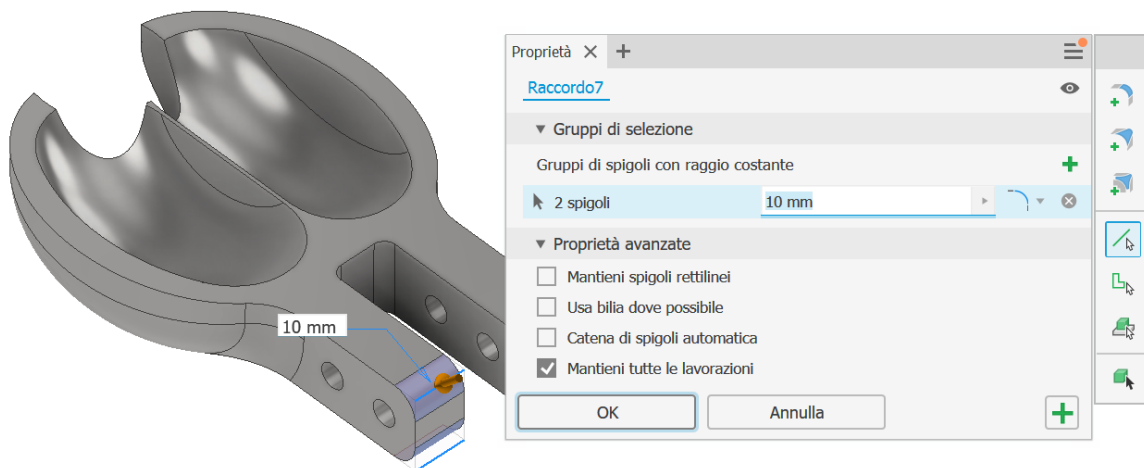
Schizzo gola sulla faccia superiore del gambo pala e successiva estrusione.



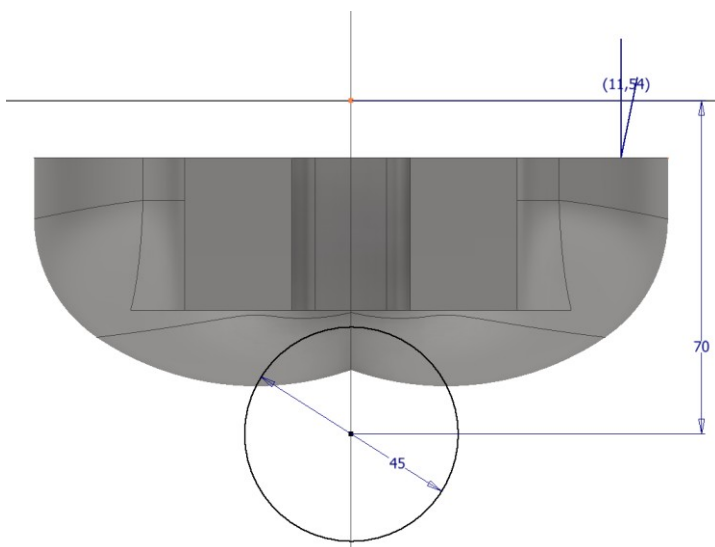
Sedi per bulloni di serraggio sulla ruota Pelton.



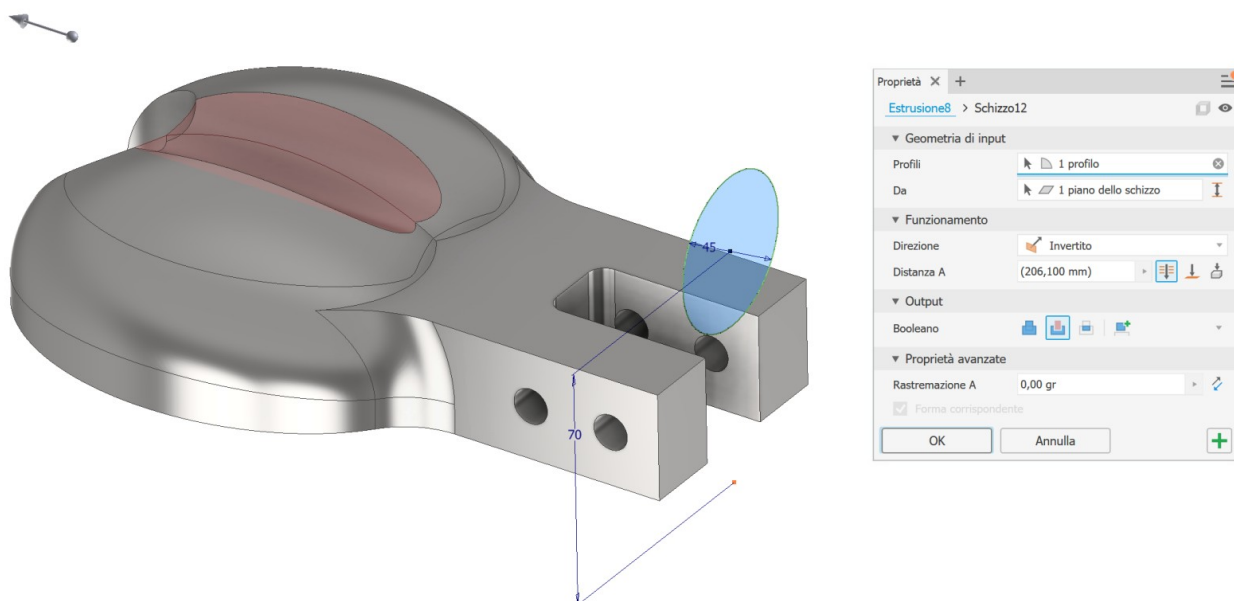
Raccordi.

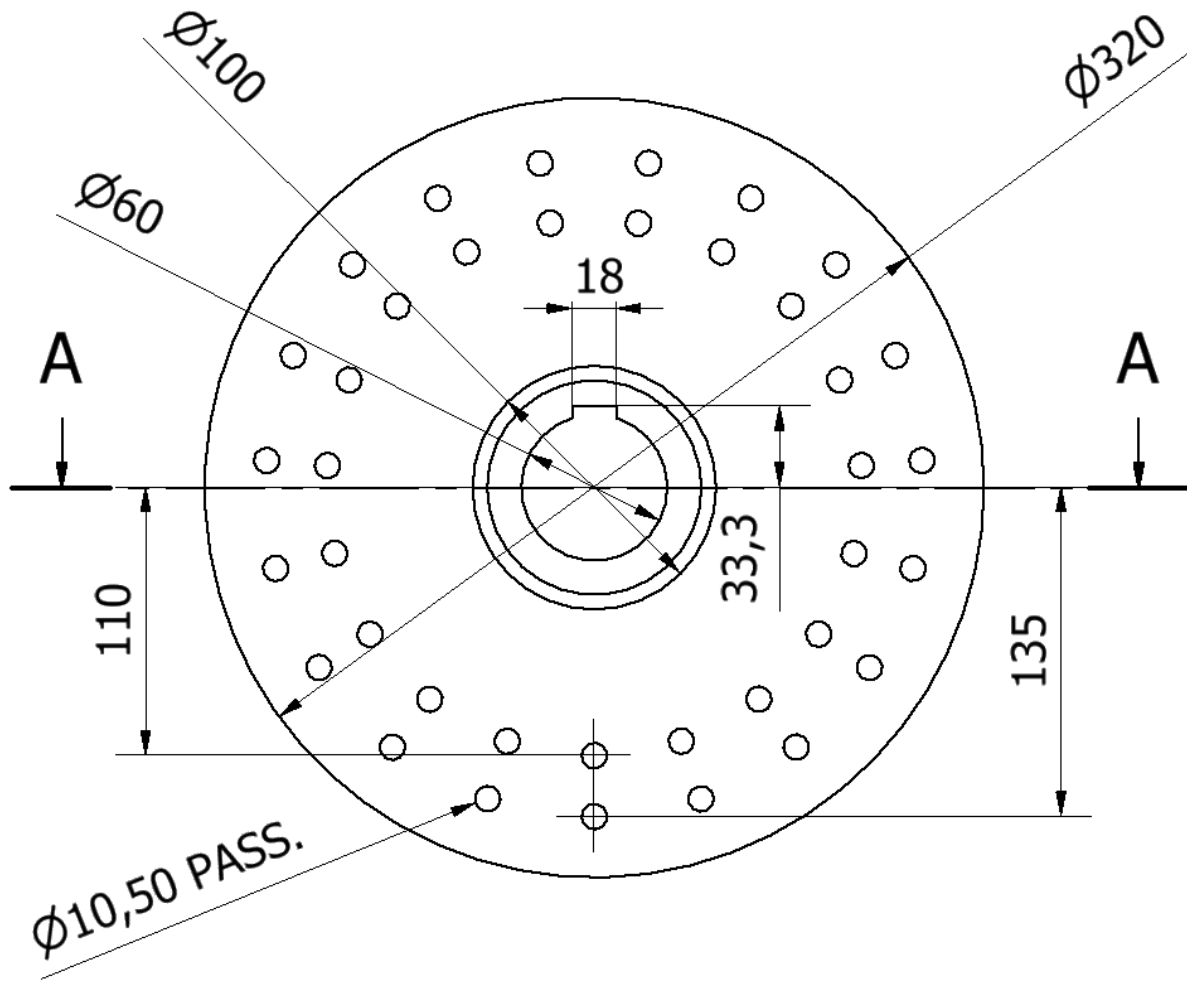


Alleggerimento della parte inferiore della pala.

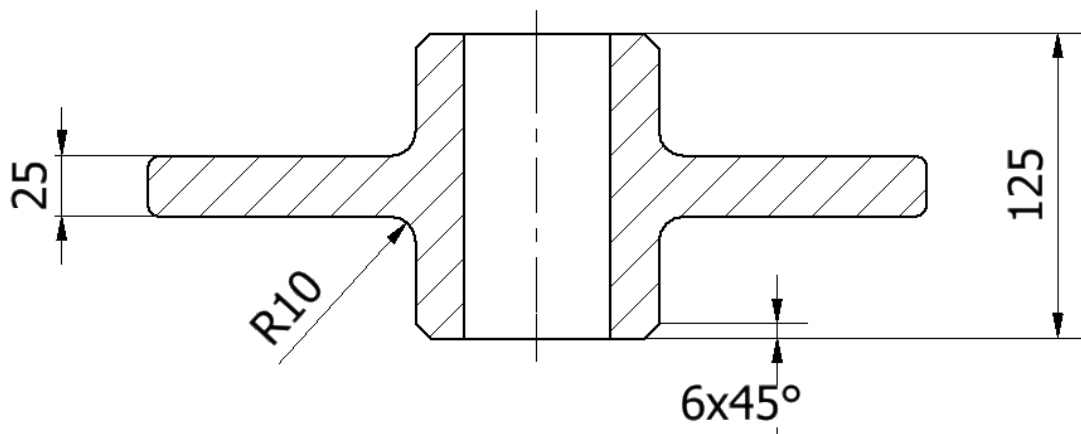


Estrusione in taglio.

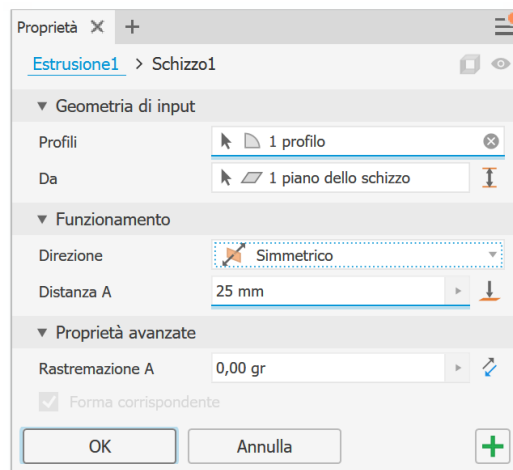
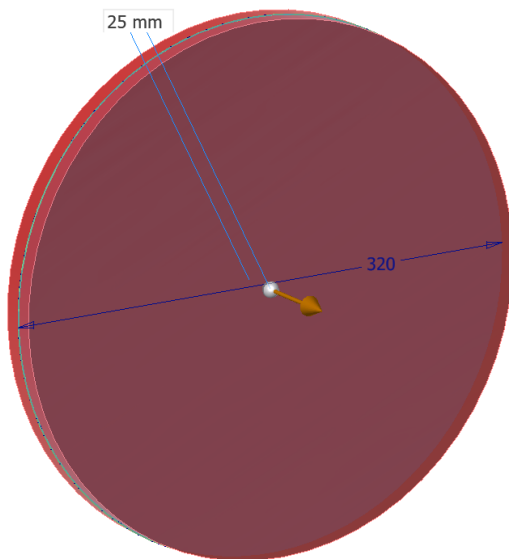
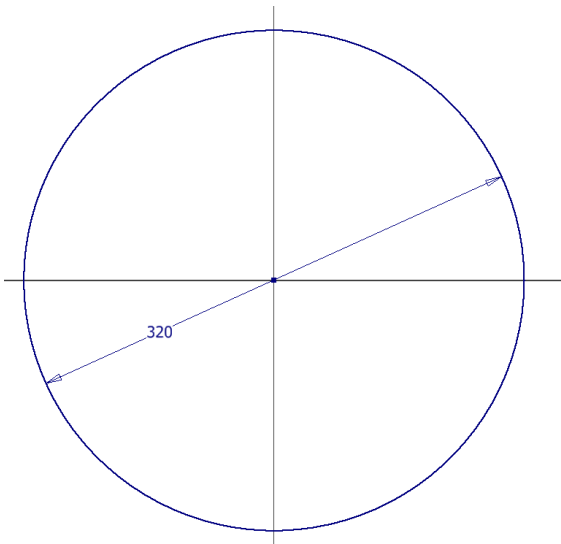




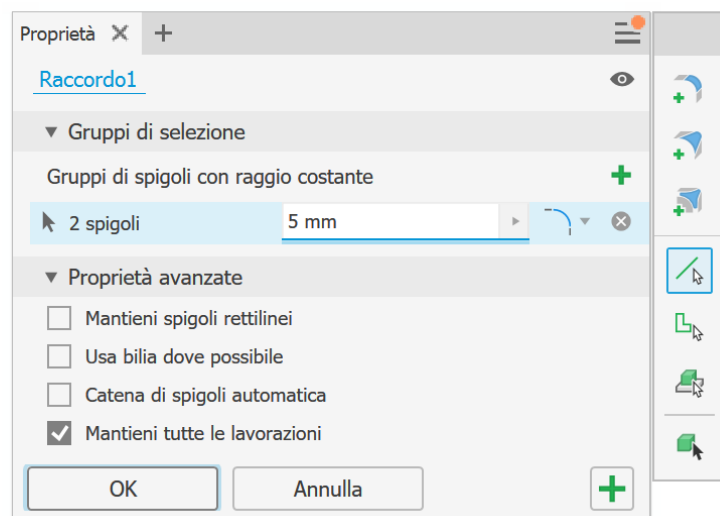
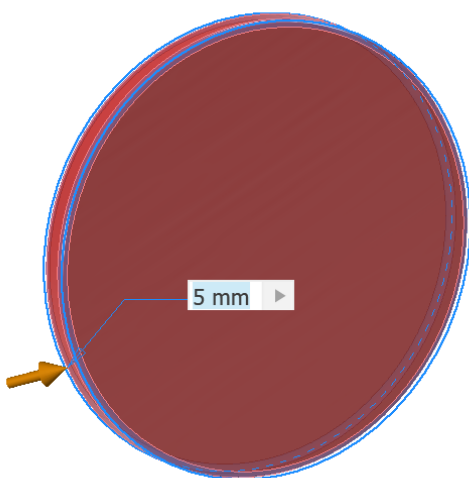
A-A (1 : 4)



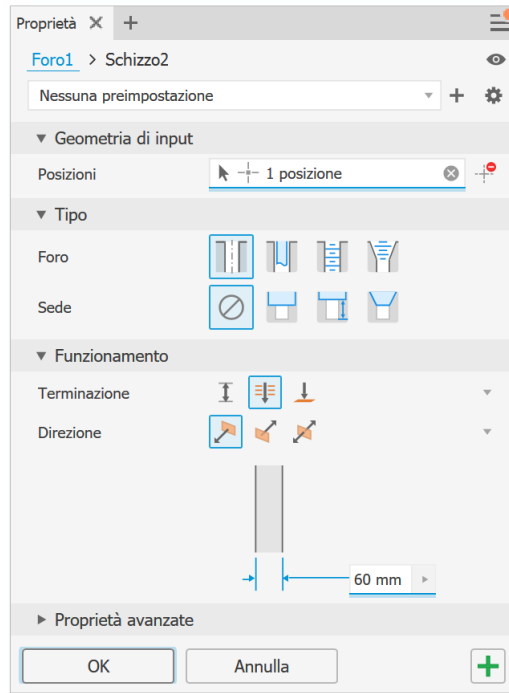
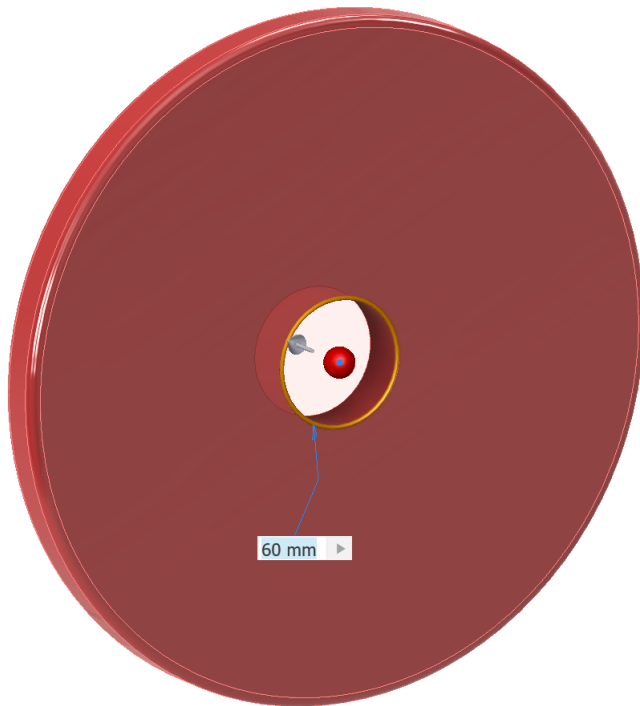
Schizzo sul piano frontale ed estrusione simmetrica.



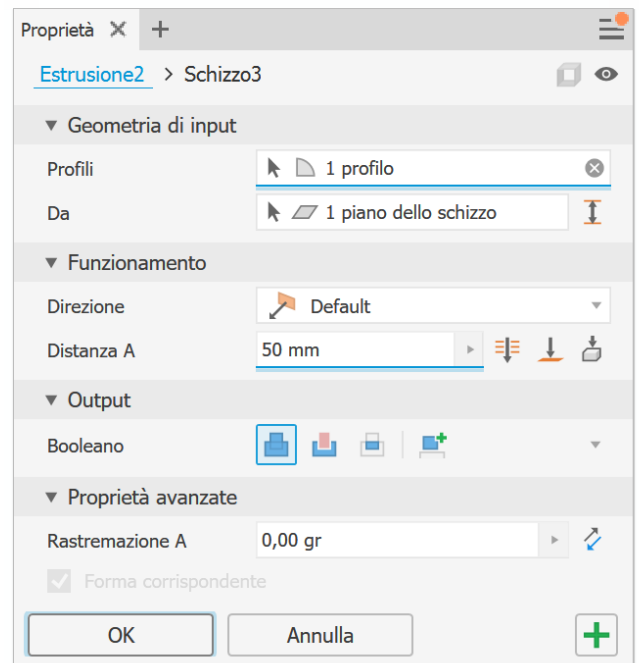
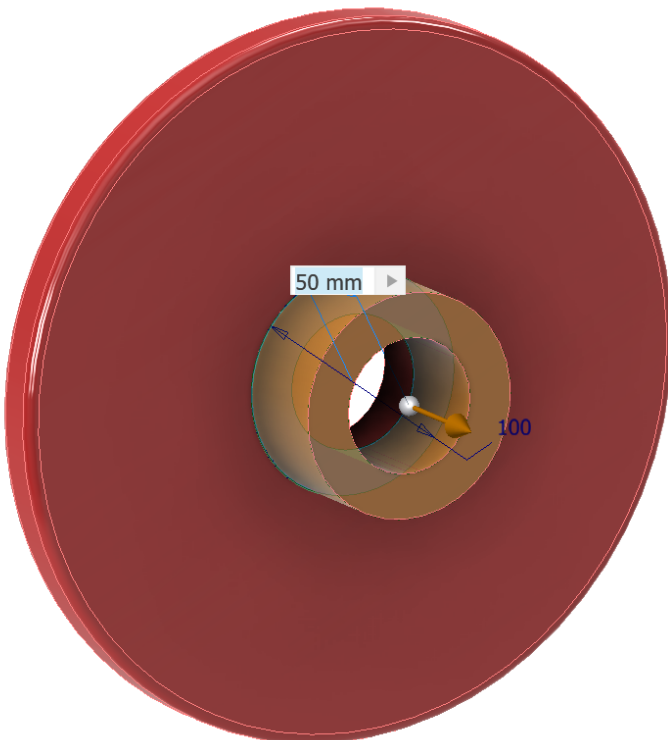
Raccordo bordi esterni.



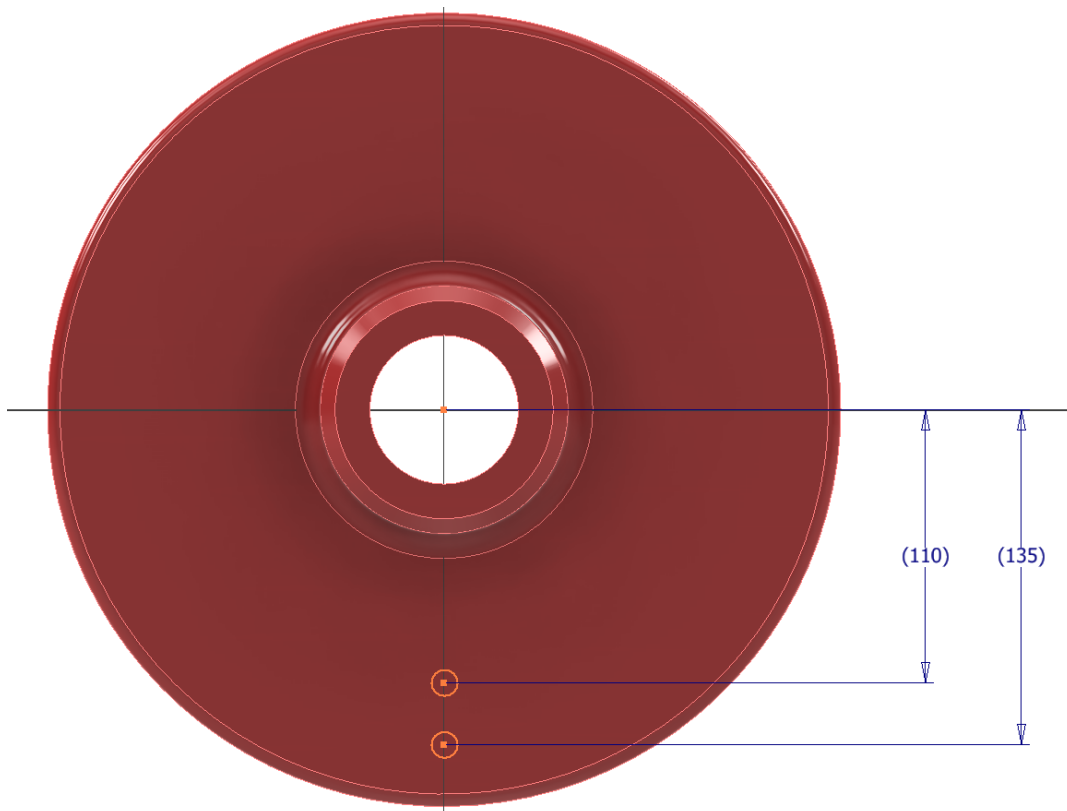
Foro passante centrale per albero.



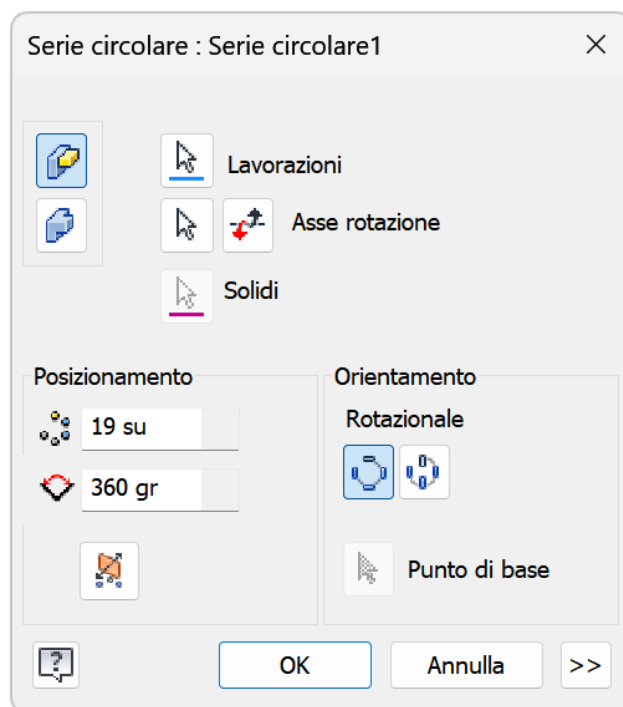
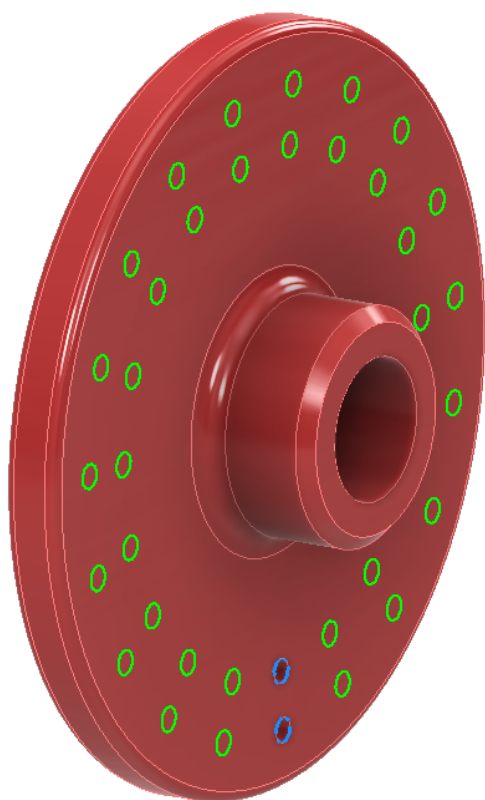
Schizzo , estrusione e specchio supporto laterale per l'albero turbina



Schizzo per fori bulloni per il fissaggio delle pale.



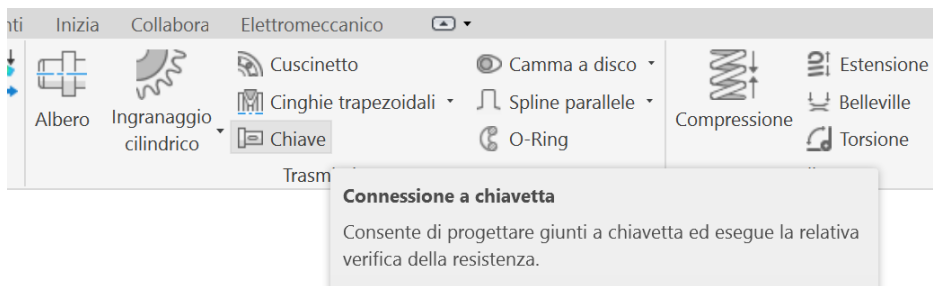
Serie circolare per tutte le 19 coppie di fori.



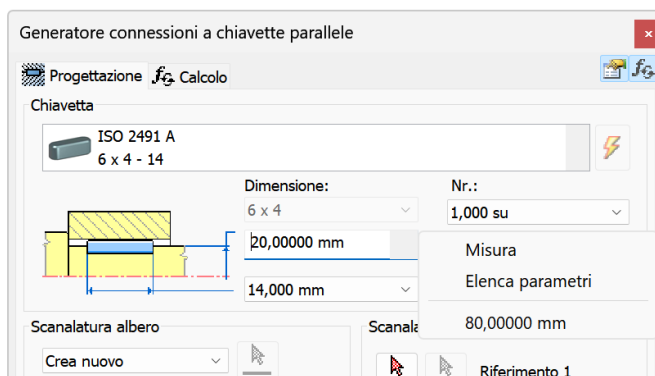
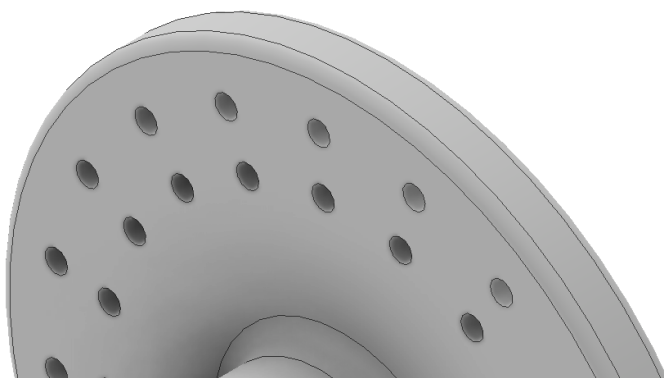
SEDE CHIAVETTA

Creare un nuovo assieme "assieme_ruota.iam" e posizionare al suo interno la ruota appena disegnata.

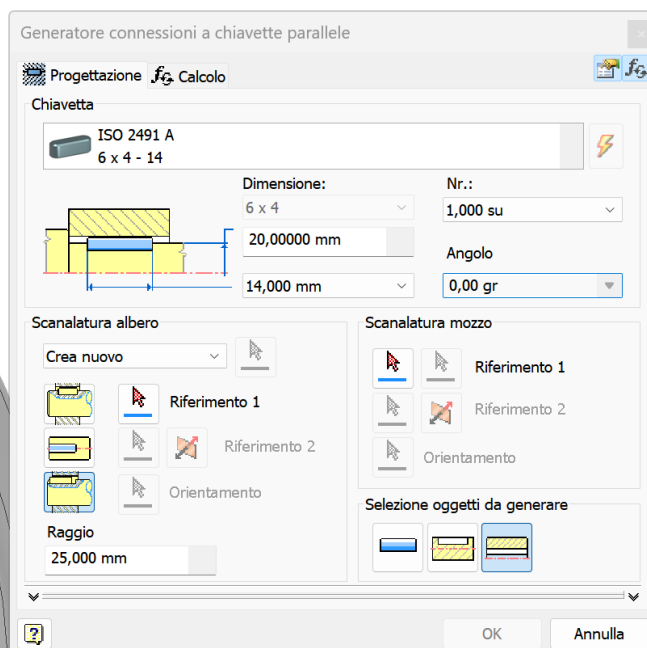
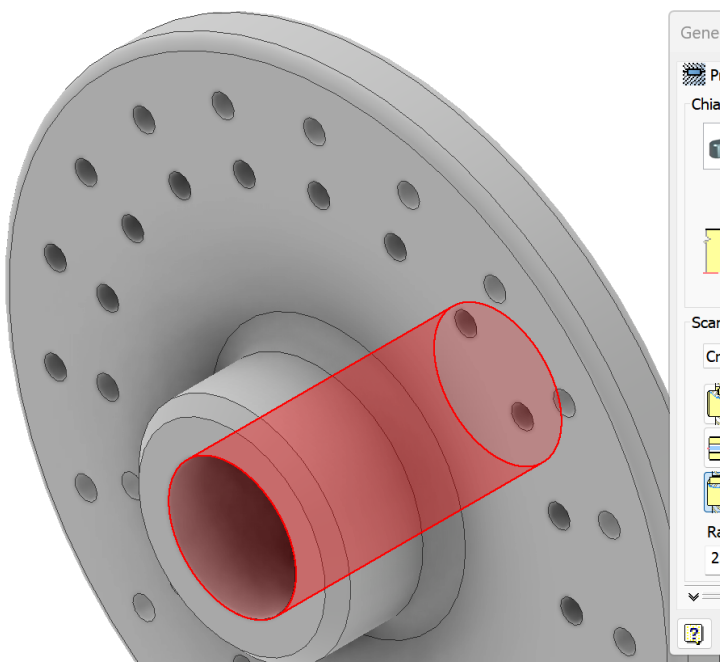
Col modulo di progettazione è possibile creare la sede della chiavetta sul mozzo.



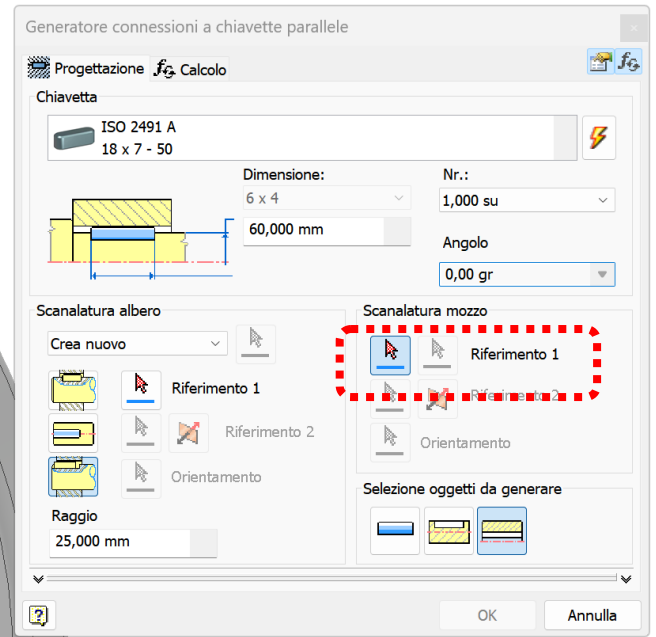
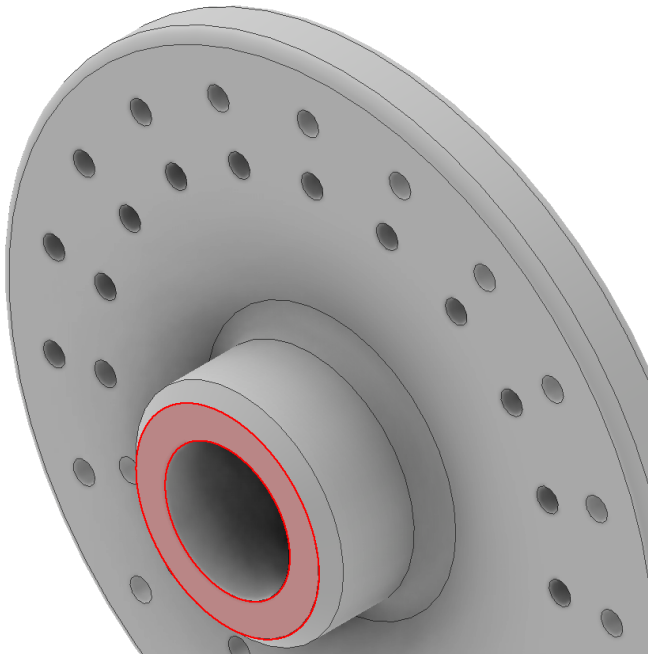
Impostare la lunghezza della sede selezionando "misura".



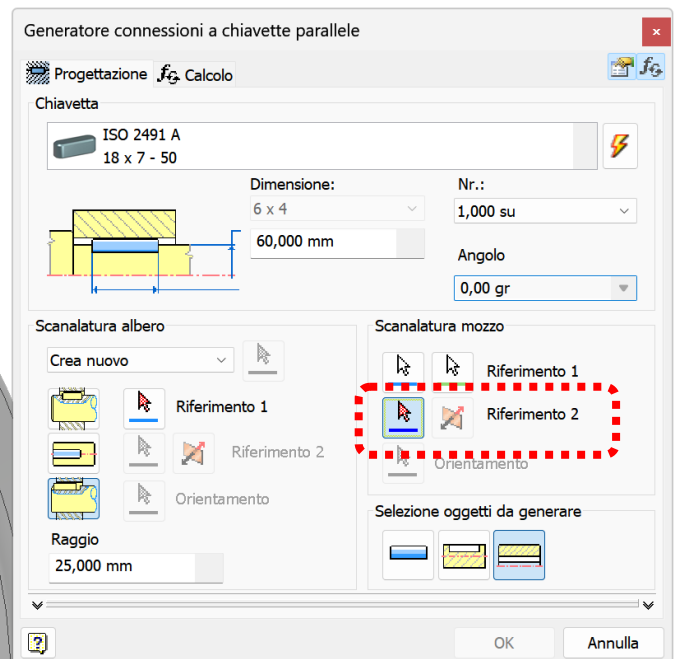
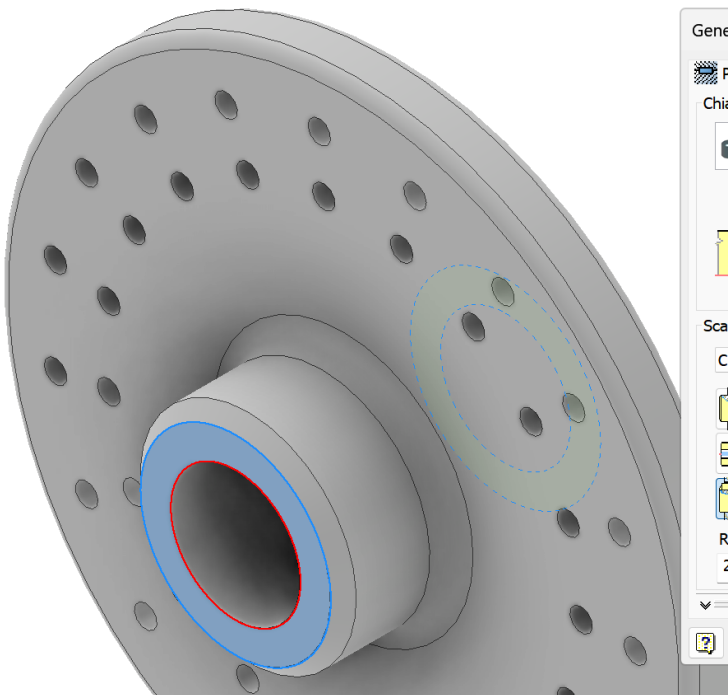
Selezionare la superficie del foro.



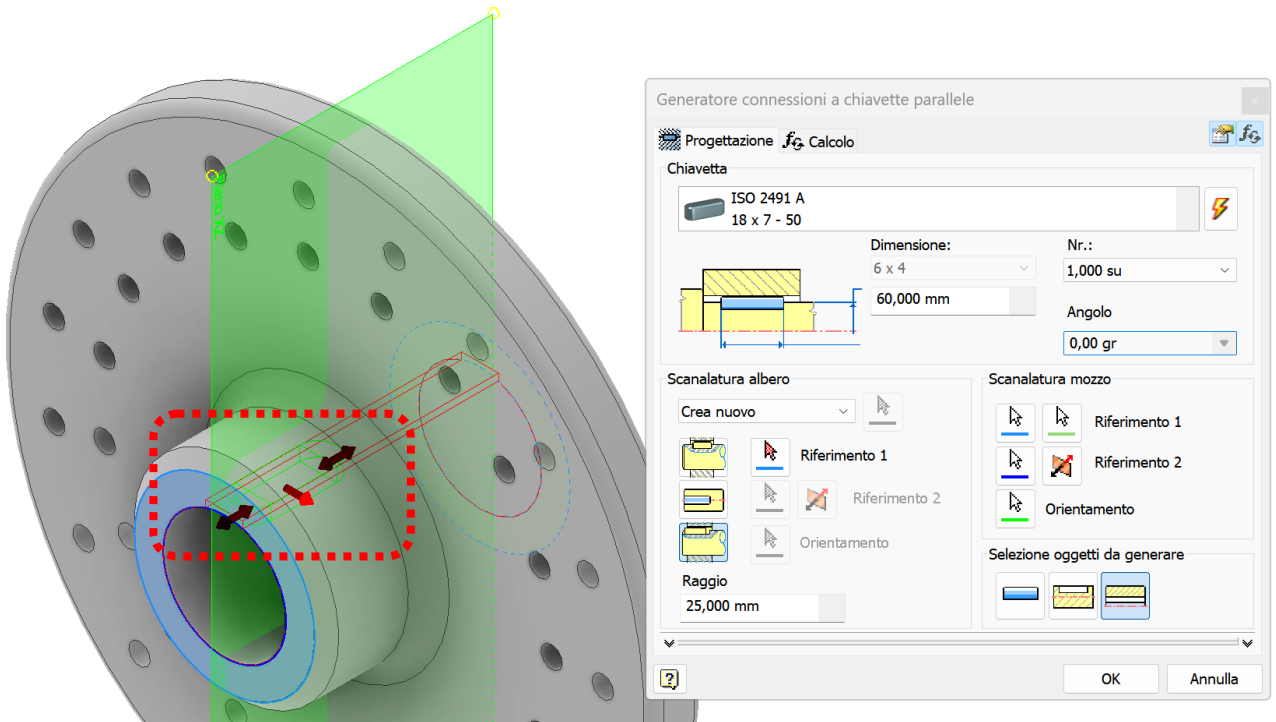
Selezionare la faccia piana da cui iniziare la lavorazione.



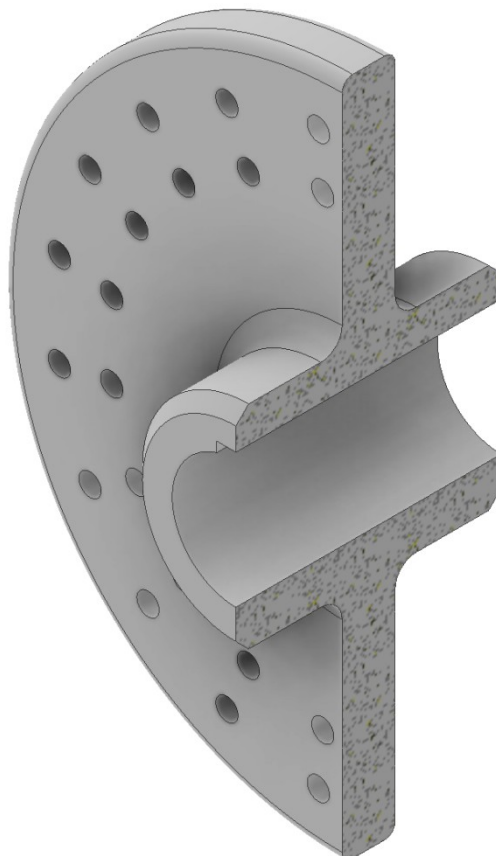
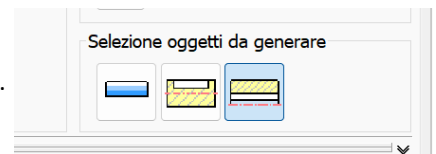
Selezionare la circonferenza



Tramite le frecce ruotare la chiave nella posizione desiderata.



Verificare di aver abilitato solo l'icona relativa la mozzo e confermare cliccando "OK".



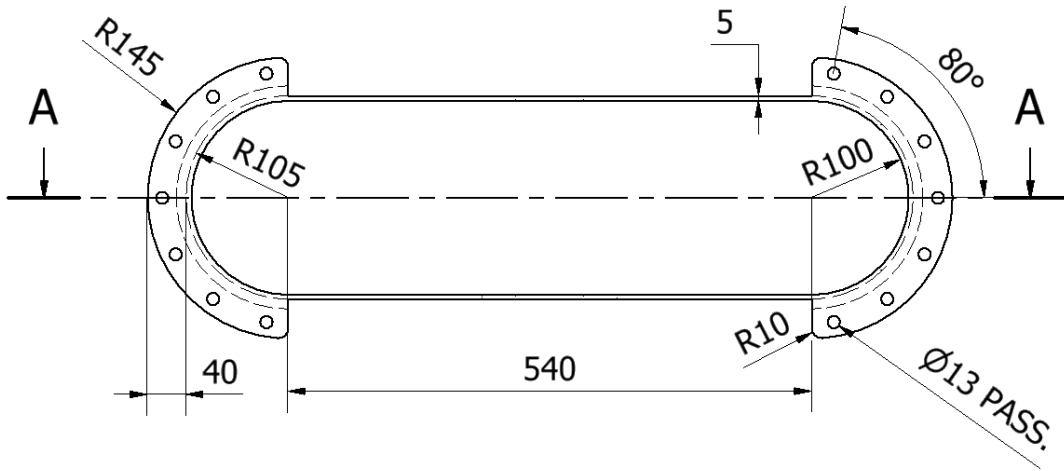
ASSIEME RUOTA PELTON

L'assieme è costituito dalle seguenti parti:

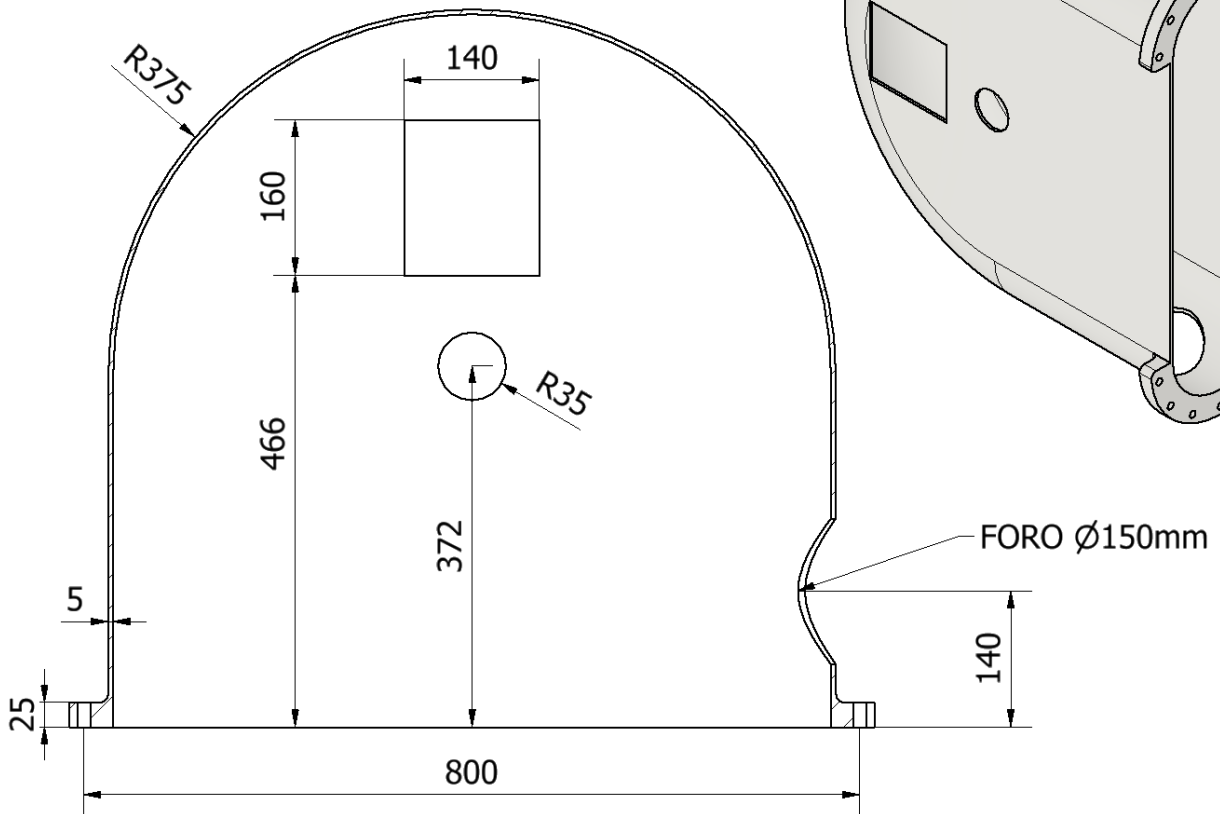
1. Ruota
2. Pale

Inserire una sola pala sulla ruota e poi col comando serie circolare completare l'assieme.





A-A (1 : 7)

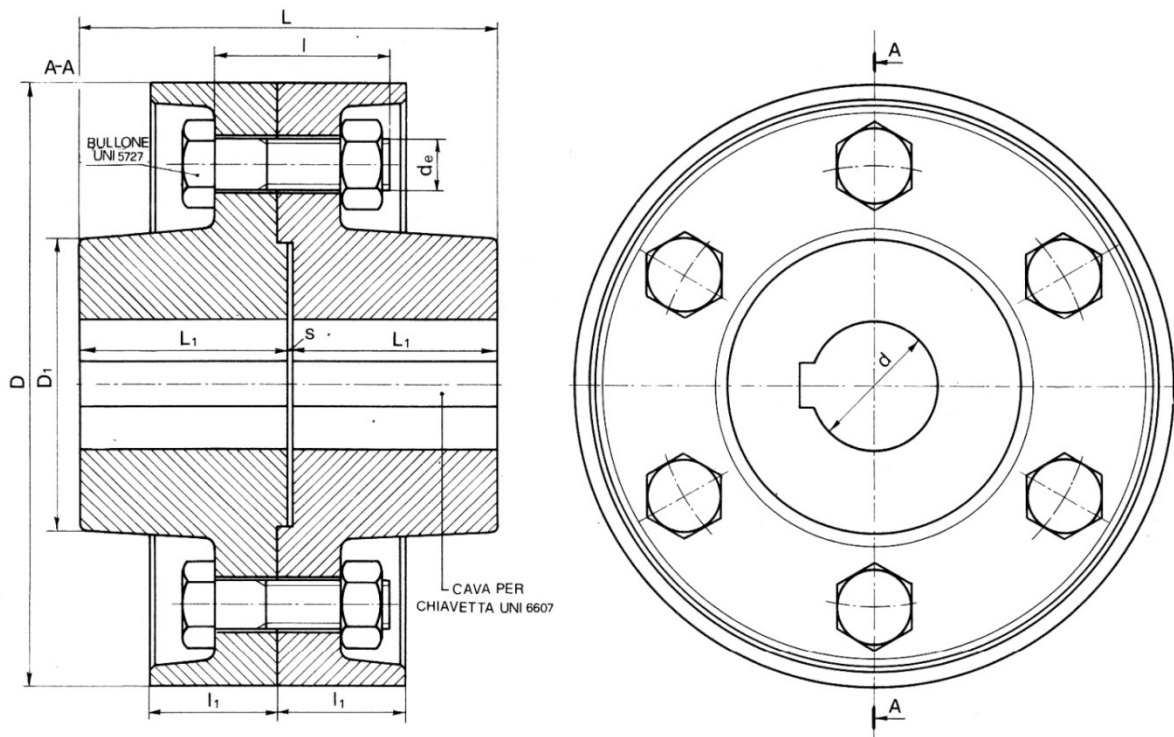


GIUNTO A DISCHI

Il giunto a dischi è quello adottato più comunemente nel campo delle trasmissioni con organi rigidi.

È costituito da due dischi aventi la forma illustrata in FIGURA, collegati fra loro mediante una serie di bulloni.

I dischi sono calettati sui rispettivi alberi mediante una chiavetta e il centraggio è assicurato dalla sporgenza s di uno dei due dischi, che penetra esattamente nell'incavo praticato nell'altro disco.

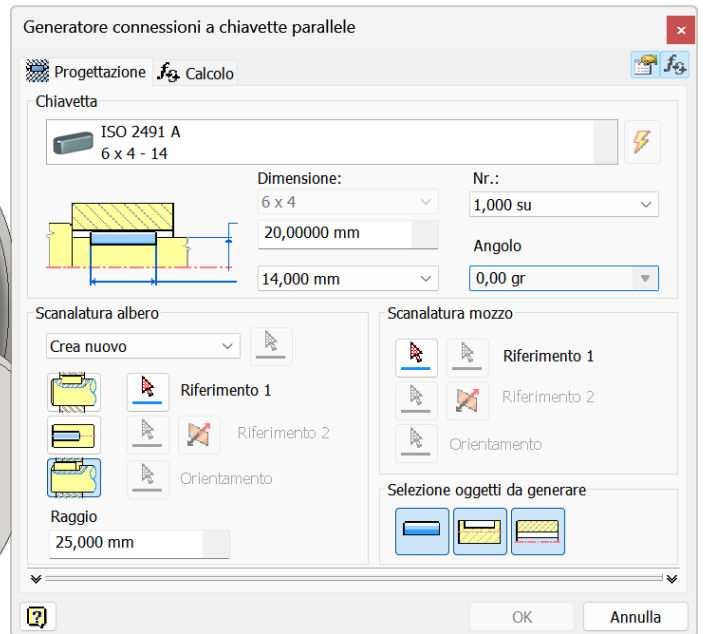
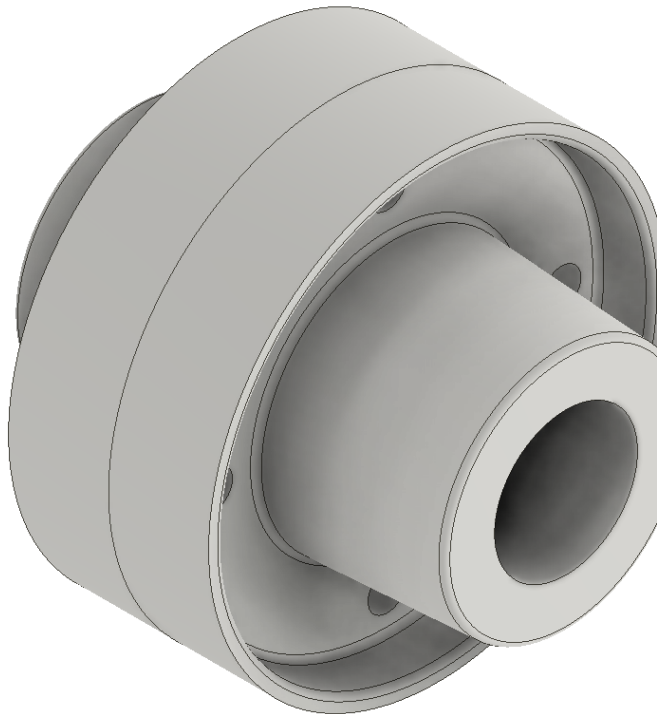
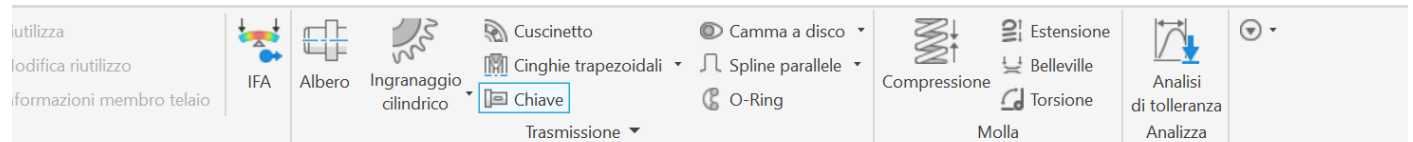


Dimensioni usuali e altri dati approssimativi

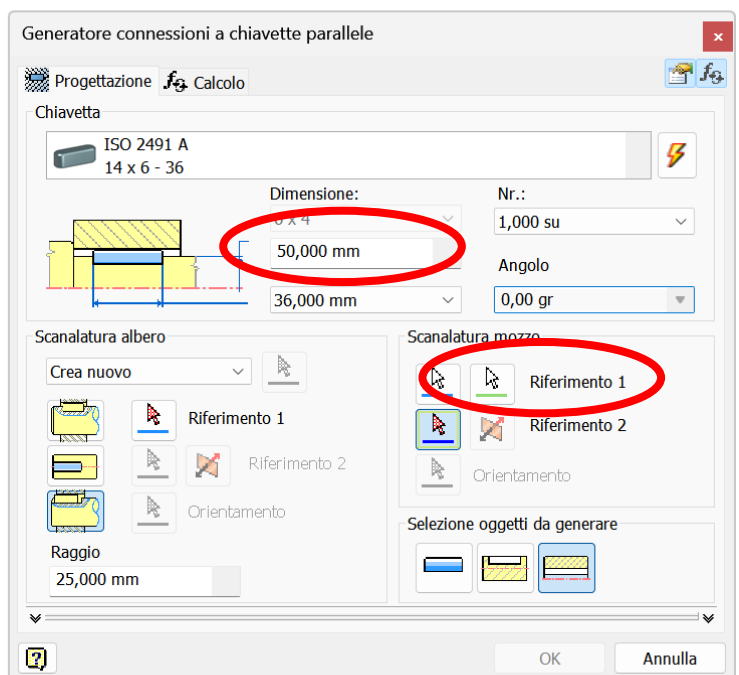
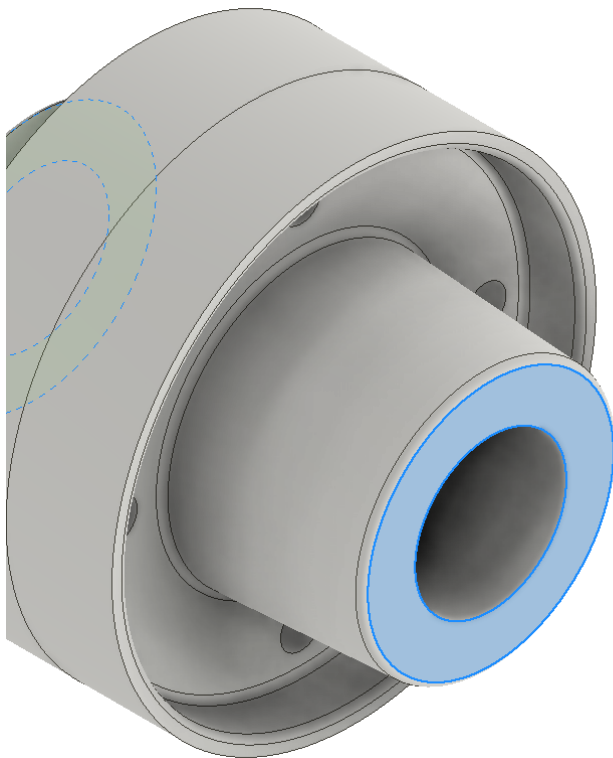
d max.	D	L	L ₁	s	D ₁	l ₁	Vite			Momento torcente massimo	Velocità massima ammessa
							d _e	l	n°		
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	—	da N · m	giri/1'	
25	100	101	50	1	45	20	M 8 × 1	35	4	5,7	6 000
30	120	101	50	1	55	25	M 8 × 1	35	4	12	5 500
35	140	121	60	1	60	28	M 10 × 1,25	40	4	20	4 500
40	140	121	60	1	70	28	M 10 × 1,25	40	4	30	4 500
45	160	151	75	1	75	35	M 12 × 1,25	50	4	50	4 000
50	160	151	75	1	85	35	M 12 × 1,25	50	4	70	4 000
55	180	171	85	1	95	37	M 12 × 1,25	55	4	100	3 500
60	180	171	85	1	105	37	M 12 × 1,25	55	4	125	3 500
70	200	201	100	1	115	40	M 12 × 1,25	55	6	200	3 000
80	230	221	110	1	135	45	M 12 × 1,25	70	6	300	2 500
90	260	241	120	1	155	50	M 16 × 1,5	70	8	450	2 200

CREAZIONE SEDE CHIAVETTA NEI DISCHI DEL GIUNTO

Selezionare il modulo "Chiave" dal menu progettazione di Inventor.

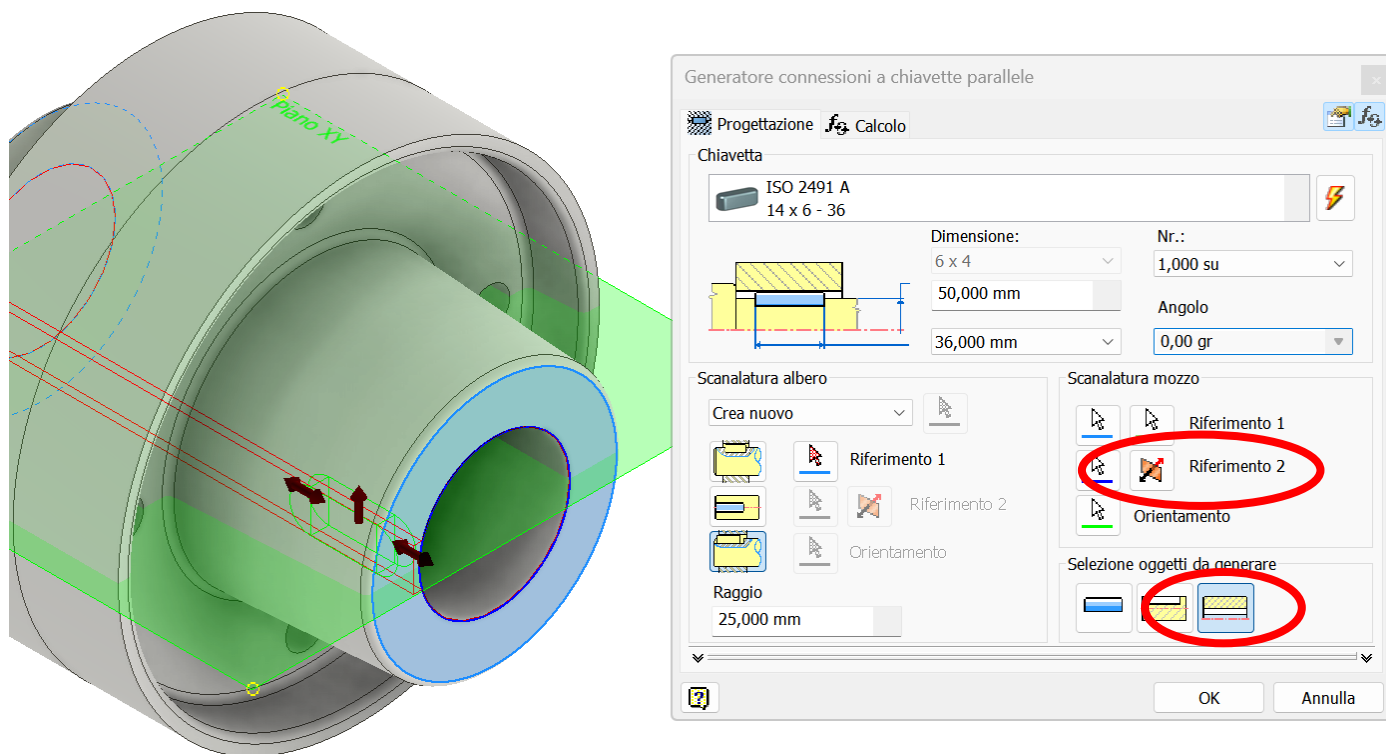


Selezionare il diametro interno del disco e poi selezionare la faccia del disco (riferimento 1).

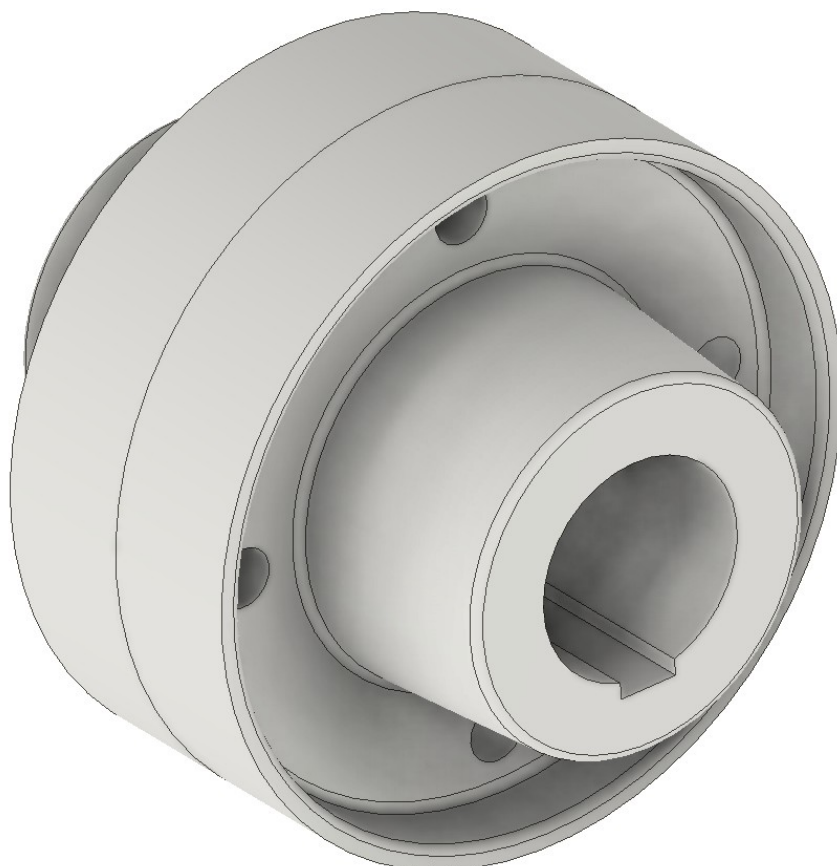


Selezionare la circonferenza del foro (riferimento 2).

Ruotare la sede verso il basso tramite la freccia rossa verticale e confermare.



Selezionare solo il mozzo fra gli oggetti da generare e cliccare OK.

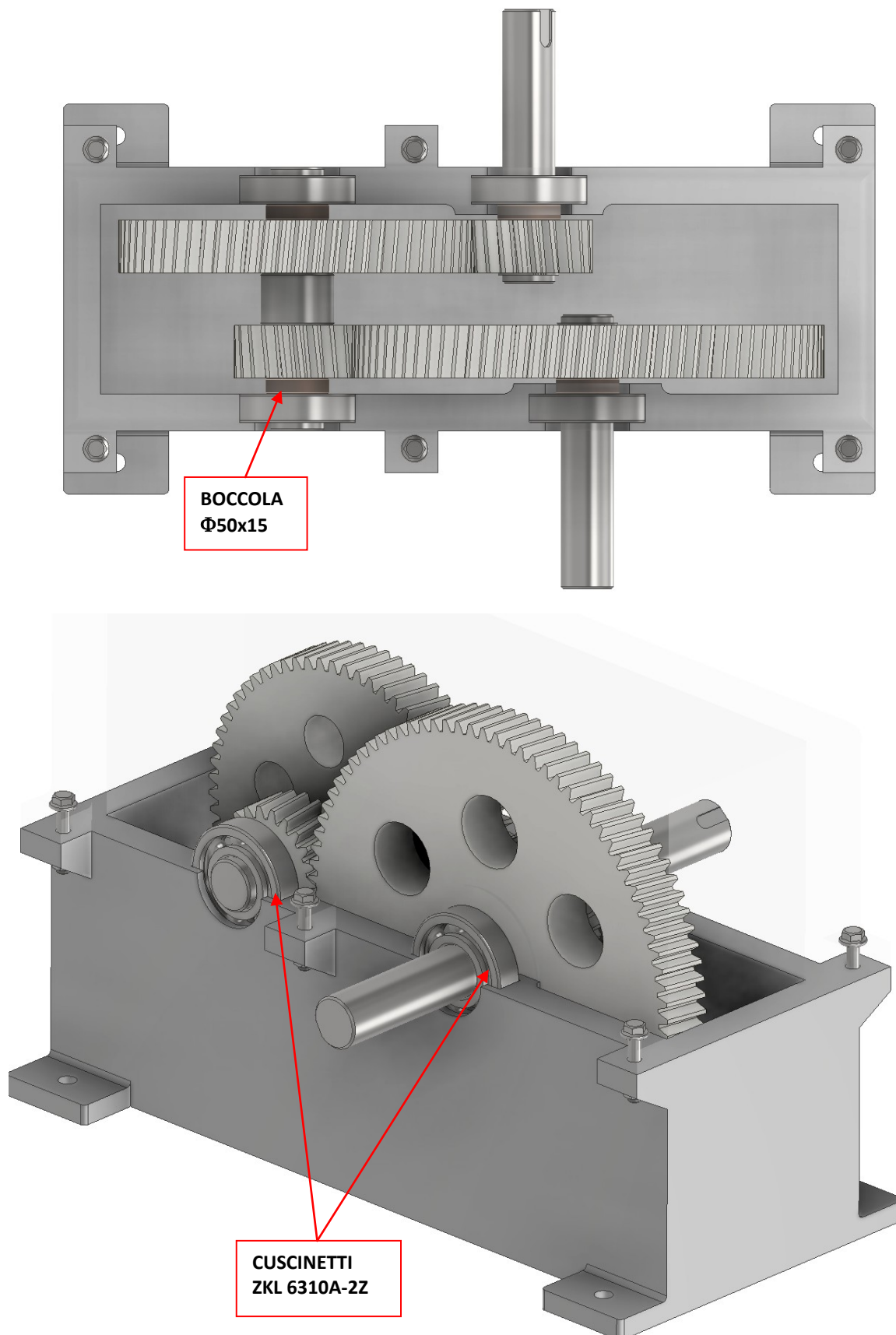


Ripetere il procedimento per il secondo disco.

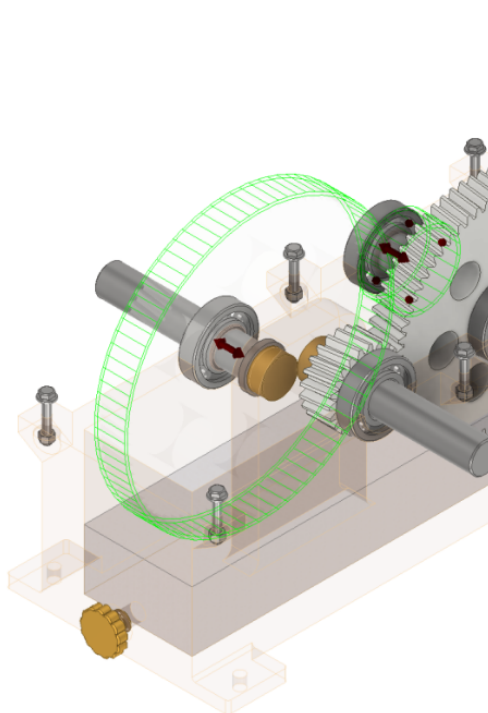
MOLTIPLICATORE DI GIRI

Nel caso in cui l'albero della turbina abbia un numero di giri troppo basso tale da non permettere di collegarlo direttamente all'albero dell'alternatore è necessario inserire un moltiplicatore di giri.

Per mantenere le dimensioni compatte si ricorre generalmente ad un treno di ingranaggi.



PRIMA COPPIA DI INGRANAGGI



Generatore componenti degli ingranaggi cilindrici

Progettazione f_g Calcolo

Comuni

Guida progettazione: Interesse

Angolo di pressione: 20,000 gr

Angolo d'elica: 6 gr

Rapporto di trasmissione desiderato: 4,0000 su

Modulo: Interesse

Ingranaggio 1

Componente: Faccia cilindrica

Numero di denti: 22 su

Larghezza faccia: 50 mm

Correzione unità: 0,0000 su

Ingranaggio 2

Componente: Faccia cilindrica

Numero di denti: 88 su

Larghezza faccia: 50 mm

Correzione unità: -0,2755 su

Risultati

i	4,0000 su
ϵ	2,0625 su
Ingranaggio 1	
d_a	120,552 mm
d	110,606 mm
d_f	98,106 mm
x_z	0,3915 su
x_p	-0,2867 su
x_d	-0,4567 su
s_a	0,7127 su
b_r	0,4521 su
Ingranaggio 2	
d_a	449,614 mm
d	442,424 mm
d_f	427,168 mm
x_z	-1,6261 su
x_p	-4,2061 su

Calcola OK Annulla <<

Tipo di input: Rapporto di trasmissione Numero di denti

Tipo di dimensione: Modulo Modulo inglese

Raggiungimento dell'interasse: Correzione dente Angolo d'elica

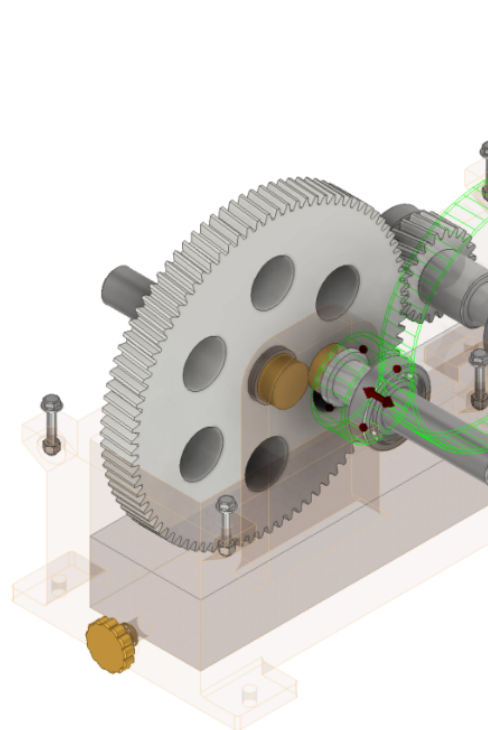
Dimensioni dente unità

Aggiunta: a^* Ingranaggio 1: 1,0000 su Ingranaggio 2: 1,0000 su

Gioco: c^* Ingranaggio 1: 0,2500 su Ingranaggio 2: 0,2500 su

Raccordo di fondo: r_f^* Ingranaggio 1: 0,3500 su Ingranaggio 2: 0,3500 su

SECONDA COPPIA DI INGRANAGGI



Generatore componenti degli ingranaggi cilindrici

Progettazione f_g Calcolo

Comuni

Guida progettazione: Interesse

Angolo di pressione: 20,000 gr

Angolo d'elica: 5,8601 gr

Rapporto di trasmissione desiderato: 3 su

Modulo: Interesse

Ingranaggio 1

Componente: Faccia cilindrica

Numero di denti: 22 su

Larghezza faccia: 50 mm

Correzione unità: 0,0000 su

Ingranaggio 2

Componente: Faccia cilindrica

Numero di denti: 66 su

Larghezza faccia: 50 mm

Correzione unità: -0,2755 su

Risultati

i	3,0000 su
ϵ	2,0455 su
Ingranaggio 1	
d_a	120,509 mm
d	110,578 mm
d_f	98,078 mm
x_z	0,3917 su
x_p	-0,2858 su
x_d	-0,4558 su
s_a	0,7143 su
b_r	0,4522 su
Ingranaggio 2	
d_a	338,909 mm
d	331,734 mm
d_f	316,478 mm
x_z	-0,9575 su
x_p	-2,8969 su

Calcola OK Annulla <<

Tipo di input: Rapporto di trasmissione Numero di denti

Tipo di dimensione: Modulo Modulo inglese

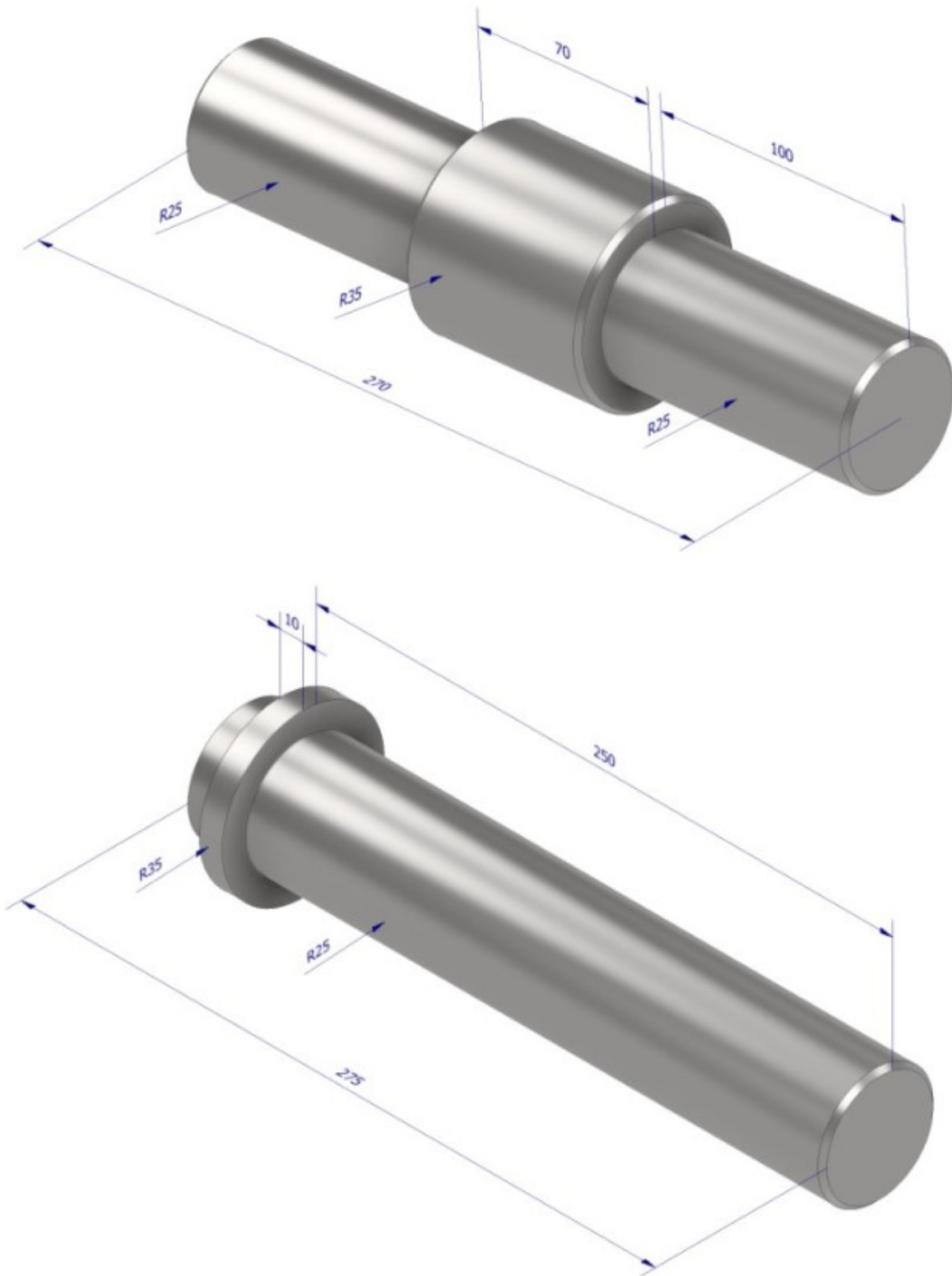
Raggiungimento dell'interasse: Correzione dente Angolo d'elica

Dimensioni dente unità

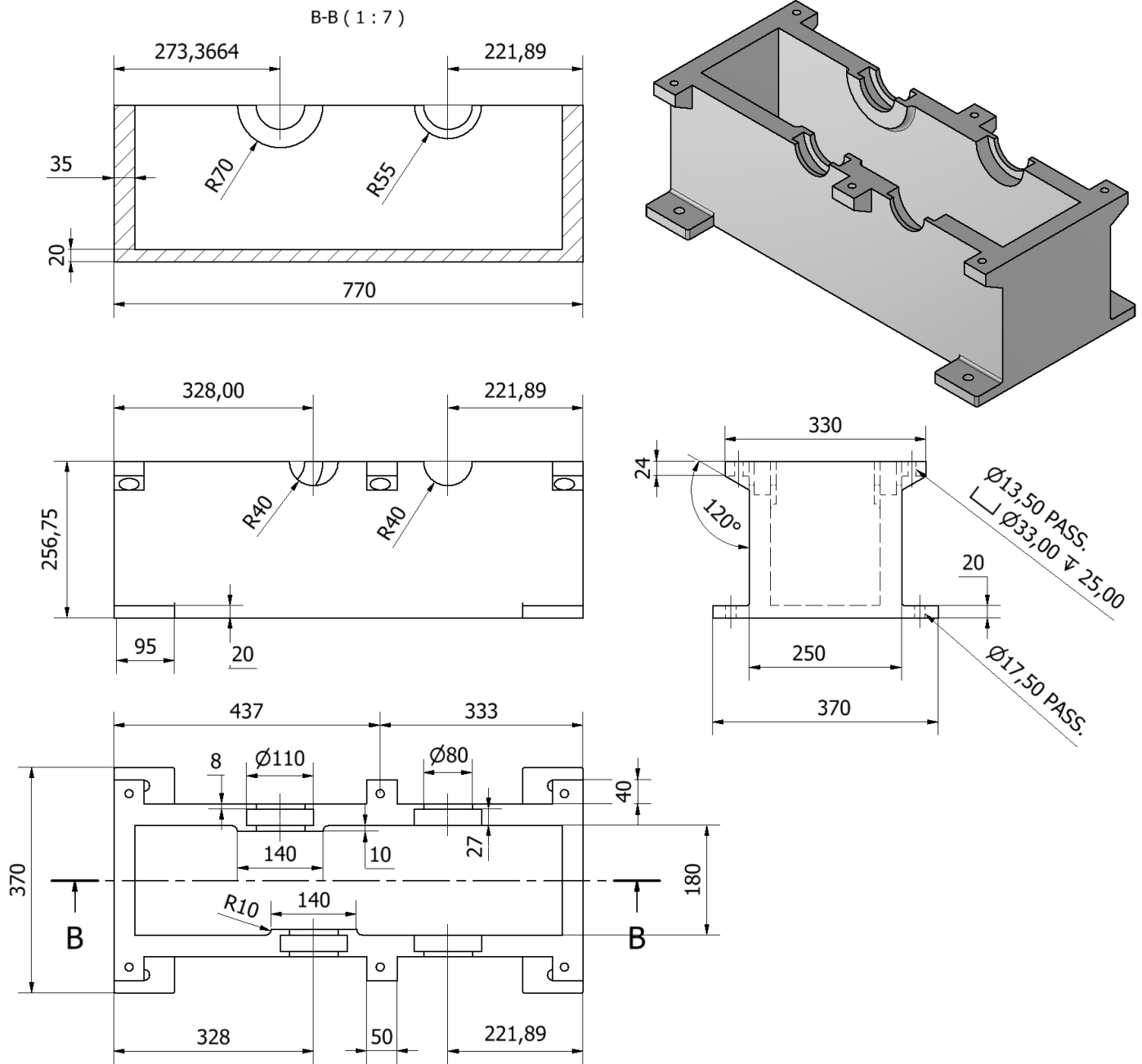
Aggiunta: a^* Ingranaggio 1: 1,0000 su Ingranaggio 2: 1,0000 su

Gioco: c^* Ingranaggio 1: 0,2500 su Ingranaggio 2: 0,2500 su

Raccordo di fondo: r_f^* Ingranaggio 1: 0,3500 su Ingranaggio 2: 0,3500 su



NB: sugli alberi vanno ricavate le sedi delle chiavette col modulo di progettazione di Inventor.



Il corpo superiore si crea attraverso il comando 3D "Specchio".

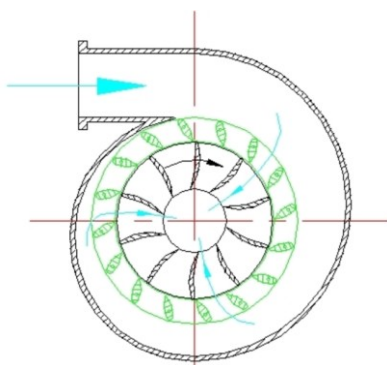
TURBINA FRANCIS

La turbina Francis è una turbina a flusso centripeto, ovvero una turbina nella quale il fluido entra circonferenzialmente e fuoriesce assialmente alla girante stessa, ruotando perciò di 90° durante il suo transito attraverso la girante.

A differenza della turbina Pelton è una turbina “a reazione” in quanto l’energia potenziale del fluido viene convertita in energia cinetica in parte nello statore (o distributore) ed in parte nel rotore (e da questa percentuale deriva il “grado di reazione”), mentre nelle macchine ad azione questa conversione avviene integralmente nel distributore.

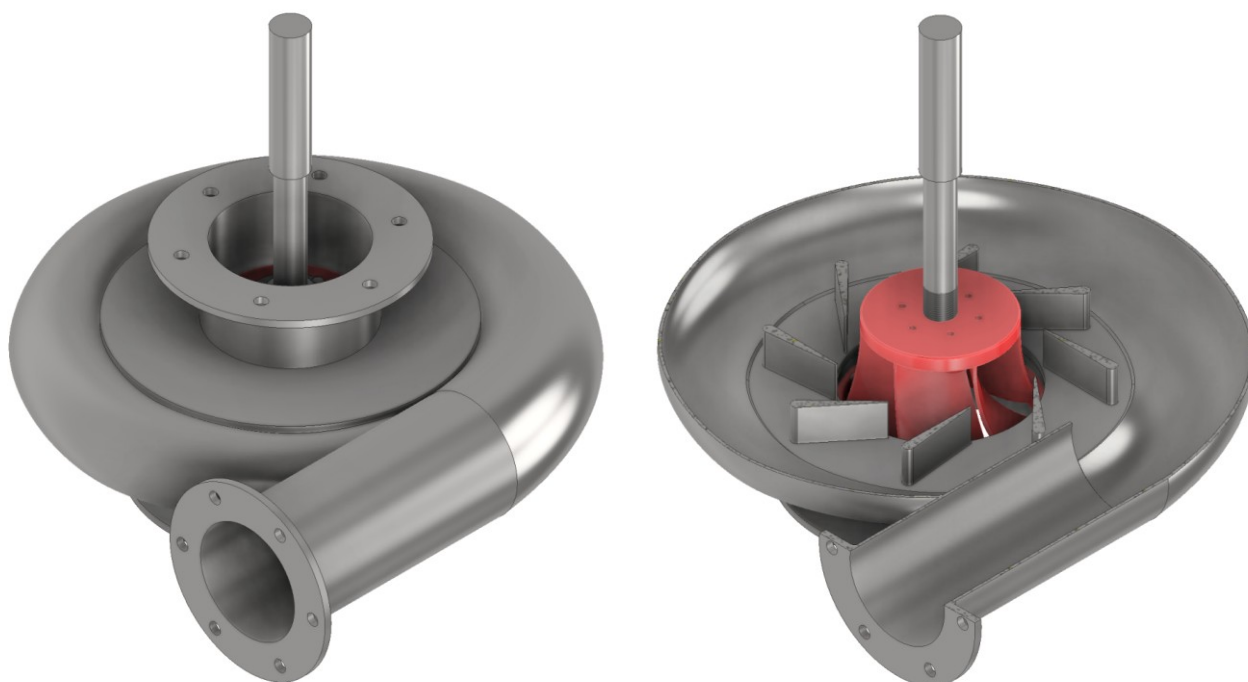
Durante l’espansione del flusso nella girante si raggiungono condizioni di bassa pressione tali da portare la macchina a rischio cavitazione, ovvero nelle condizioni per le quali si ha la formazione di una fase vapore nel liquido, le cui bolle implodendo rapidamente generano sollecitazioni meccaniche che danneggiano in maniera profonda la girante

Le caratteristiche di questa turbina in termini di geometria la rendono adeguata ad operare in un range di salti geodetici compresi tra 10 e 400 metri con portate elaborate tra 2 e 50 m³/s. La regolazione della portata viene effettuata attraverso una palettatura statorica a geometria variabile posta circonferenzialmente alla girante in corrispondenza della sezione di ingresso delle pale rotoriche, e l’insieme viene racchiuso in una cassa a forma di chiocciola, come visibile nella seguente immagine:

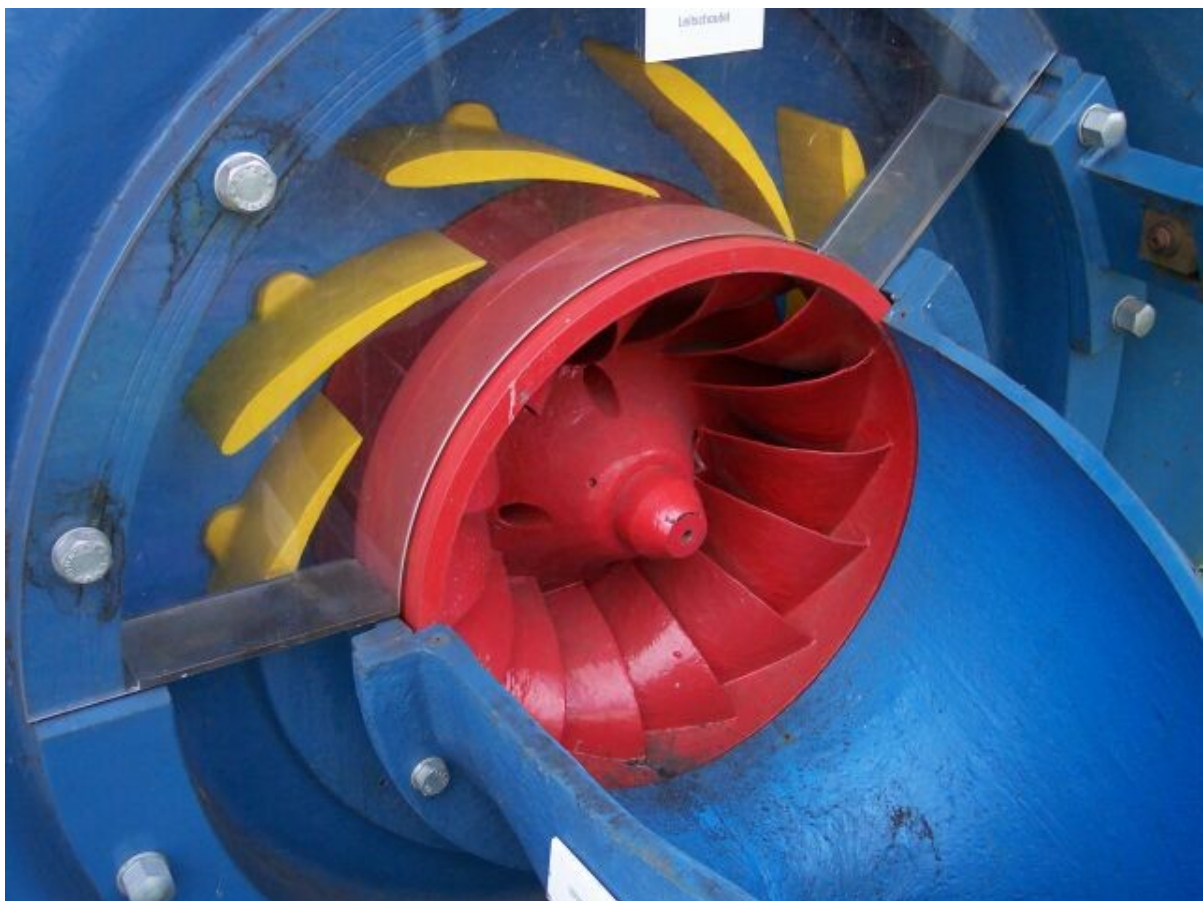


La palettatura rotorica è la parte più interna ed è indicata da una freccia che mostra il verso di rotazione della girante, mentre la palettatura statorica è rappresentata in verde. L’acqua entra nella sezione indicata dalla freccia azzurra e viene scaricata lungo la direzione perpendicolare alla sezione rappresentata.

La necessità di regolazione della portata ed il conseguente impiego di uno statore a geometria variabile porta alla variazione dei triangoli di velocità del flusso in maniera considerevole, e pertanto ad un decremento del rendimento piuttosto sensibile ed alla conseguente bassa capacità di regolazione (ovvero all’adattamento alle variazioni di portata da elaborare), rendendo necessario selezionare la turbina in funzione di parametri di funzionamento dell’impianto piuttosto stabili.



Le seguenti due figure mostrano la posizione della palettatura storica nel caso di minima portata e di piena ammissione rispettivamente:



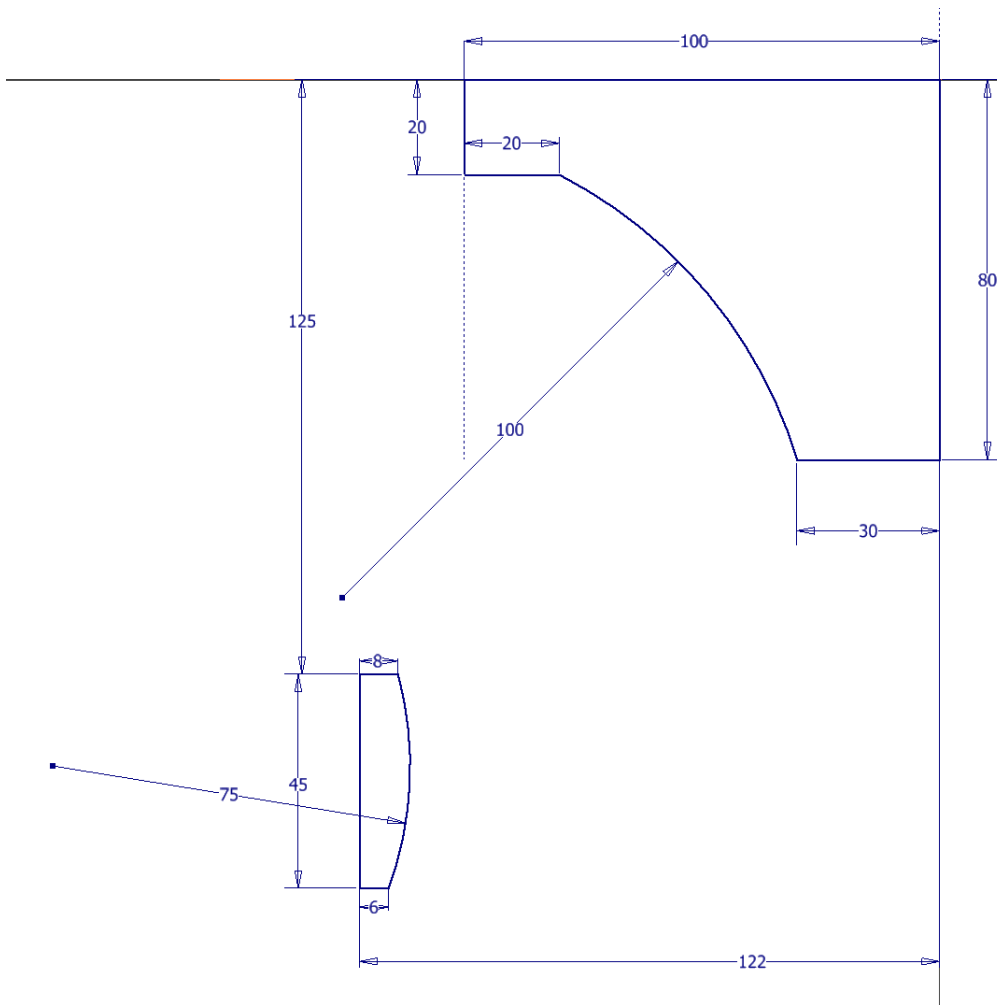


Il modello è ottimizzato per la stampa 3D.

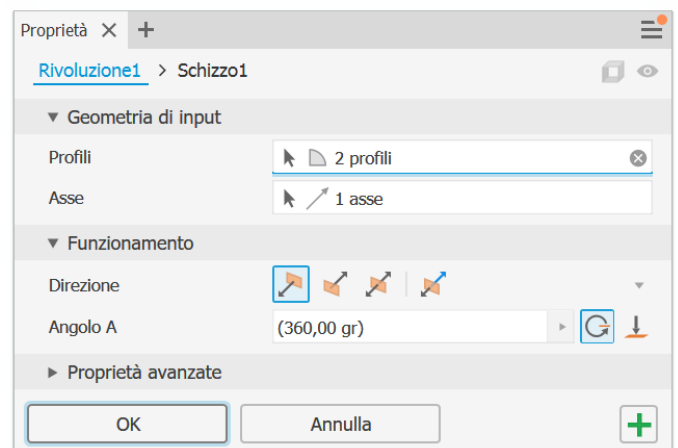
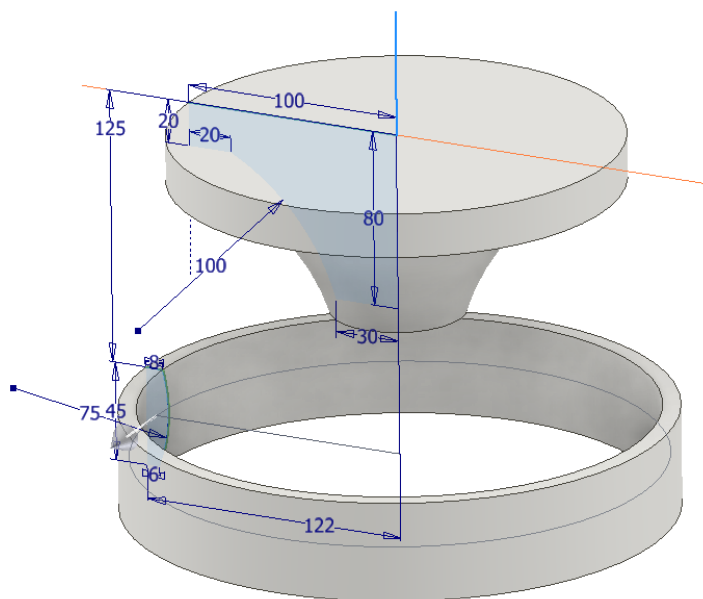
Il numero di pale è inferiore al normale e anche l'ampiezza è maggiorata così come i raccordi sul blocco centrale.



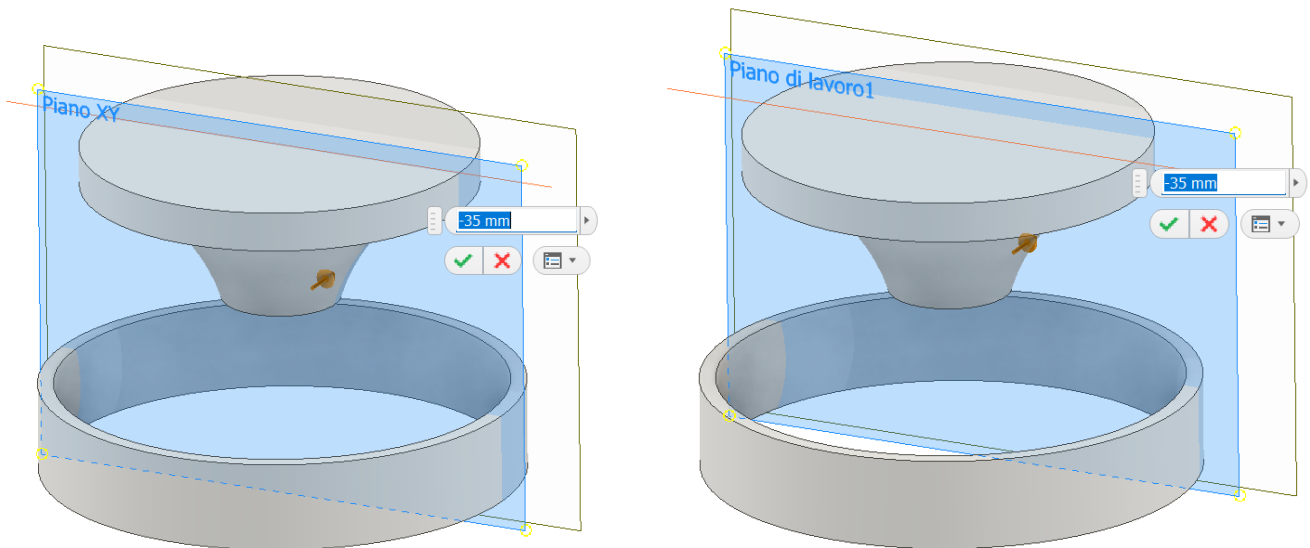
Schizzo 2d sul piano verticale per l'origine.



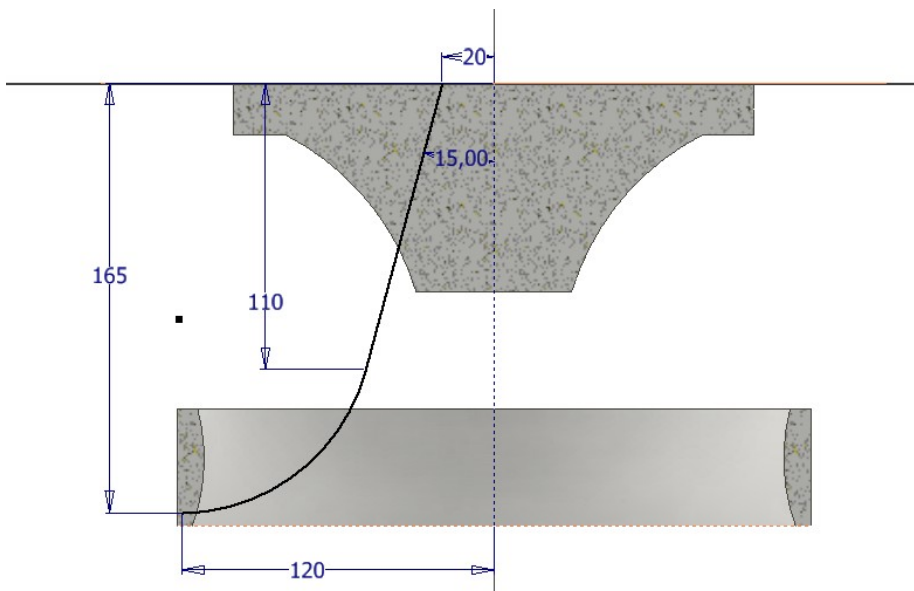
Rivoluzione rispetto all'asse verticale.



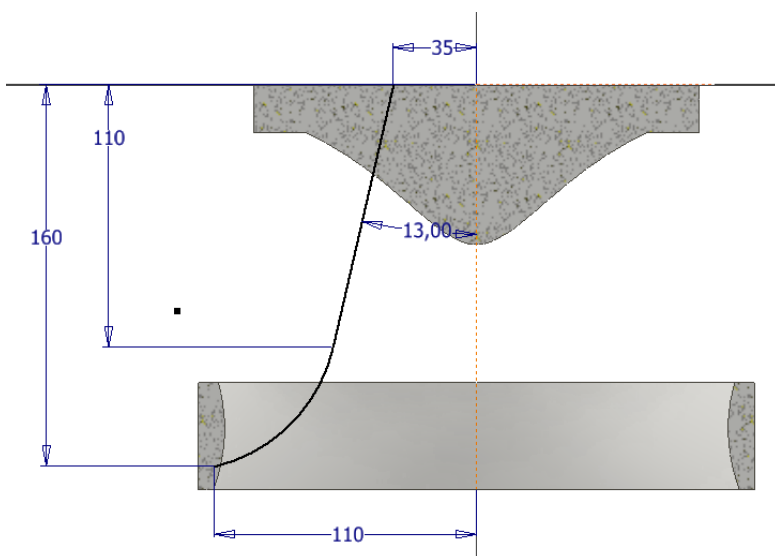
Creazione di due piani di lavoro (offset) rispetto al piano verticale equidistanti.



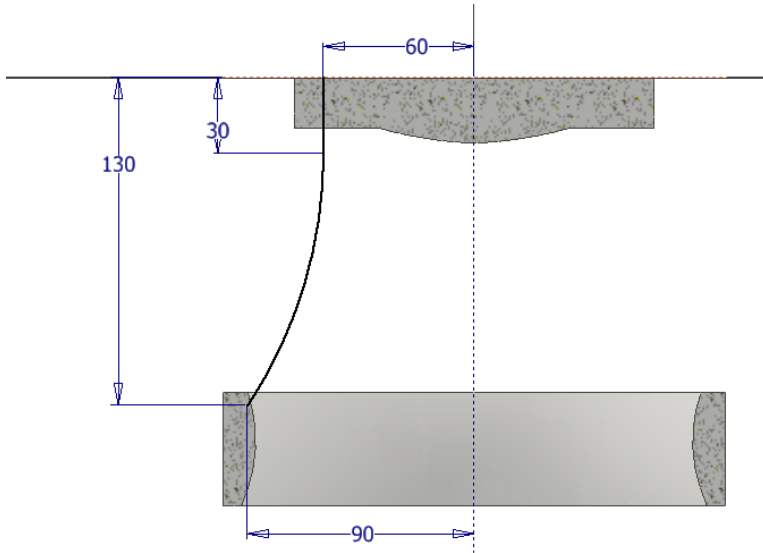
Creazione del profilo della pala sul piano verticale.



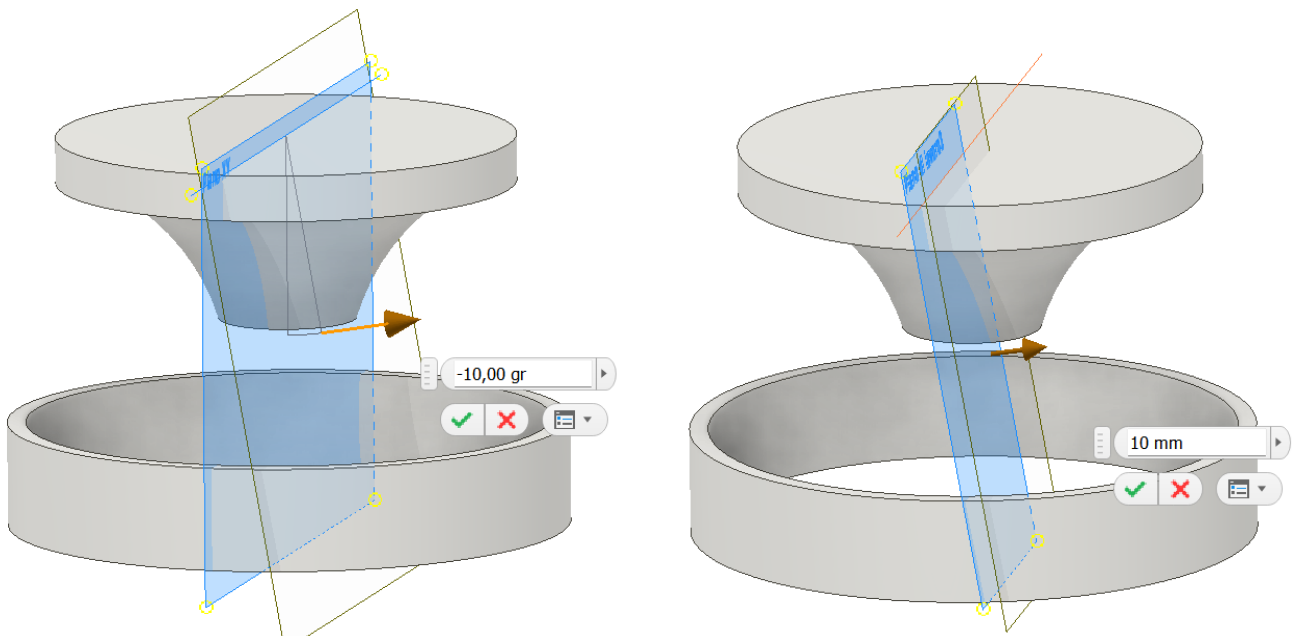
Creazione del profilo della pala sul primo piano di costruzione.



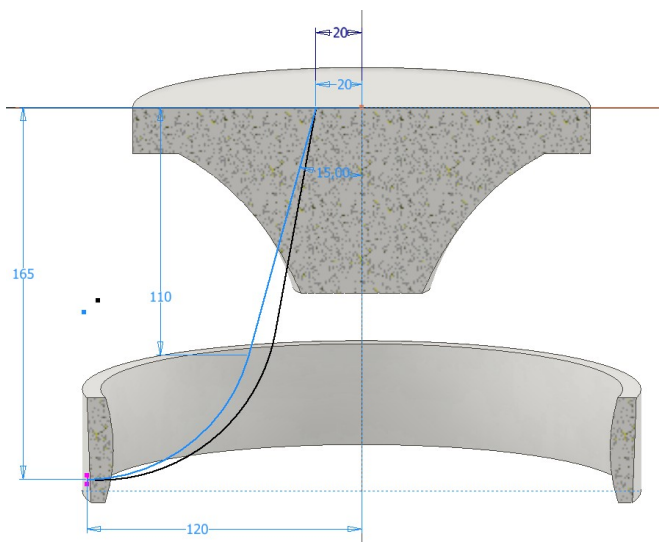
Creazione del profilo della pala sul secondo piano di costruzione.



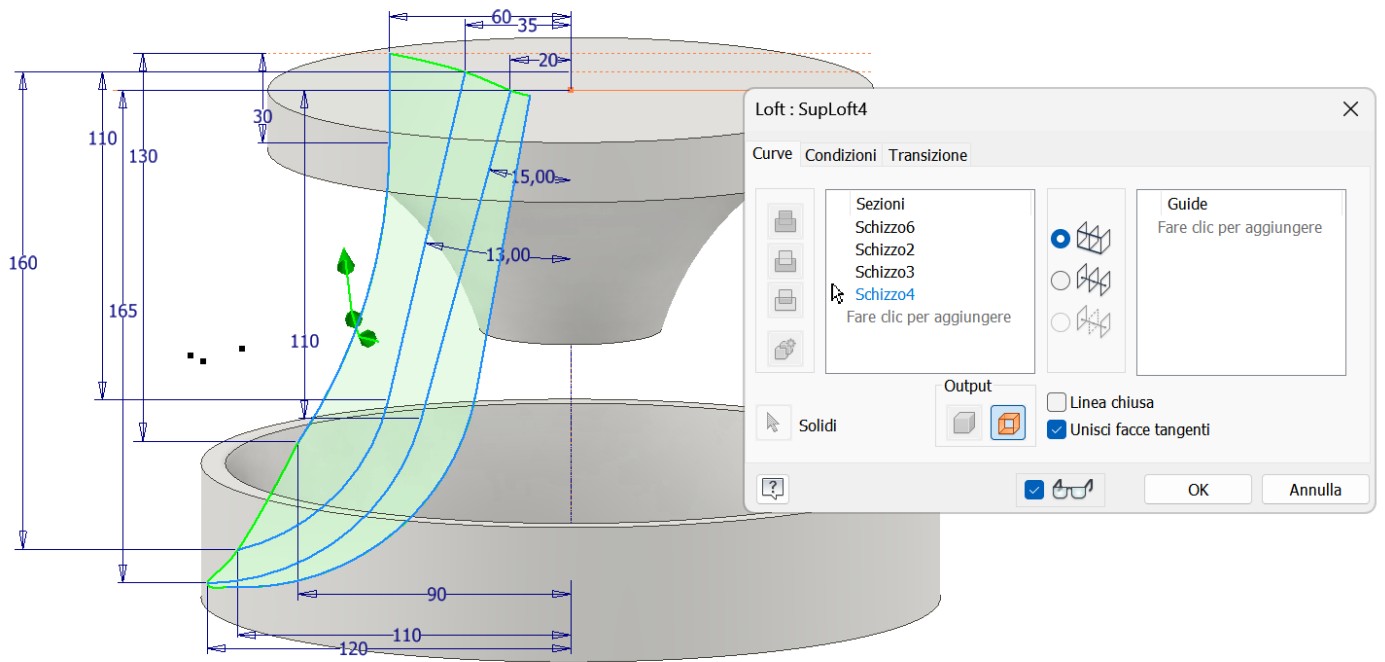
Creazione di un piano inclinato di 10° rispetto a quello verticale (piano passante per uno spigolo ...).
Successiva creazione piano di costruzione parallelo al precedente (offset).



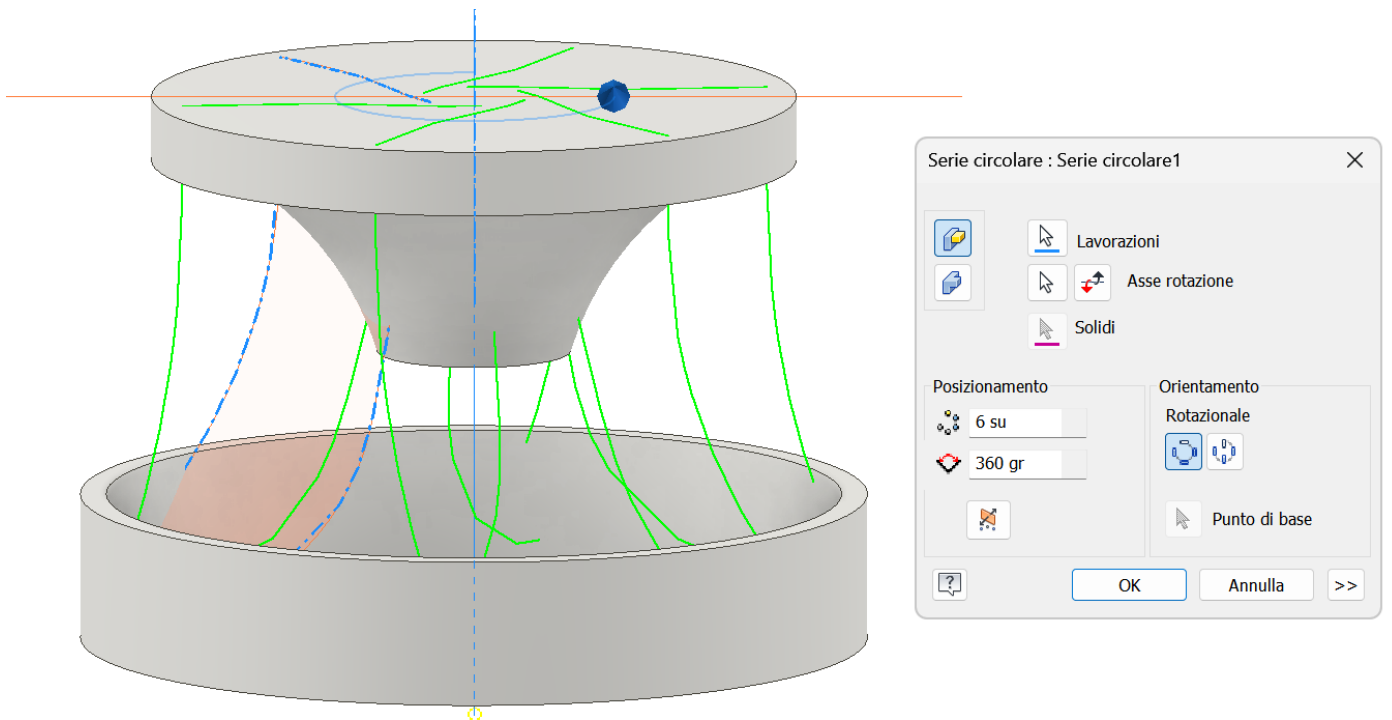
Schizzo 2D con il quarto profilo della pala sul piano di costruzione inclinato.



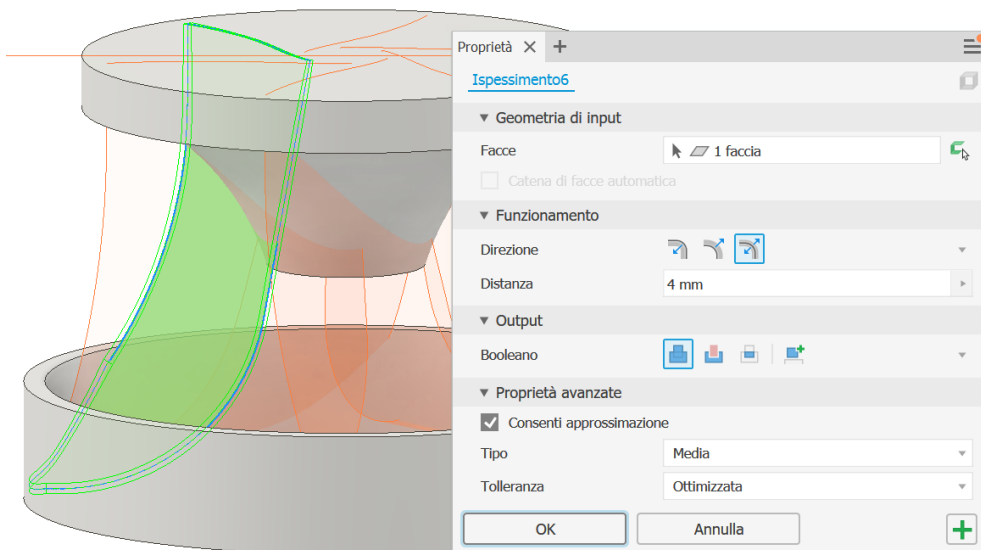
Costruzione superficie pala con comando Loft (superficie) selezionando i 4 profili della pala disegnati in precedenza



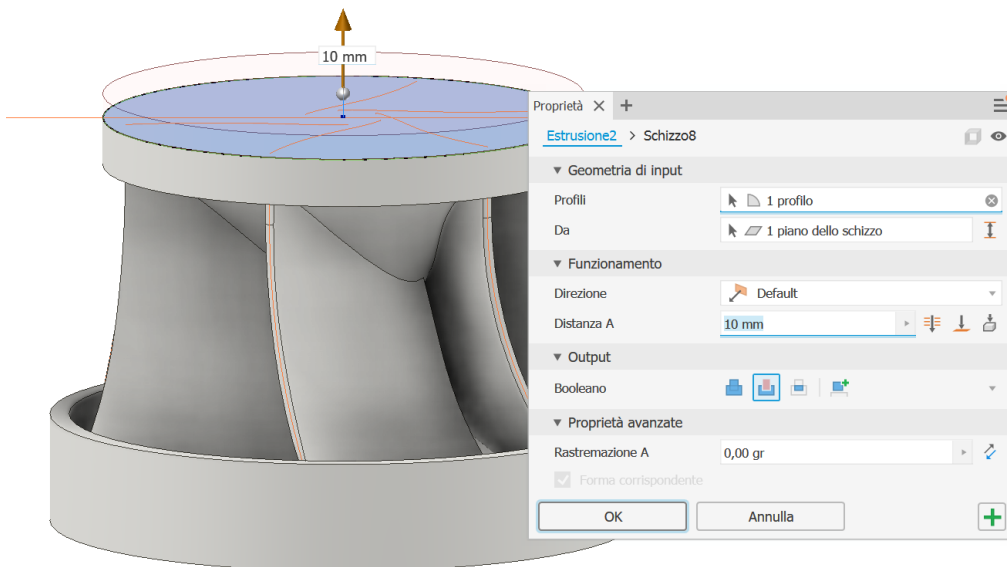
Serie circolare della superficie 3D della pala.



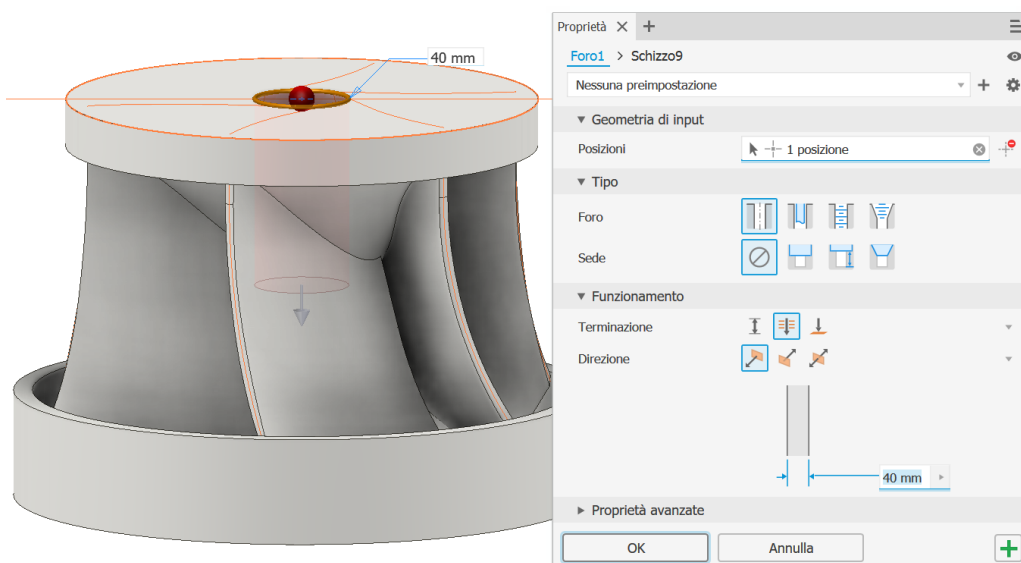
Usare il comando “Inspessisci” per dare spessore alla pala. Ripetere il comando per tutte le pala (comando serie non funziona).



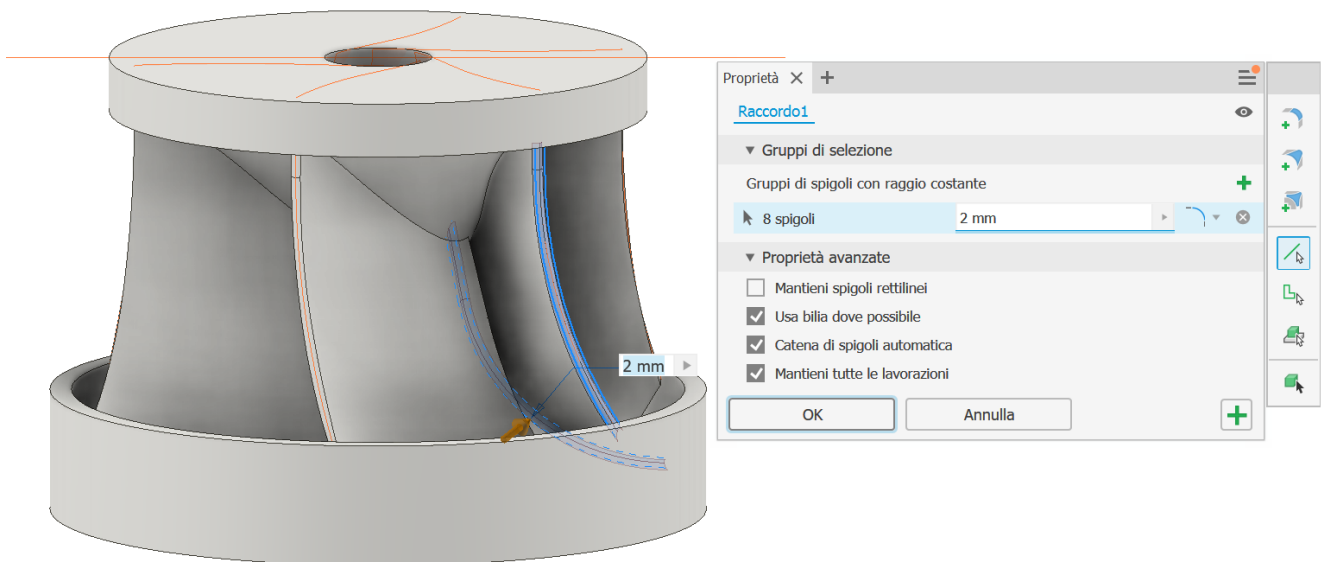
Schizzo 2D sulla faccia superiore ed estrusione per eliminare la parte di pale che esce dal solido.



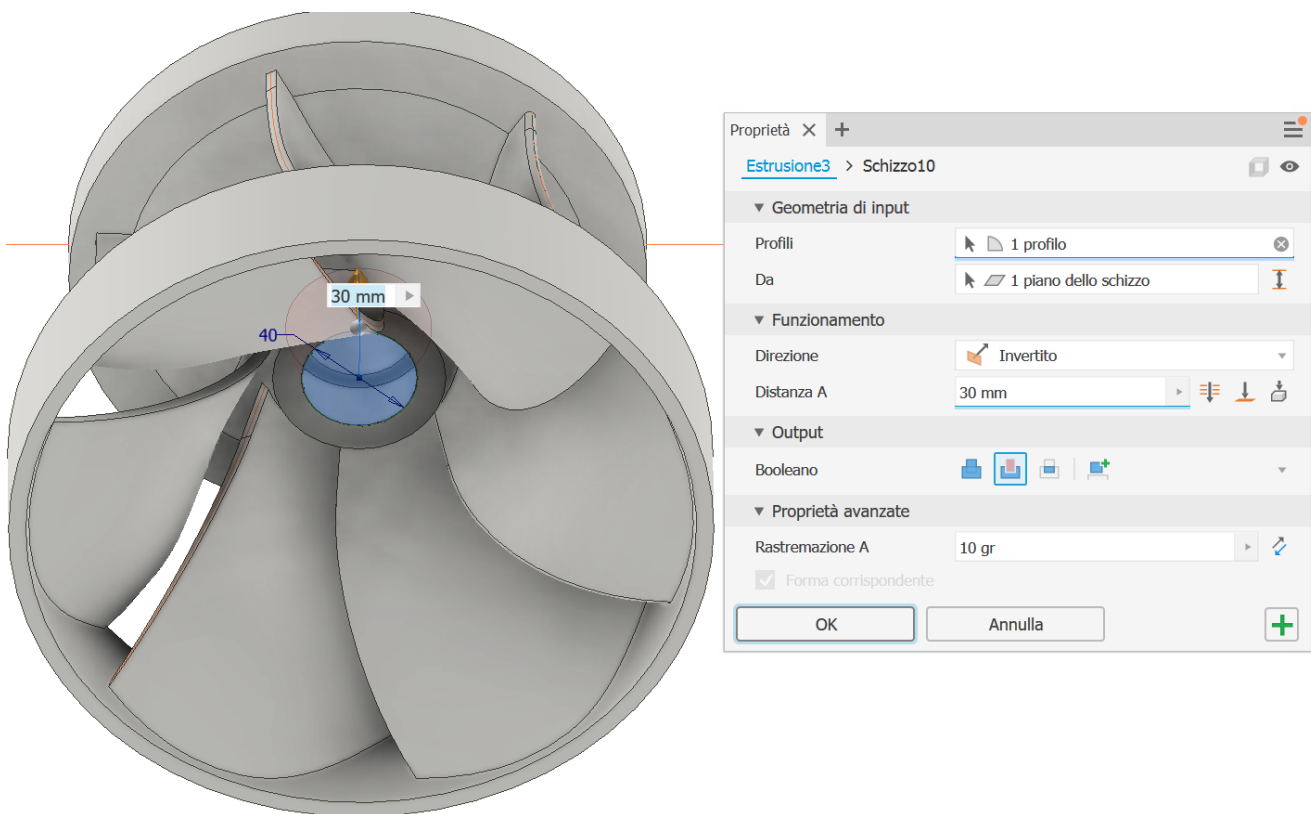
Foro centrale per l'albero della turbina.



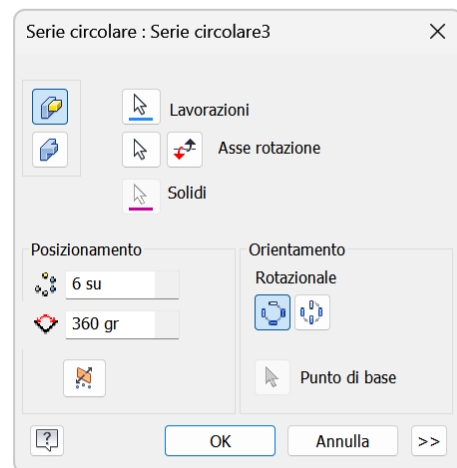
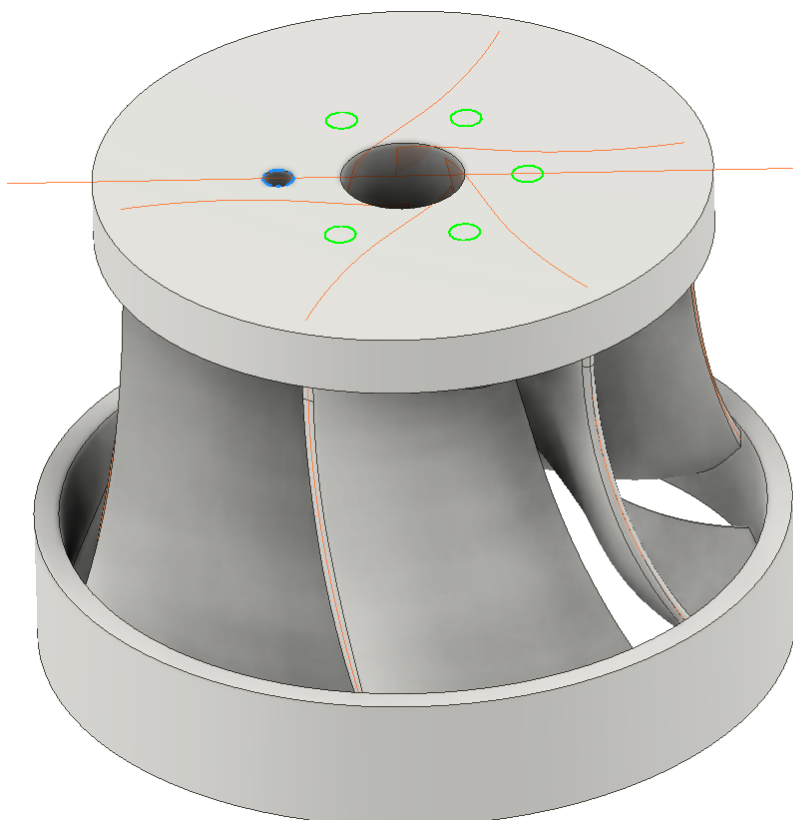
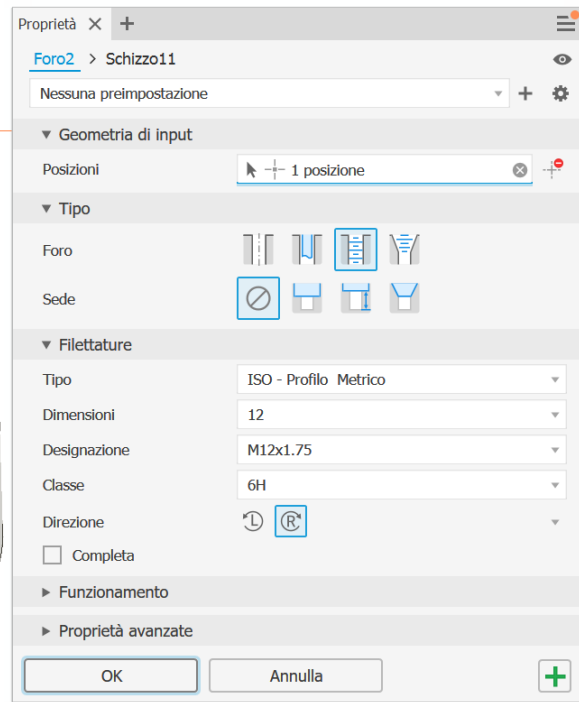
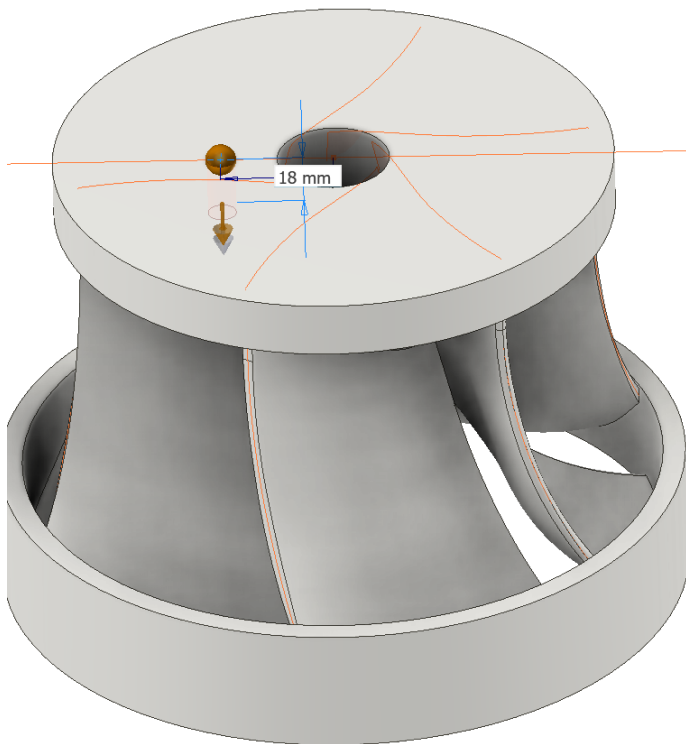
Raccordo dei bordi della pala e successiva serie circolare (qui funziona).



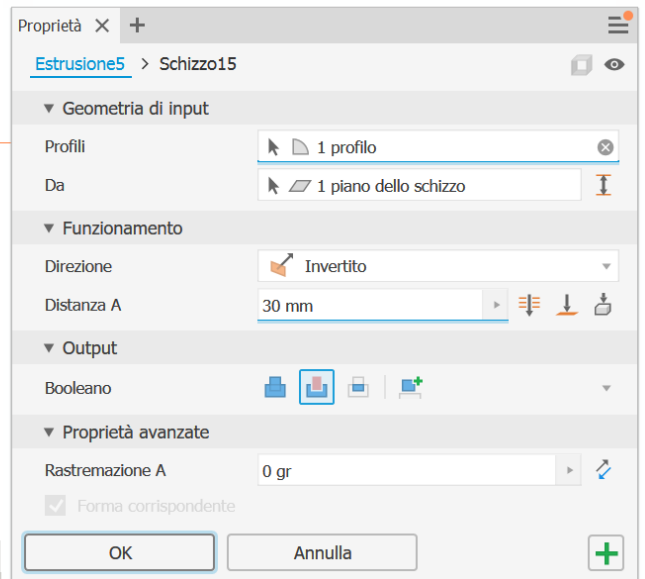
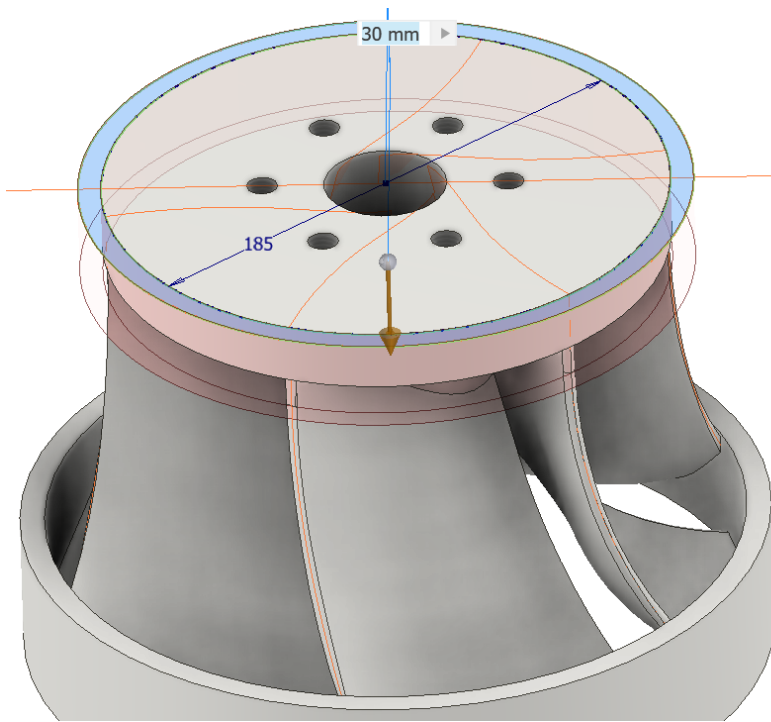
Schizzo sul fondo del cono interno ed estrusione rastremata.



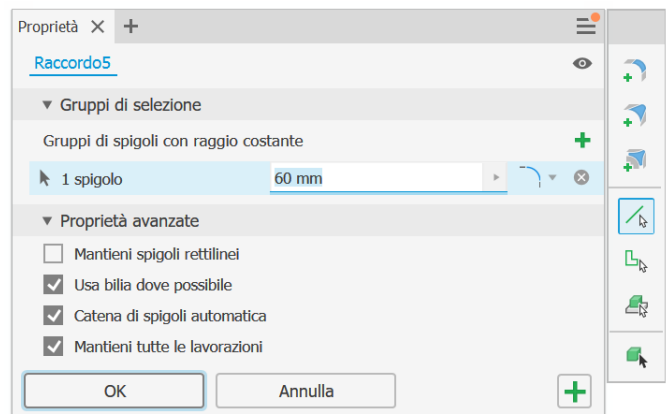
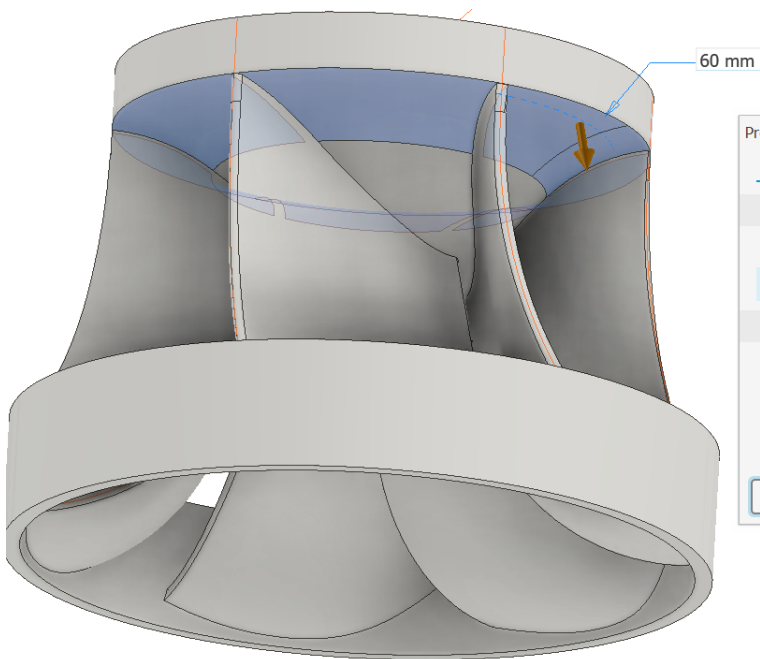
Schizzo 3D sulla faccia superiore per foro di fissaggio albero e successiva serie circolare.



Schizzo 2D sulla faccia superiore per alleggerimento turbina (ottimizzazione per stampa 3D).



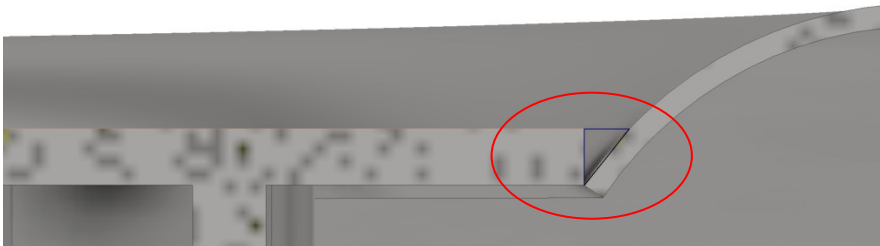
Raccordo sul cono interno della pala (ottimizzazione per stampa 3D).



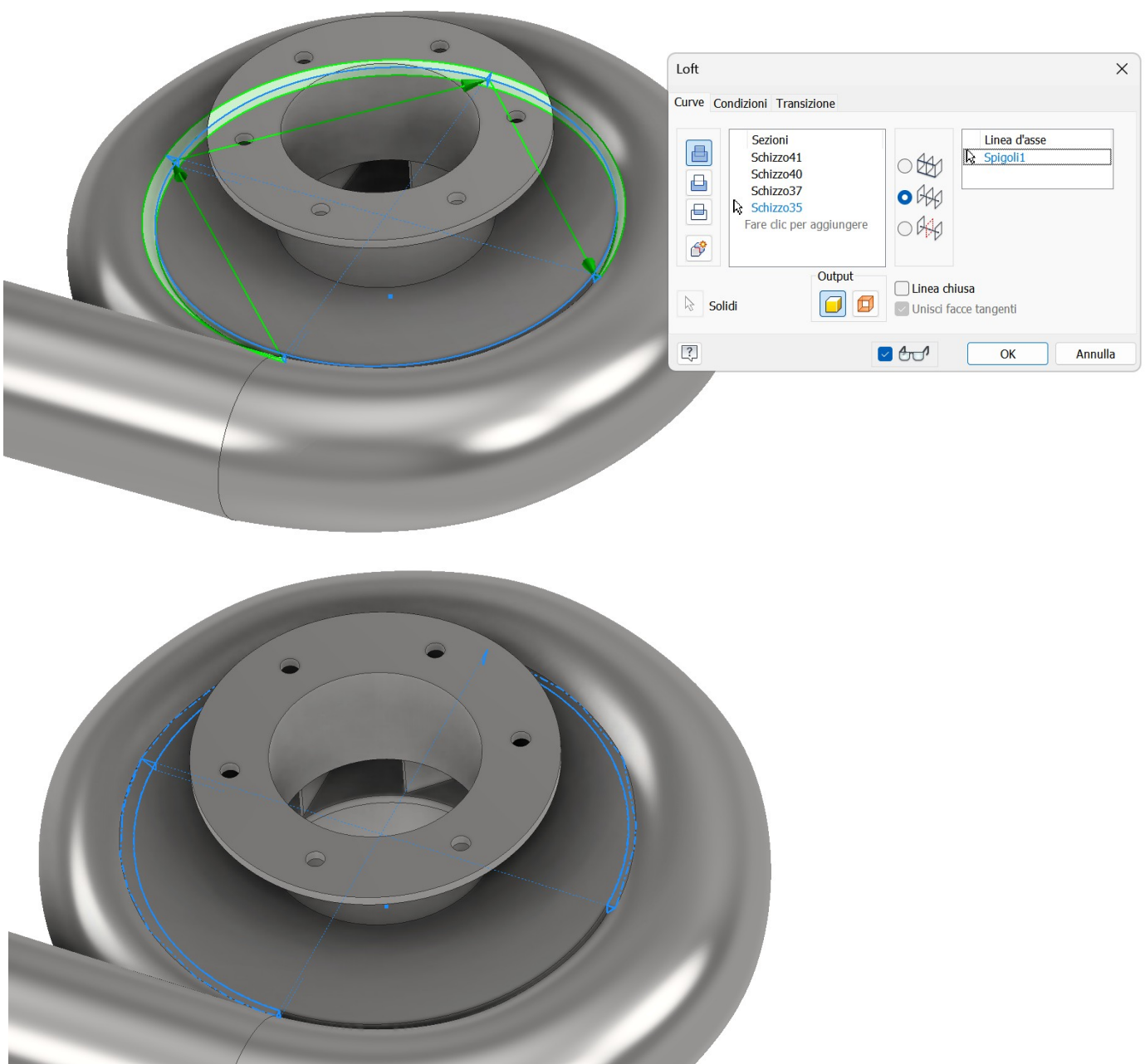
CASSA A CHIOCCIOLA

Il cordone di saldatura va creato tramite il loft.

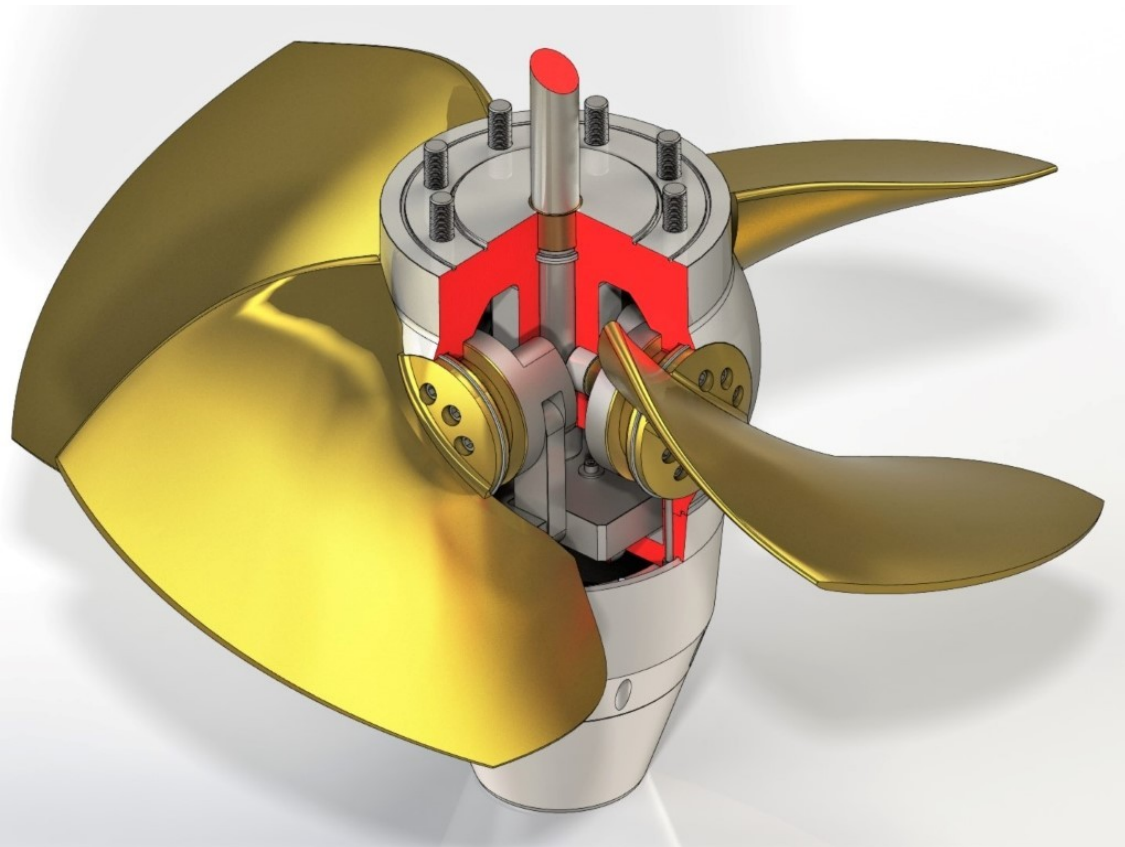
Si devono creare 4 sezioni del cordone di saldatura su 4 schizzi distinti su piani sfasati di 90°..

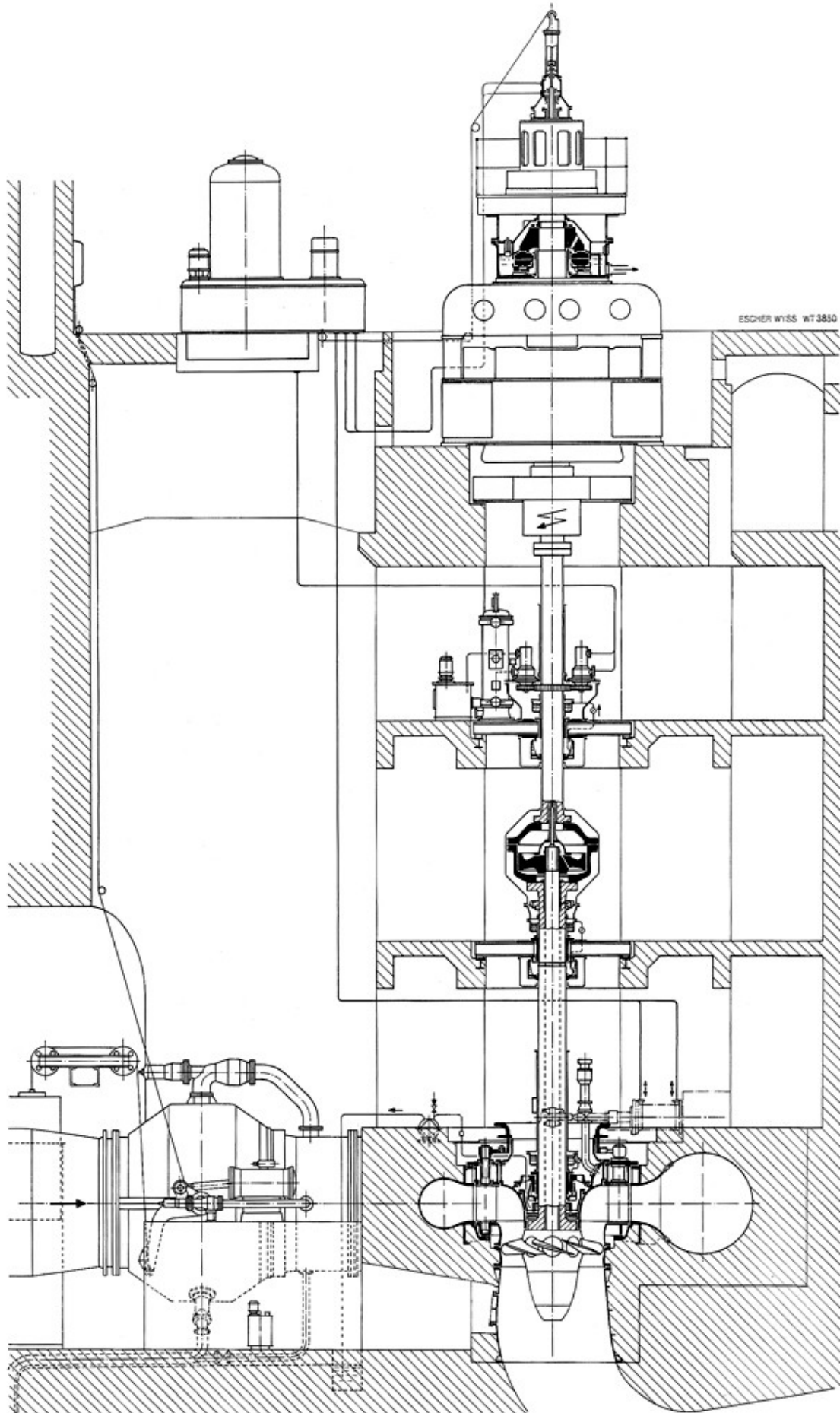


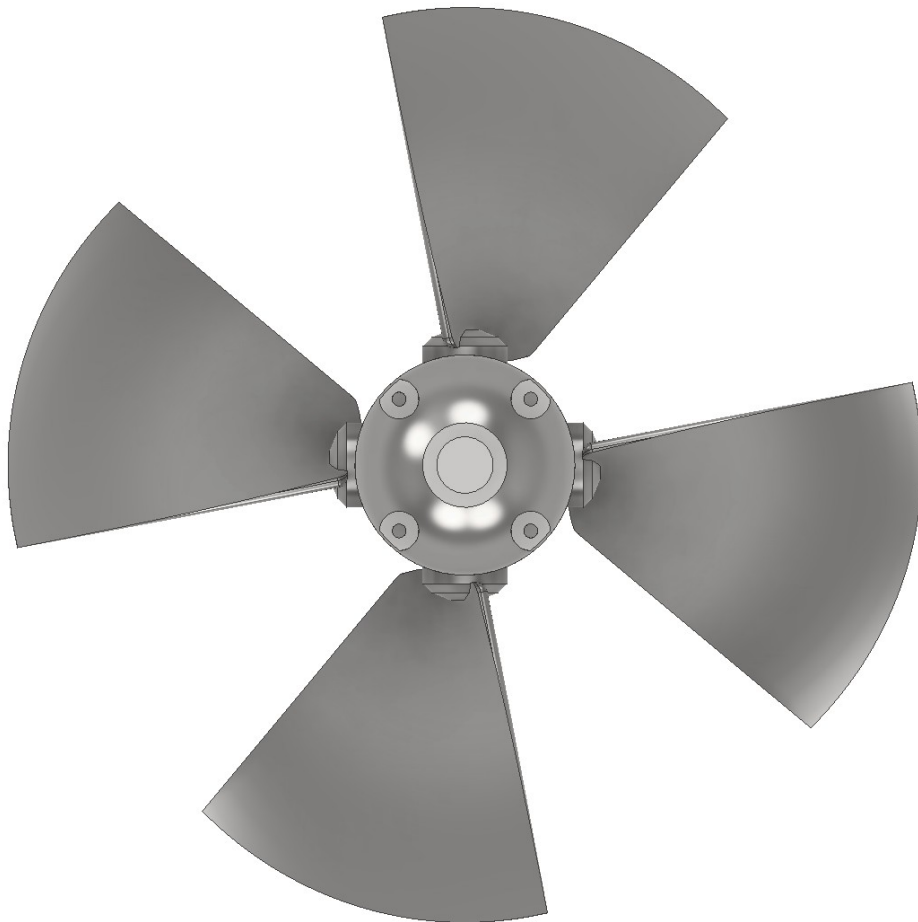
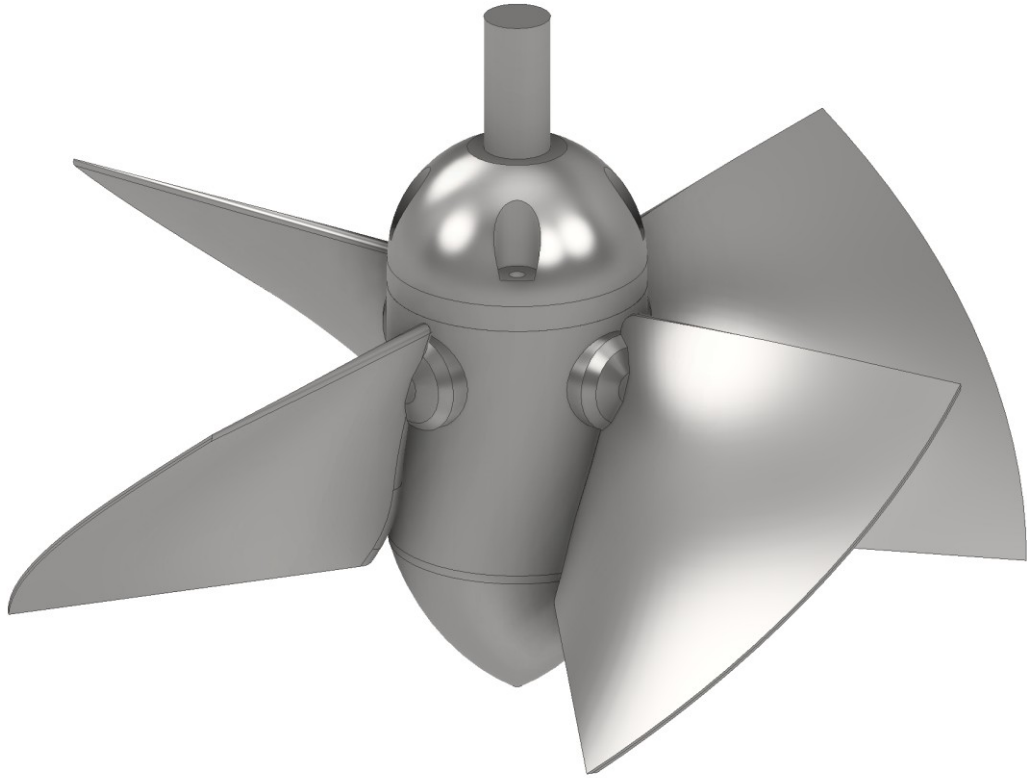
Usare la circonferenza come guida.

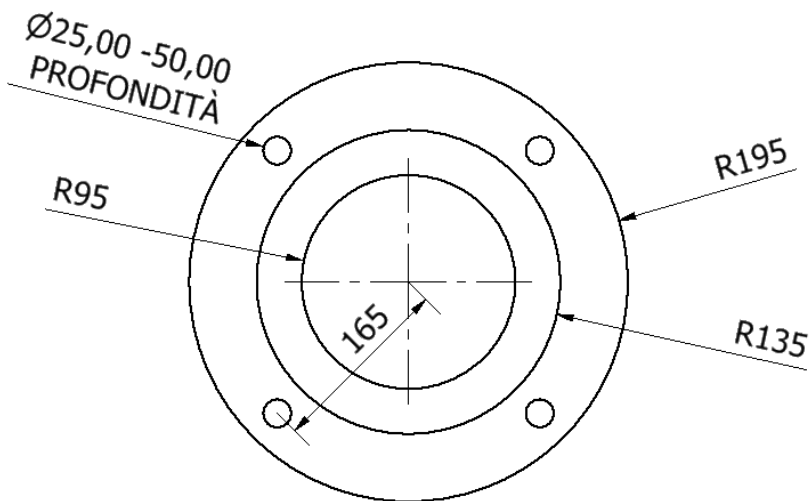
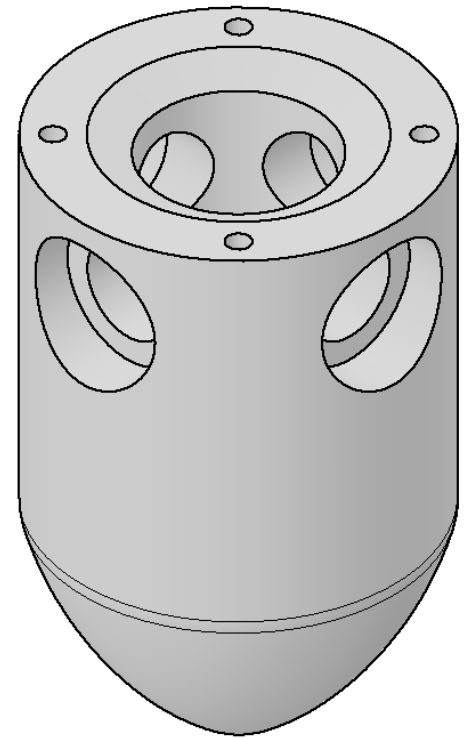
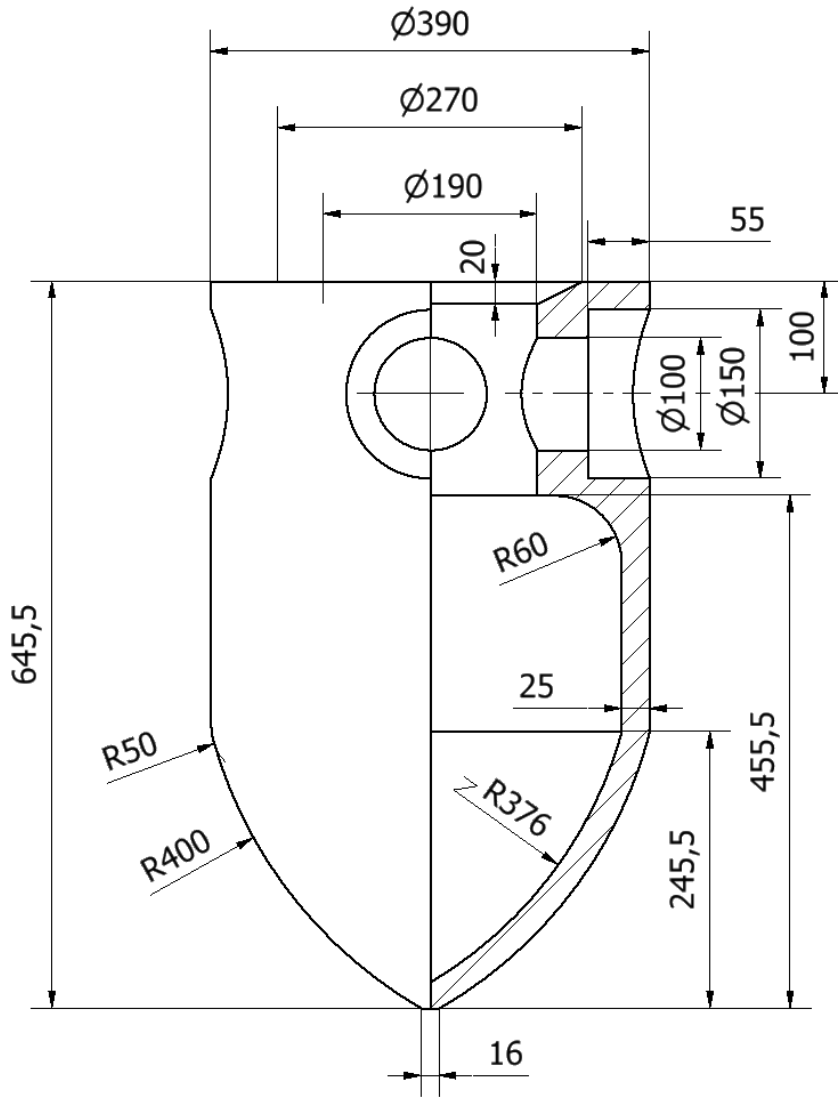


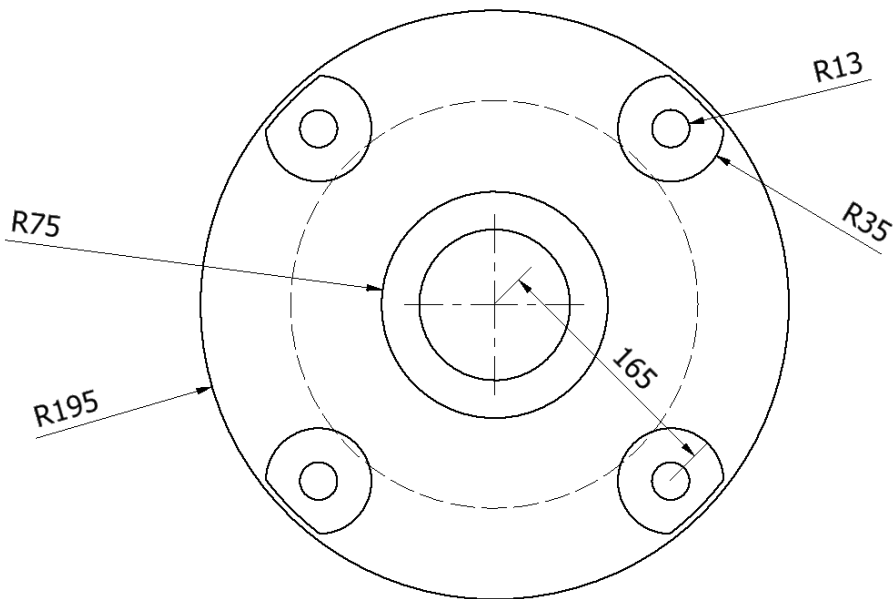
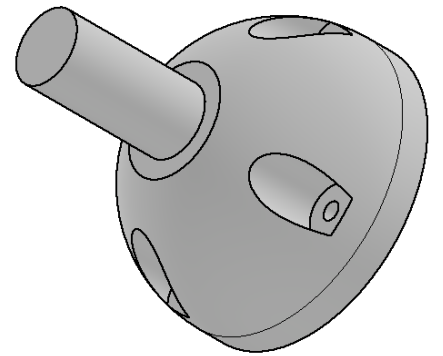
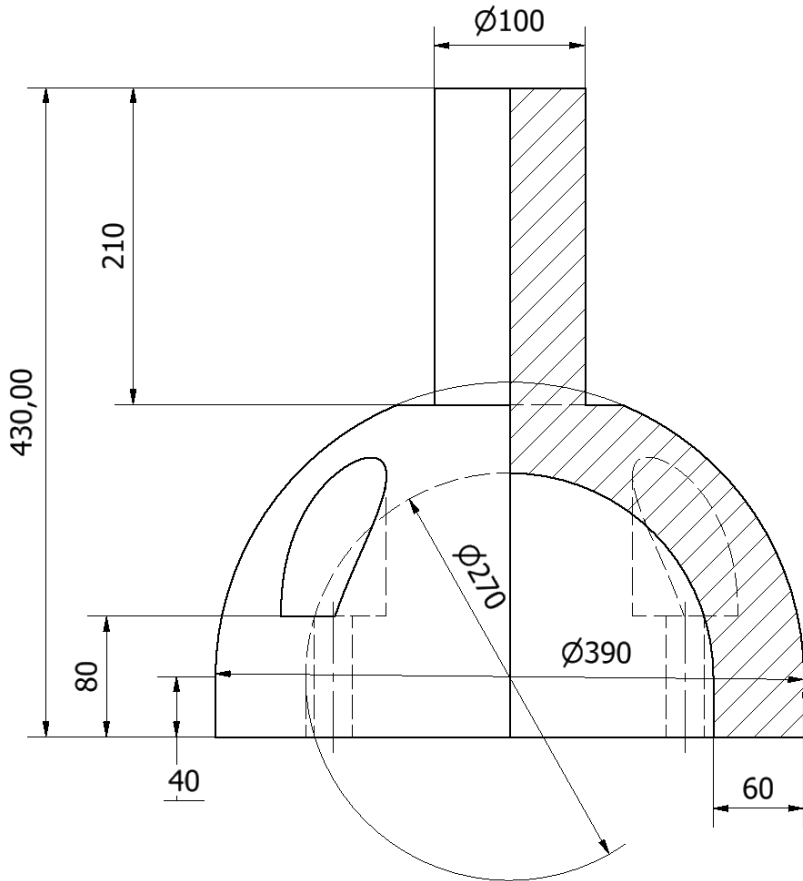
TURBINA KAPLAN





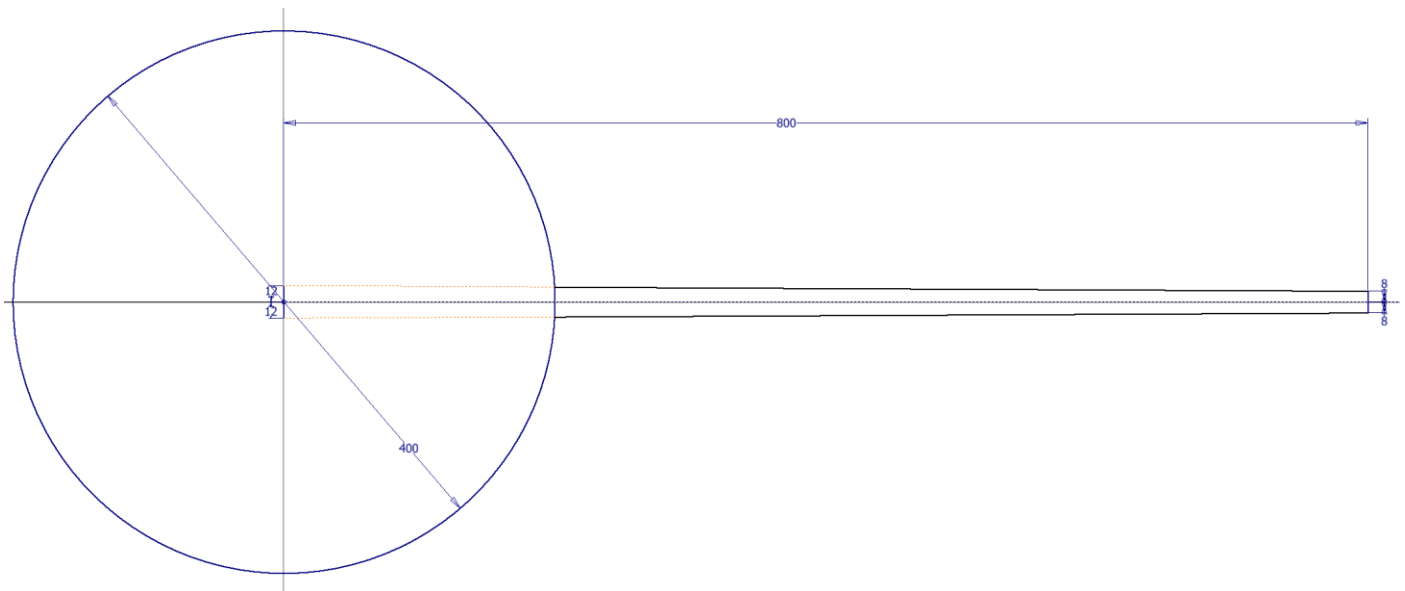




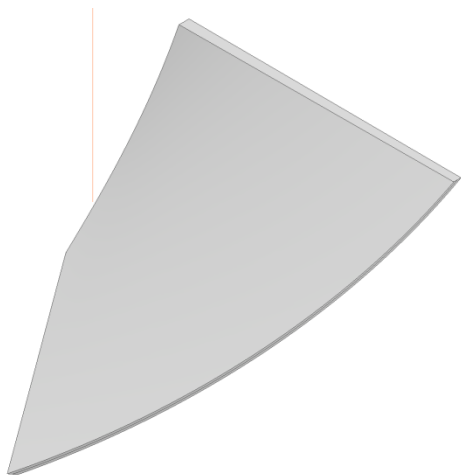
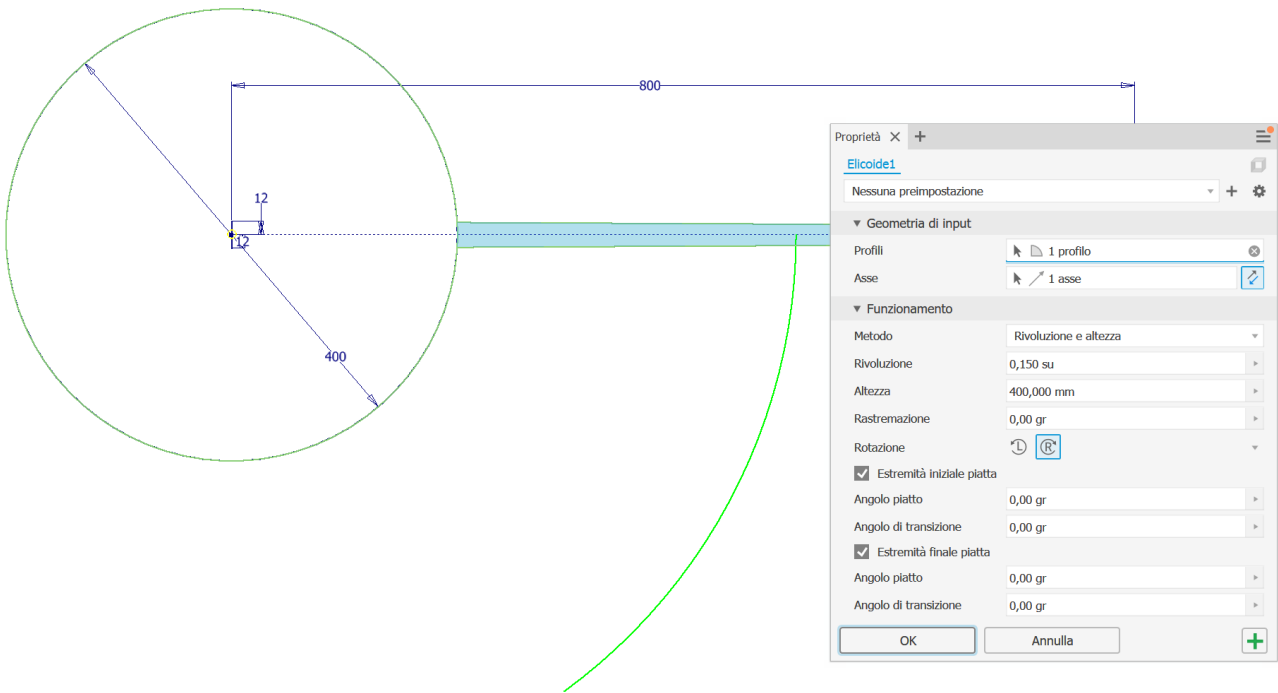




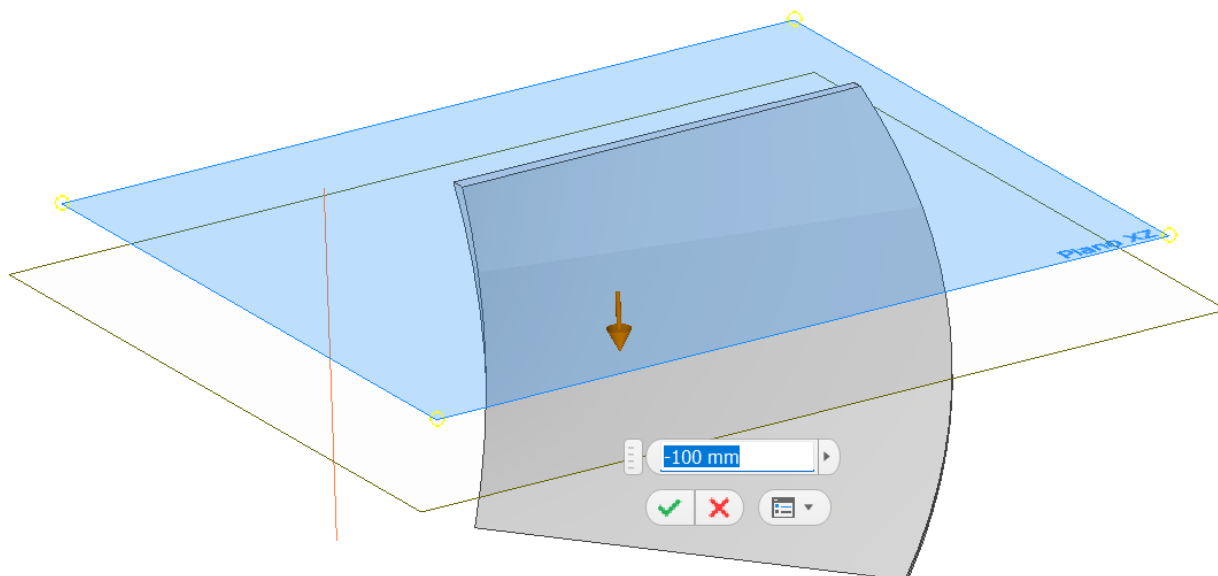
Schizzo 2D piano ALTO



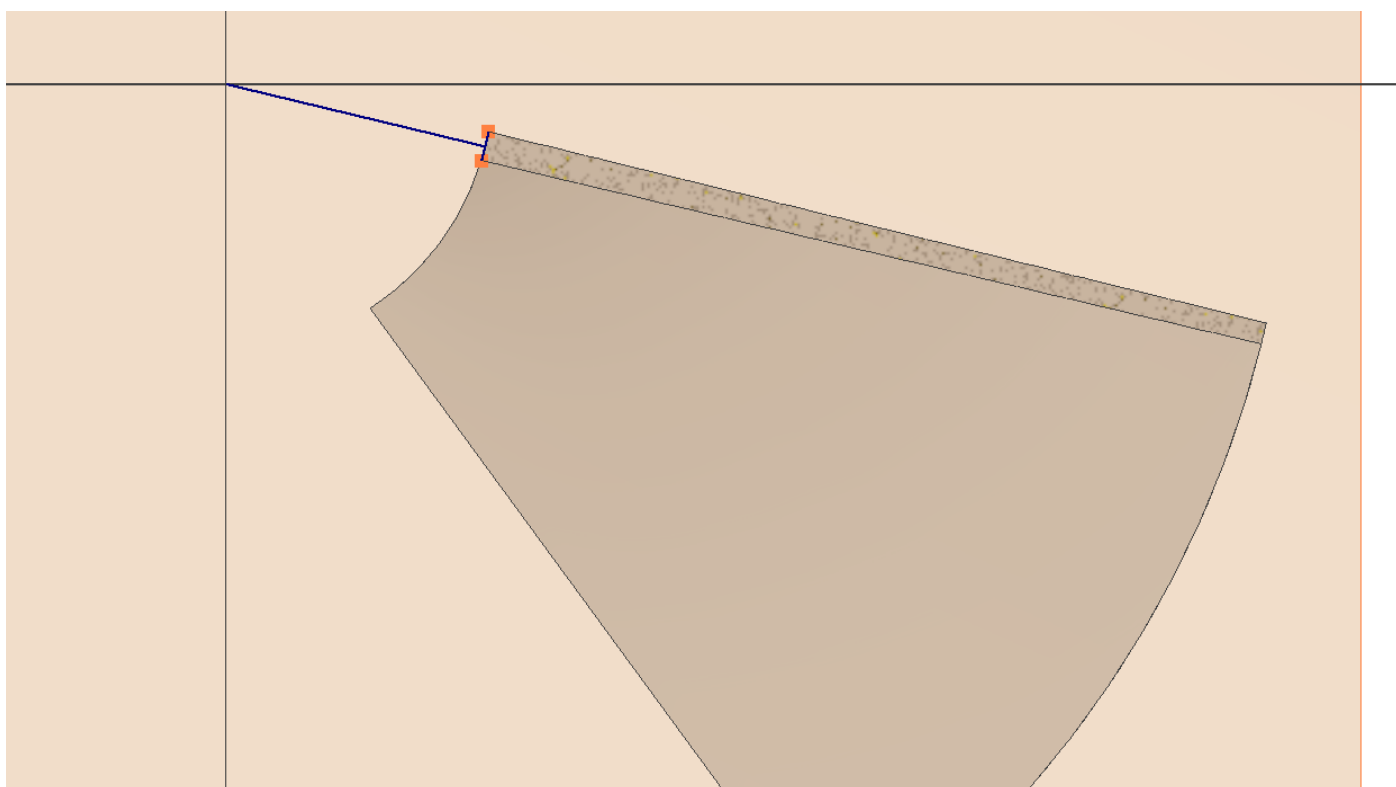
Elicoide 3D



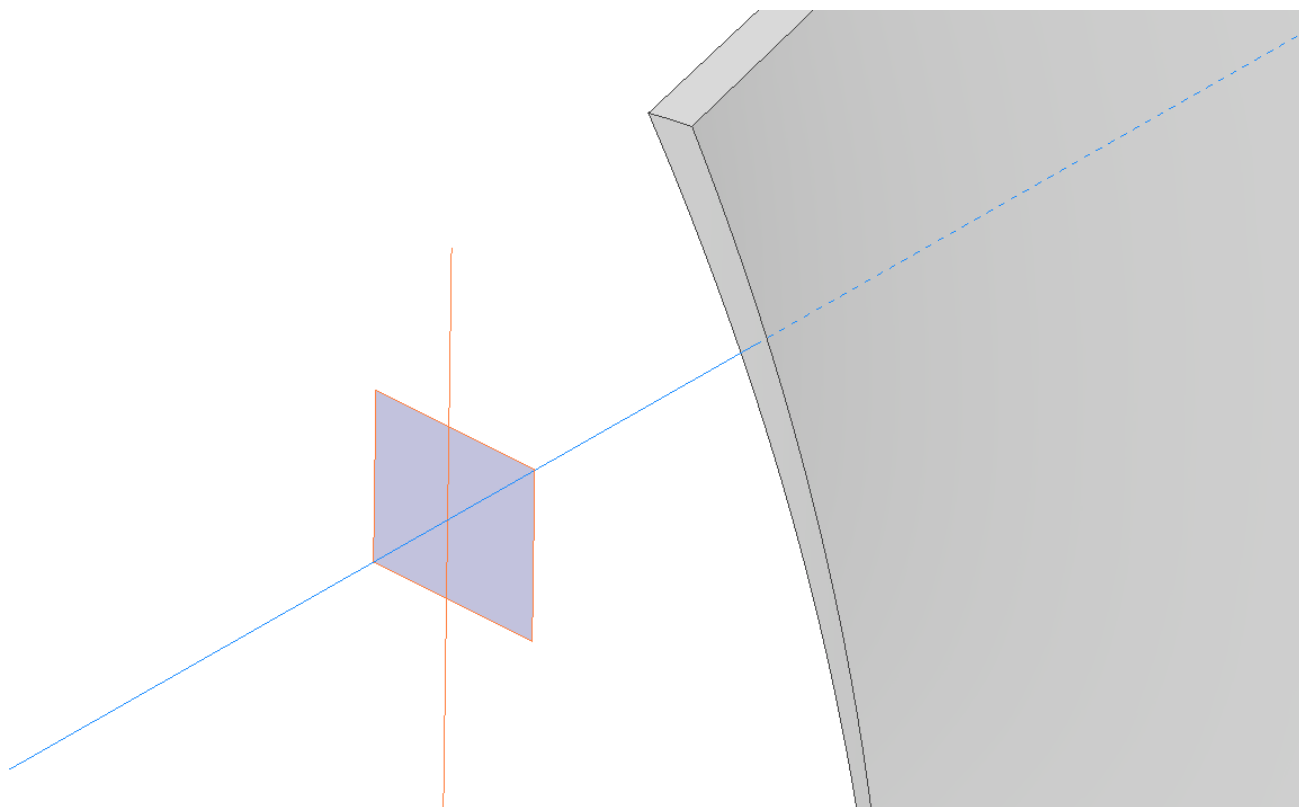
Creazione piano di lavoro orizzontale (offset dal piano orizzontale per origine)



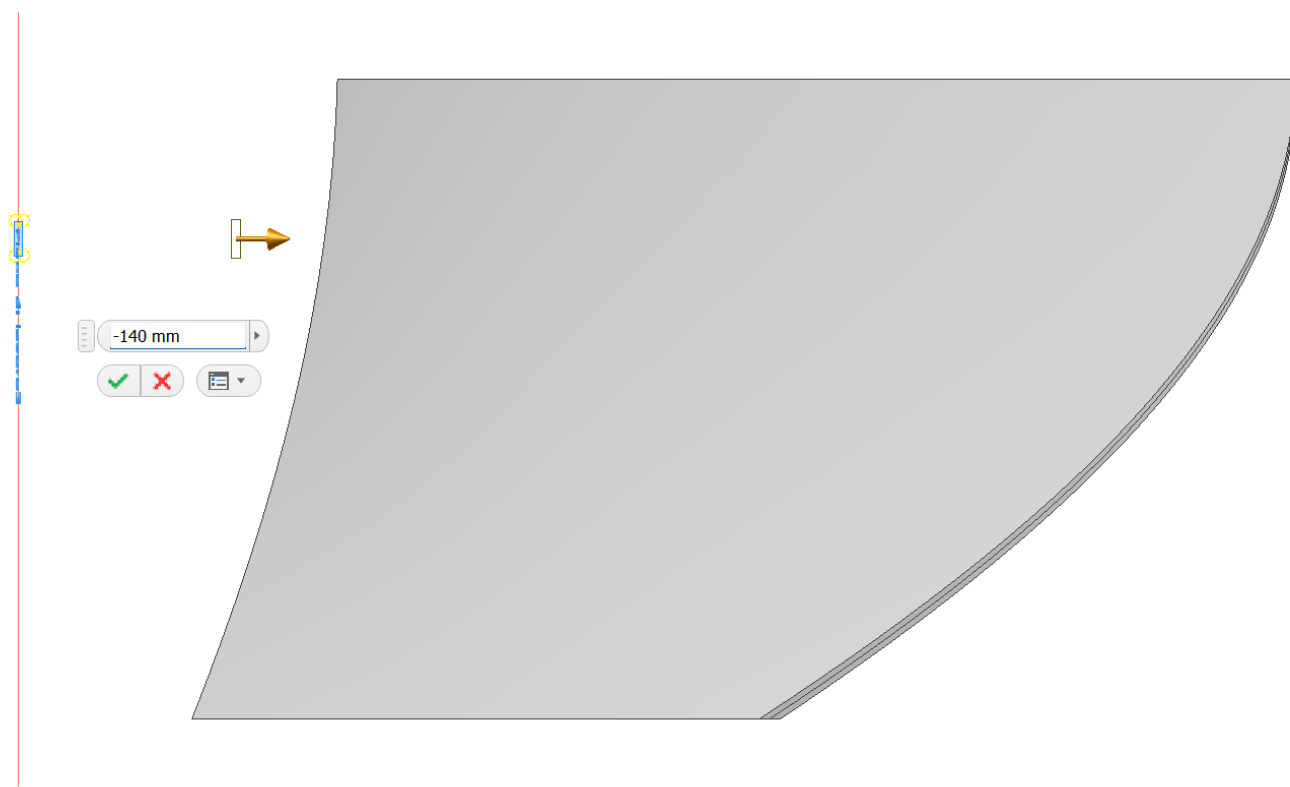
Creazione schizzo 2D con asse per il perno della pala



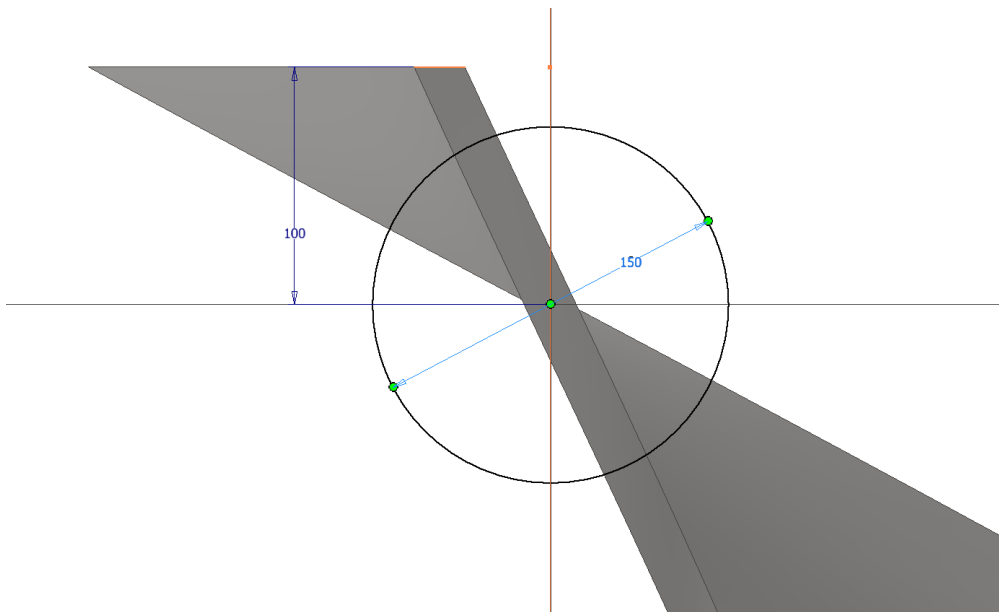
Creazione piano di lavoro passante per l'asse verticale origine e perpendicolare all'asse precedente



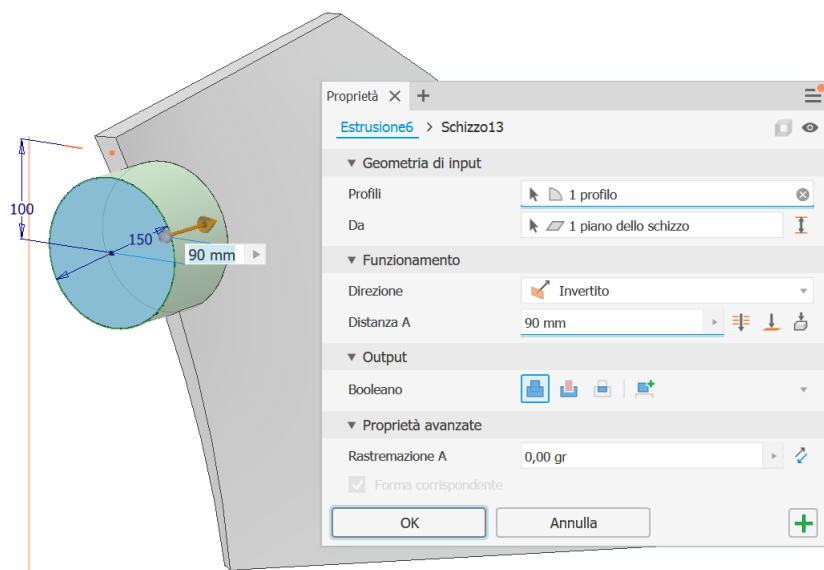
Creazione nuovo piano di lavoro verticale per offset dal precedente.



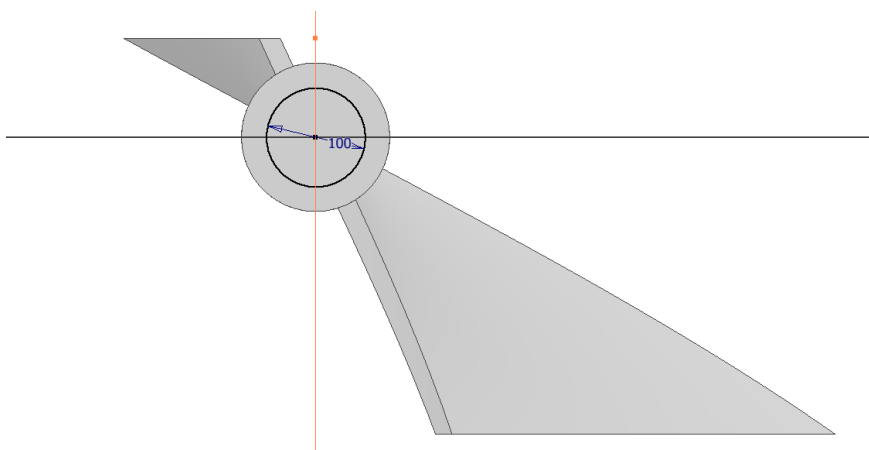
Creazione schizzo 2D con profilo perno.



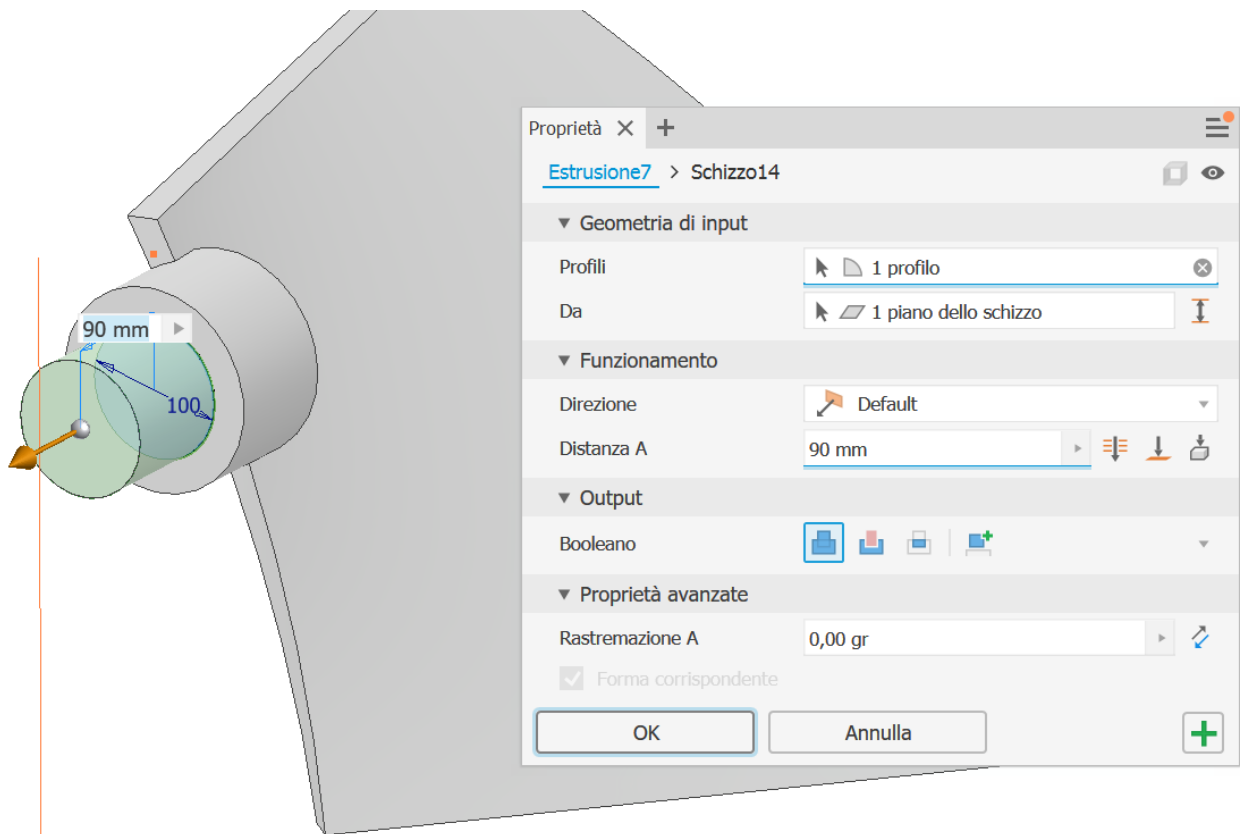
Estrusione del profilo sulla pala.



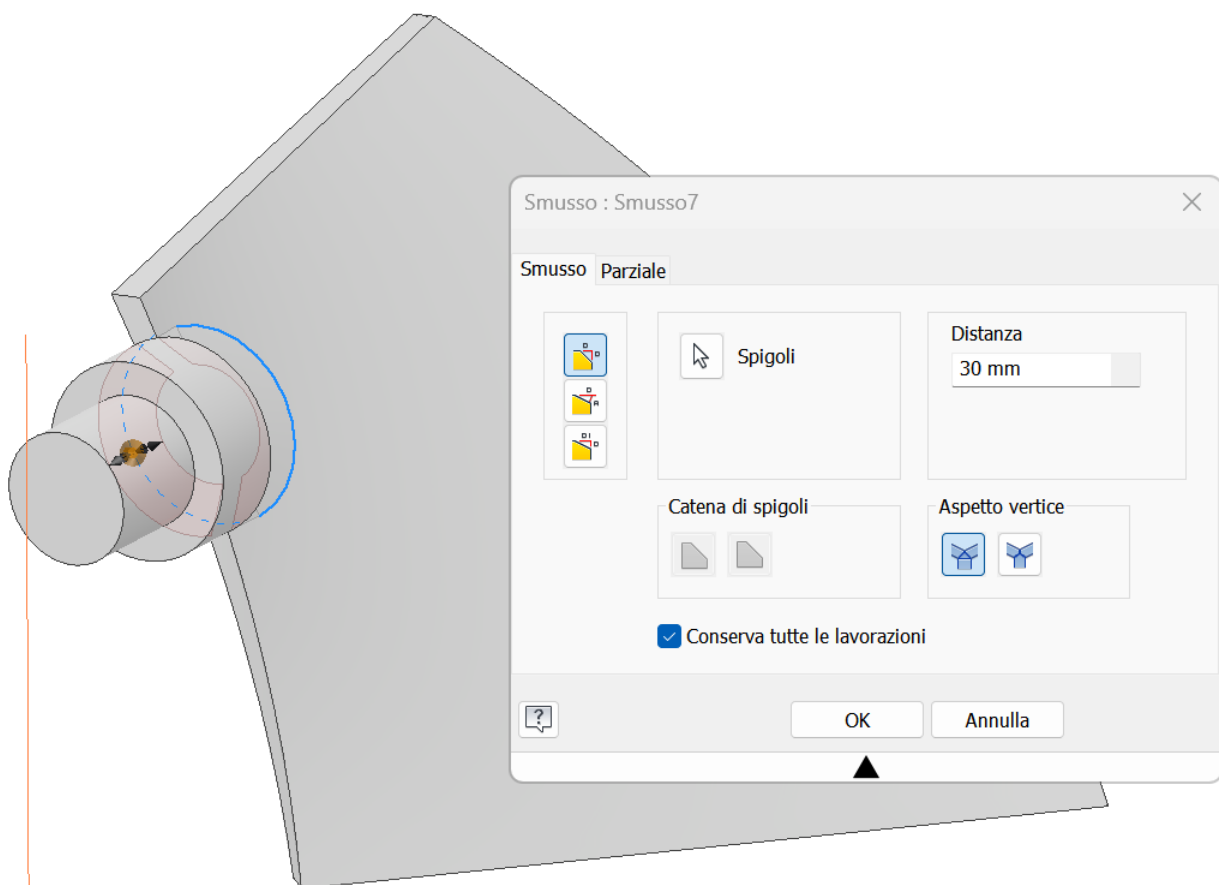
Schizzo 2D



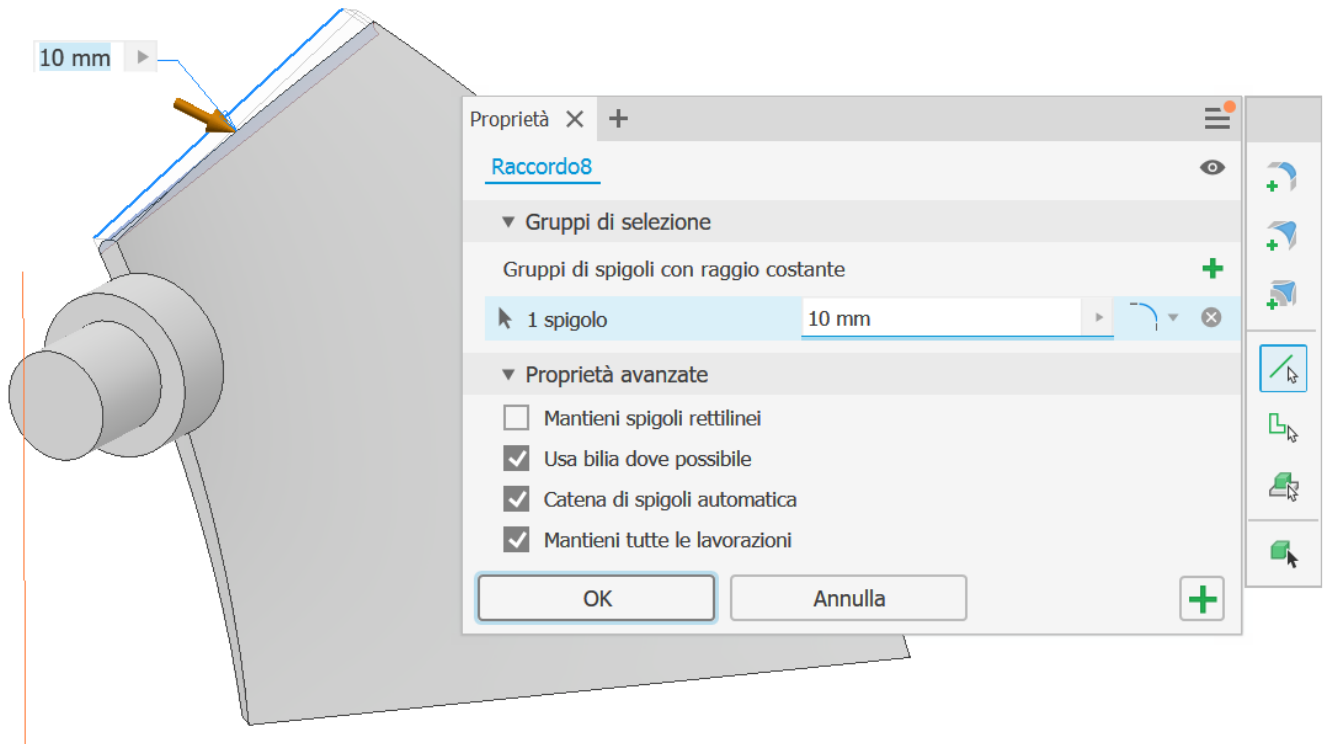
Estrusione perno.



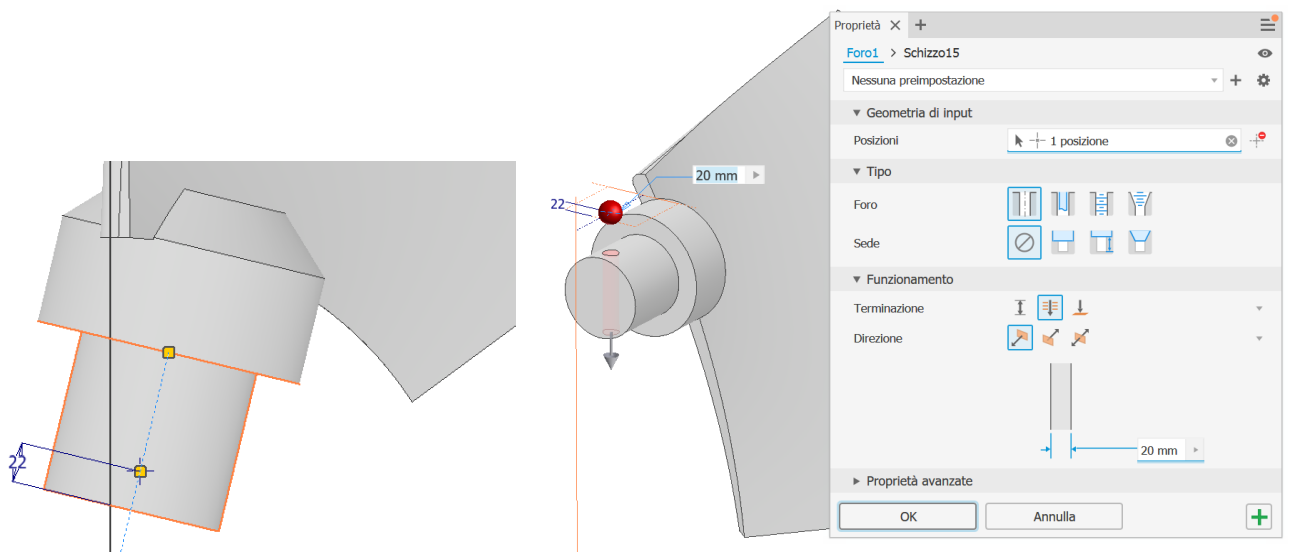
Smusso



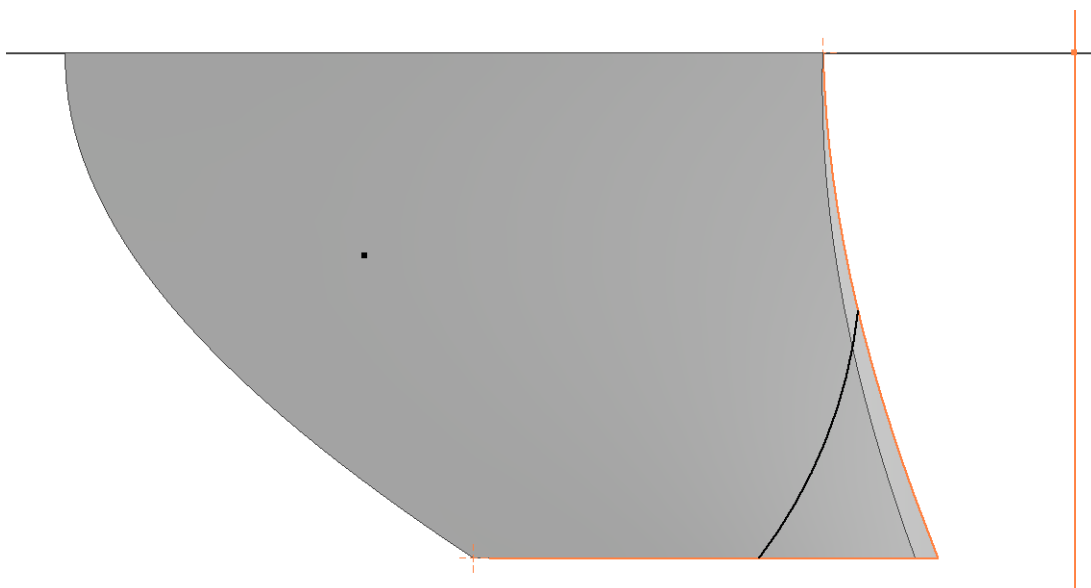
Raccordo profilo superiore pala.



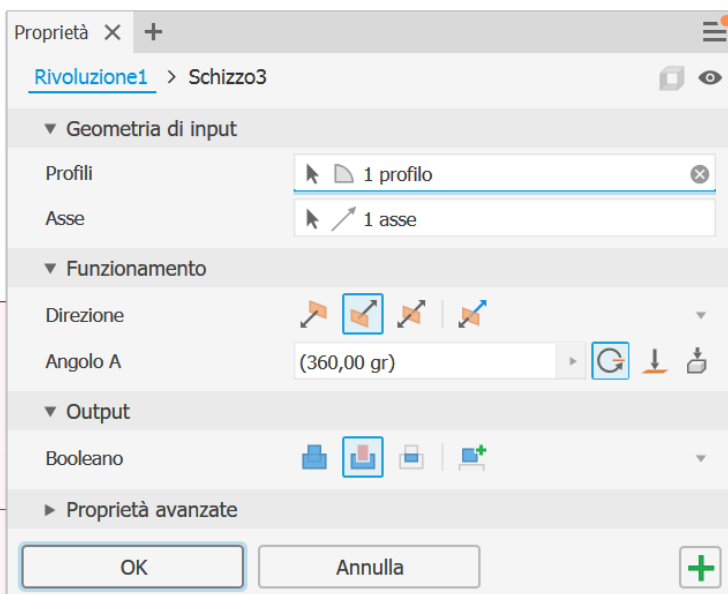
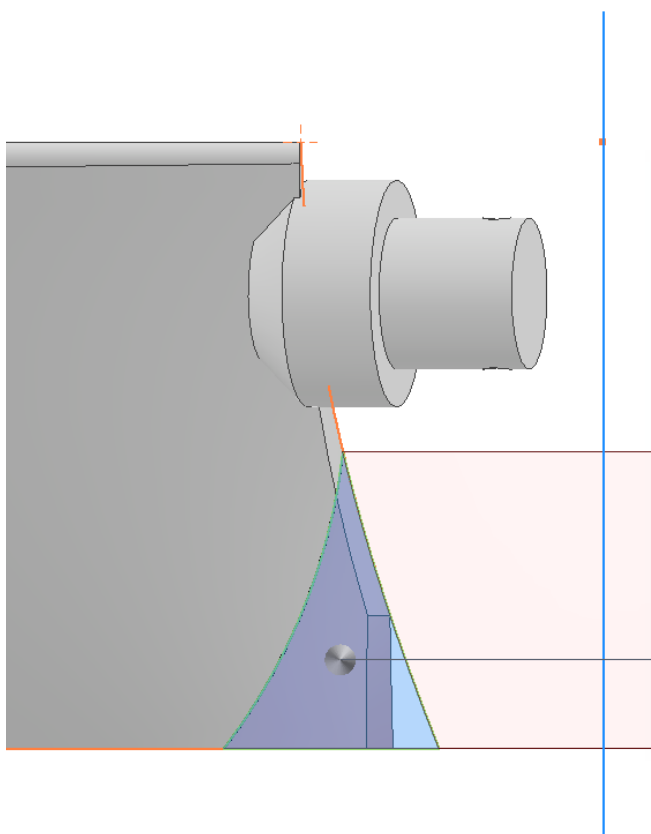
Schizzo 2D per foro sul piano ALTO e foro passante.



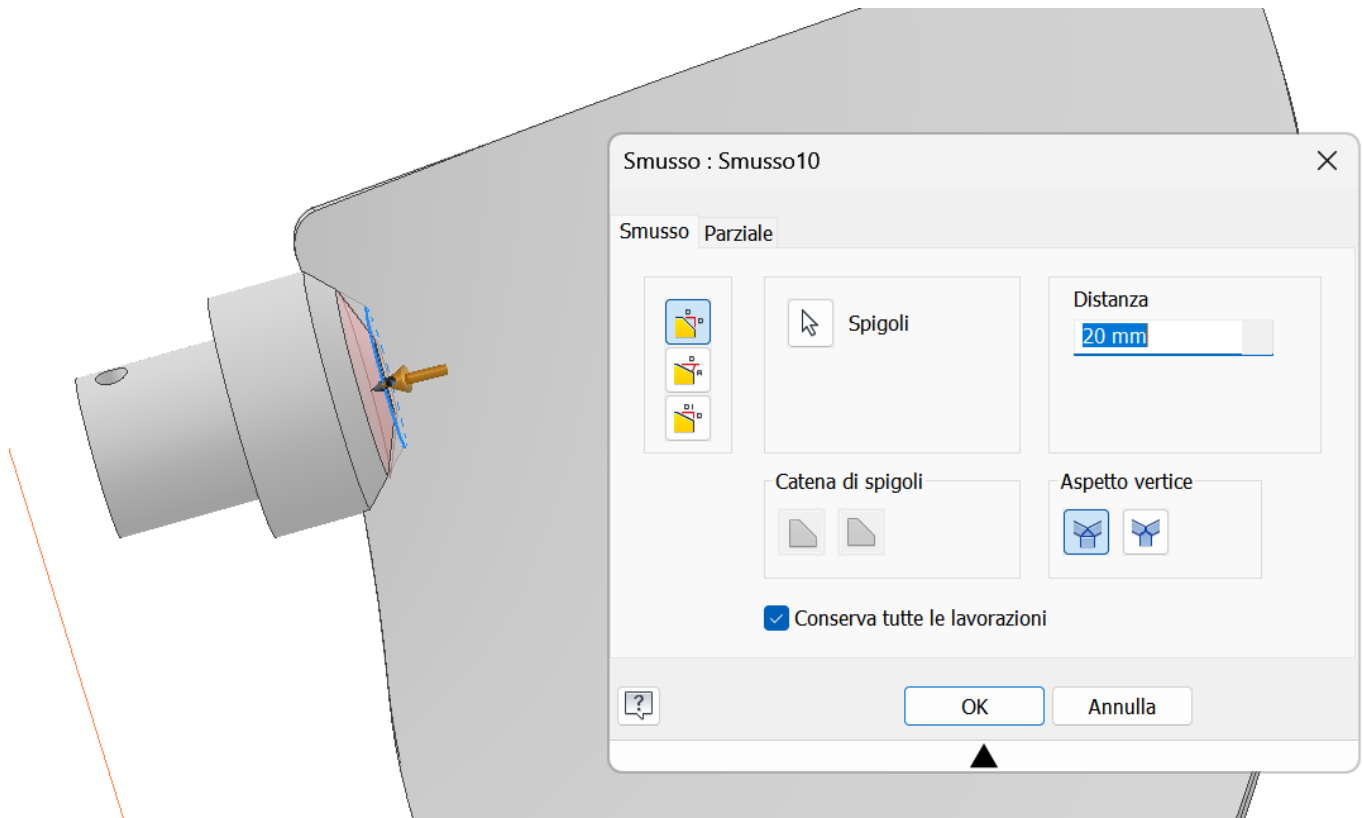
Sul piano RETRO schizzo 2D e rivoluzione (arrotondamento a piacere della pala interna)



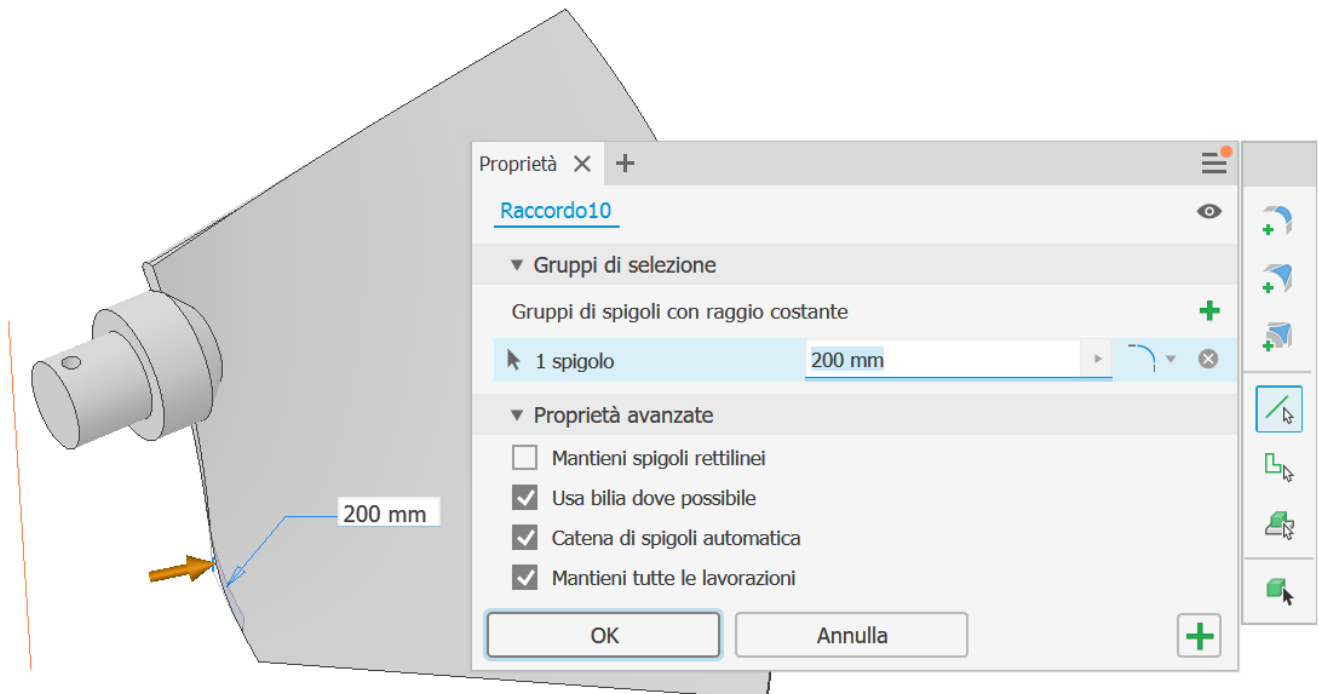
Rivoluzione rispetto asse verticale.



Smusso

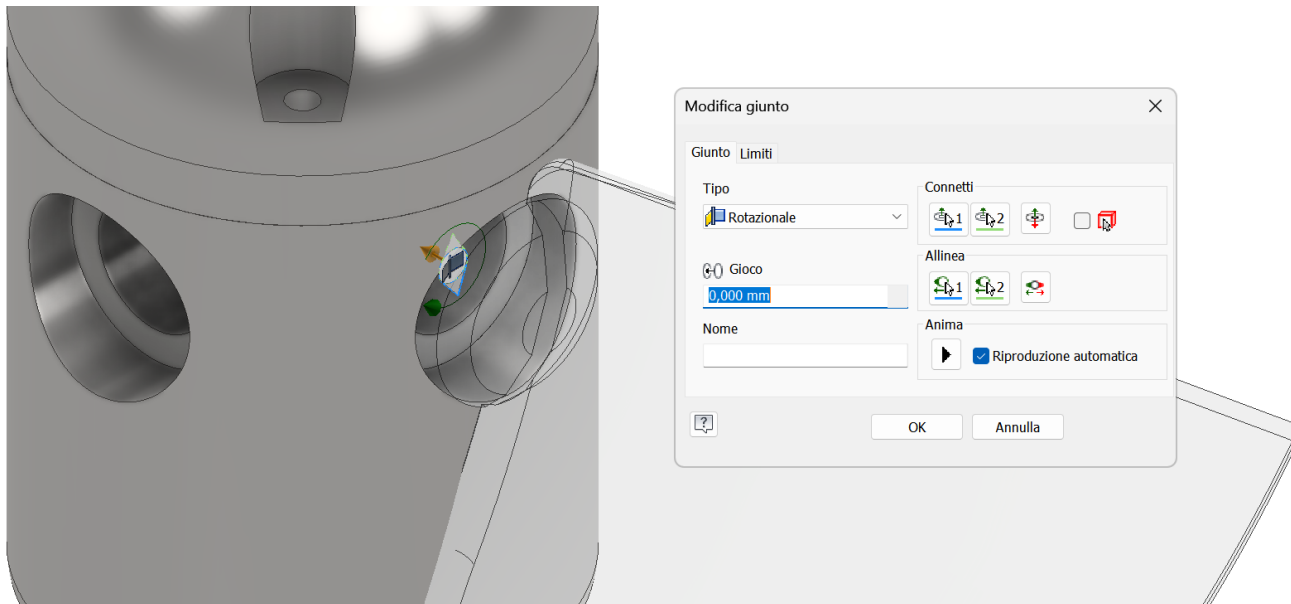


Raccordo bordo interno pala.

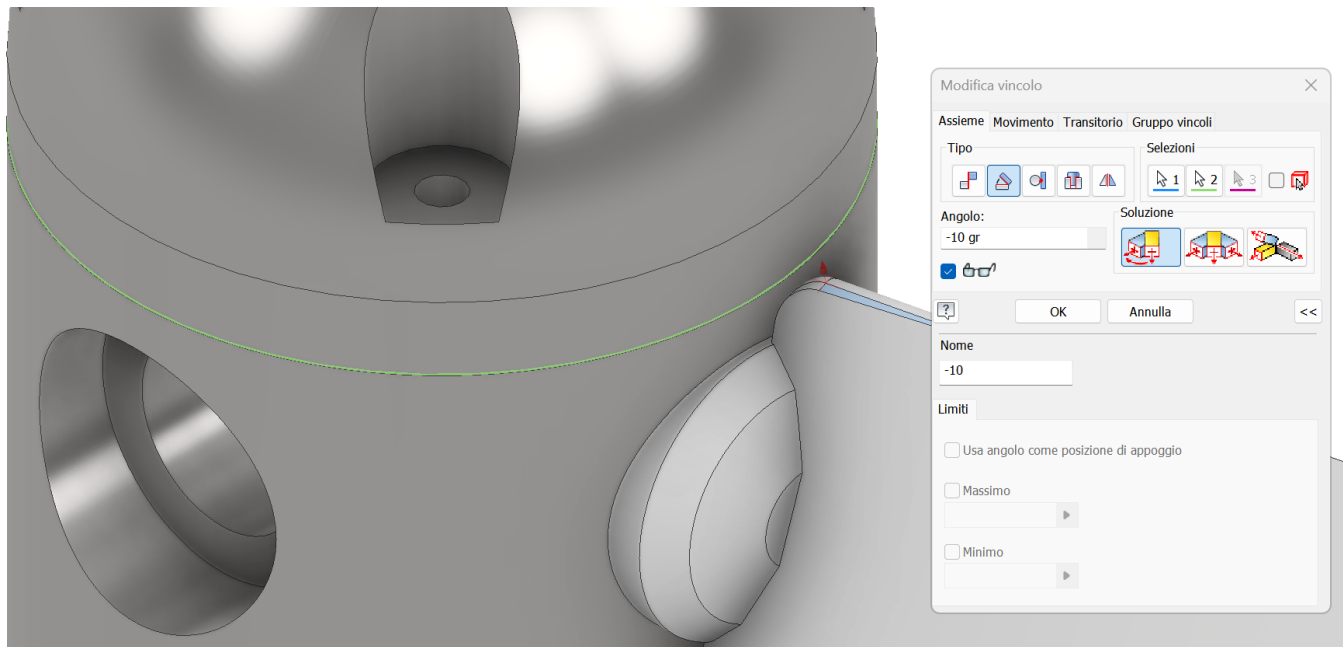


ASSIEME TURBINA KAPLAN

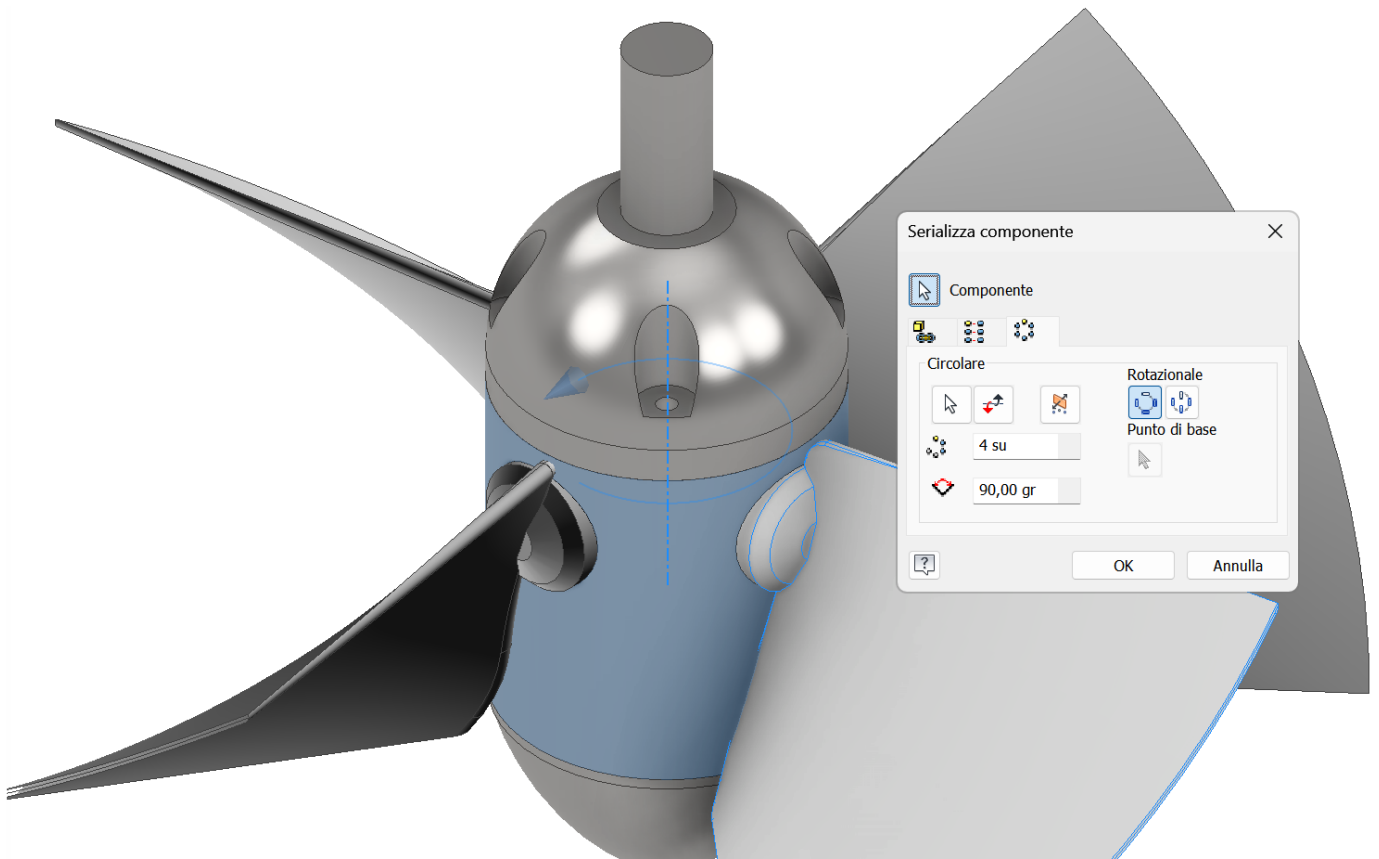
Creare un file di assieme e posizionare per primo il corpo (fissato all'origine).
Posizionare successivamente la parte superiore e procedere a vincolarla al corpo.
Posizionare per ultimo una pala e vincolarla col comando GIUNTO come in figura.



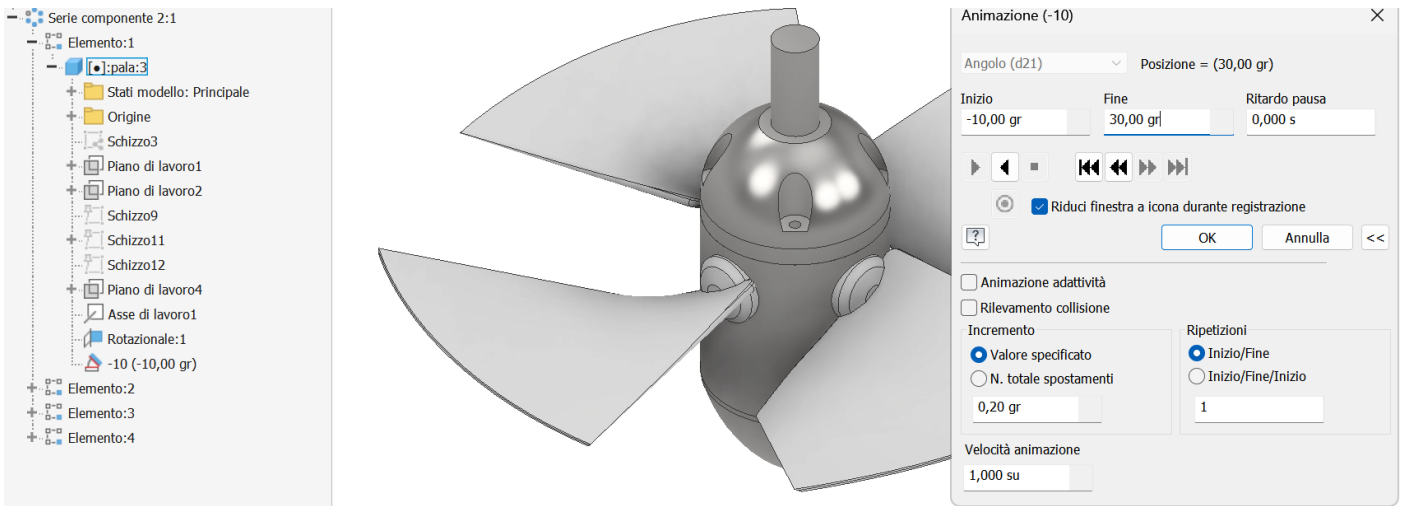
Creare un vincolo di parallelismo fra la faccia piana superiore della pala e la faccia piano del corpo.



Serie circolare della pala rispetto all'asse verticale.

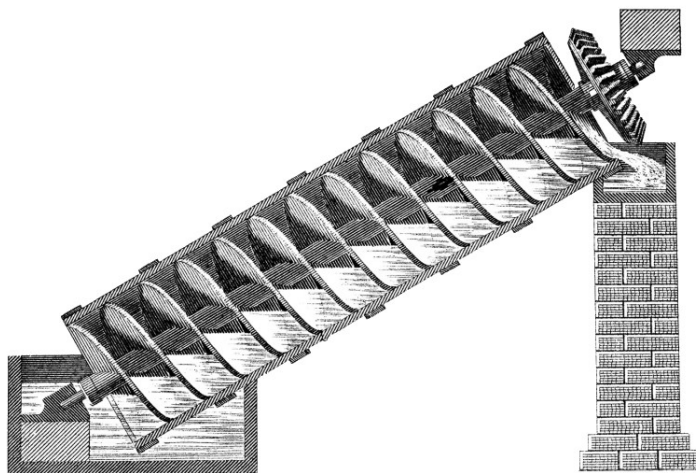


Verificare che l'animazione del vincolo (-10 , +30 gradi) di parallelismo sulla prima pala muova tutte le pala.



TURBINA A VITE

La turbina a vite è una macchina semplice che trae origine da un'altra macchina, la vite di Archimede, utilizzata per sollevare fluidi ed inventata da Archimede di Siracusa (287-212 ac.).



Nel 1819 l'ingegnere francese Claude-Louis Navier (1785-1836) prospettò l'utilizzo della vite di Archimede quale variante tipologica della ruota idraulica. Nel 1922 William Moerschler brevettò la turbina a vite idrodinamica negli Stati Uniti.

Il primo brevetto europeo è del tedesco Karl-August Radlik nel 1997, a cui sono seguite alla fine degli anni novanta una serie di installazioni industriali.

Le viti idrauliche raggiungono rendimenti idraulici superiori all'85%. Si deve notare l'estensione del campo dei buoni rendimenti, che varia da circa un terzo della portata di progetto sino a quella massima. Le viti idrauliche, quindi, in virtù dell'estensione del campo di stabilità del rendimento, continuano a raggiungere buone prestazioni anche in caso di scarsa alimentazione.





La nuova centralina sul fiume Gambara (BS) . La turbinq ha una potenza massima di 100 kw.

RENDIMENTO MEDIO DI IMPIANTI ESISTENTI

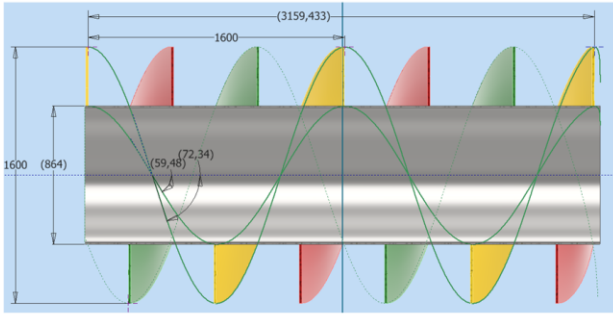
Location	Manufacturer's data					Calculated data	
	Q (m ³ /s)	H (m)	P_e (kW)	L (m)	D_e (m)	θ (degrees)	η_u (%)
Haddo	0.5	5	15.9	10.47	1.4	28.5	64.8
Indore	0.6	5.3	19	10.23	1.4	31.2	60.9
Schnaittach	0.8	1.35	7.5	3.2	1.6	25	70.8
Herrenhof	0.9	2.1	13.9	5.71	1.6	21.6	75
Gennkikungou	0.99	1.05	7.3	3.02	1.6	20.3	71.6
Bischofsmais	1	3.16	21	7.43	1.6	25.2	67.7
Mühlen	1	3	21	6	1.5	30	71.4
Vadodara	1	5	33	10.35	1.7	28.9	67.3
Eitting	1.2	3.57	29	9.6	1.8	21.8	69
Erding	1.2	1.75	13.9	4.52	1.8	22.8	67.5
St. Michael	1.2	3.2	26.92	6.67	1.7	28.7	71.5
Vierhöfen	1.2	1	8	3.1	1.6	18.8	68
Colditz	1.5	3	33	8.7	2.2	20.2	74.8
Niedermühle	1.5	3.17	33	8.46	1.9	22	70.7
Flatford Mill	1.6	1.1	12.6	3.13	1.9	20.6	73
Gescher	1.8	3.45	46	9.4	2	21.5	75.5
Yvoir	2	1.8	26	4.83	2.1	21.9	73.6
Stimpfach	2.3	2.55	44	6.57	2.3	22.8	76.5
Dautphetal	2.5	2.55	45.8	7.3	2.6	20.4	73.2
Untermünkheim	2.5	1.8	31	5	2.4	21.1	70.2
Turbury Mill	2.8	2.1	43	6.4	2.5	19.2	74.5
Pilsing	3.2	3.6	8	8.1	2.9	26.4	70.8
Wiener Neustadt	3.5	4.05	98	9.76	2.8	24.5	70.5
Baiersdorff	4.5	1.5	48.1	5.08	3.2	17.2	72.6
Shanes Castle	5.5	5	192	12.85	3.4	22.9	71.2
Hausen	6	5.8	250	15.3	3.4	22.3	73.2
Kirchberg	6	2.97	130	6.83	3.4	25.8	74.4
Wien	7.1	1.7	84	4.54	3.6	22	70.9
Maple Durham	8	1.73	99	5.27	3.6	19.2	72.9
Average							71.2

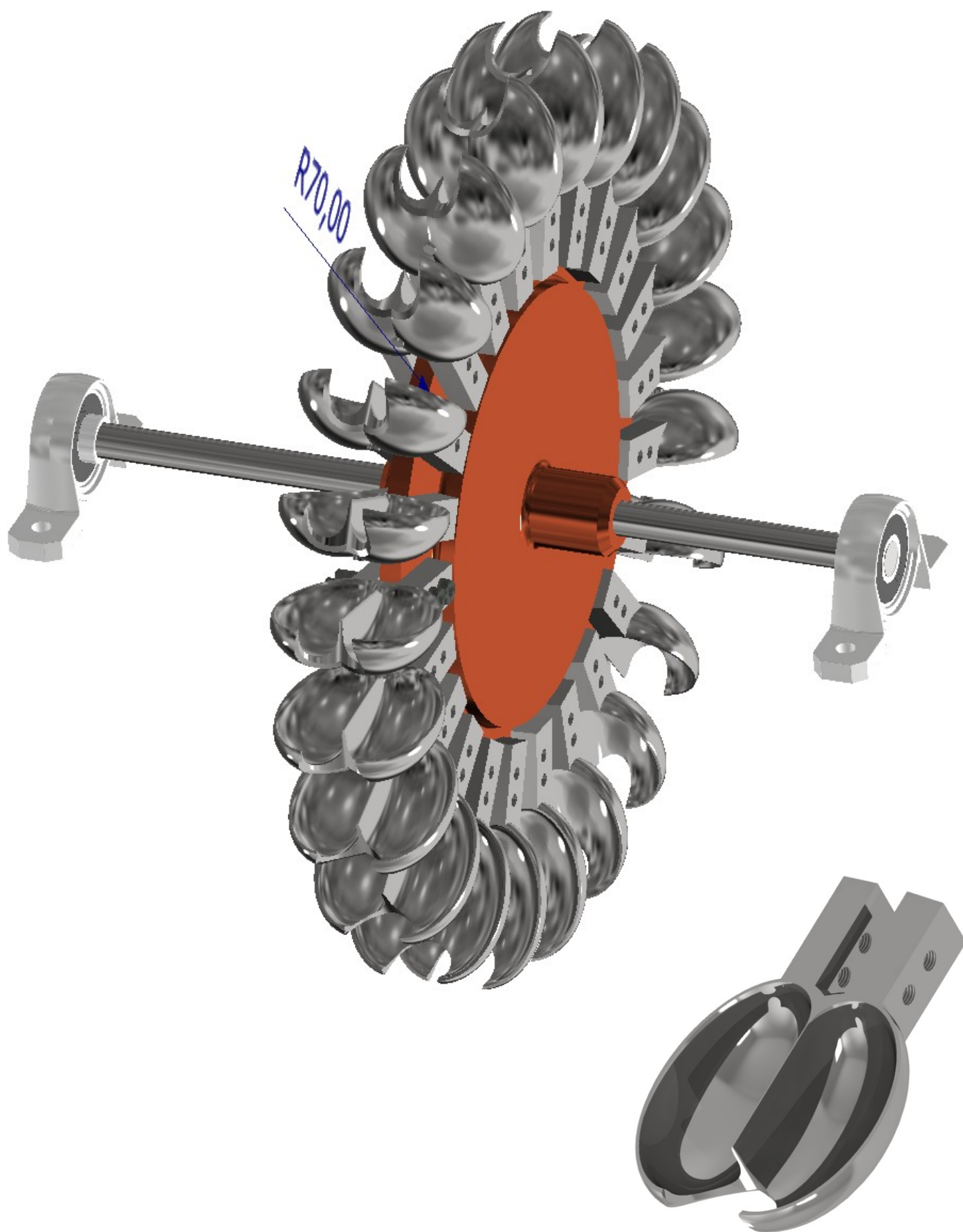
DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA MEDIANTE FORMULE SEMIEMPIRICHE

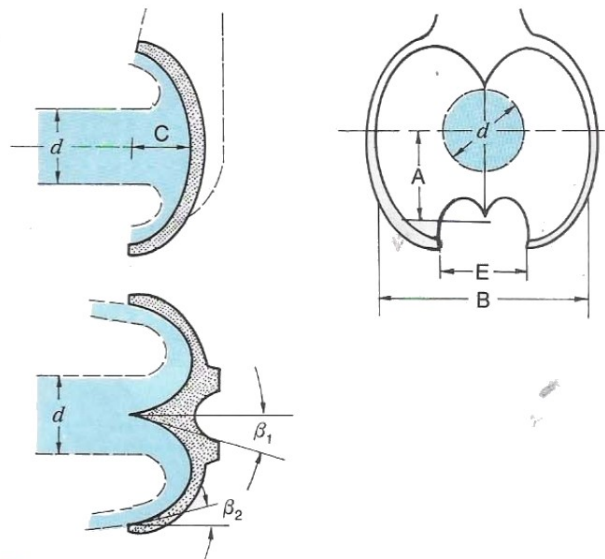
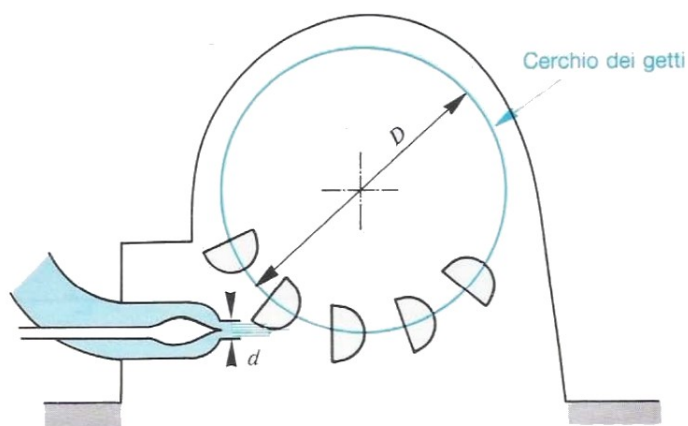
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	TURBINA IDRAULICA A VITE ARCHIMEDE											
2	In genere si parte dalla prevalenza H e dalla portata Q disponibili al sito di installazione											
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14	De =	1,6 m	diametro esterno pala									
15	theta =	25 °	inclinazione ottimale asse turbina fra 30-35°									
16	K =	0,47	pendenza asse turbina $K = \tan \theta$									
17	Lambda =	1,6 m	raccomandato pari a De (compreso fra 1.6 e 2.4 volte Re)									
18	N =	3	numero pale min. 2, ottimo 3, oltre eta sale poco									
19	H =	1,35 m	salto utile turbina (z1- z2)									
20	Q =	0,8 m3/s	portata volumetrica turbina									
21	kv =	0,773	coefficiente correttivo sperimentale									
22	eta tot =	0,708	rendimento totale (idraulico, meccanico elettrico) tipico									
23												
24	CALCOLI											
25												
26	Rapporto diametri turbina											
27	delta ott.	0,54	$\delta = \frac{D_i}{D_e} = \frac{R_i}{R_e}$ l'ottimo vale circa 0,54 quando il numero di pale varia da 1 a 4.									
28	raccomandato fra 0.45 e 0.55											
29	Diametro interno pala											
30	Di	0,864 m										
31												
32	Passo adimensionale											
33	lambda	0,1485	$\lambda = \frac{K\Lambda}{2\pi R_e} = \frac{K\Lambda}{\pi D_e}$									
34												
35												
36	Lunghezza vite											
37	L	3,194 m										
38												
39	Angoli vite											
40	alpha	72,3 °	$\alpha = \arctan\left(\frac{2\pi R_e}{\Lambda}\right) = \arctan\left(\frac{\pi D_e}{\Lambda}\right)$									
41	beta	59,5 °	$\beta = \arctan\left(\frac{2\pi R_i}{\Lambda}\right) = \arctan\left(\frac{\pi D_i}{\Lambda}\right)$									
42												
43	In condizioni ottimali deve es $\theta \leq \alpha$ $\Lambda \leq 2\pi R_e / K$											
44												
45	Passo pala											
46	Lambda	2,94 m	$\Lambda = \frac{4\pi R_e}{K(4+N)} = \frac{2\pi D_e}{K(4+N)}$									
47												
48												
49	Numero di giri limite (massimo) della turbina											
50	n° lim.	36,6 rpm	$n = \frac{50}{D_e^{2/3}}$									
51												
52												
53												
54												
55	Volume di fluido racchiuso fra due pale											
56	Vb	0,4767 m3	$V_b = \frac{2}{3} k_v \frac{R_e^3 - R_i^3}{K} = \frac{2}{3} k_v \frac{R_e^3}{K} (1 - \delta^3) = \frac{1}{12} k_v \frac{D_e^3}{K} (1 - \delta^3)$									
57												
58	Numero di giri											
59	n°	33,56 m3/s	$n = \frac{60Q}{NV_b}$									
60												
61	Diametro esterno turbina											
62	De	1,54 m	$D_e = \left[\frac{14.4KQ}{k_v N (1 - \delta^3)} \right]^{3/7}$									
63												
64	Per evitare di non soddisfare la condizione "n lim.", si consiglia di arrotondare sempre per eccesso e non per difetto il diametro calcolato											
65												
66	Numero di giri turbina											
67	n°	33,56 rpm	$n = \frac{931.4KQ}{ND_e^3(1 - \delta^3)} < n_{lim} = \frac{50}{D_e^{2/3}}$									
68												
69												
70	La velocità calcolata con la formula precedente deve essere inferiore alla soglia limite											
71	Quando è necessario regolare la velocità, è necessario scegliere un valore adeguato inferiore a quello appena calcolato											
72												
73	Potenza turbina											
74	P eff.	7,50 kW	$P_s = 9.81\eta QH \text{ [kW]}$			Generatore di tensione AC			Rapporto di moltiplicazione ingranaggi			
75						Pot. 10 kW			i 12			
76						n° 400 rpm						

Table 1. Optimal dimensionless pitches recommended in literature for ASPs and comparison with dimensionless pitches proposed in the present paper for ASTs.

N	Dimensionless pitch, lambda		
	ASP, theta = 30° (Nagel [4])	ASP (Rorres [5])	AST, Equation (12)
2	0.1682	0.1863	0.2122
3	0.1682	0.2217	0.2728
4	0.1682	0.2456	0.3183

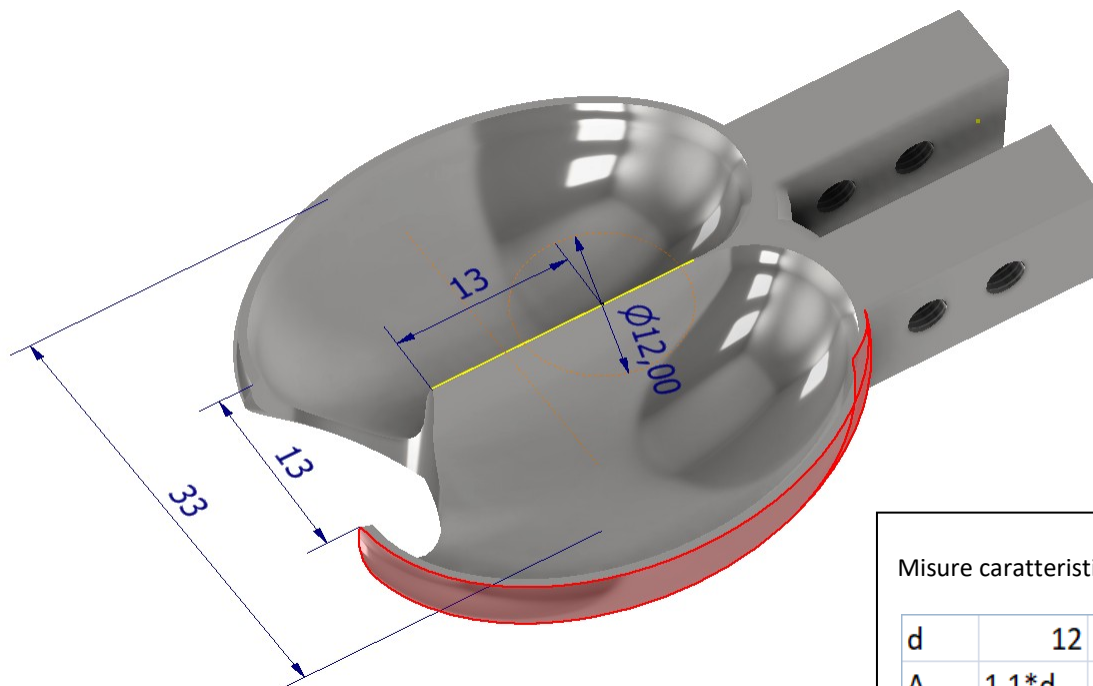






Schema di una turbina Pelton e dimensioni principali della pala riferite al diametro d del getto:

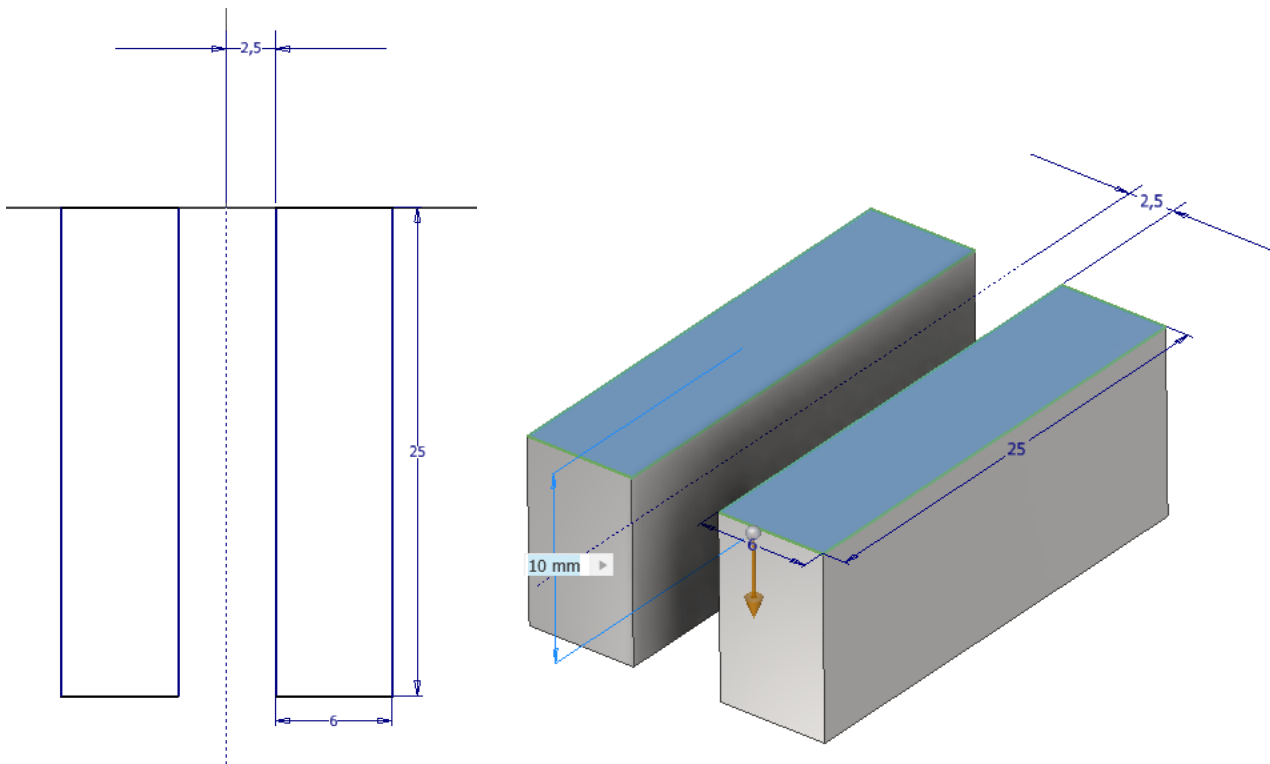
- $A = (0,9 \div 1,2) d$
- $B = (2,8 \div 3,5) d$
- $C = (0,8 \div 0,9) d$
- $E = (1,2 \div 1,3) d$
- $\beta_2 = 10^\circ \div 20^\circ$ angolo della pala in uscita;
- $N = 15 + D/(2d)$ numero delle pale.



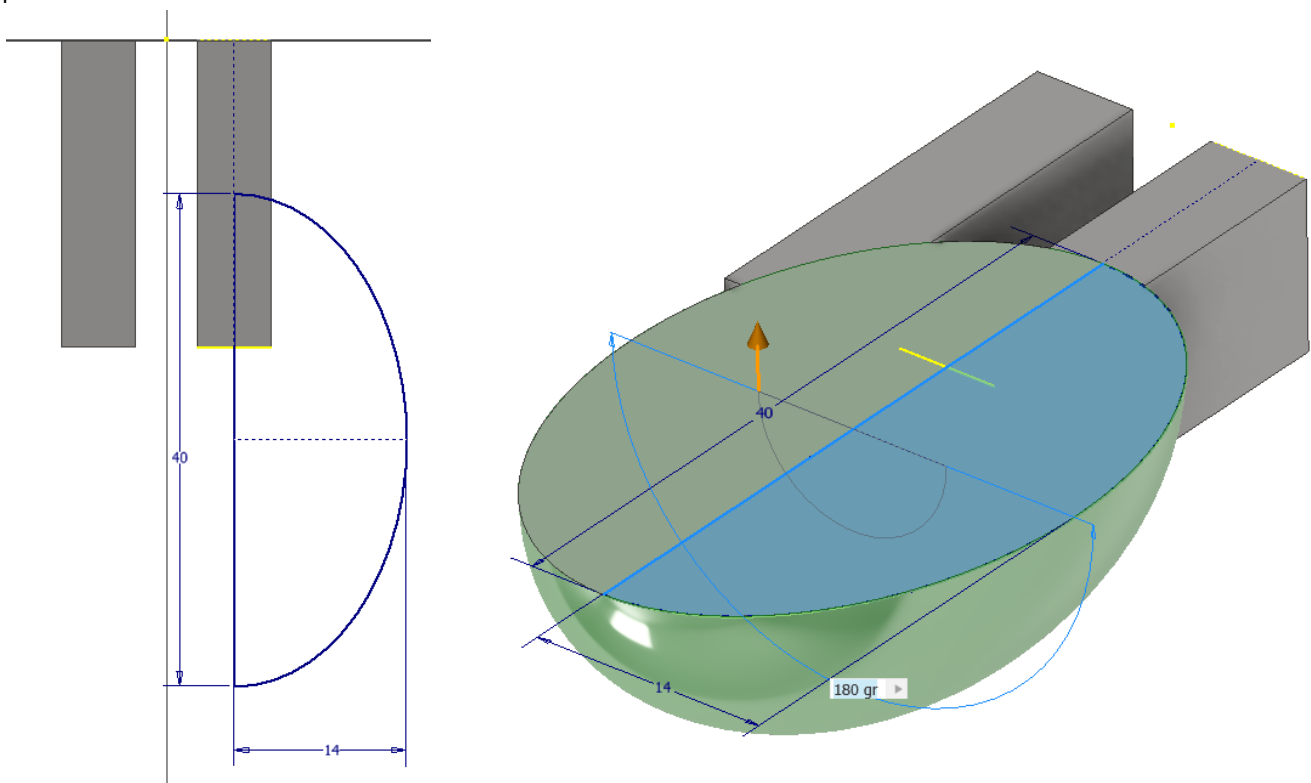
Misure caratteristiche di massima

d	12 mm	
A	1,1*d	13,2 mm
B	2,8*d	33,6 mm
E	1,2*d	14,4 mm

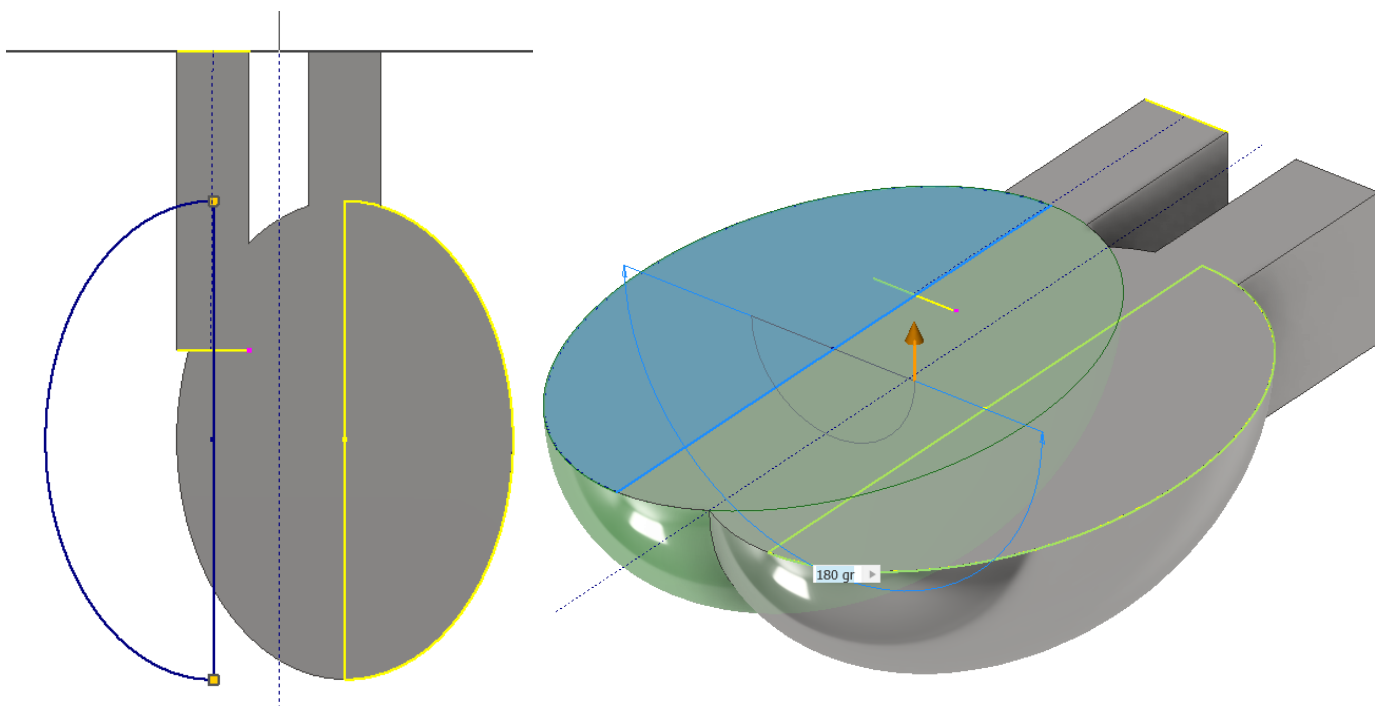
Iniziare con il seguente schizzo 2D e procedere con l'estrusione da 10 mm.



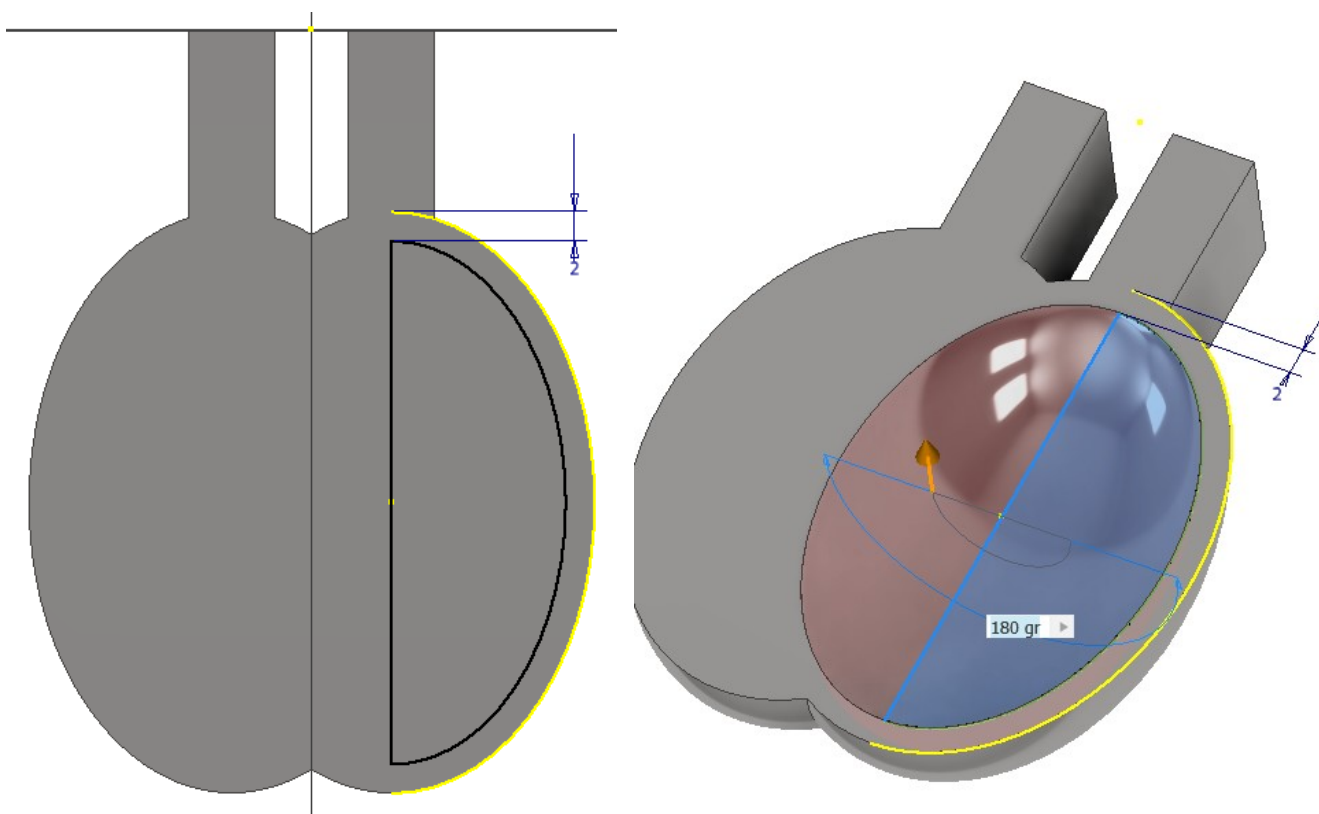
Disegnare uno schizzo 2D con il profilo parabolico del cucchiaio e procedere con una rivoluzione di 180° per ottenere mezza pala.



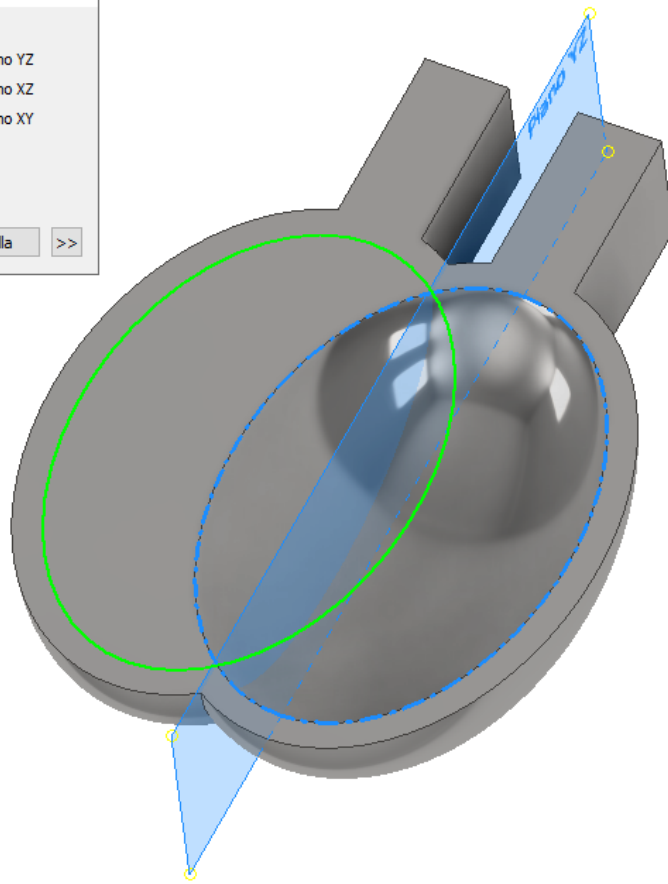
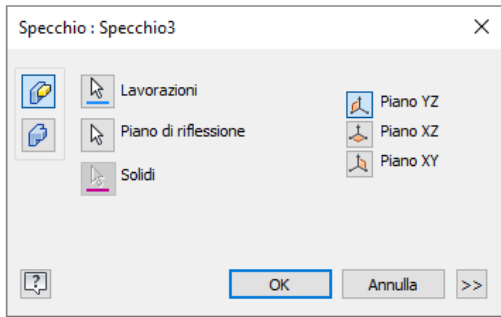
Procedere nello stesso modo per la 2° pala



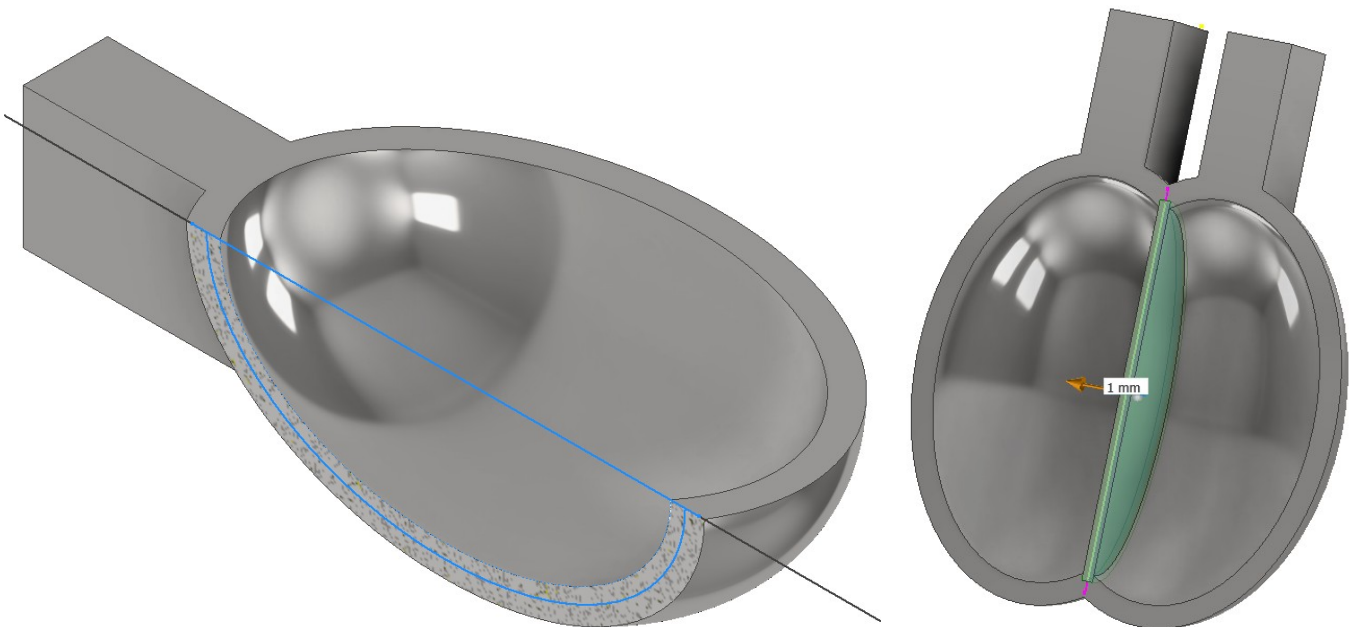
Procedere disegnando il profilo (offset 2mm) interno della pala ed effettuare una rivoluzione (sottrazione) per ottenere metà cucchiaino



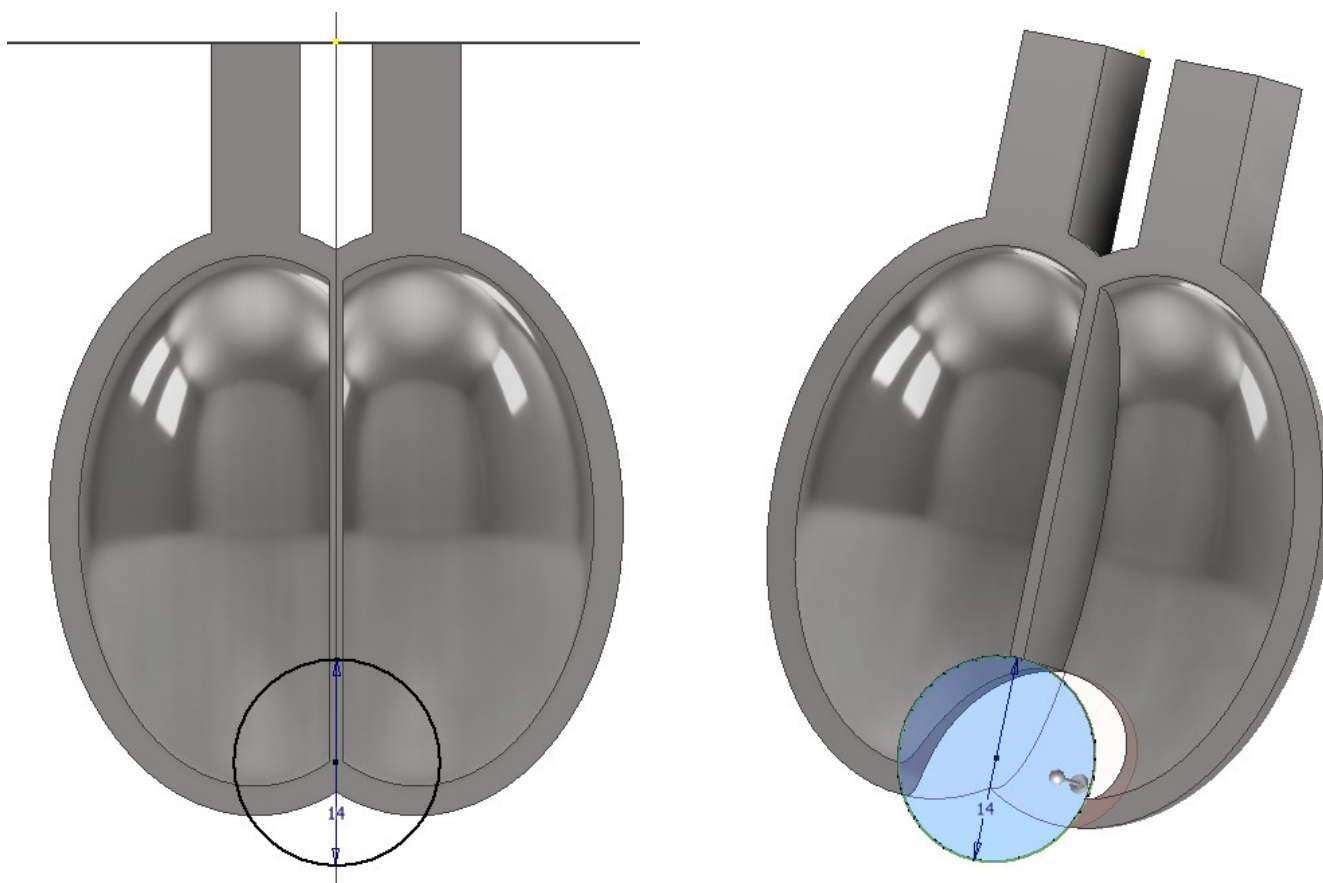
Procedere con la seconda metà del cucchiaio specchiando la prima lavorazione.



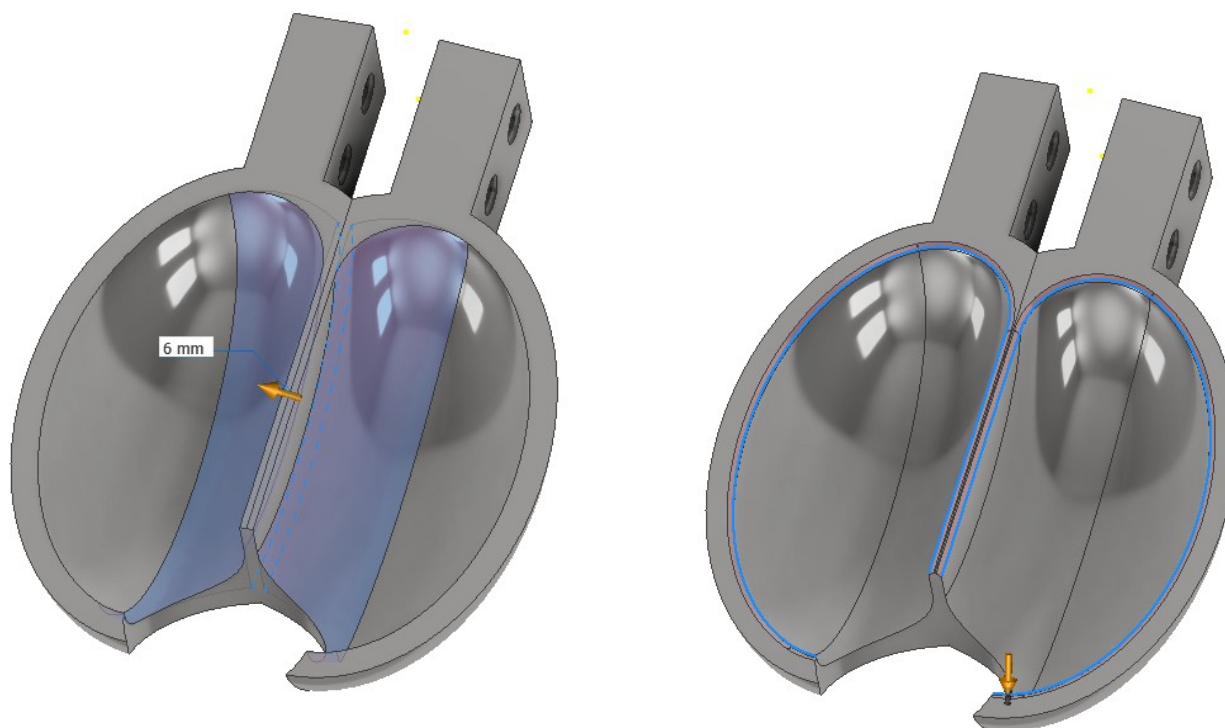
Procedere con lo schizzo del tagliente centrale della pala ed estrarre sui 2 lati:



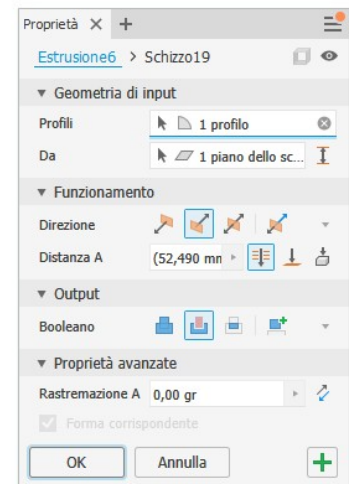
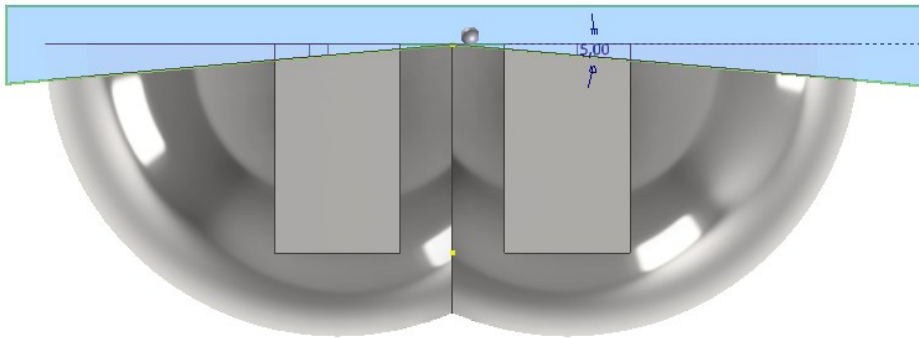
Procedere con lo schizzo seguente per creare lo scarico in punta alla pala:



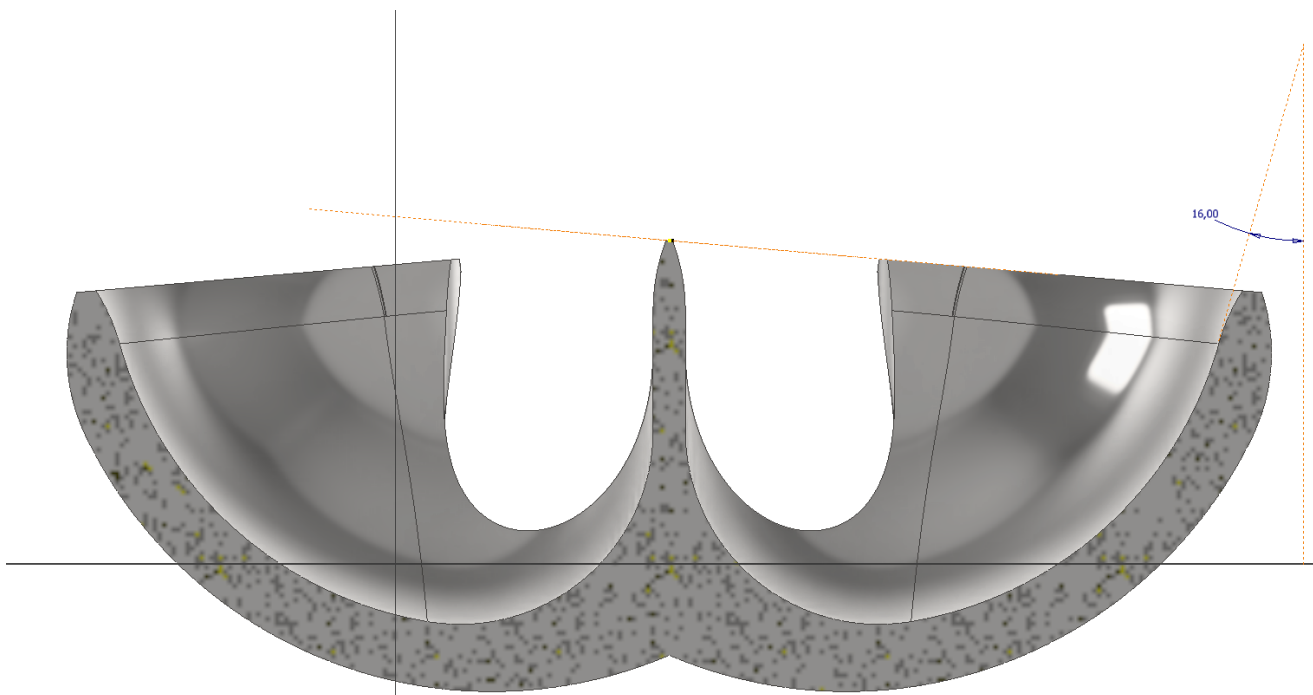
Procedere raccordando e smussando l'interno della pala



Procedere con lo schizzo come in figura per ricavare l'angolo di uscita del fluido dai bordi della pala

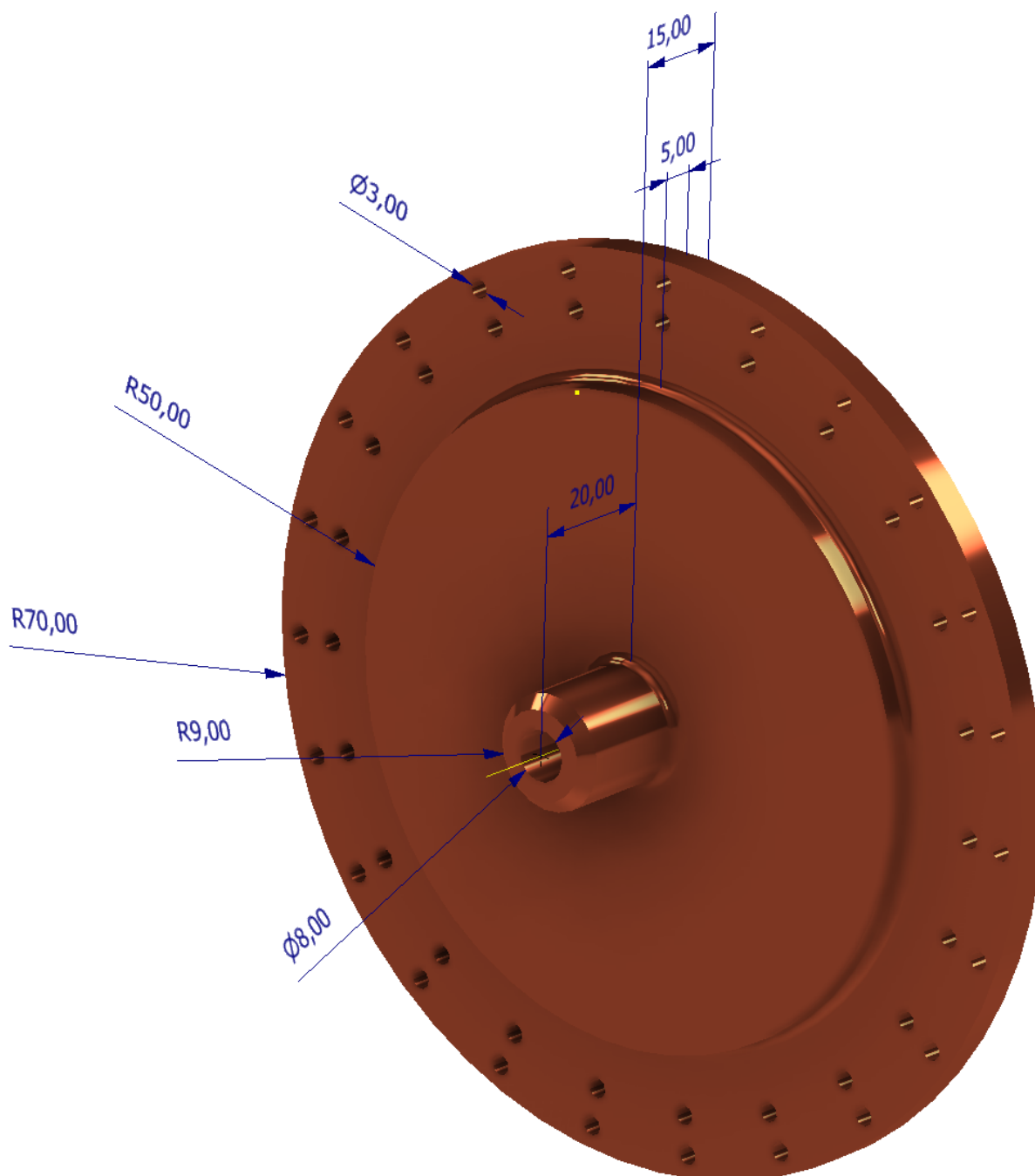


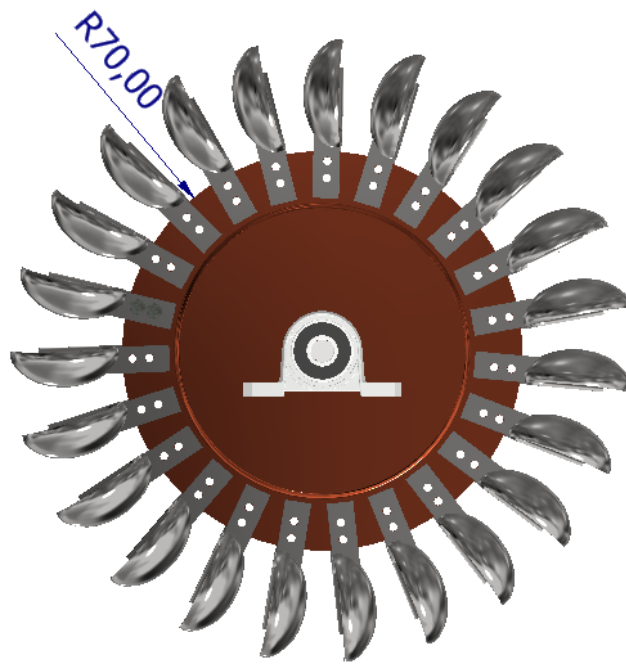
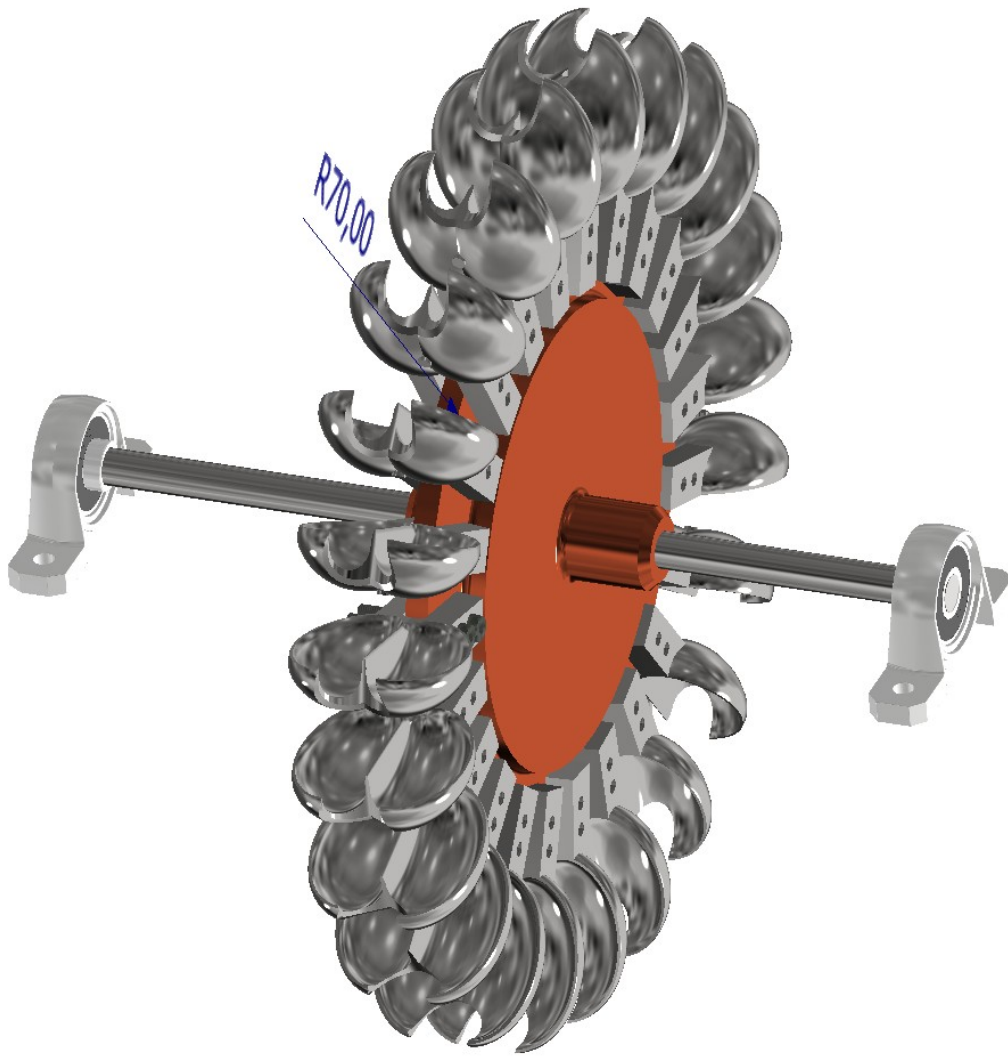
Con la vista in sezione si può verificare il valore dell'angolo ottenuto all'uscita.

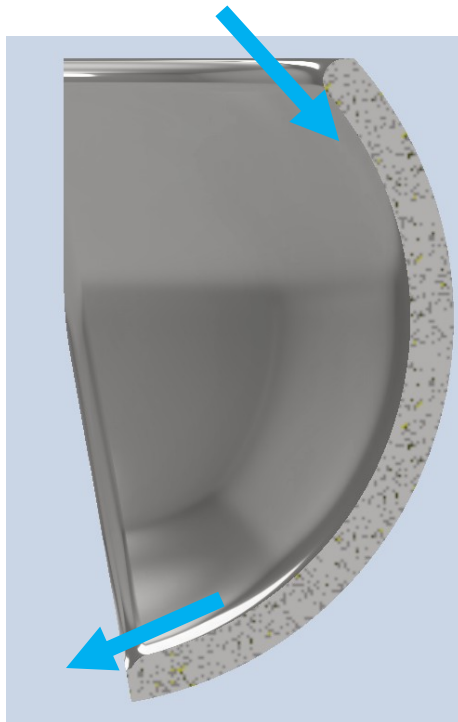
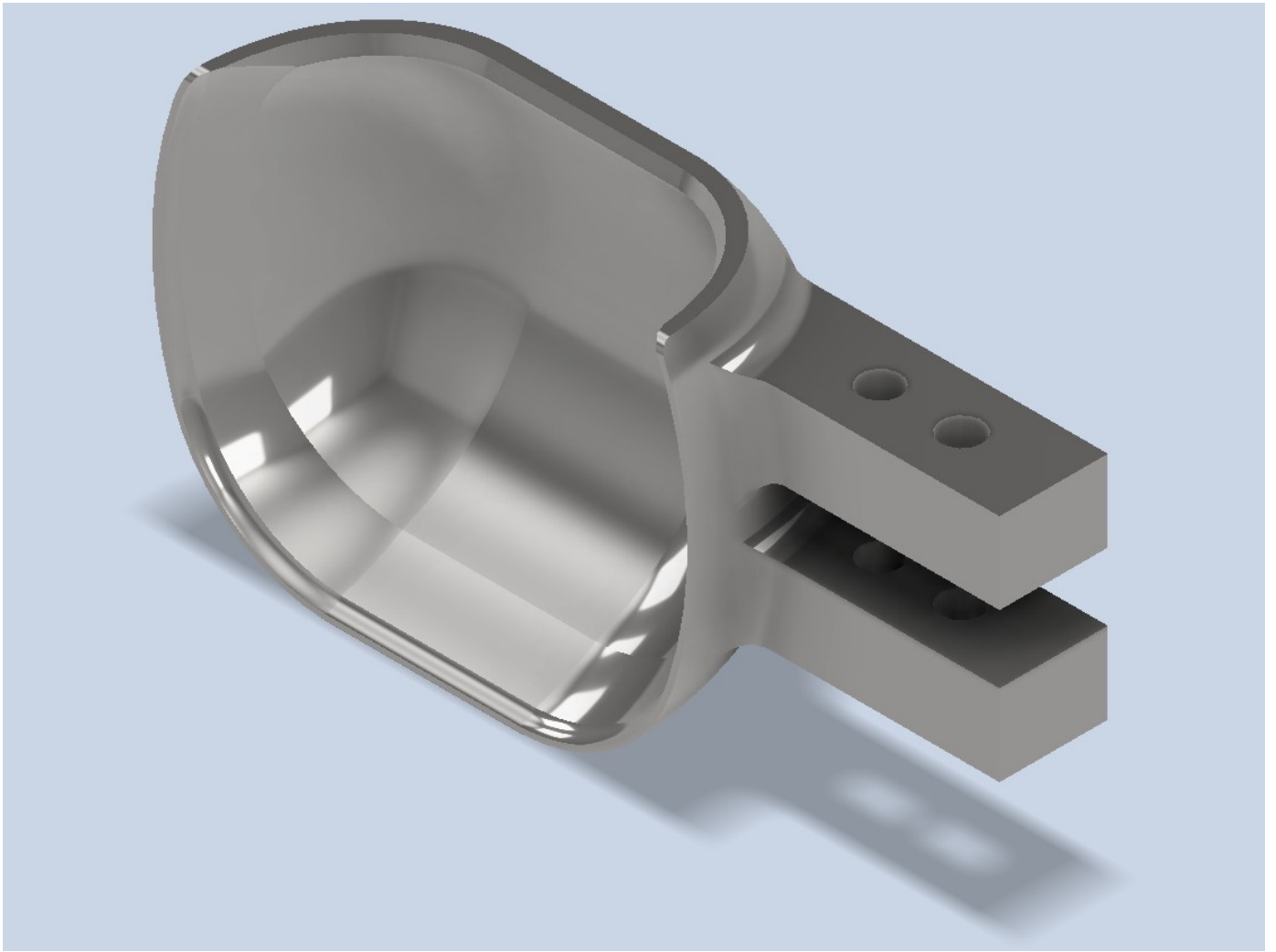


RUOTA

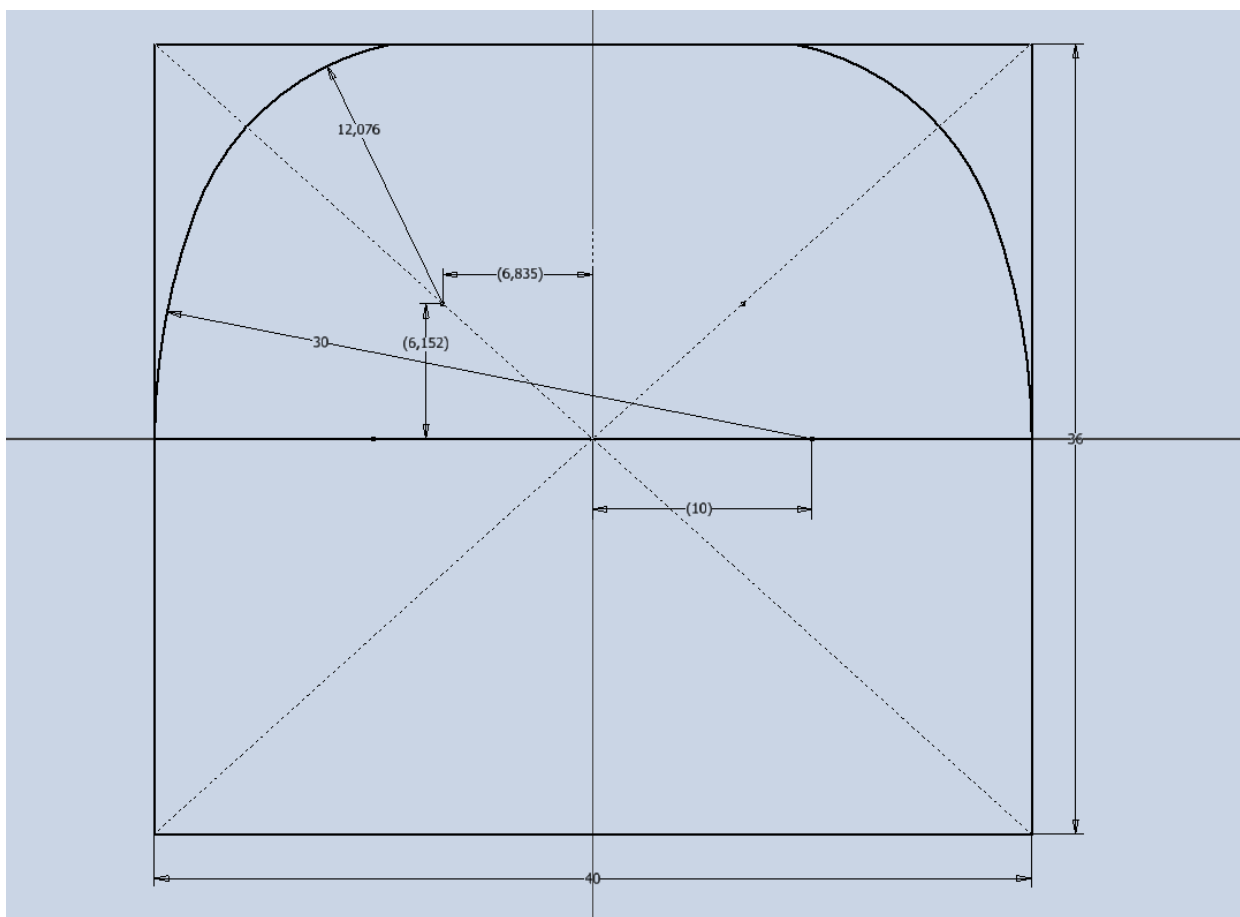
Numero minimo di pale : $N = 15 + 140 / (12 * 2) = 21$



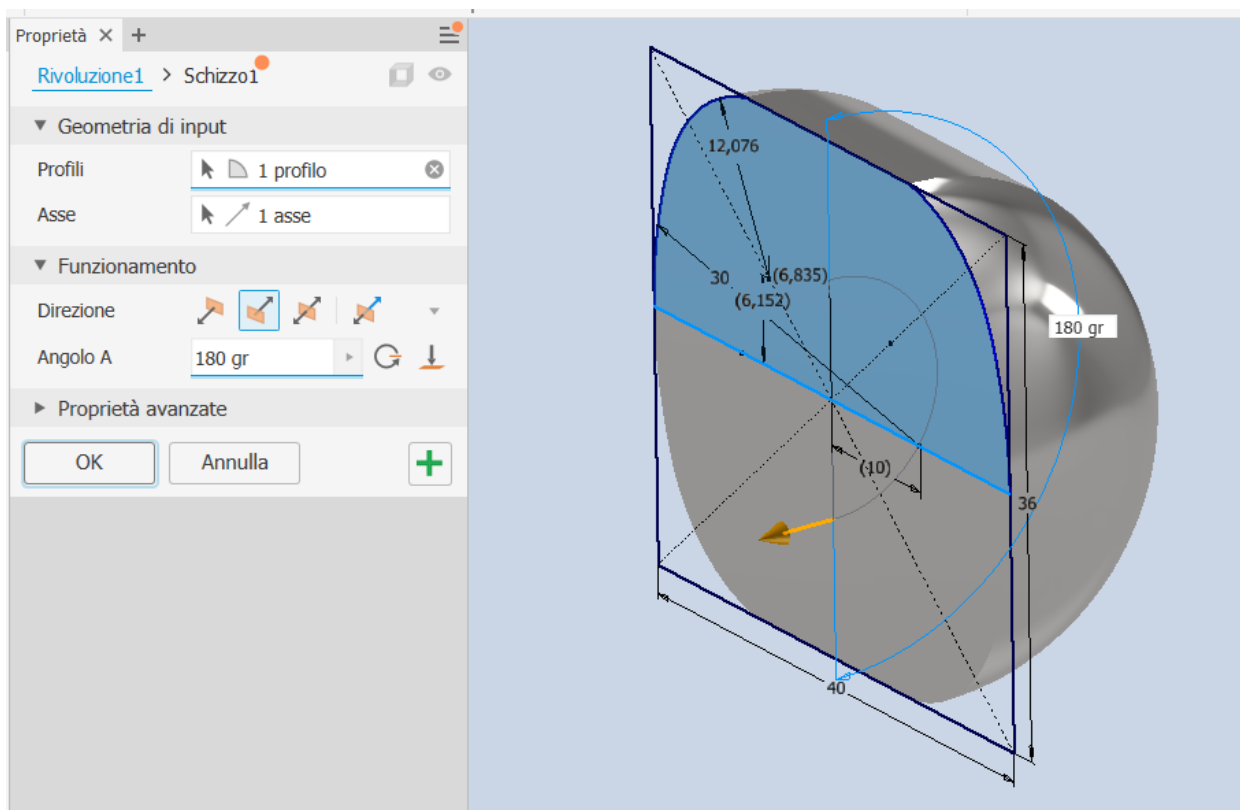




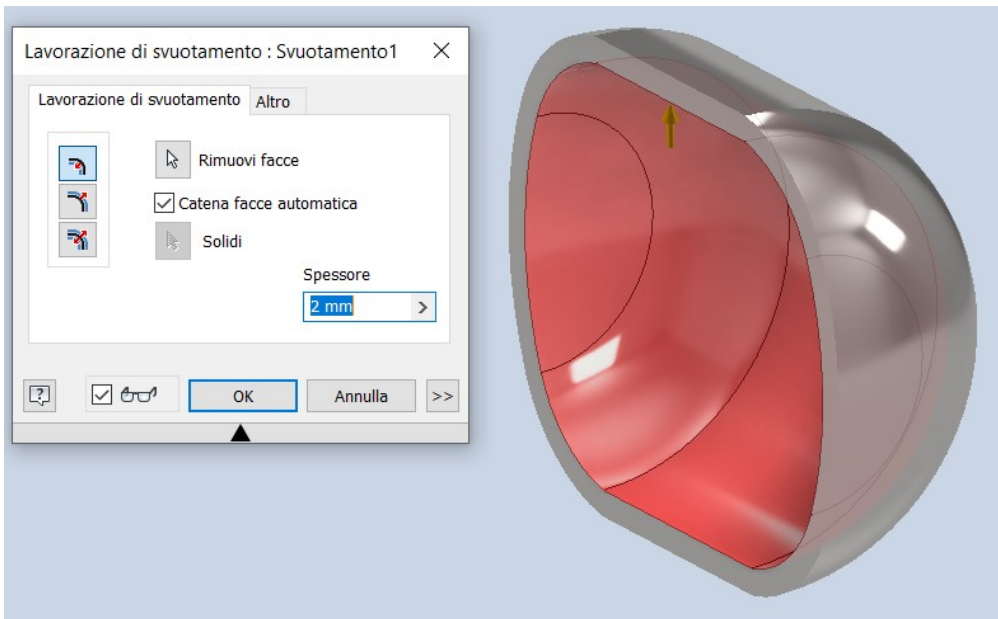
Creare lo schizzo di figura



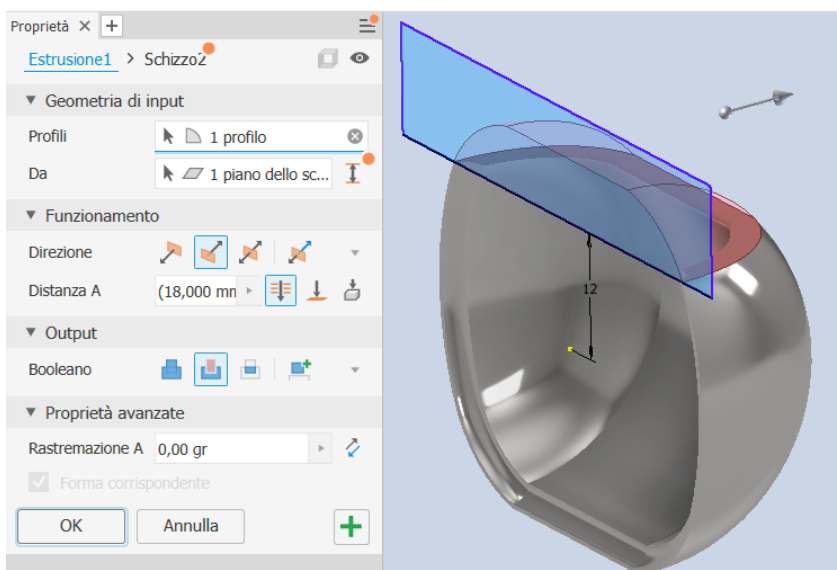
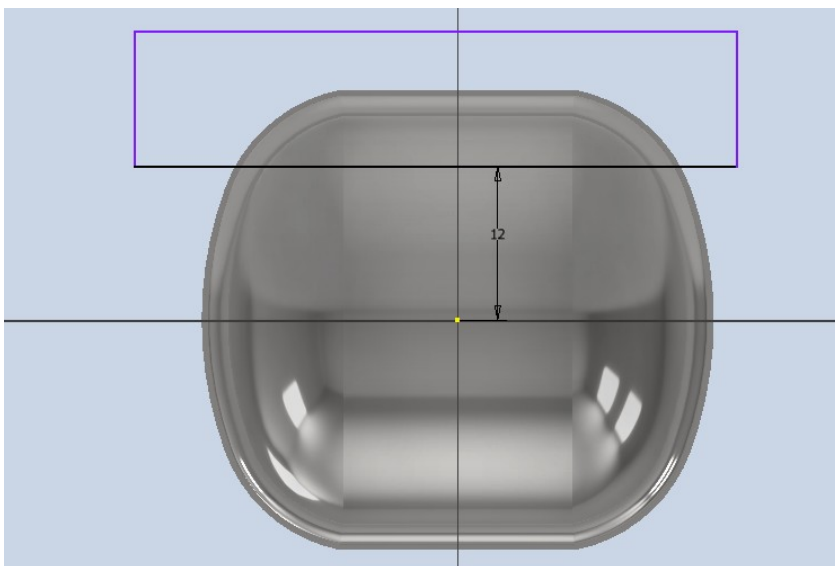
Effettuare una rivoluzione di 170° (meno di 180° per garantire lo scarico).



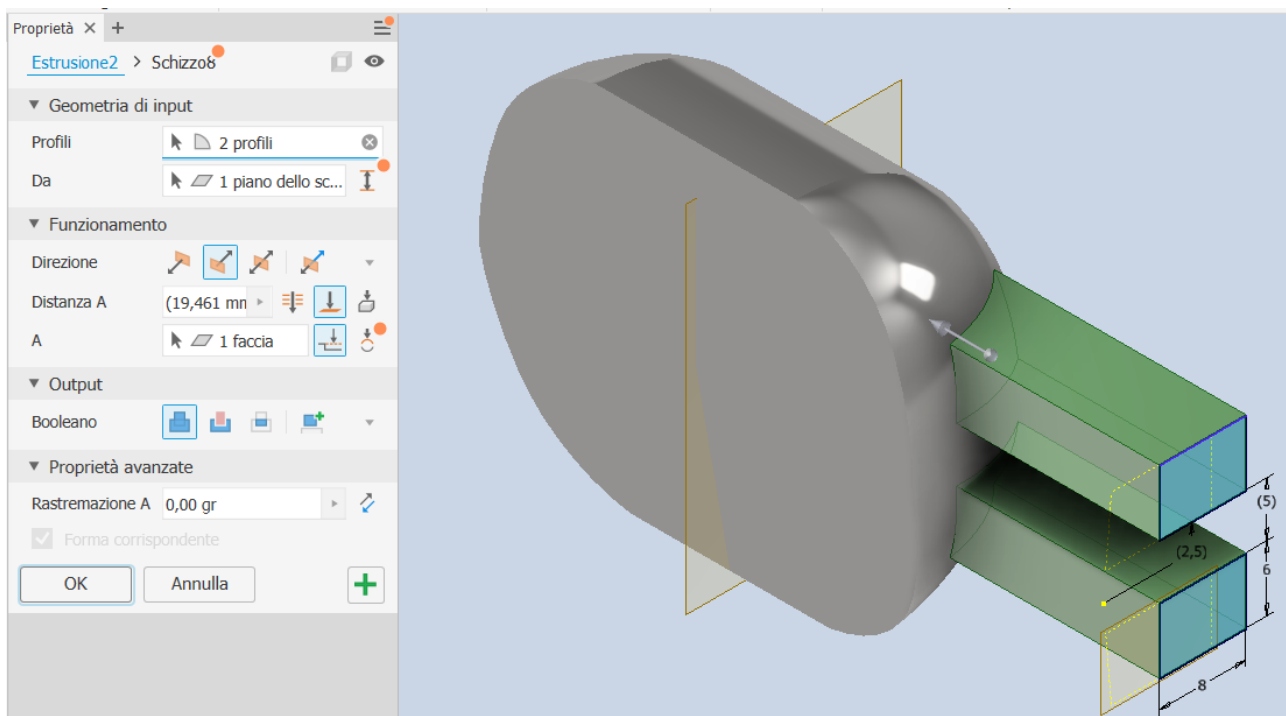
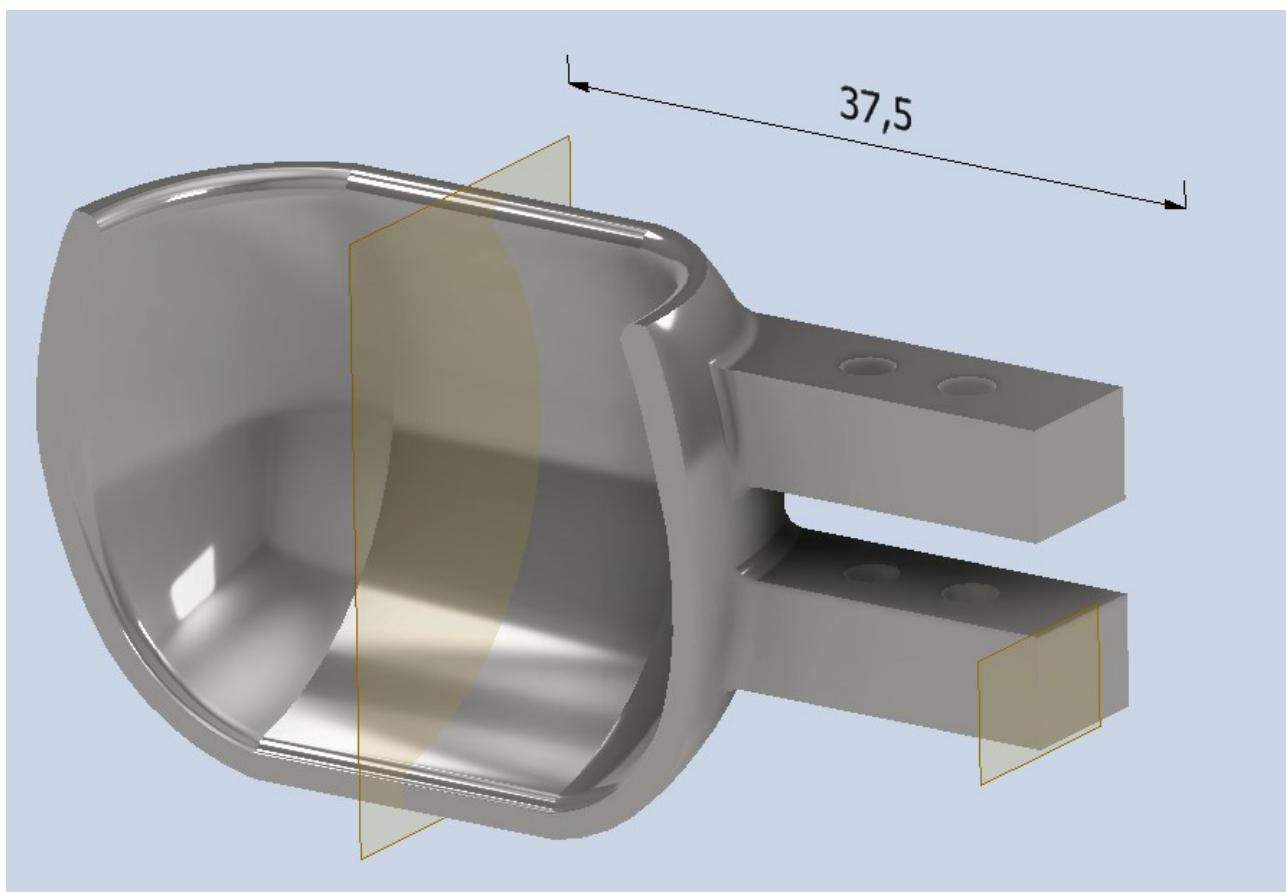
Svuotare la parte interna del solido.



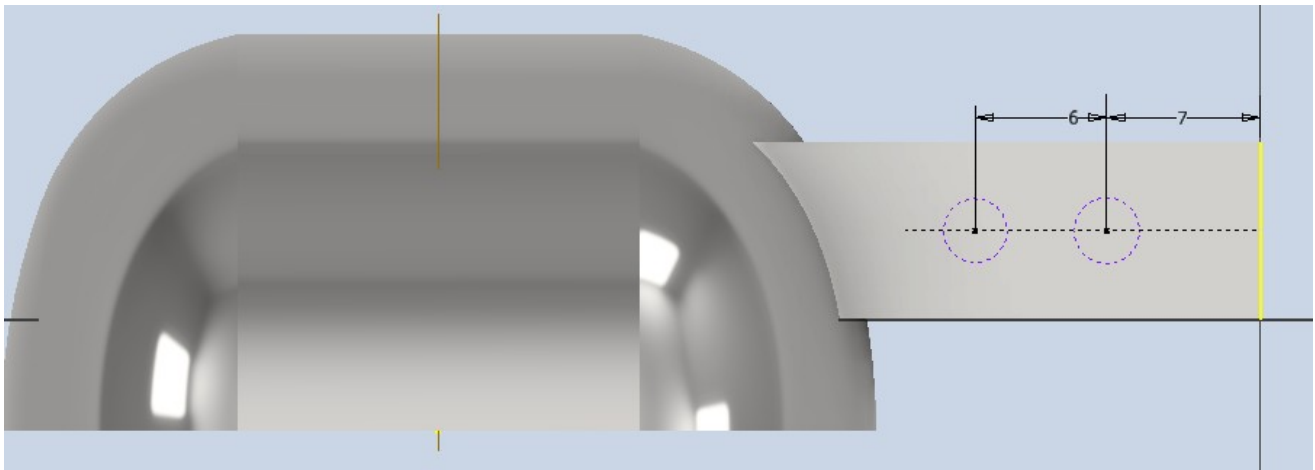
Creare uno schizzo 2D di taglio della parte superiore (estrusione negativa).



Creare un piano di lavoro come in figura e disegnare lo schizzo 2D per i due supporti della pala.



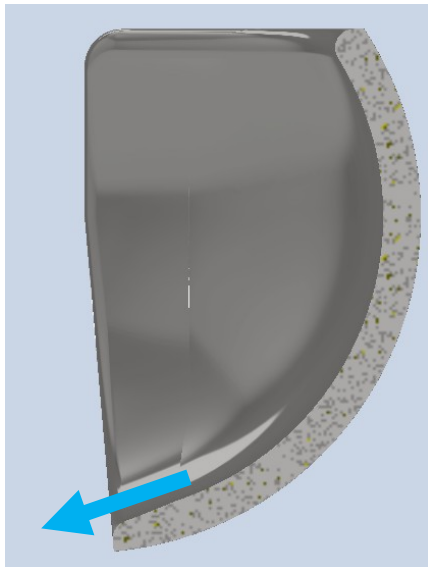
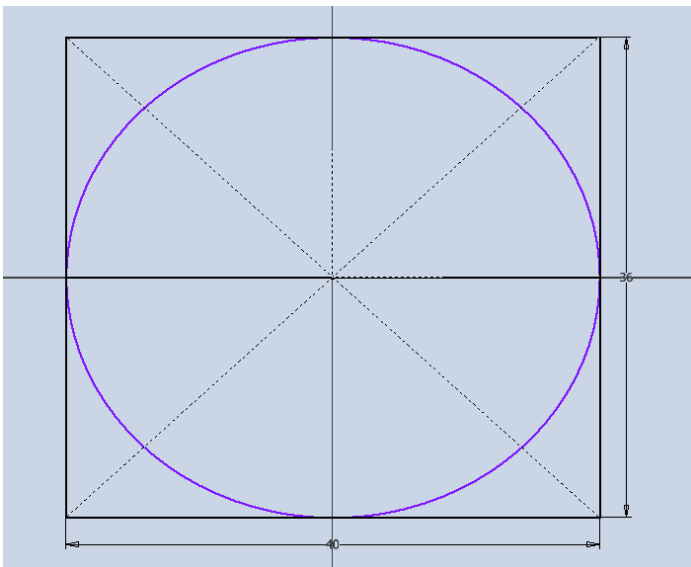
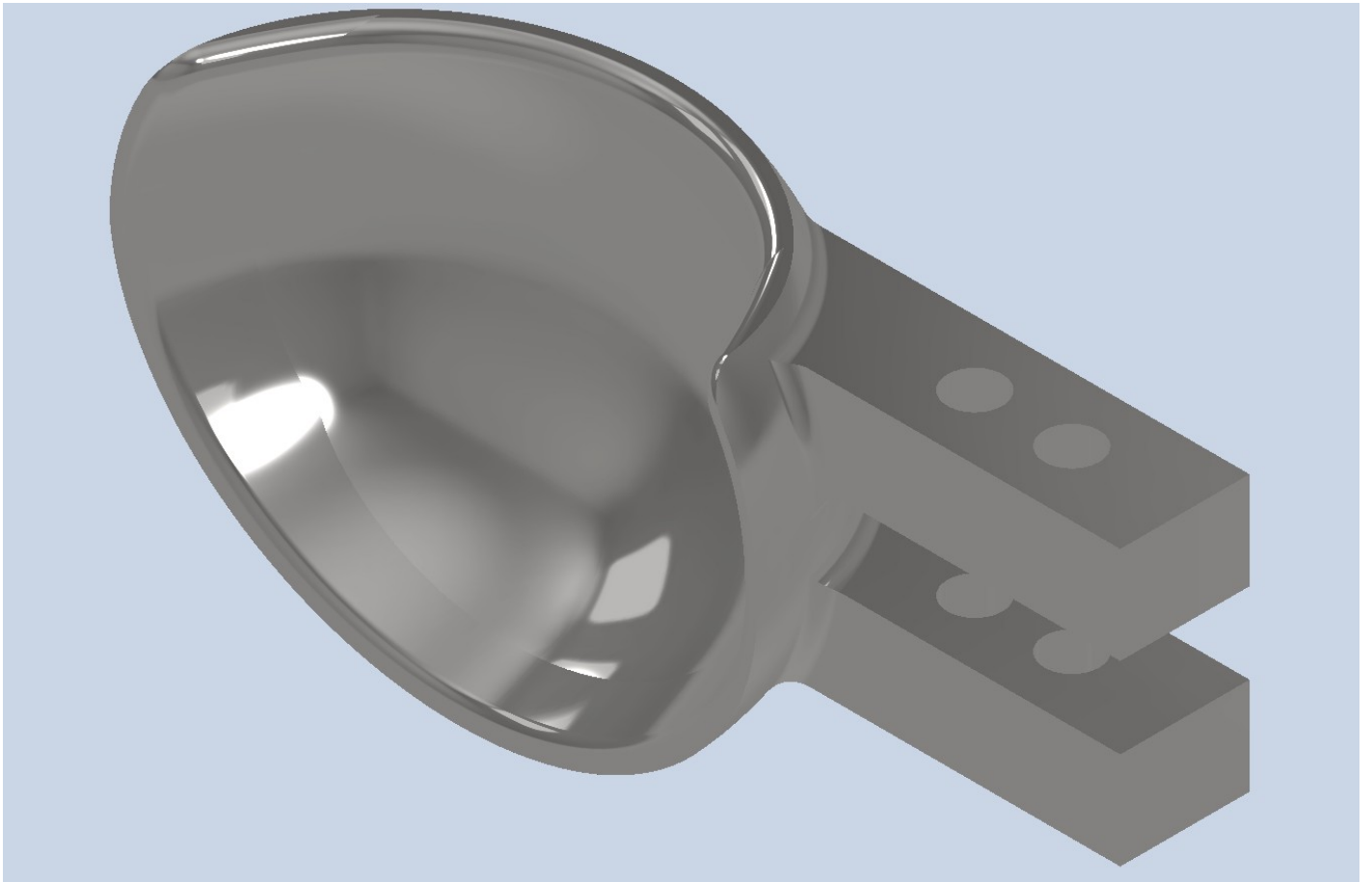
Completare con i fori di fissaggio.

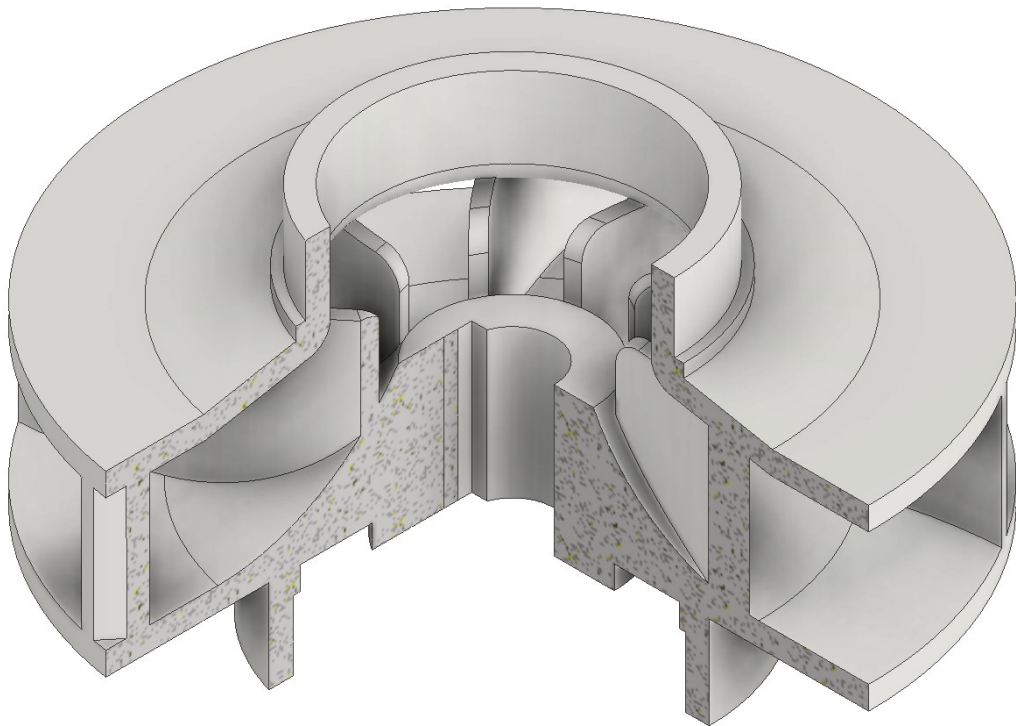
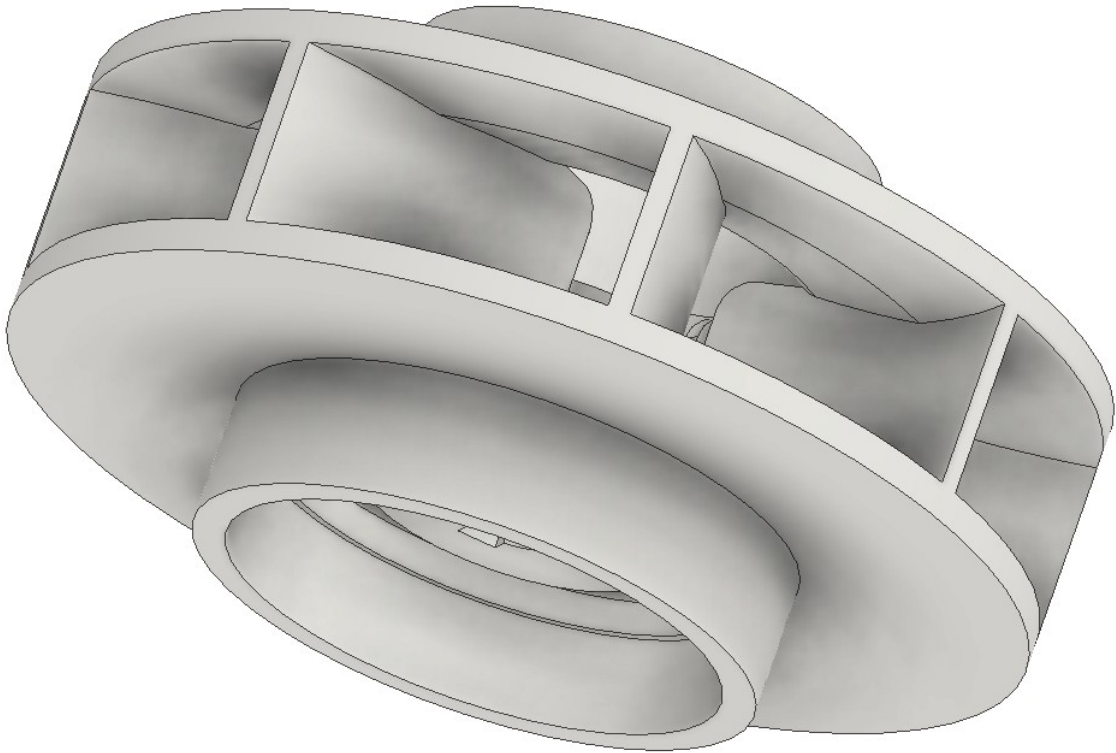


Ruota Turgo completa.

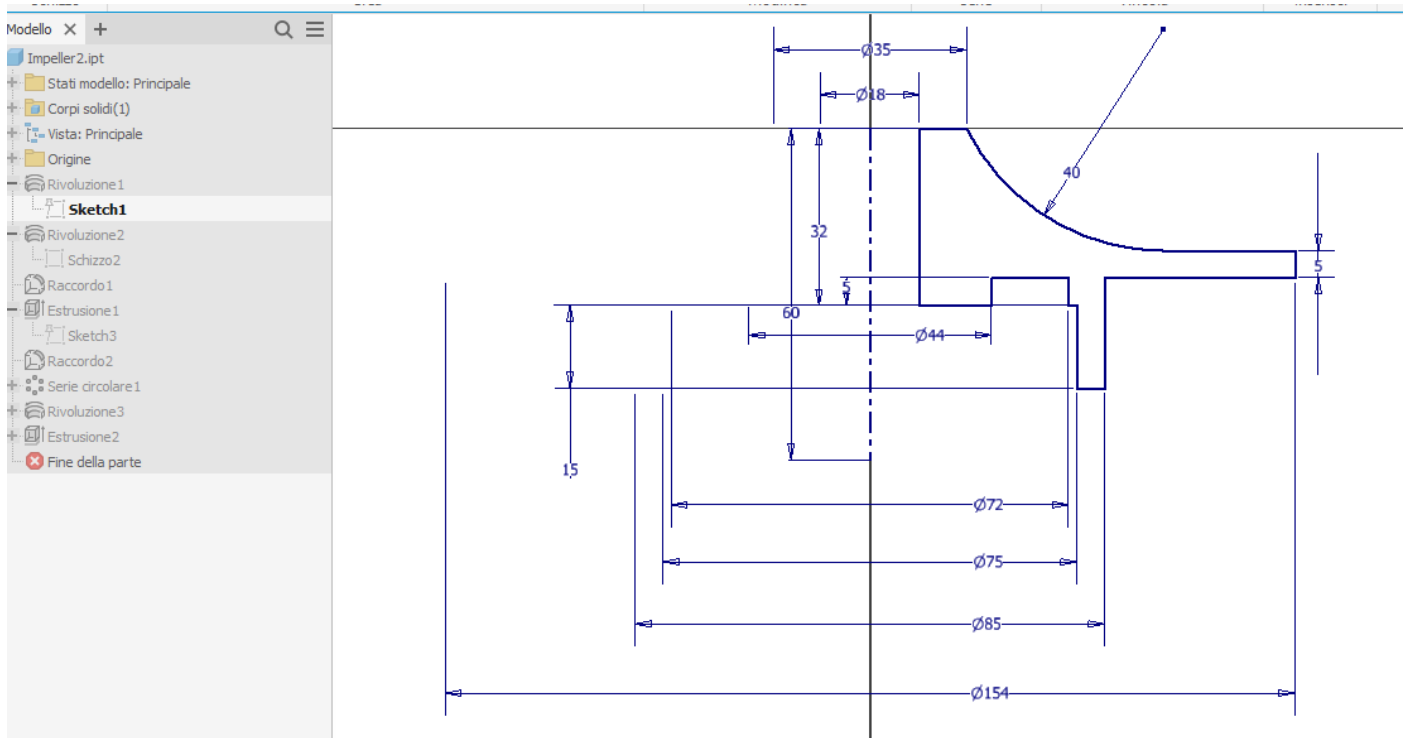


PALA TURGO DA PROFILO ELLISSE

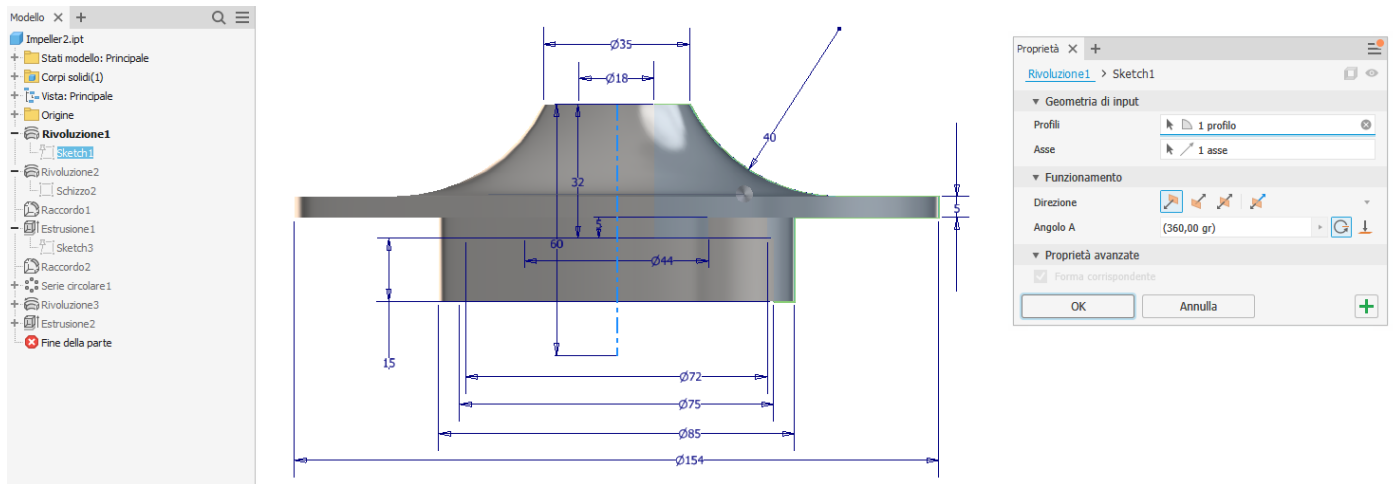




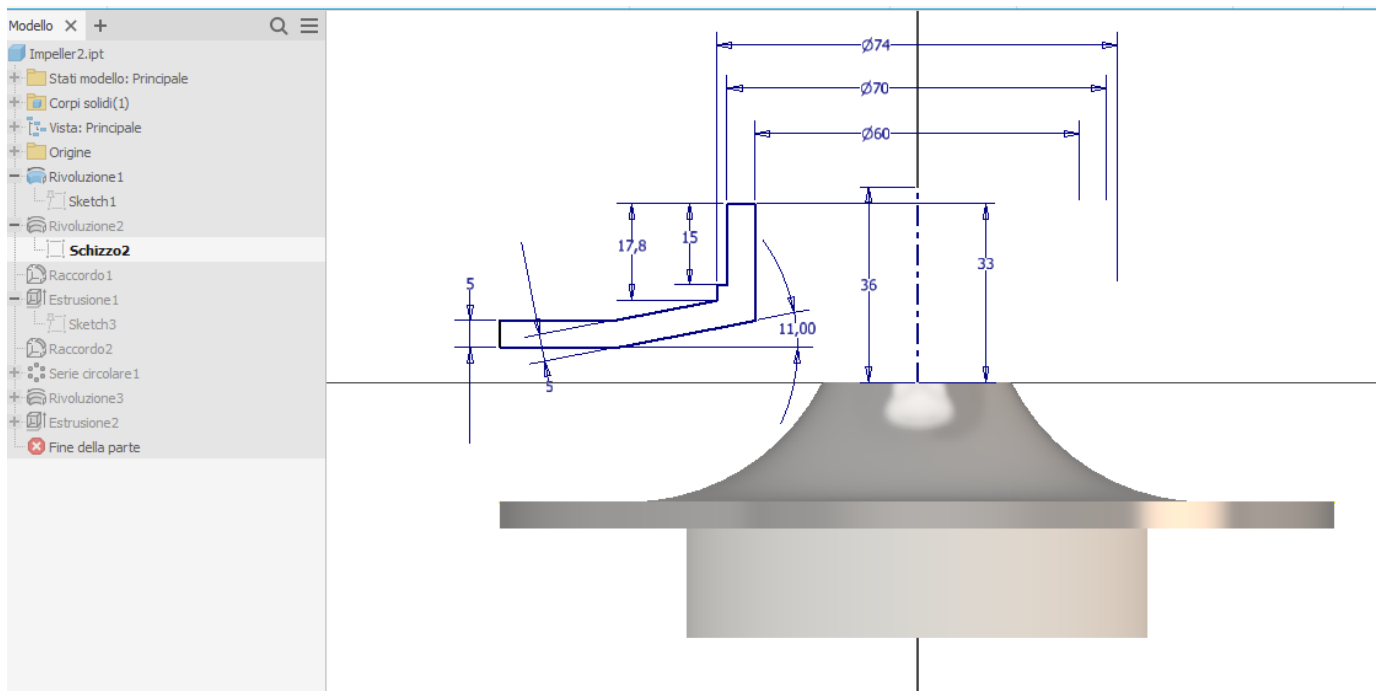
Schizzo 2D del profilo parte alta della girante



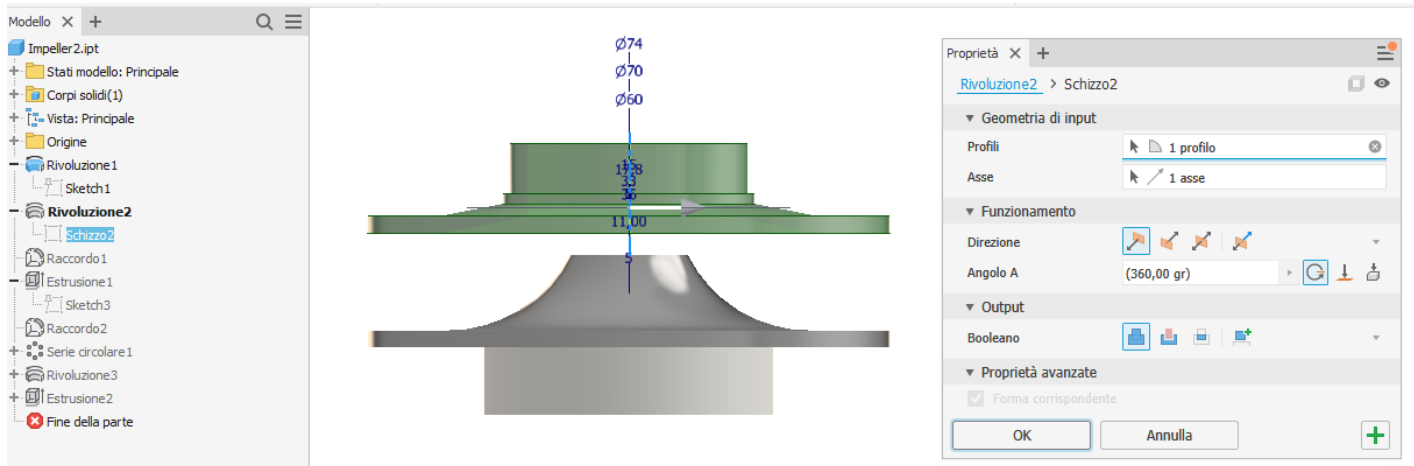
Rivoluzione dello schizzo



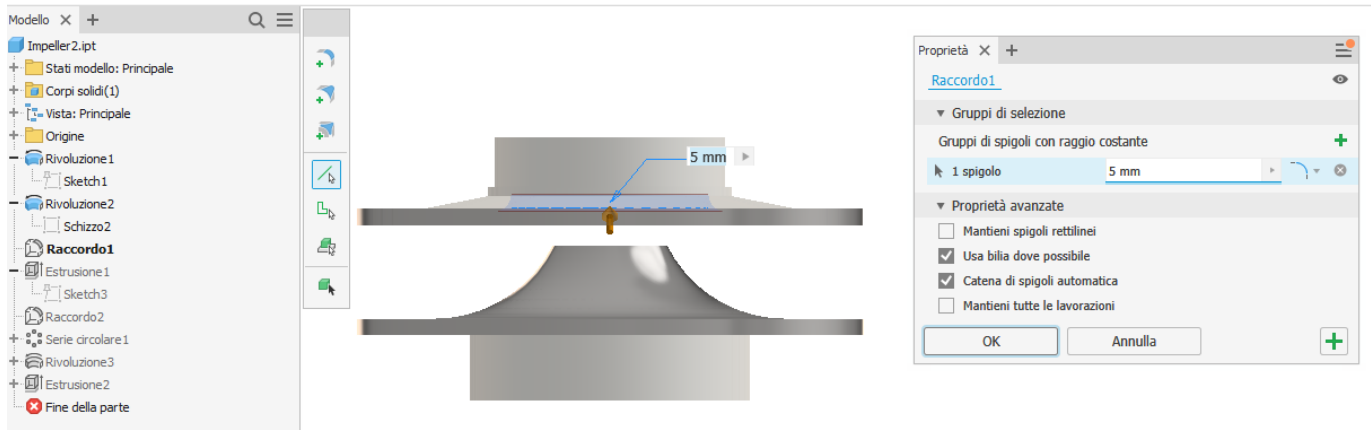
Schizzo 2D del profilo parte bassa della girante



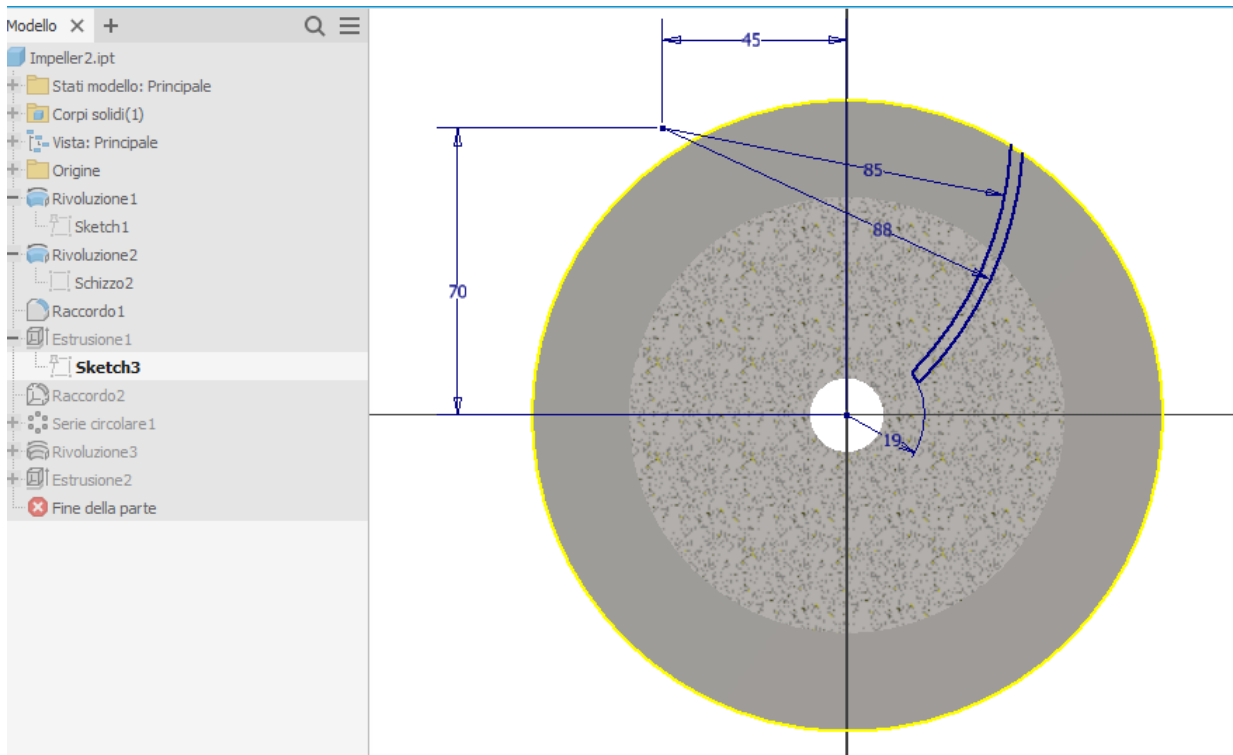
Rivoluzione dello schizzo



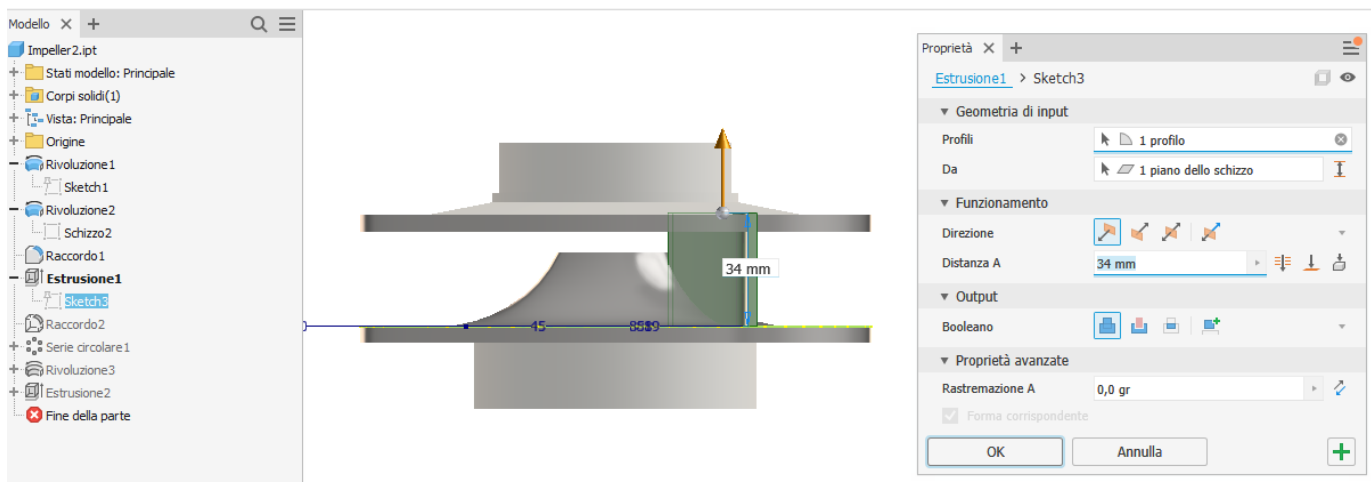
Raccordo



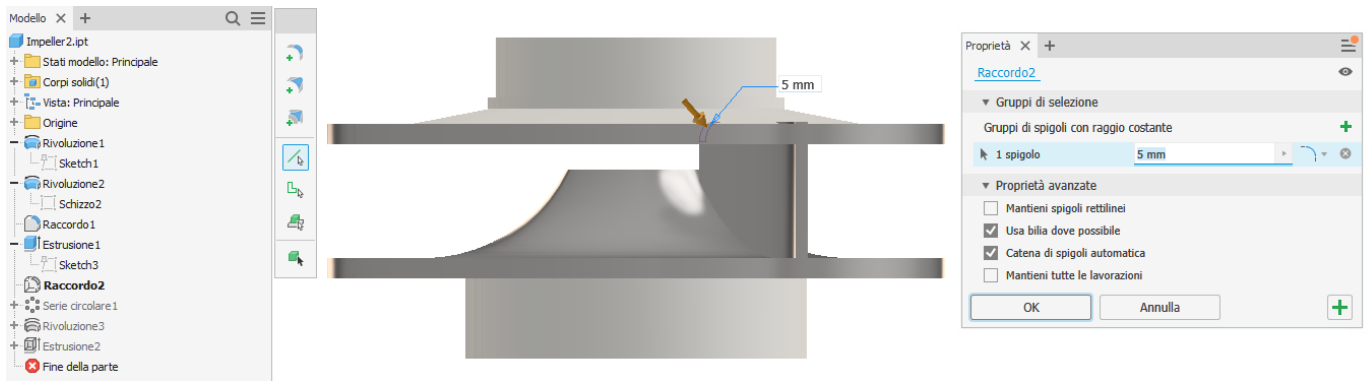
Schizzo 2D del profilo della singola paletta sulla parte bassa girante



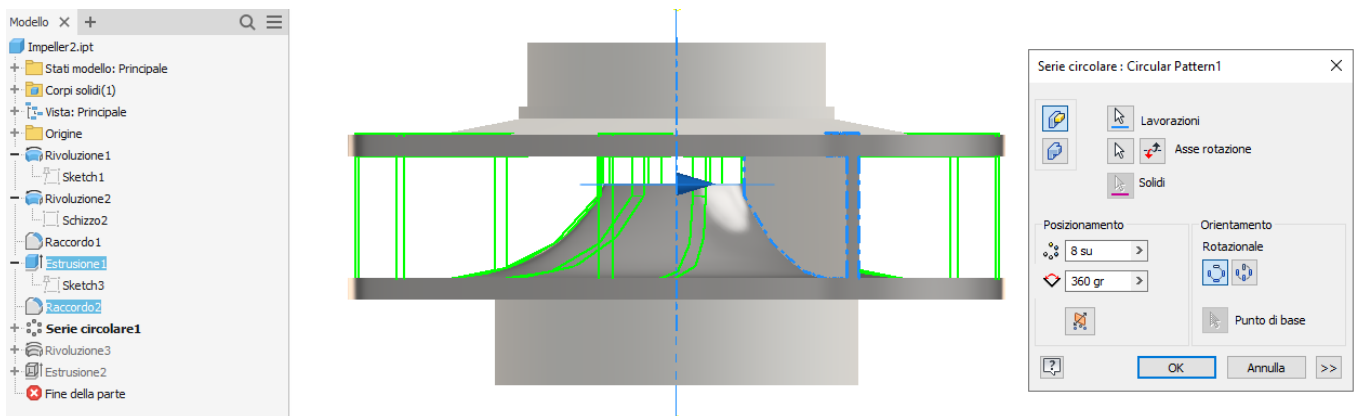
Estrusione della paletta



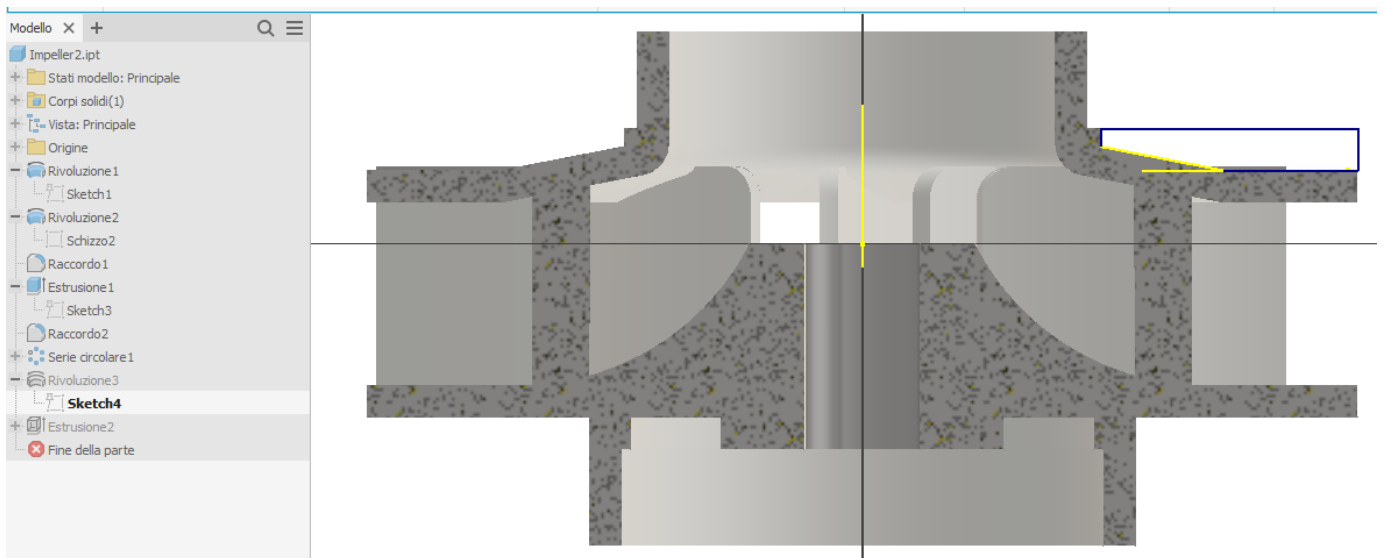
Raccordare il bordo interno della pala



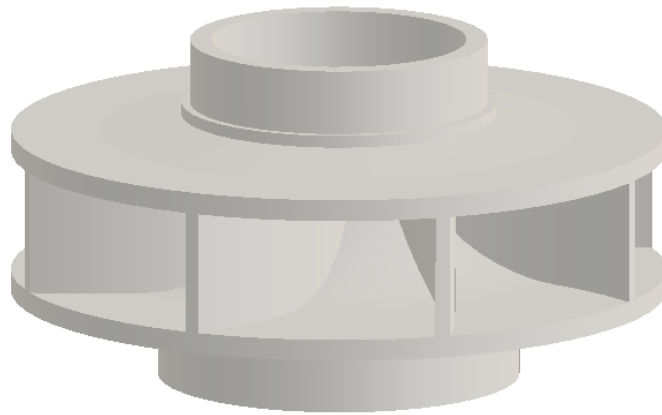
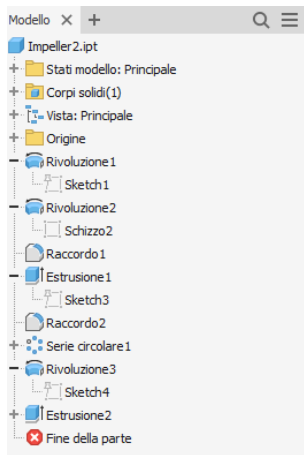
Serie circolare



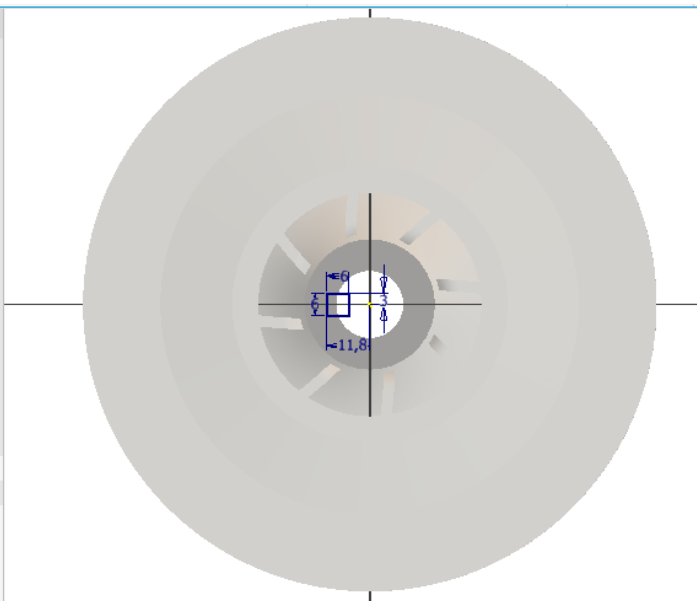
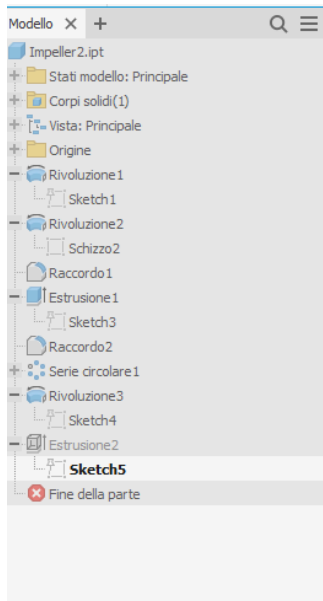
Rivoluzione negativa per eliminare il materiale in eccesso



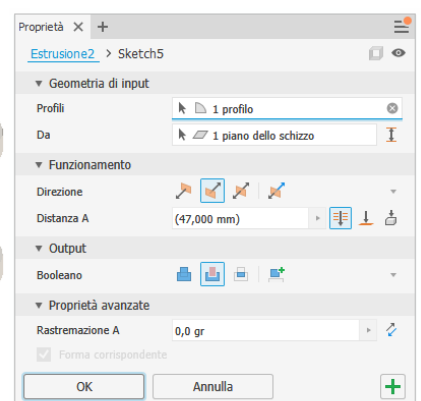
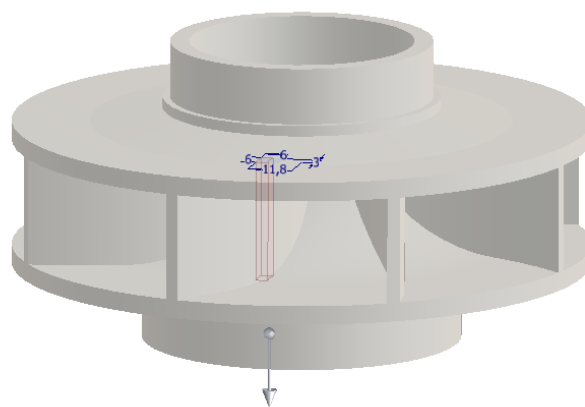
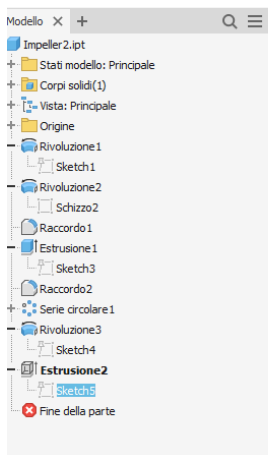
Modello finale

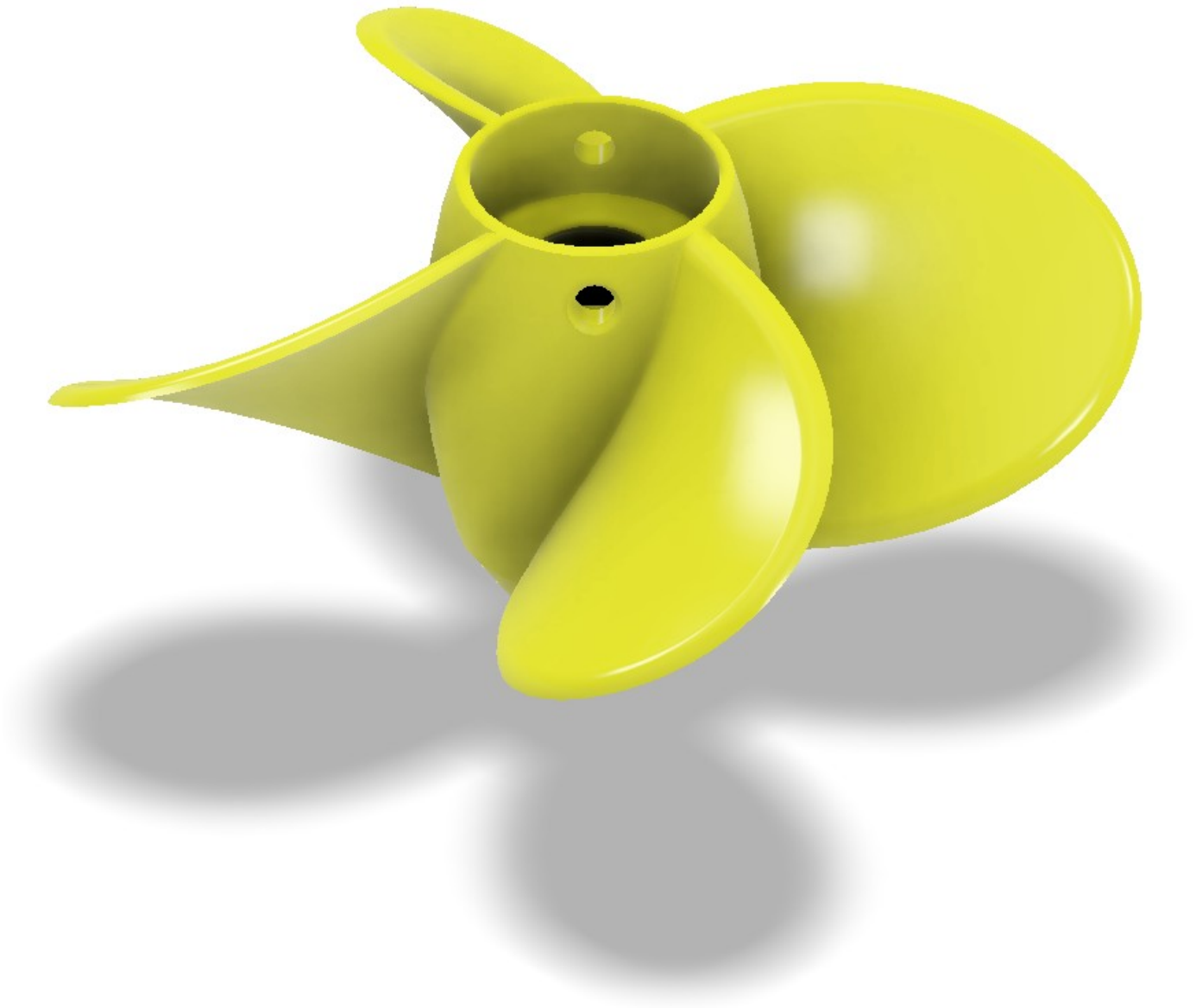


Schizzo 2D per la scanalatura della chiave

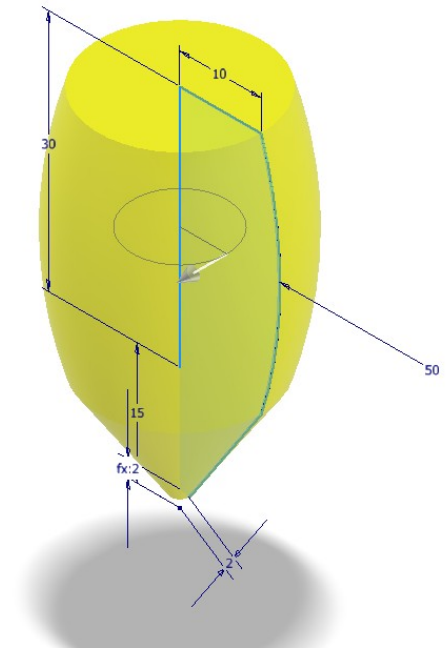
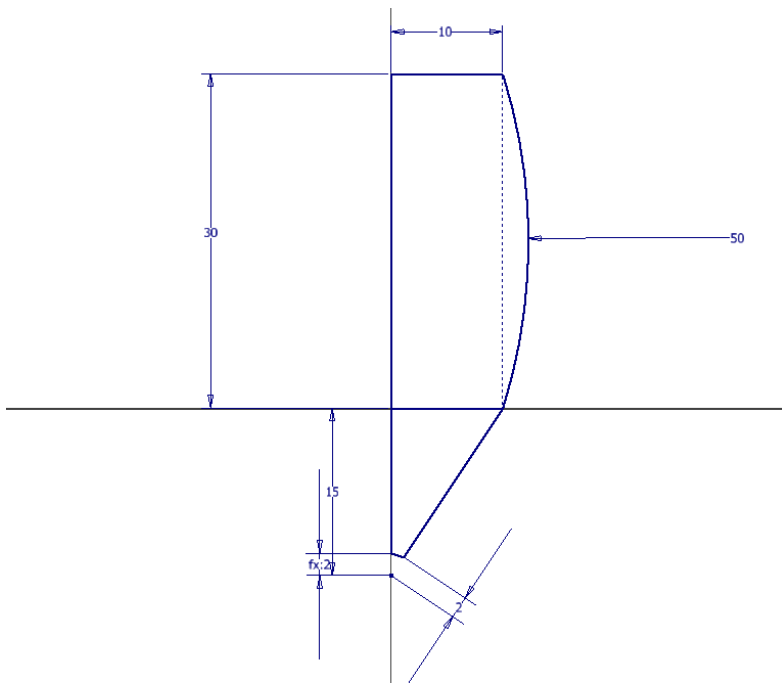


Estrusione negativa

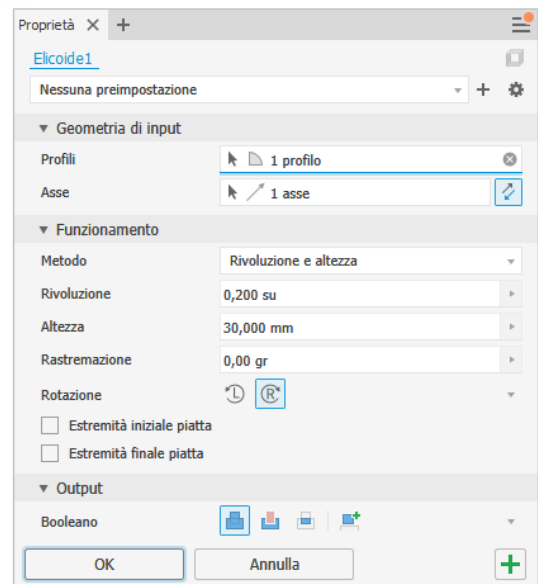
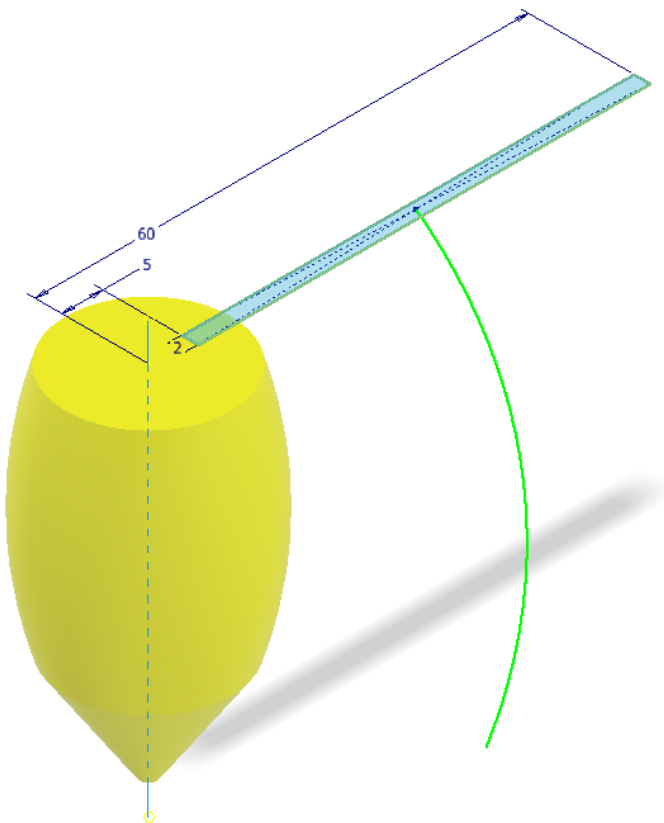




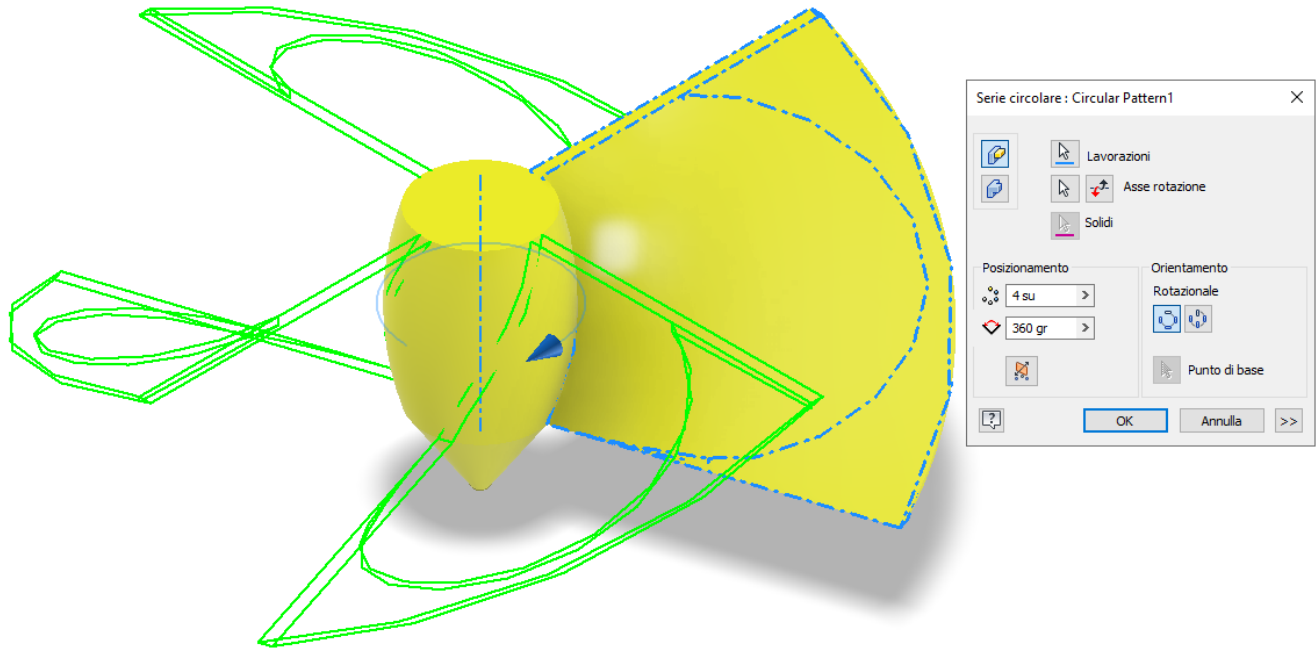
Schizzo 2D e rivoluzione del supporto delle pale



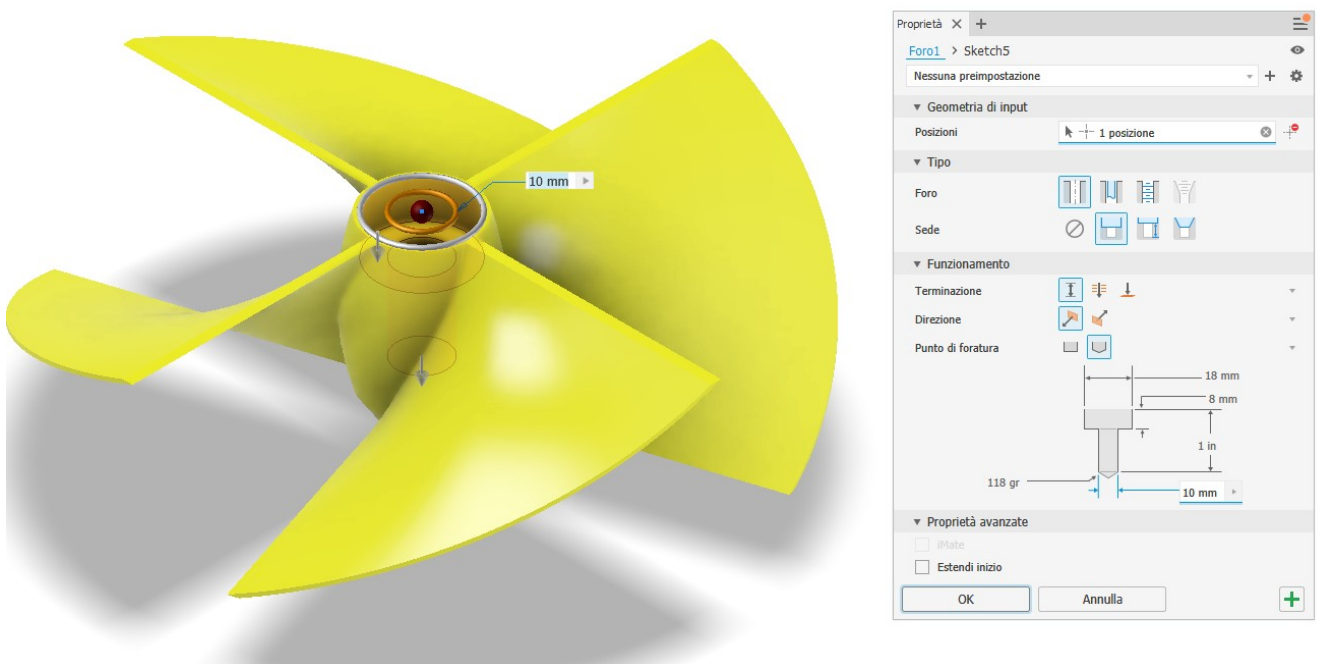
Schizzo 2D del profilo della paletta e generazione pale mediate "elica"



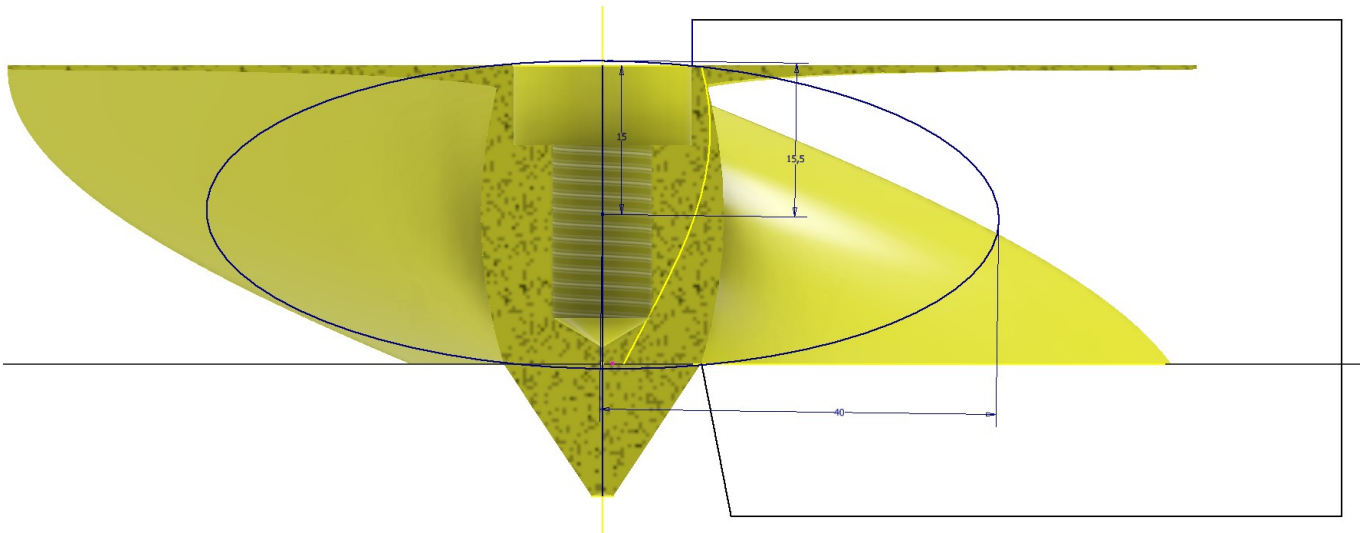
Serie circolare di 4 pale



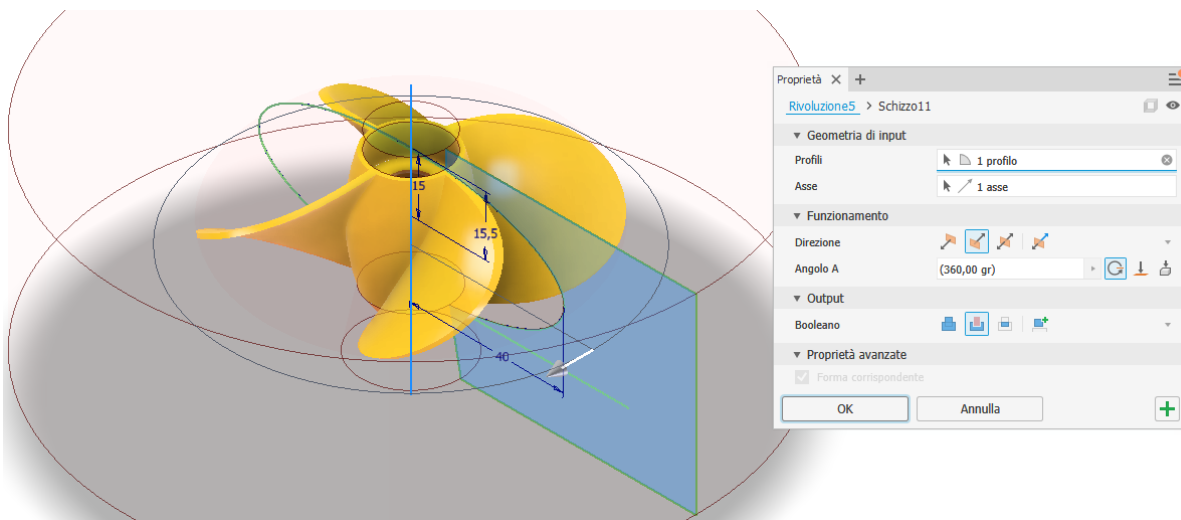
Foro centrale filettato



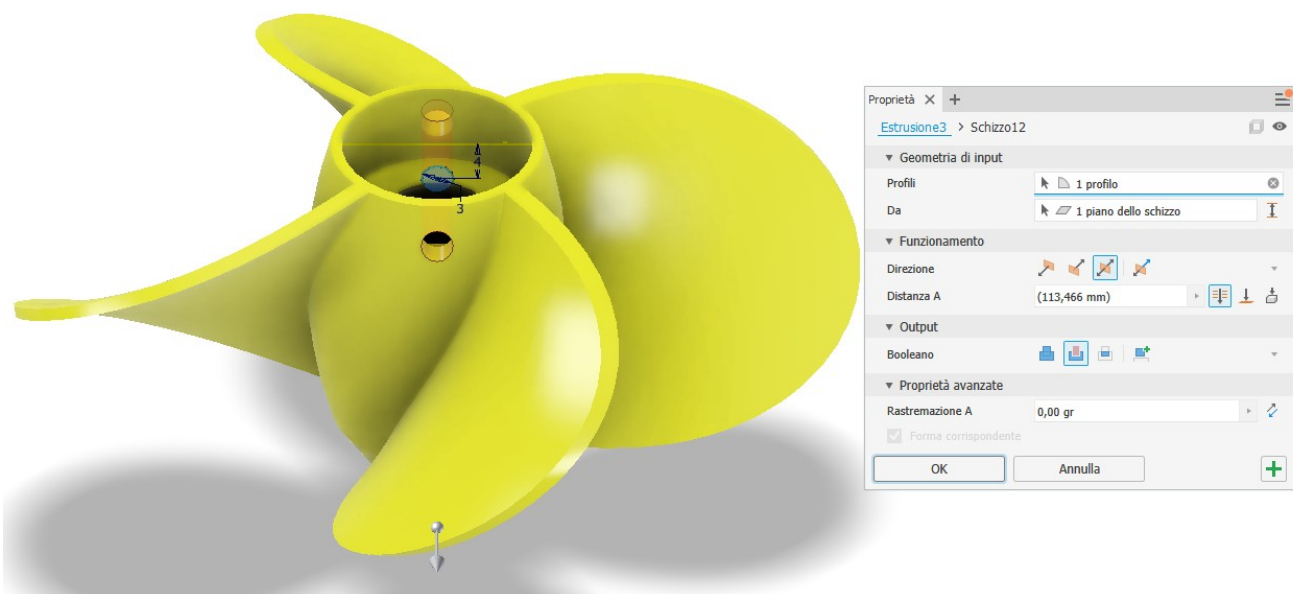
Schizzo 2D parabolico per dare forma arrotondata alle pale

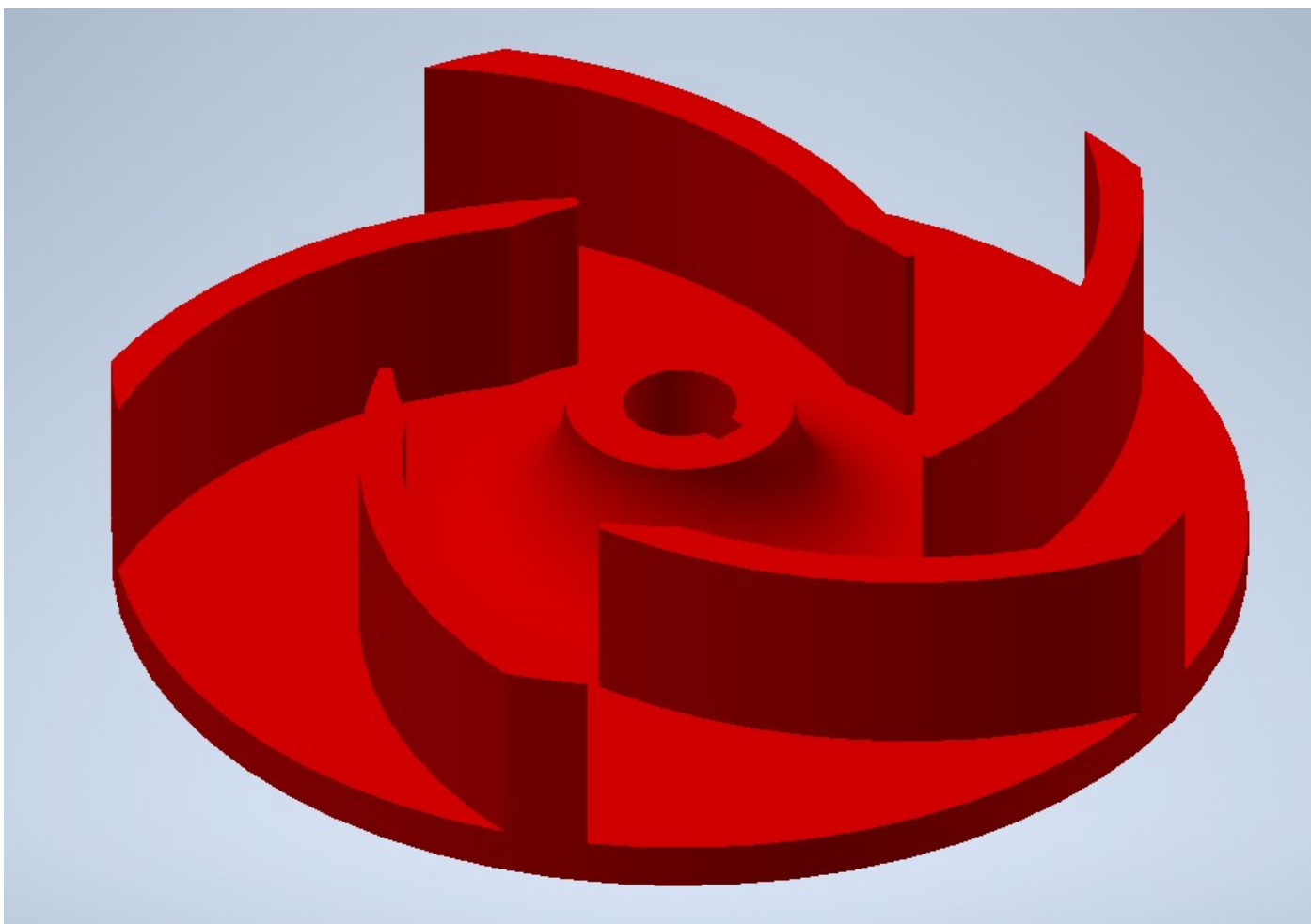


Rivoluzione negativa del profilo parabolico

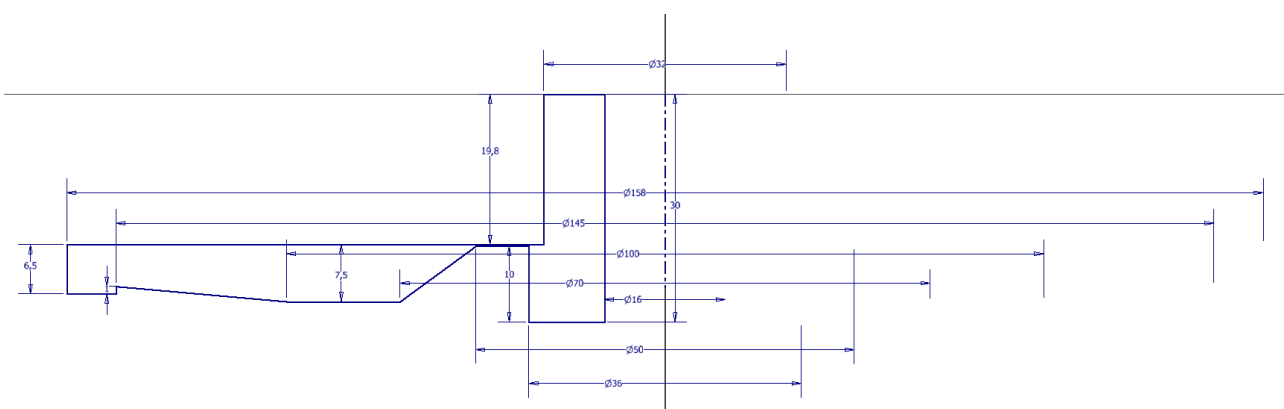


Coppia di fori centrali sul piano verticale

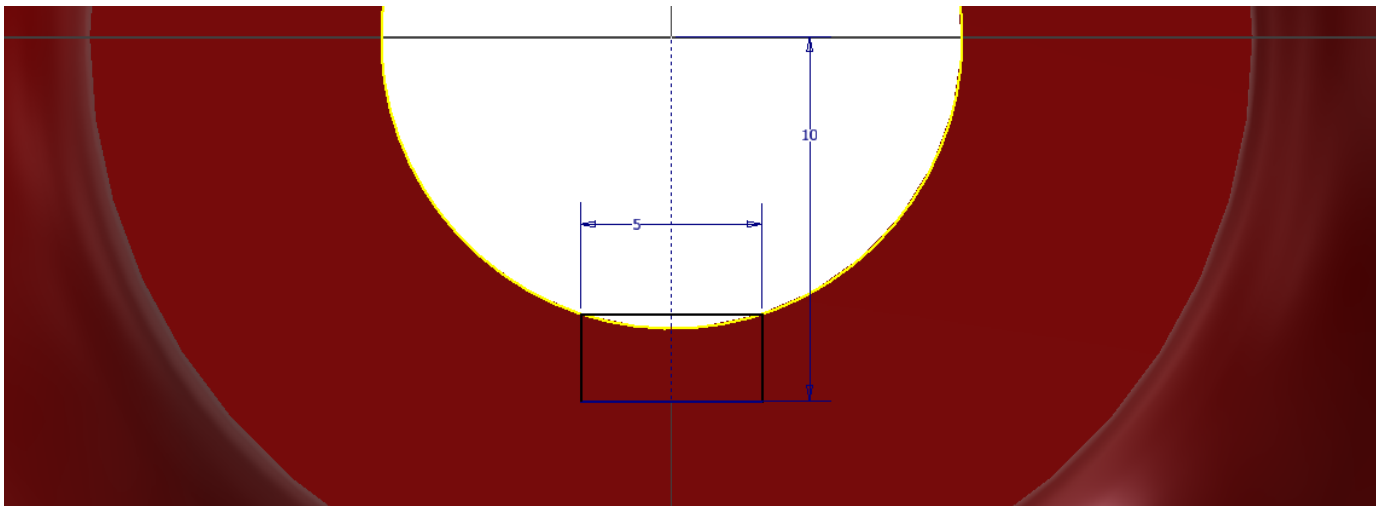




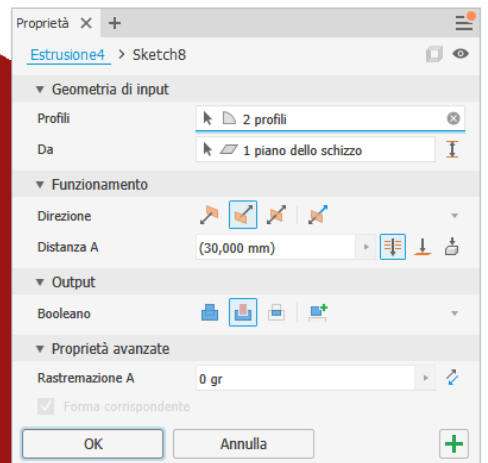
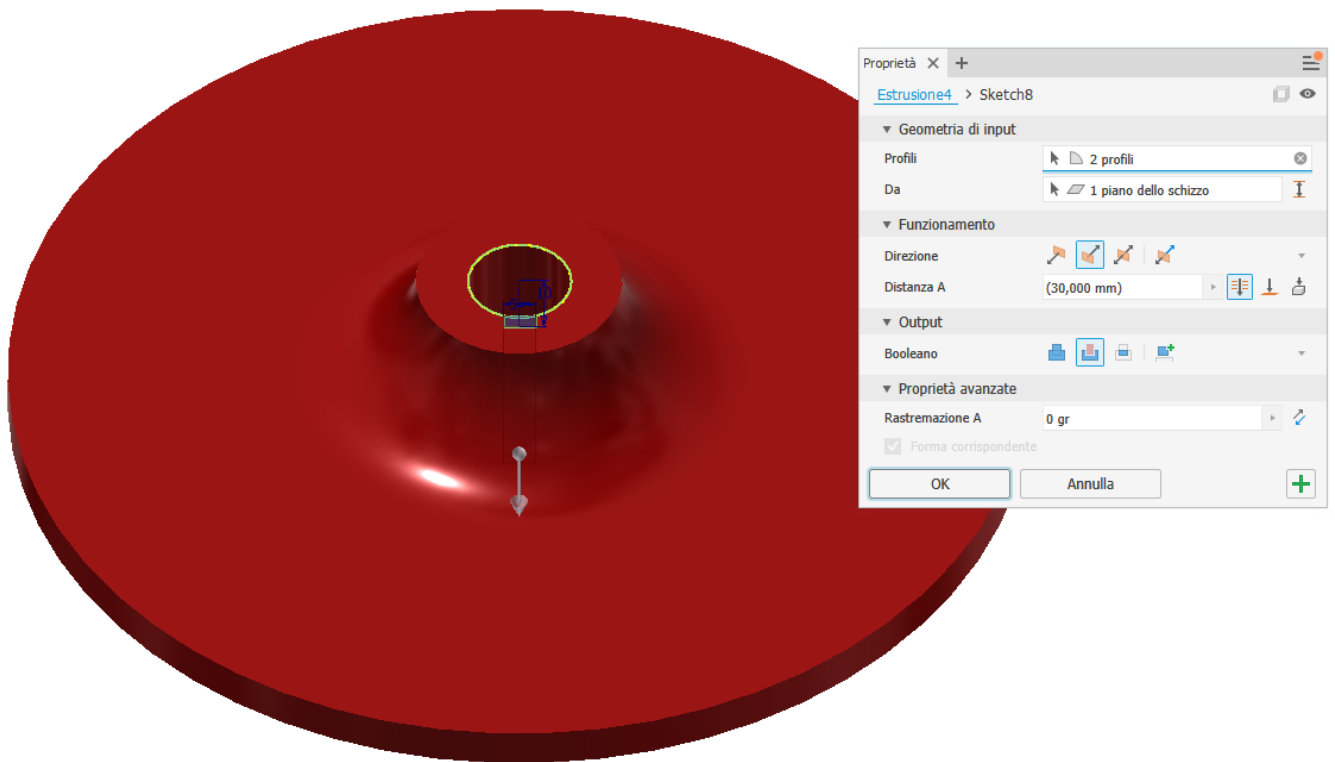
Schizzo disco girante



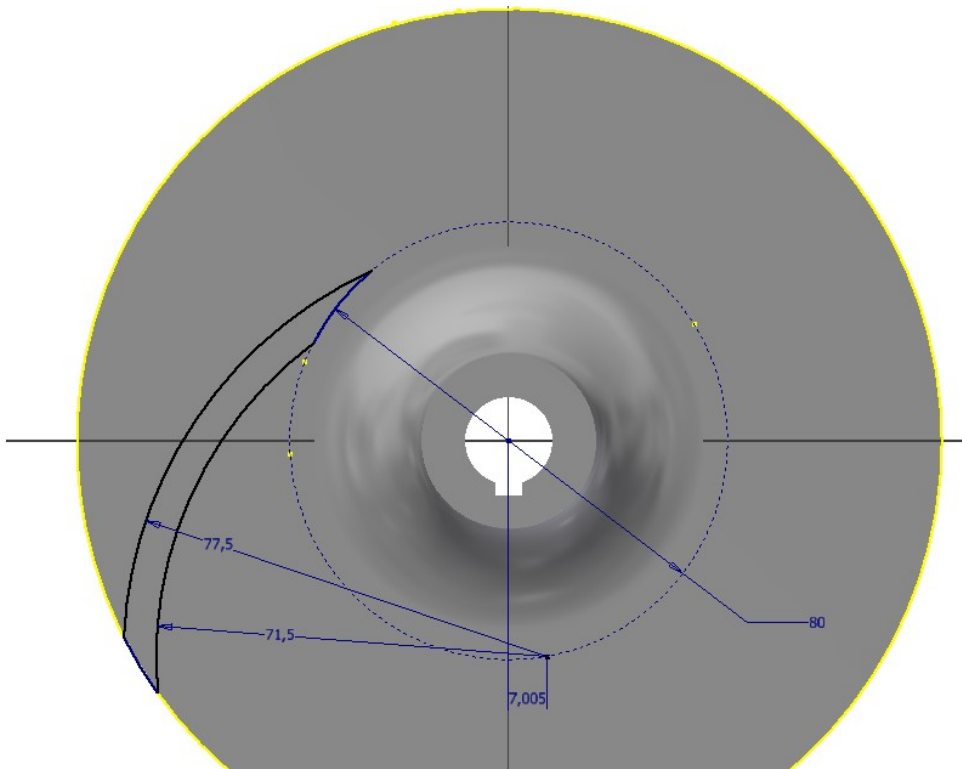
Schizzo sede linguetta



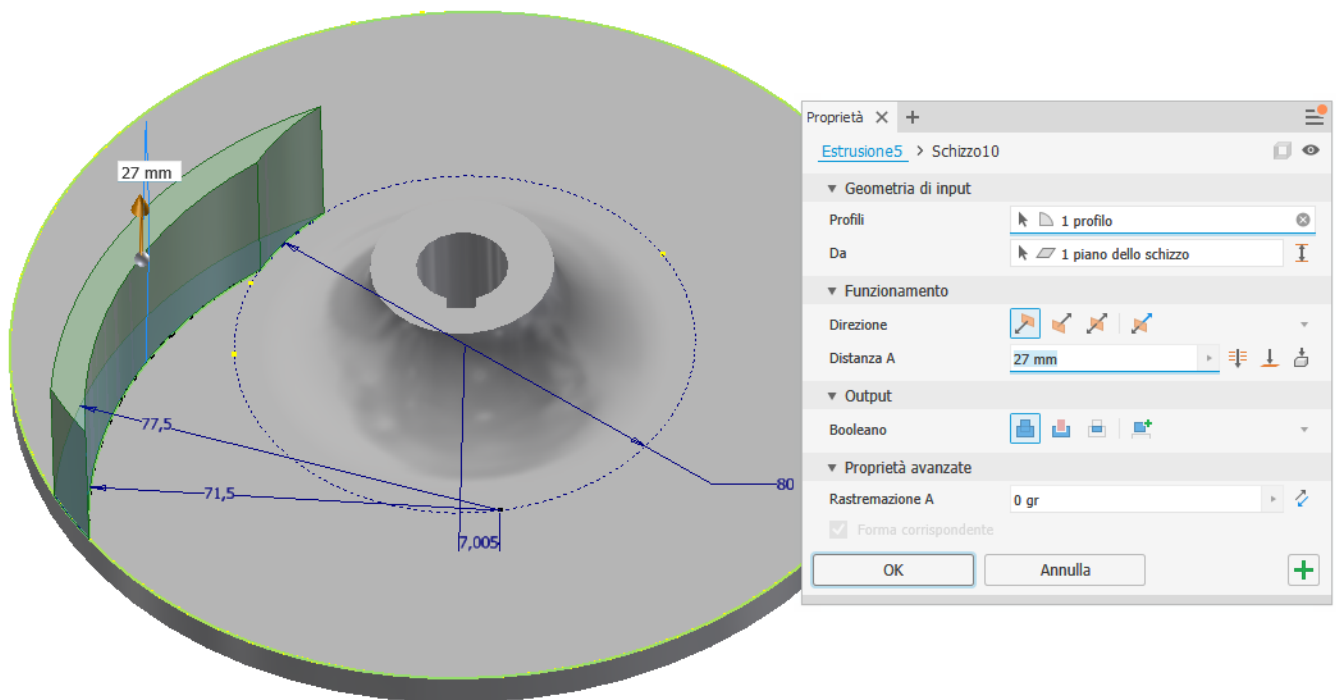
Estrusione negativa



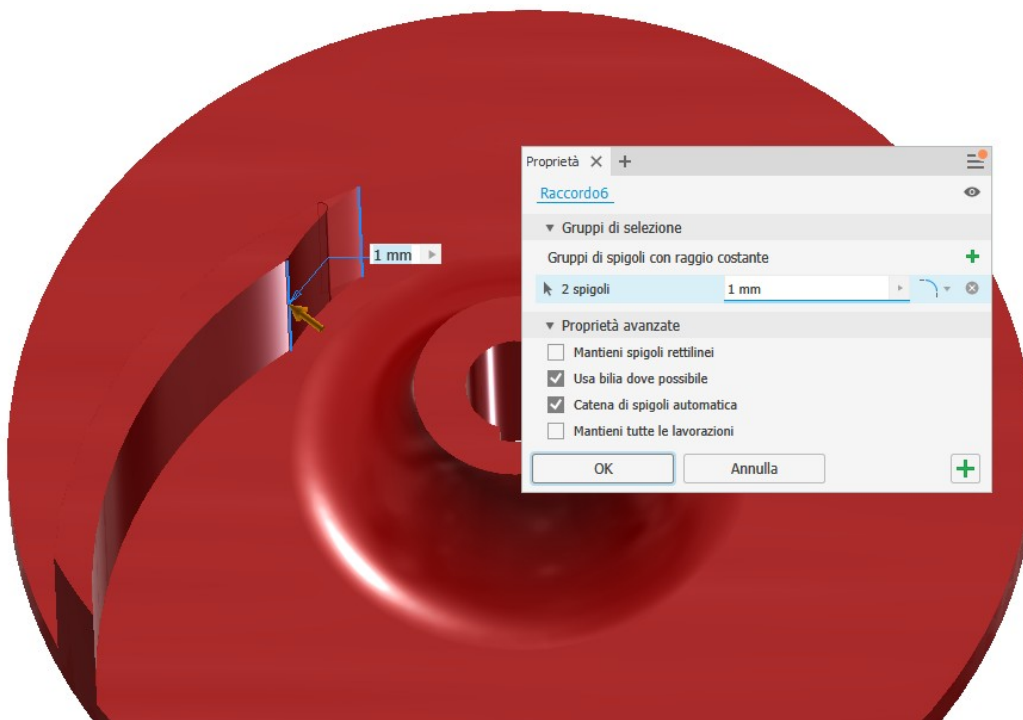
Schizzo sezione pala



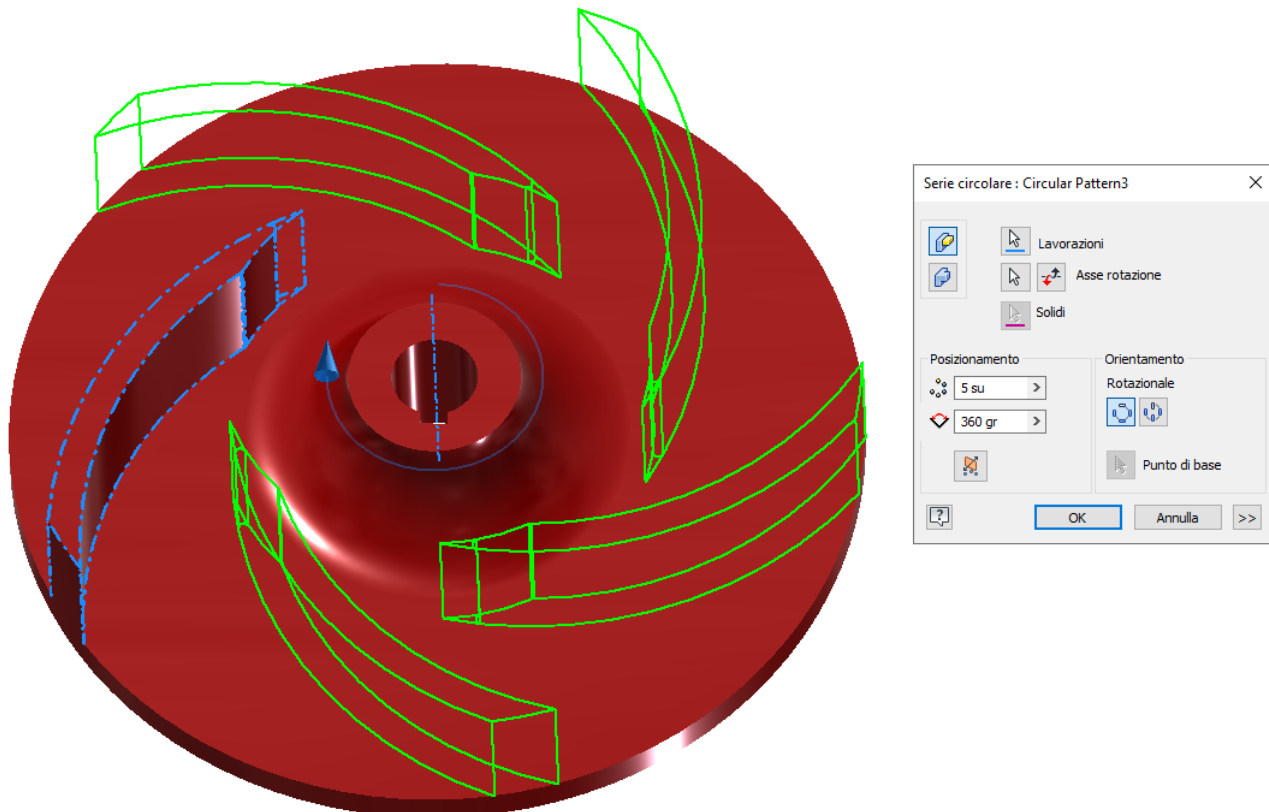
Estrusione

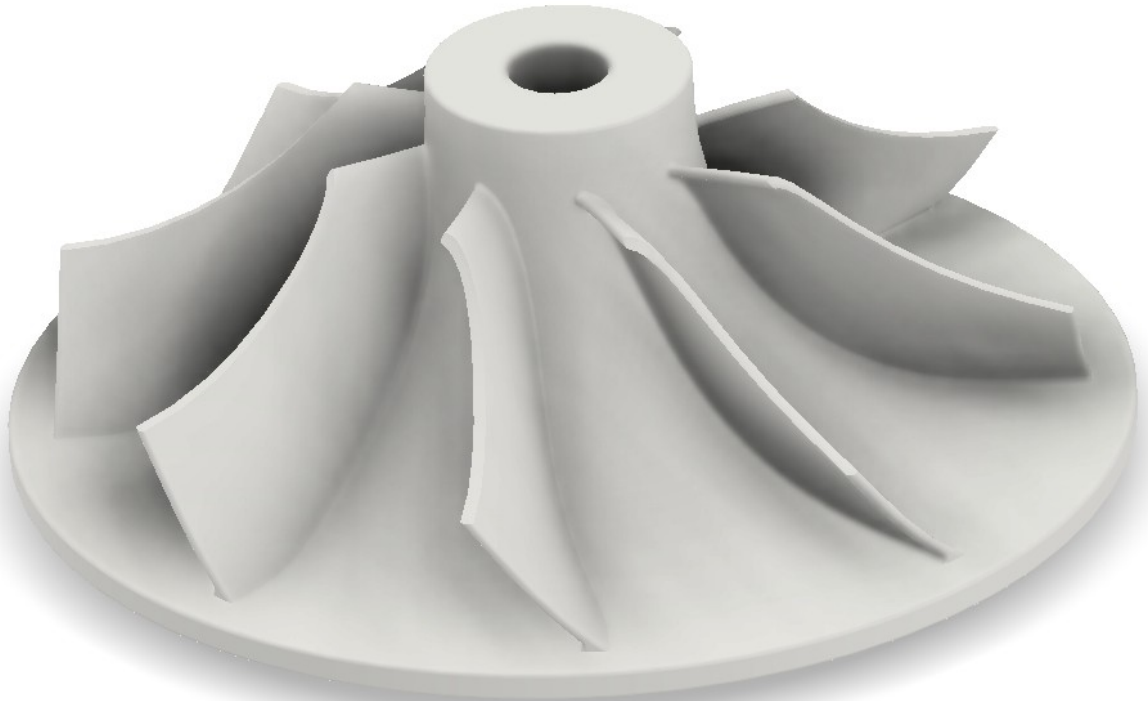


Raccordo bordi interni paletta

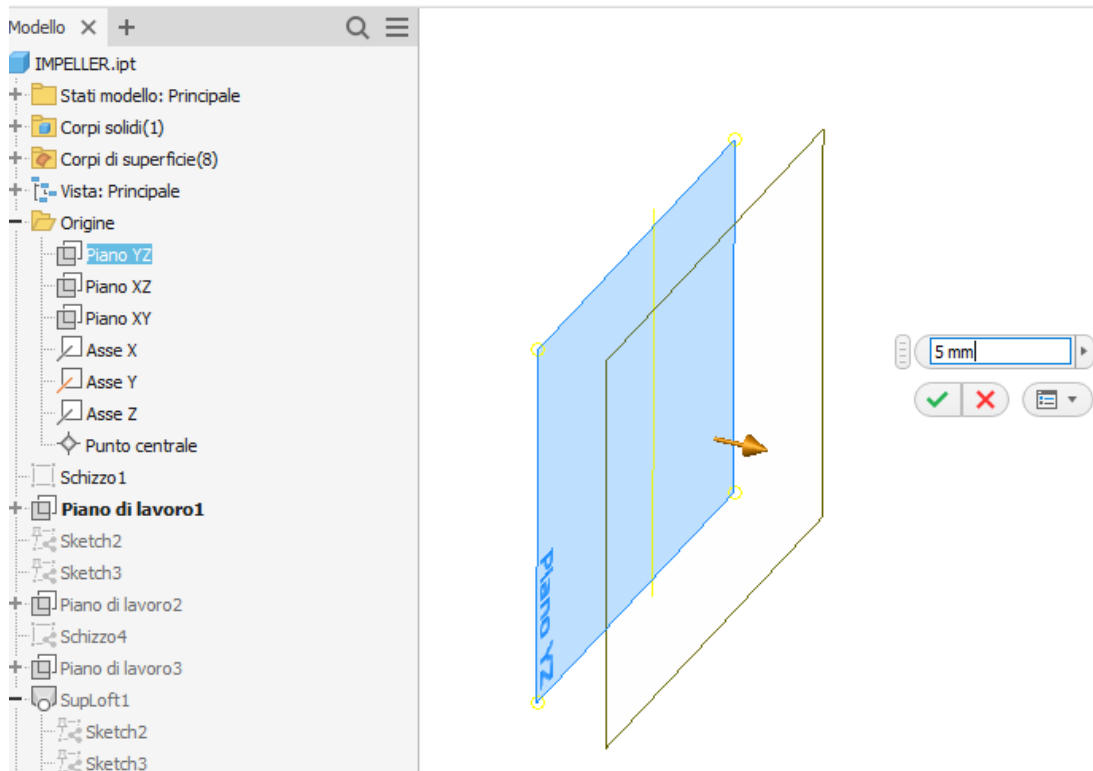


Serie circolare 5 palette

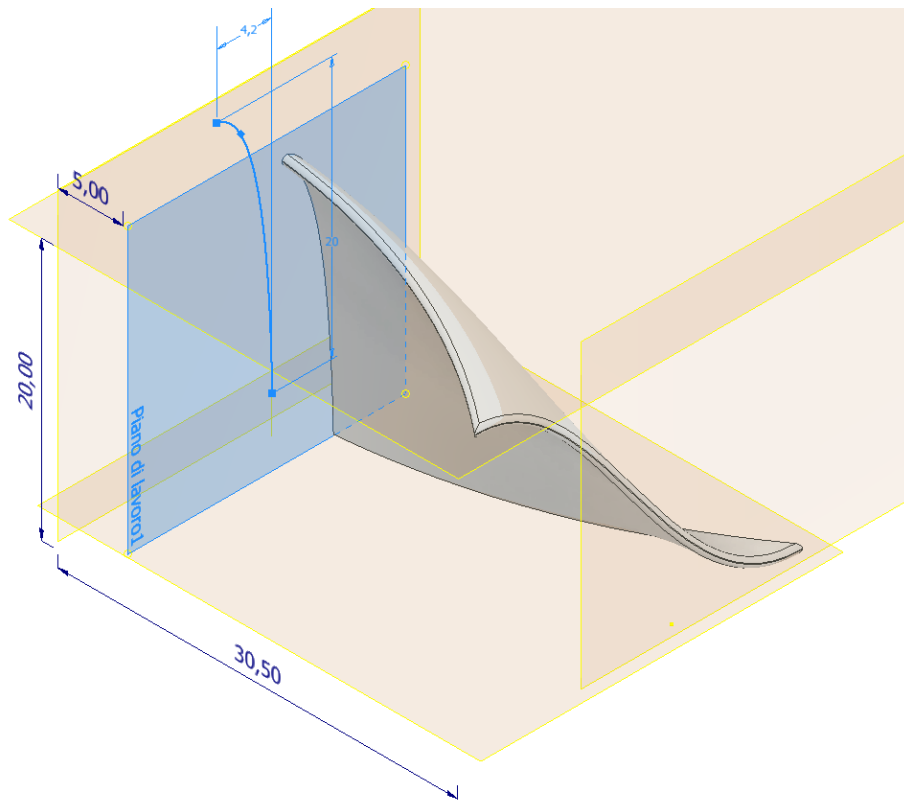
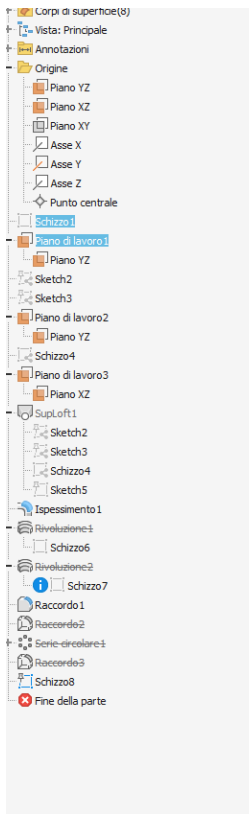




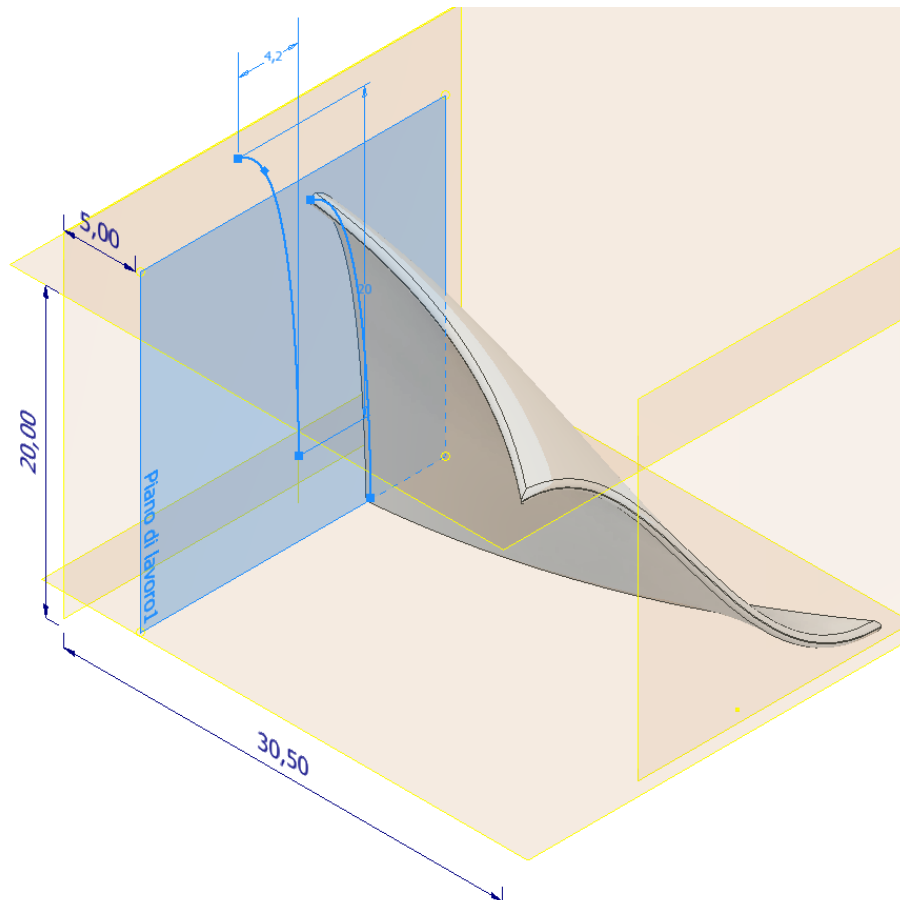
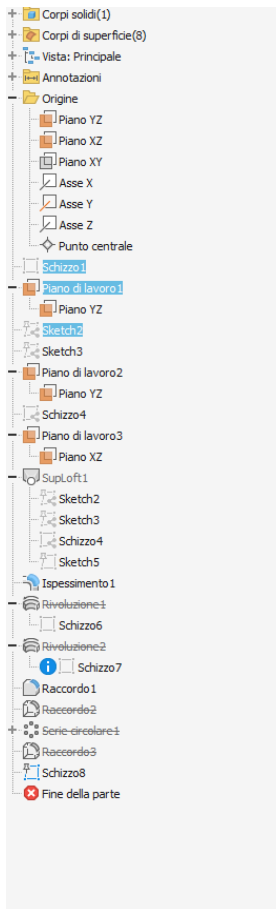
Creazione dei tre piani di lavoro su cui disegnare le sezioni e le guide della paletta



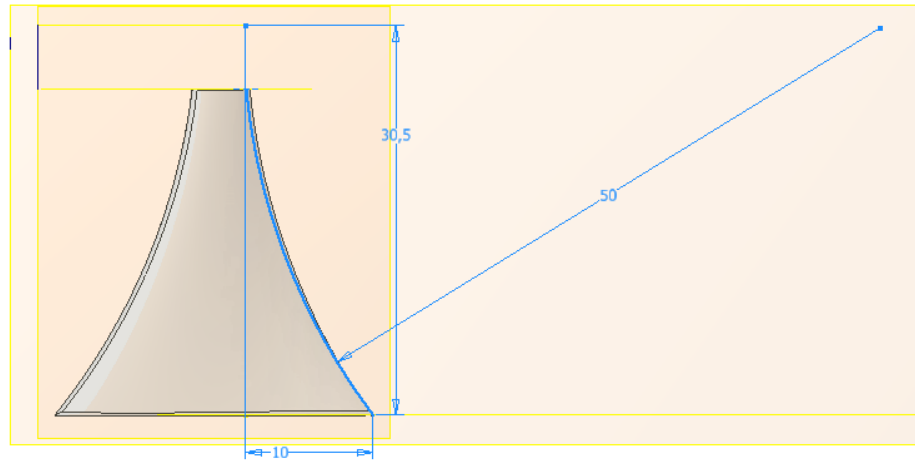
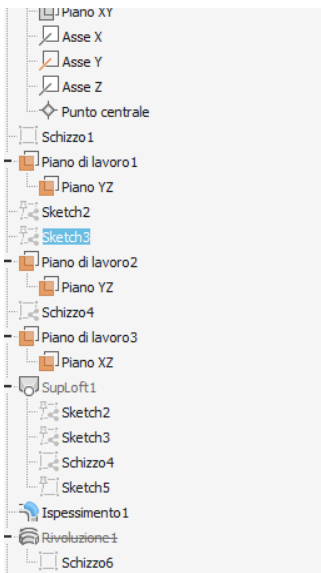
Vista dei tre piani di lavoro e dello schizzo 1 da realizzare sul piano origine YZ



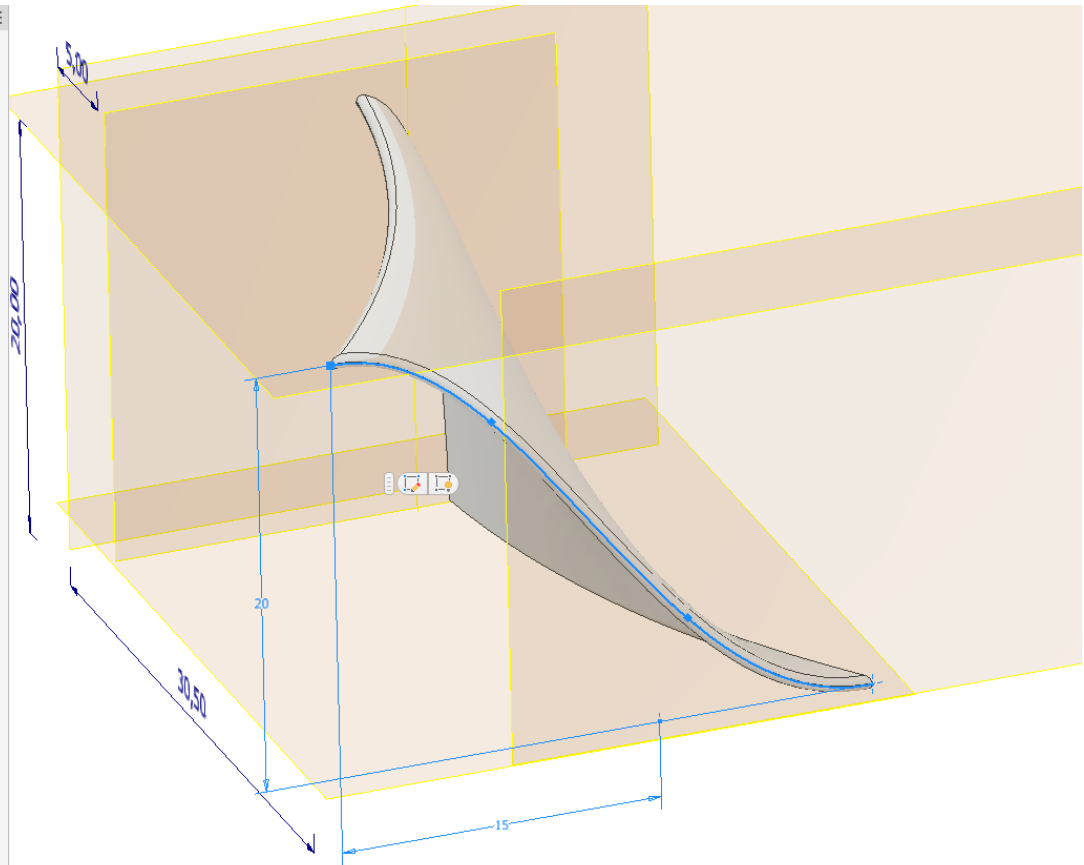
Creazione schizzo 2 sul primo piano di lavoro (proiezione del precedente)



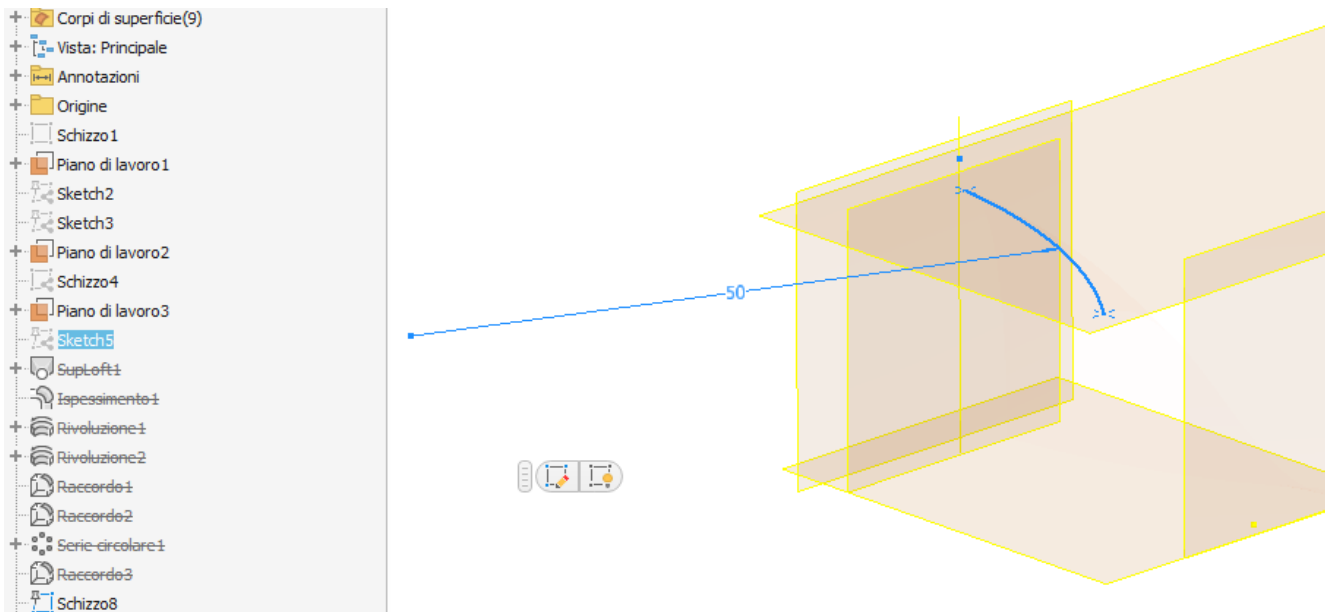
Creazione schizzo 3 sul piano XY



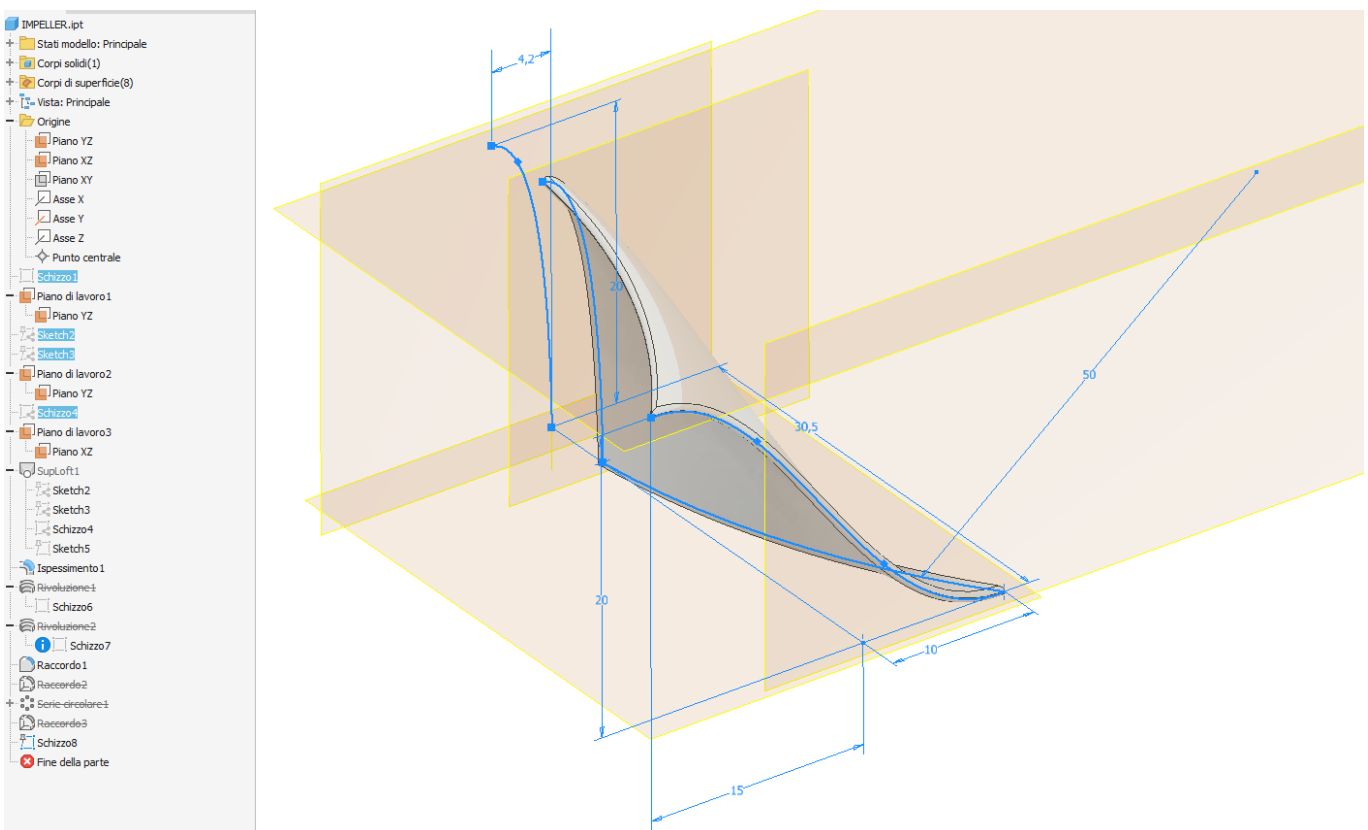
Creazione schizzo 4 sul piano di lavoro //



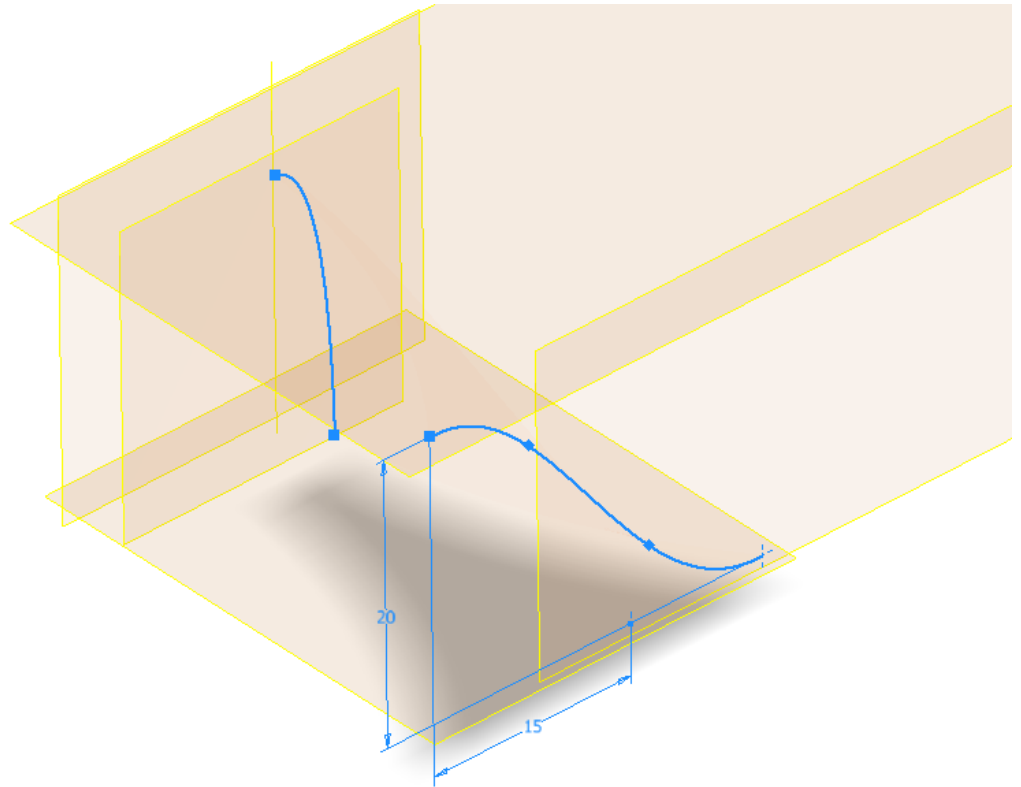
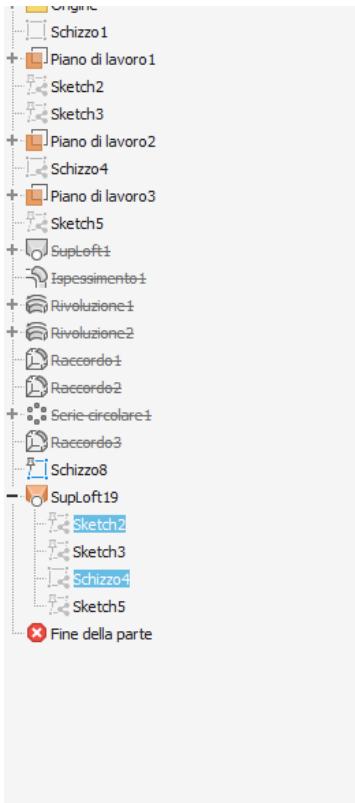
Creazione schizzo 5 sul piano di lavoro // a XY



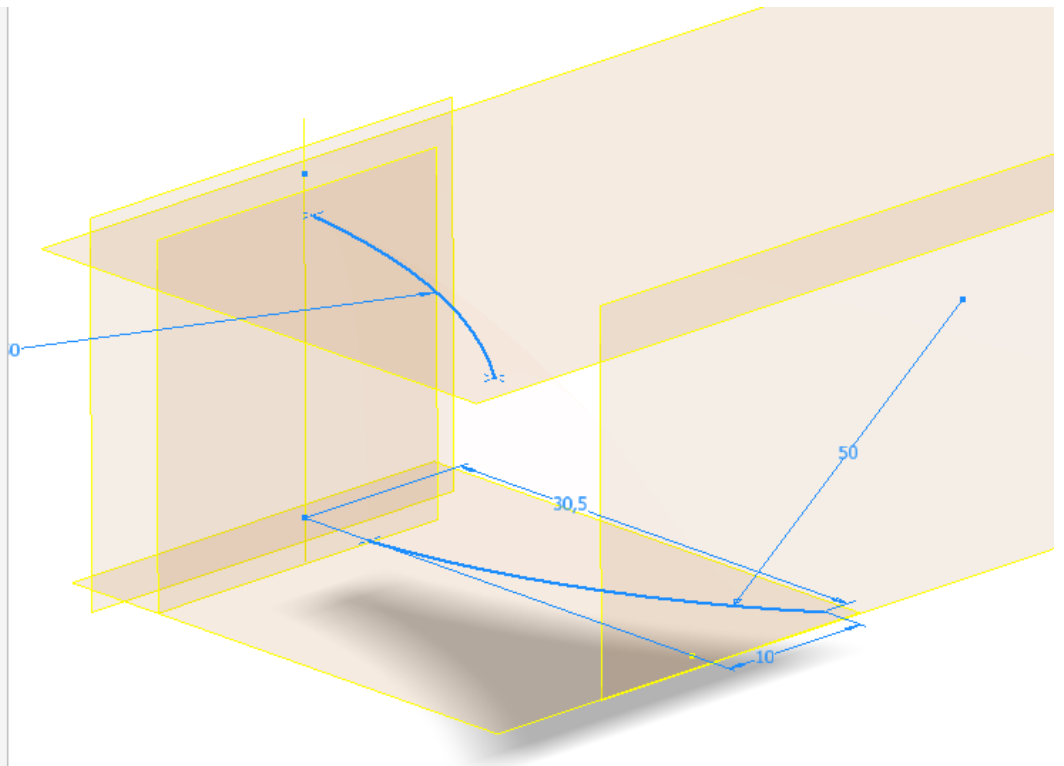
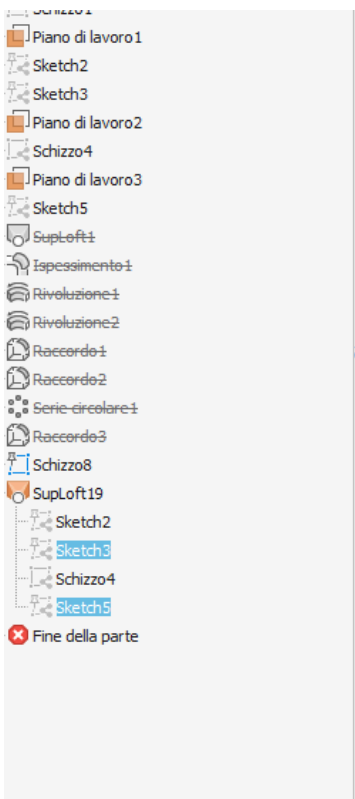
Complessivo schizzi necessari per il loft della paletta



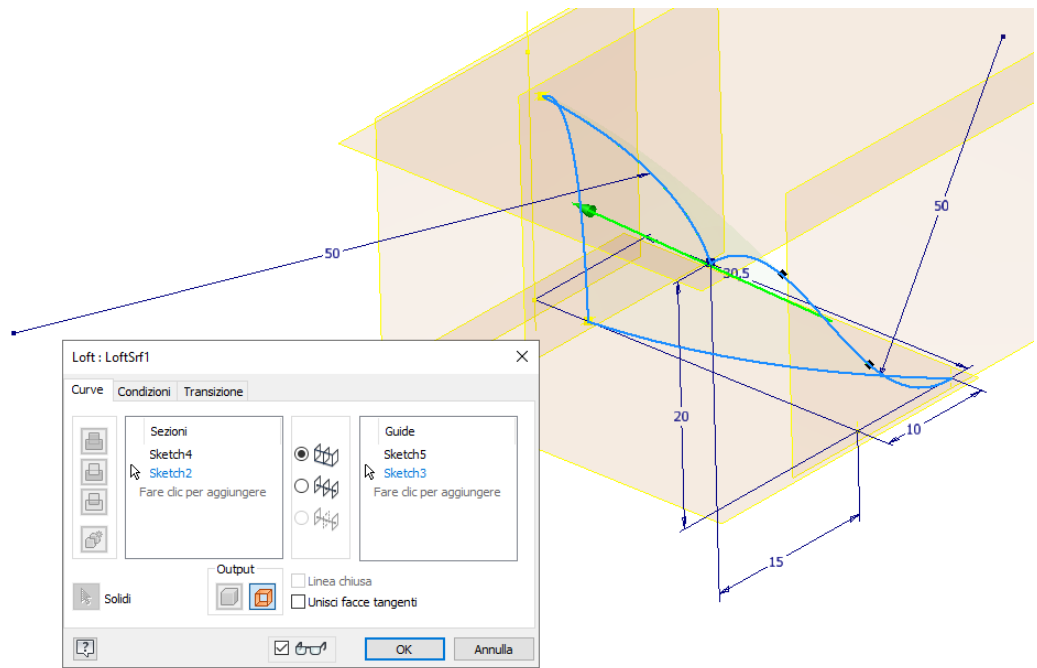
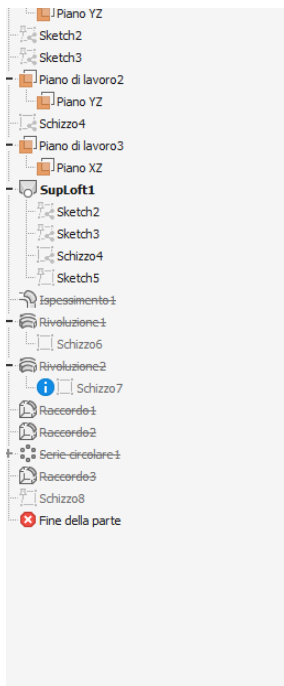
Le due sezioni (curve) del loft



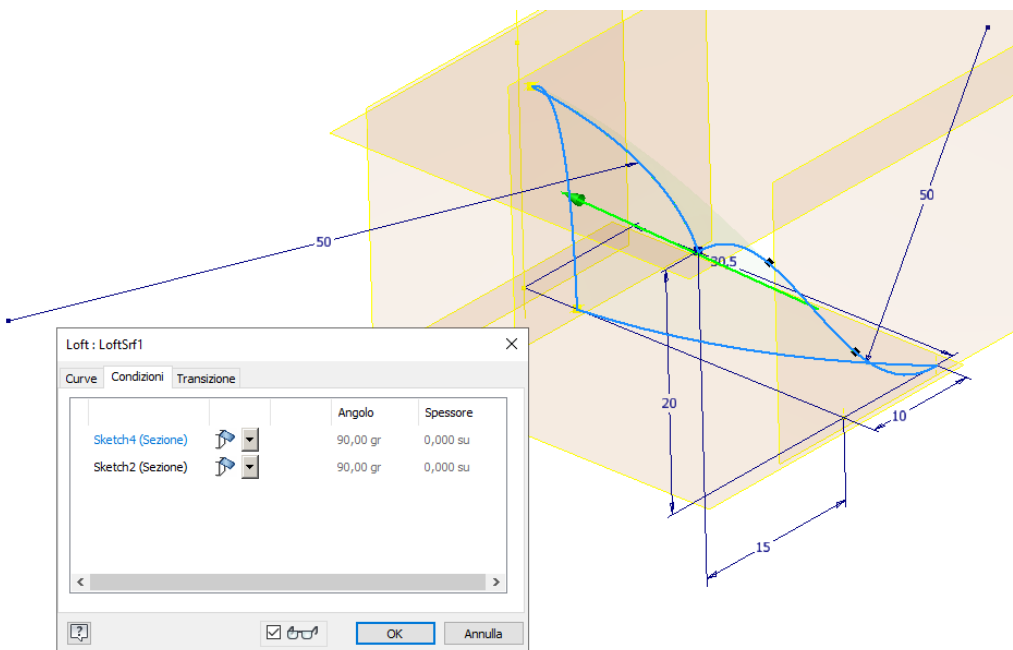
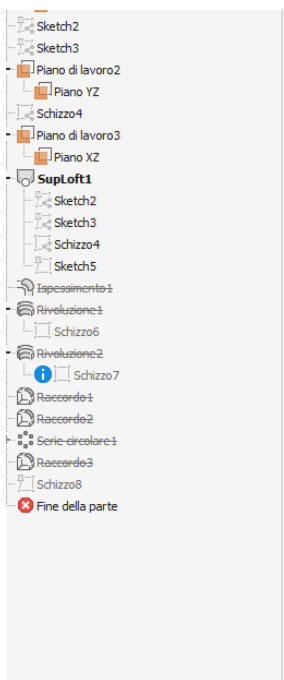
Le due guide del loft



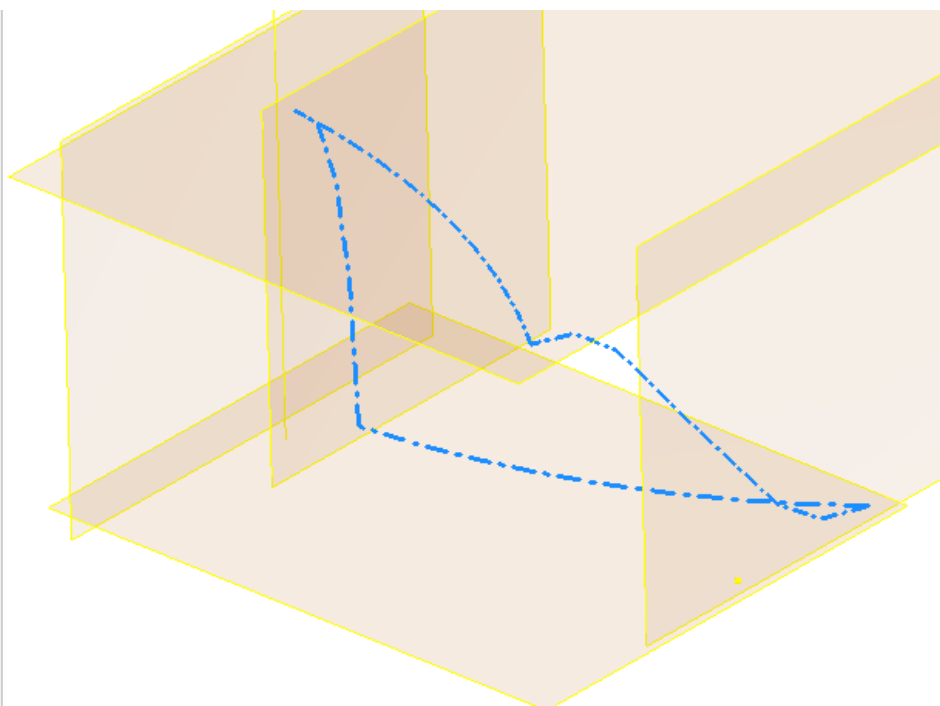
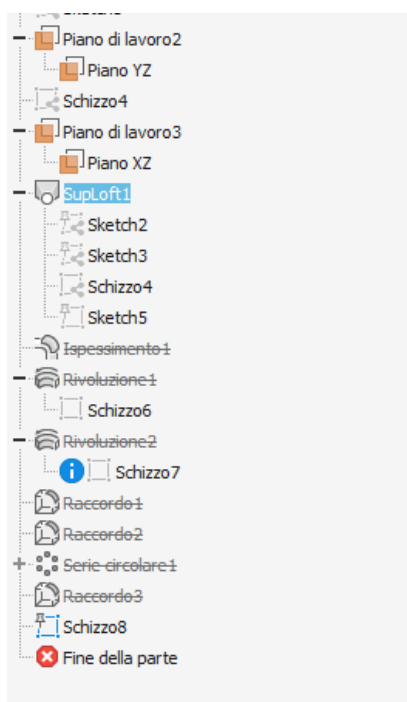
Loft di tipo “superficie”



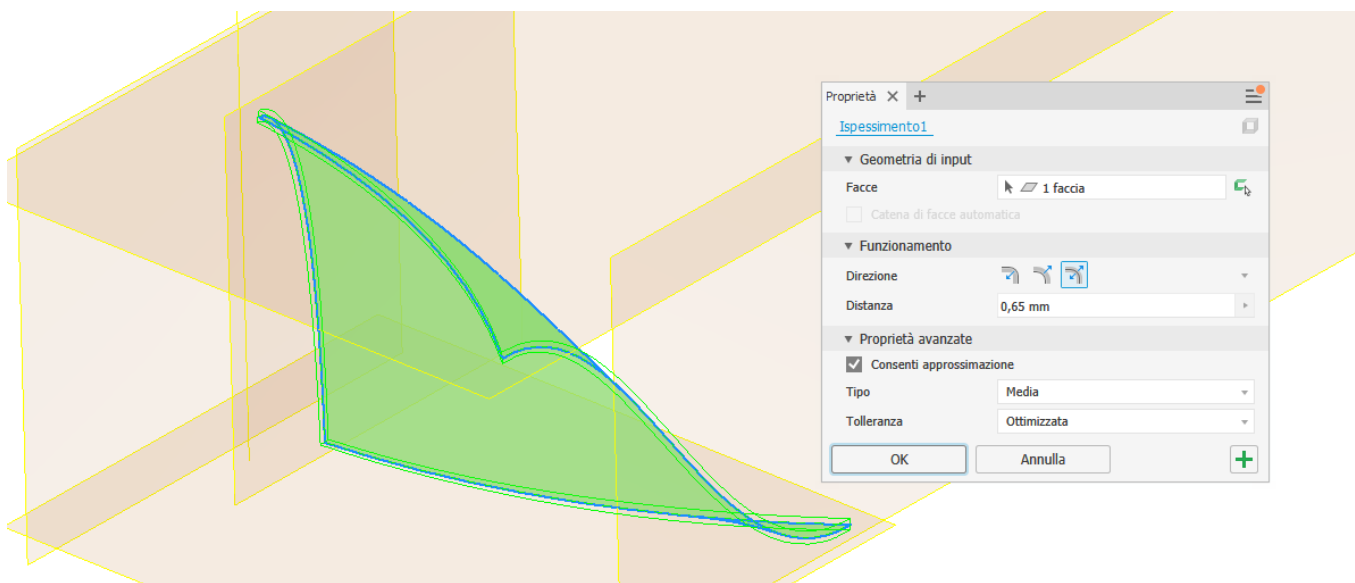
Angolo di partenza e fine del loft



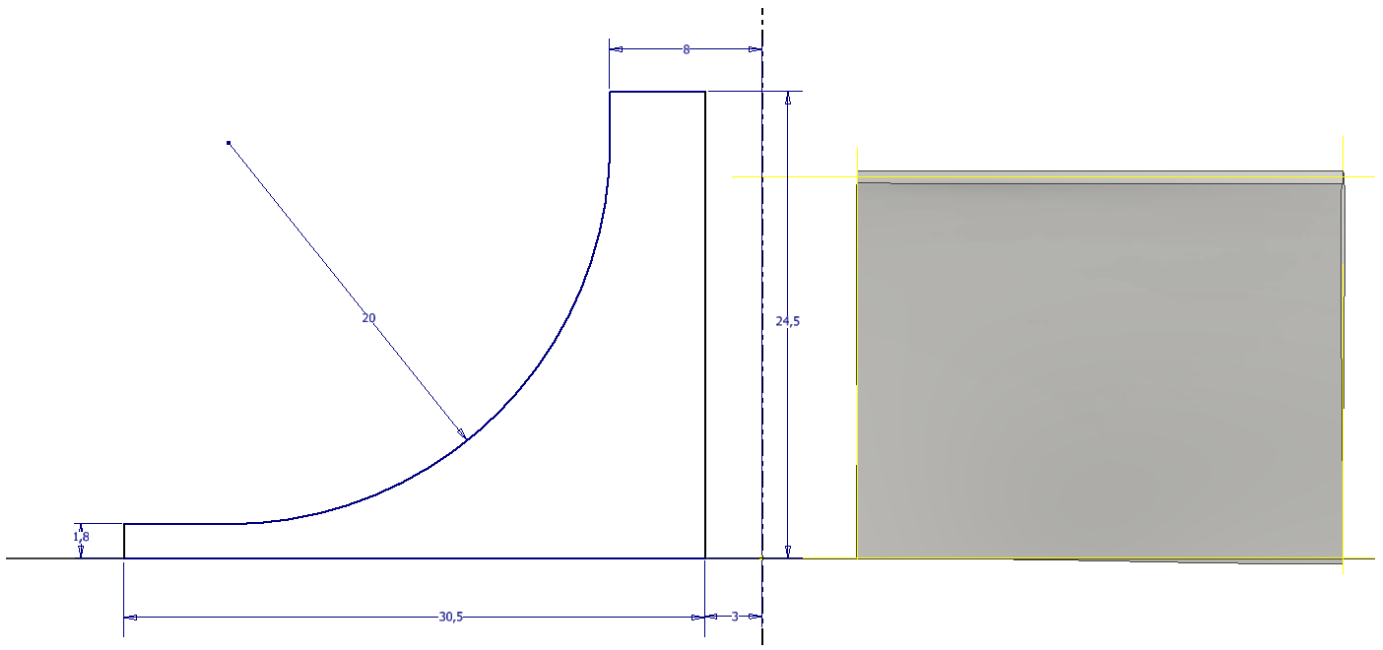
Superficie ottenuta tramite il loft



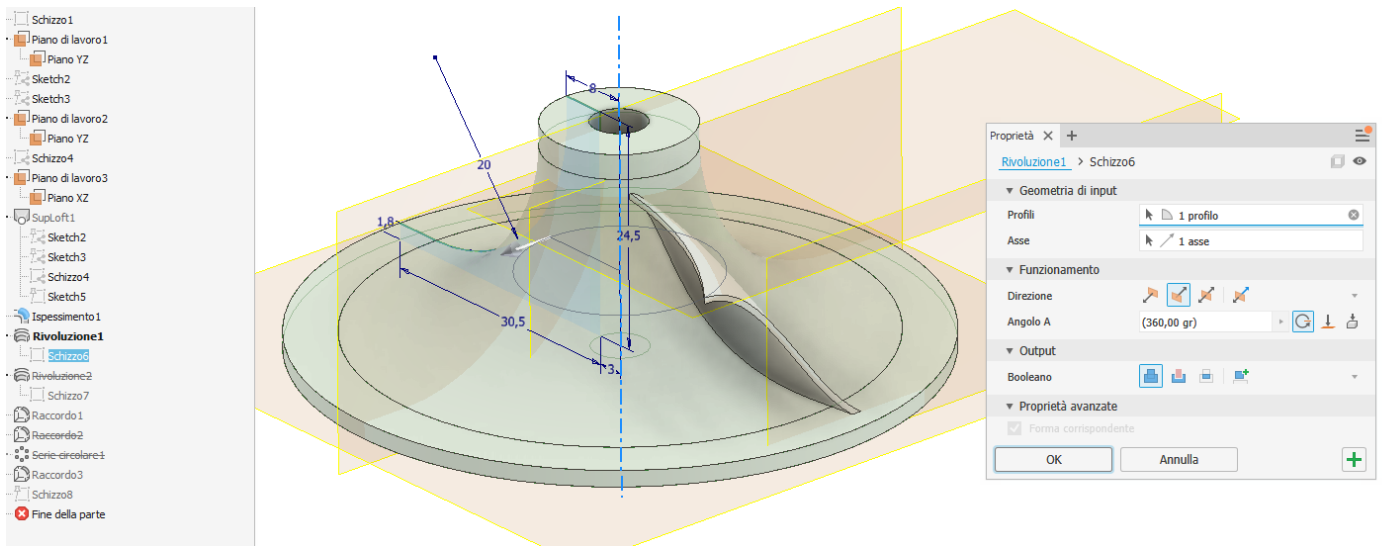
Inspessimento della superficie per ottenere un solido



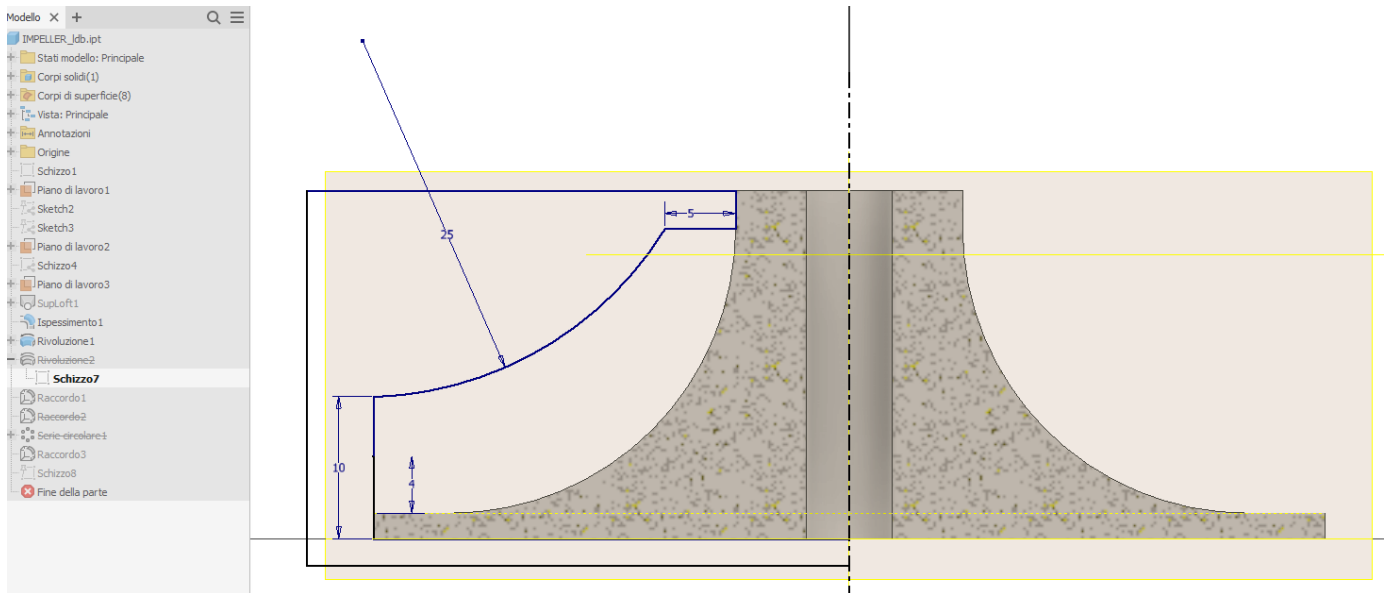
Schizzo 2D del profilo della girante



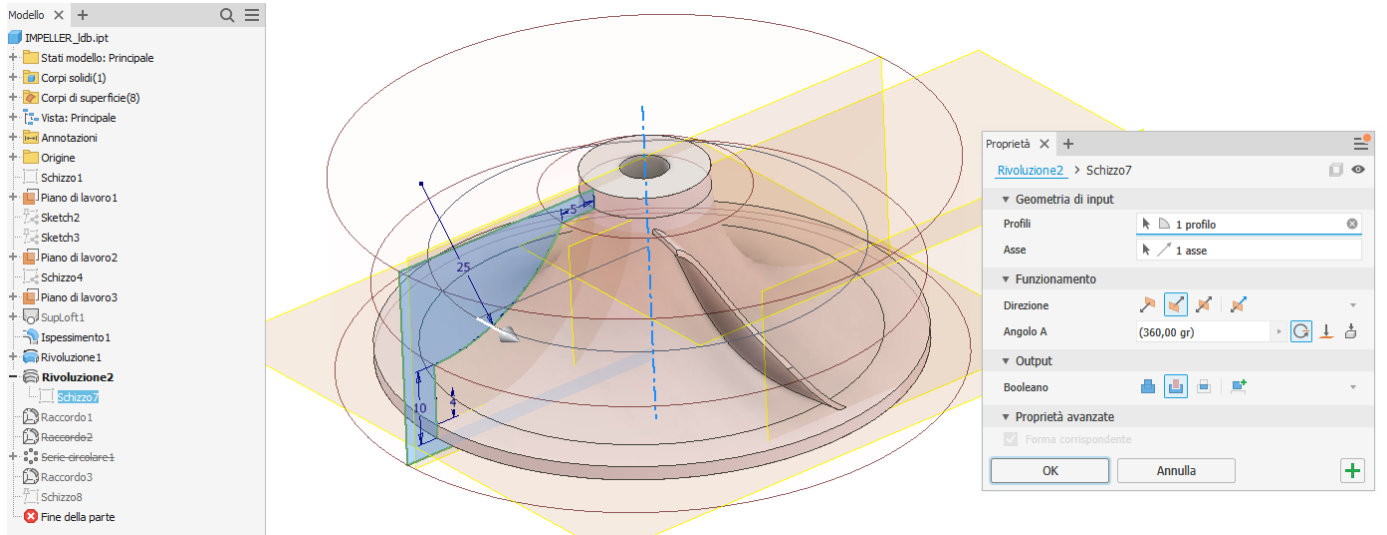
Rivoluzione dello schizzo



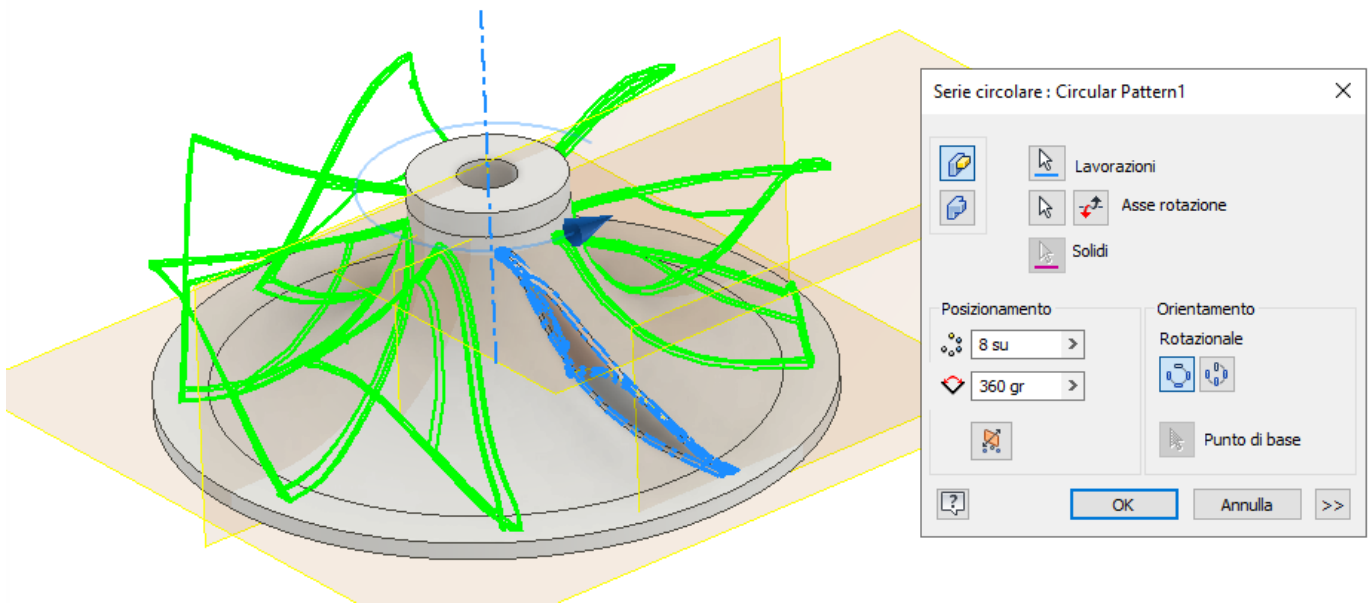
Schizzo 2D per dare forma centrifuga alla paletta



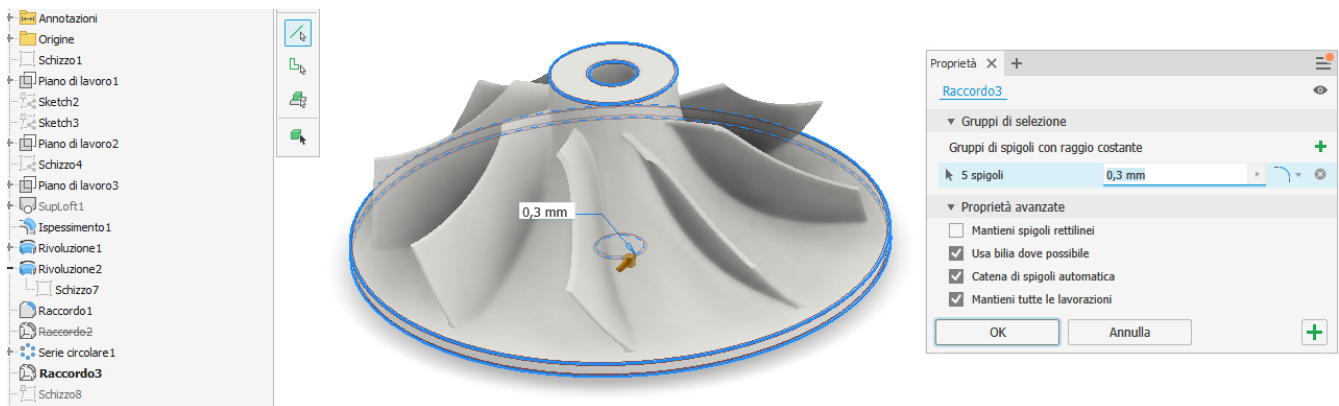
Estrusione negativa per eliminare la parte di paletta non necessaria per profilo desiderato

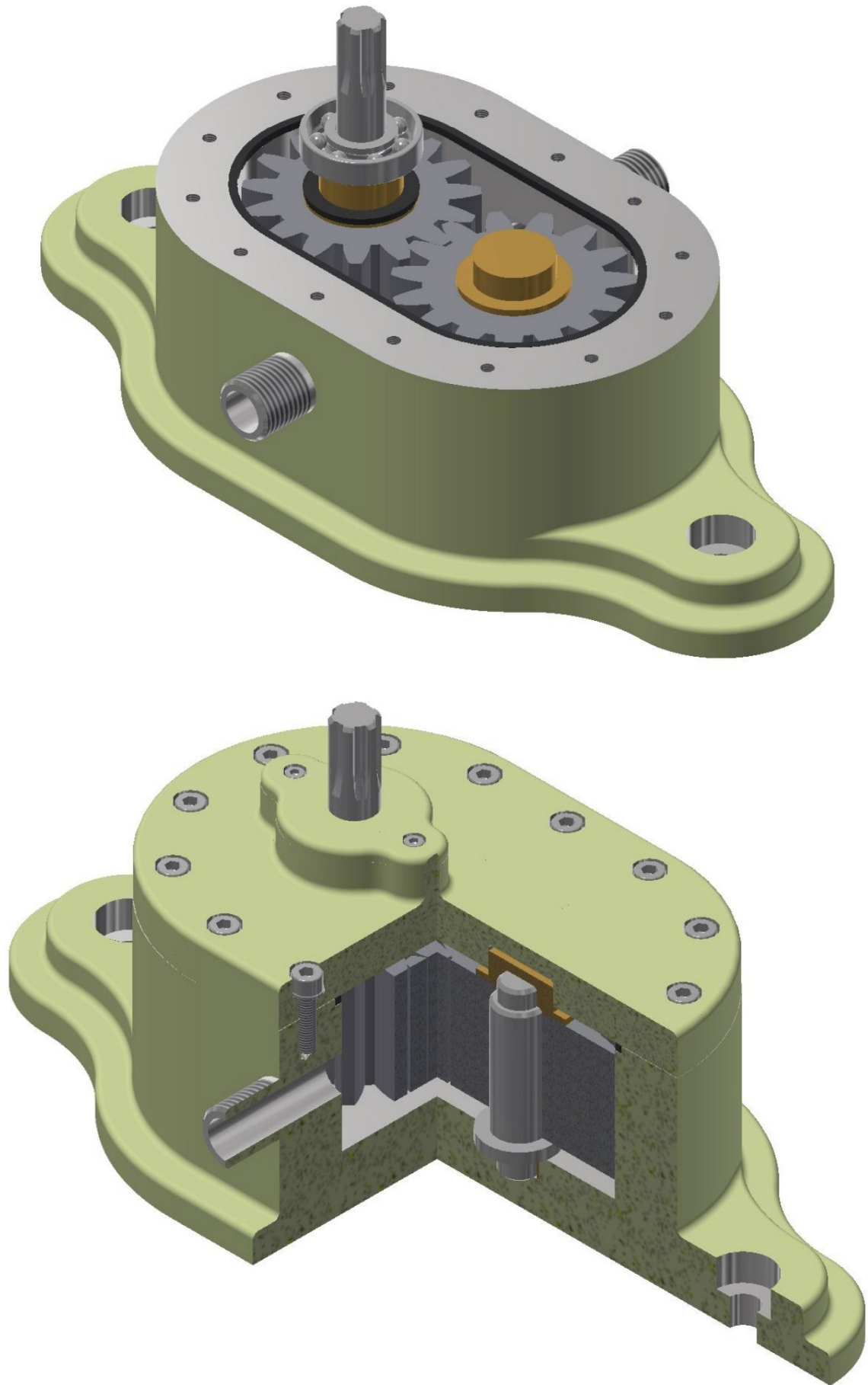


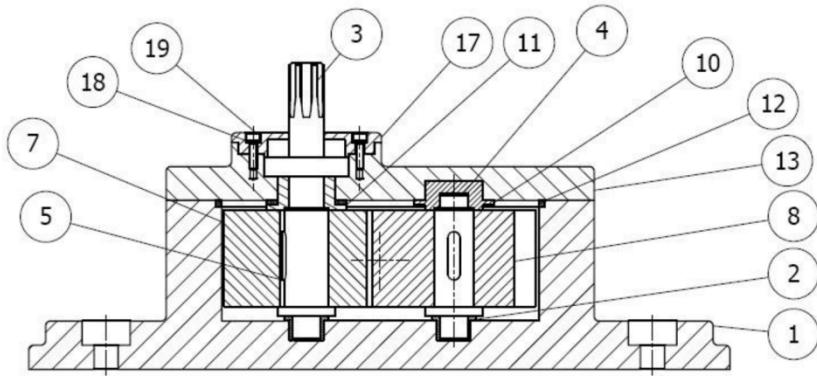
Serie circolare della singola paletta



Raccordare i bordi della pala

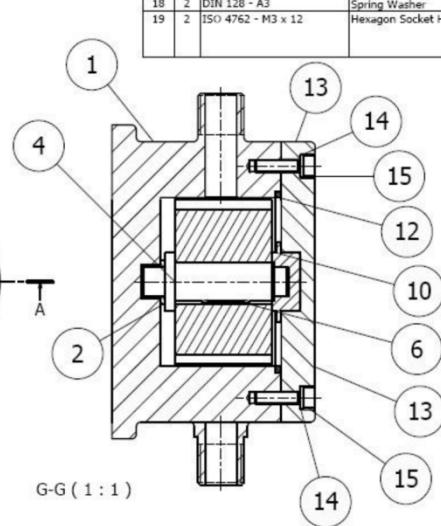
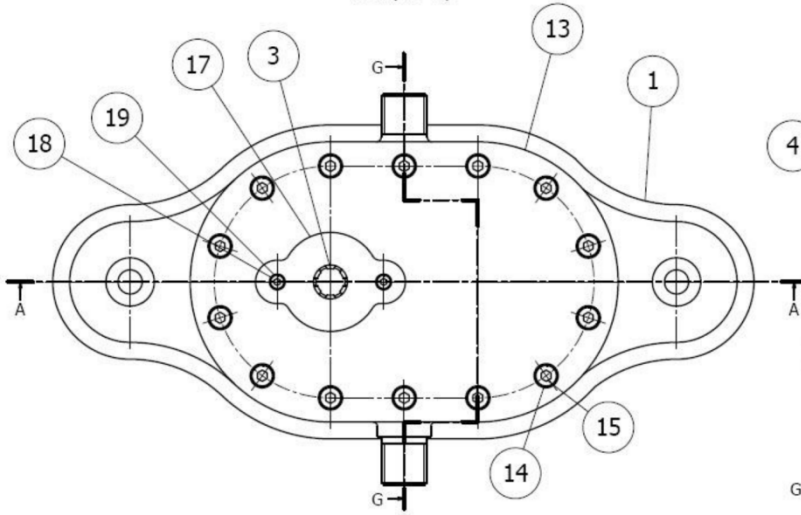




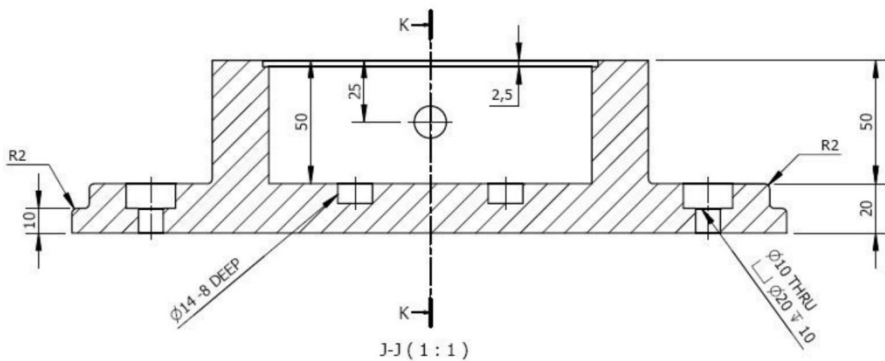


A-A (1 : 1)

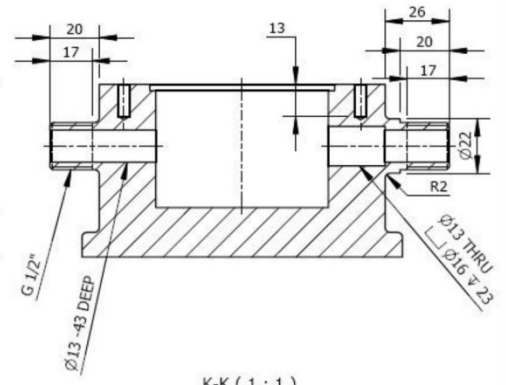
PUMP PARTS LIST				
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	MATERIAL
1	1	BODY		Iron, Cast
2	2	LOWER BUSH		Brass, Soft Yellow
3	1	SHAFT 1		Steel, Alloy
4	1	SHAFT 2		Steel, Alloy
5	1	ISO 2491 - A 6 x 4 x 20	Thin parallel keys	Steel, Mild
6	1	ISO 2491 - A 5 x 3 x 20	Thin parallel keys	Steel, Mild
7	1	Spur Gear1		Steel
8	1	Spur Gear2		Steel
9	1	UPPER BUSH1		Brass, Soft Yellow
10	1	UPPER BUSH2		Brass, Soft Yellow
11	1	BUSH SEAL		Rubber
12	1	CAP SEAL		Rubber
13	1	CAP		Steel
14	14	DIN 128 - A5	Spring Washer	Steel, Mild
15	14	ISO 4762 - M5 x 20	Hexagon Socket Head Cap Screw	Stainless Steel, 440C
16	1	115 B 1538 - EN 14 14x35x8	Self-Aligning Ball Bearing	Steel, Mild
17	1	BEARING CAP		Steel
18	2	DIN 128 - A3	Spring Washer	Steel, Mild
19	2	ISO 4762 - M3 x 12	Hexagon Socket Head Cap Screw	Stainless Steel, 440C



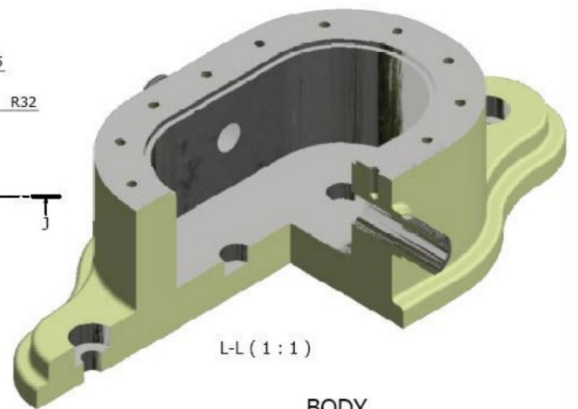
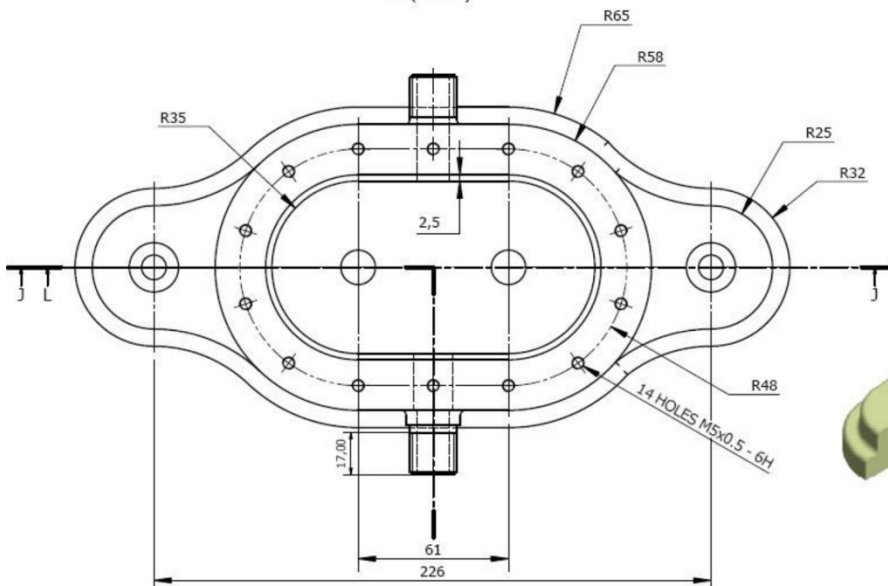
G-G (1 : 1)



J-J (1 : 1)

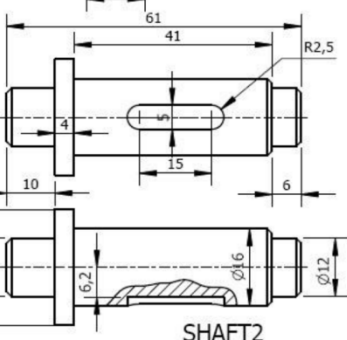
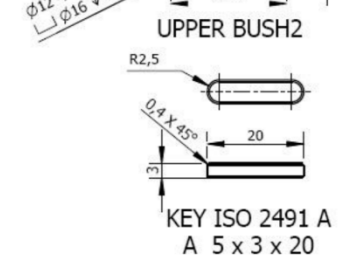
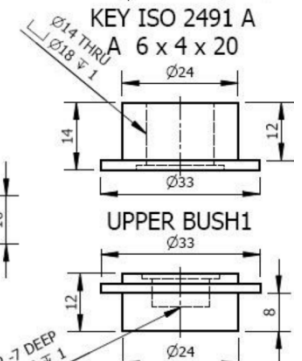
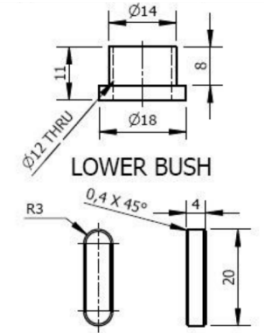
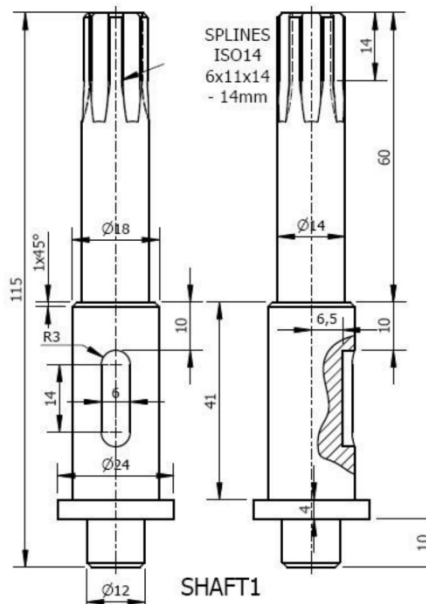
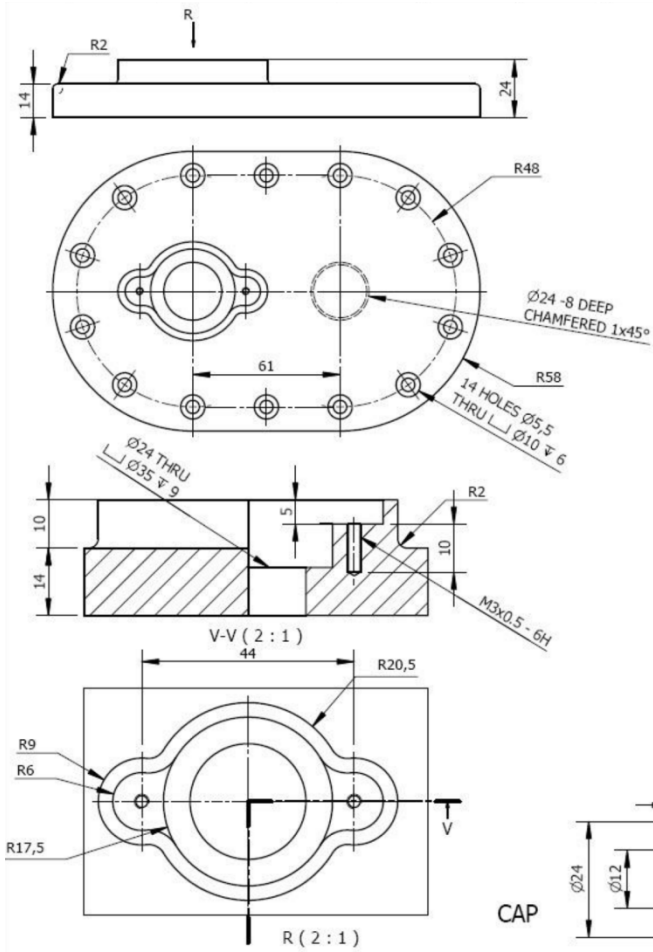


K-K (1 : 1)



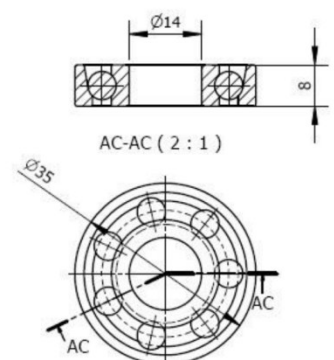
L-L (1 : 1)

BODY

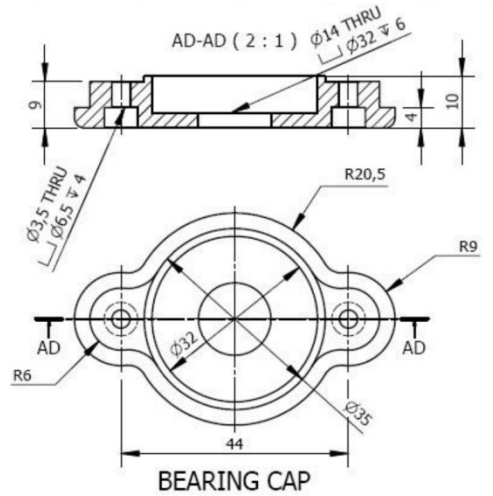


CAP

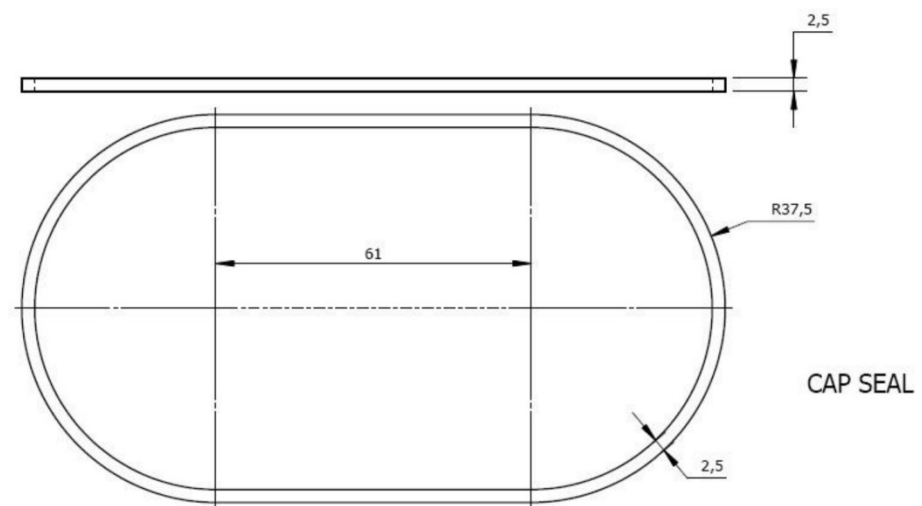
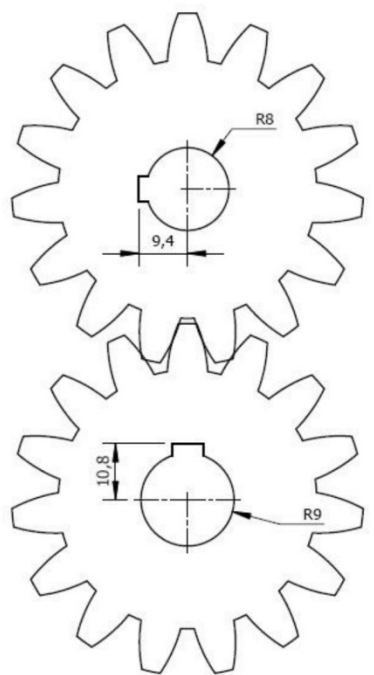
SPUR GEARS
 RATIO = 1
 MODULE = 4
 PRESURE ANGLE = 20°
 CENTER DISTANCE = 61mm
 NUMBER OF TEETH = 15 mm
 FACE WIDTH = 40 mm
 POWER = 3 kW
 SPEED = 5000 rpm



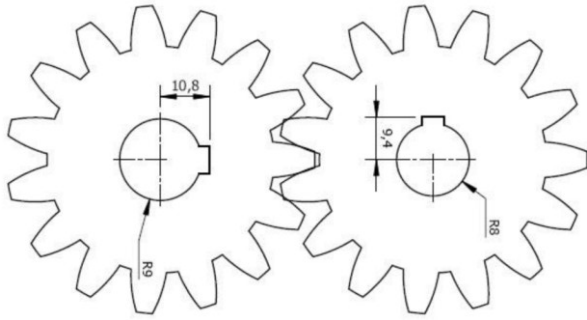
BALL BEARING JIS B 1538 EN 14 14x35x8



BEARING CAP



CAP SEAL



SPUR GEARS
 RATIO = 1
 MODULE = 4
 PRESURE ANGLE = 20°
 CENTER DISTANCE = 61mm
 NUMBER OF TEETH = 15 mm
 FACE WIDTH = 40 mm
 POWER = 3 kW
 SPEED = 5000 rpm



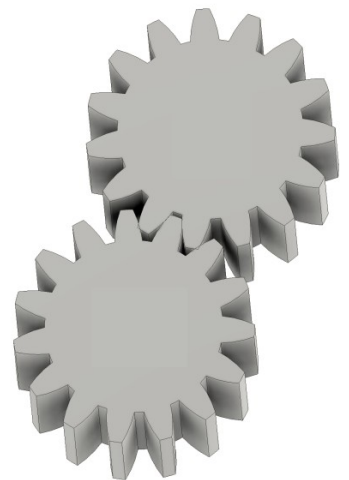
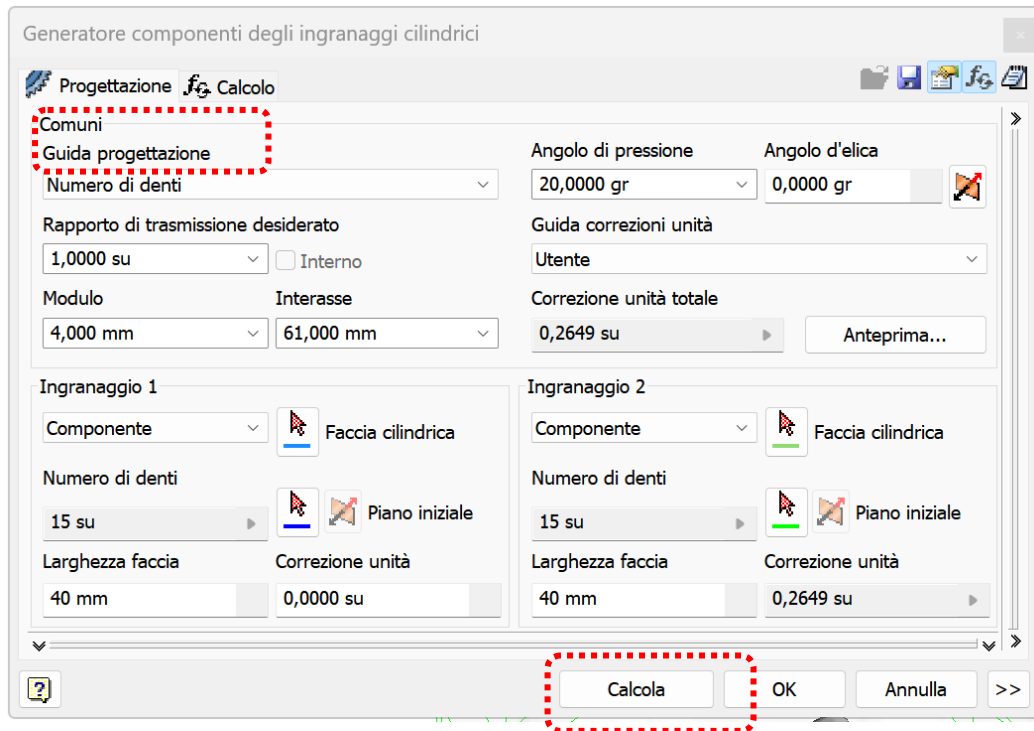
Creare un file assieme vuoto e salvarlo col nome "ruote_dentate_pompa".

Le ruote dentate si creano col modulo di progettazione di Inventor.

Impostare i dati indicati utilizzando **di volta in volta** il menu "Guida di progettazione" per abilitare l'inserimento di

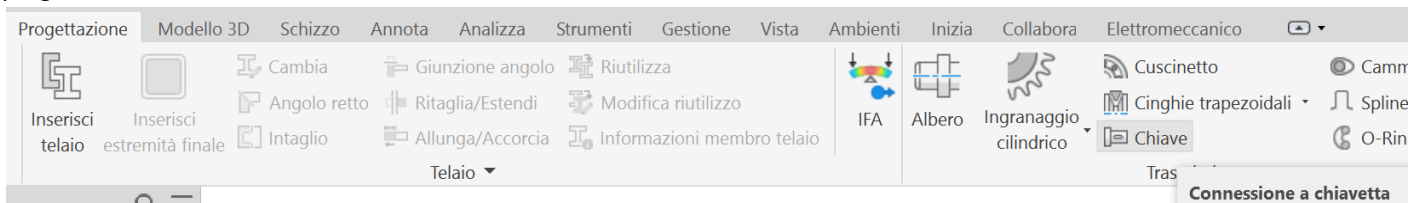
- Rapporto di trasmissione
- Numero di denti
- Interesse
- Modulo

Cliccare sul bottone "Calcola" per applicare le selezioni effettuate e alla fine "OK" per generare i modelli 3D.

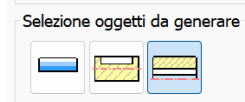


Procedere creando un **foro** passante da 16mm sulla ruota superiore e **foro** passante da 18mm sulla ruota inferiore

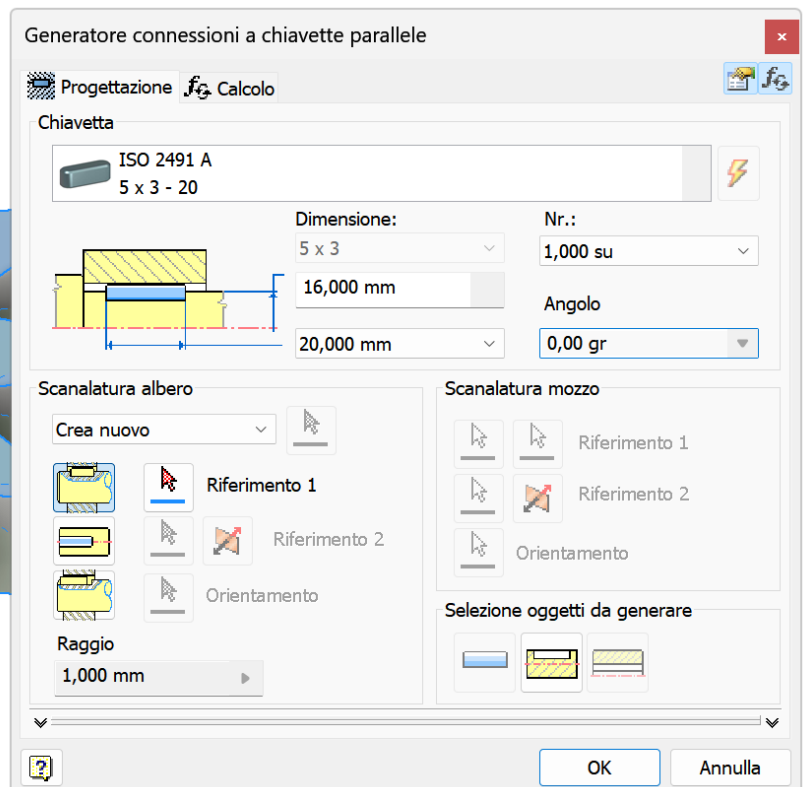
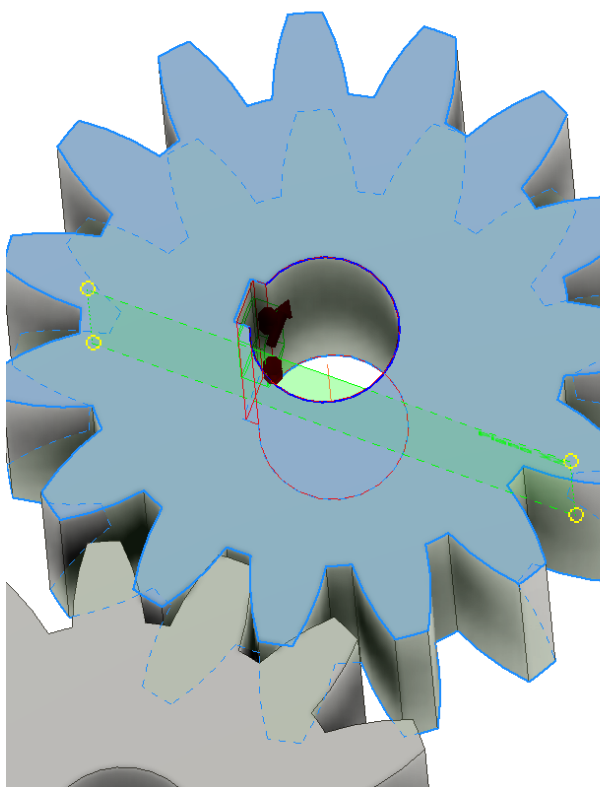
Dopo aver progettato l'ingranaggio, si può procedere all'inserimento delle sedi delle chiavette sempre tramite il modulo di progettazione.

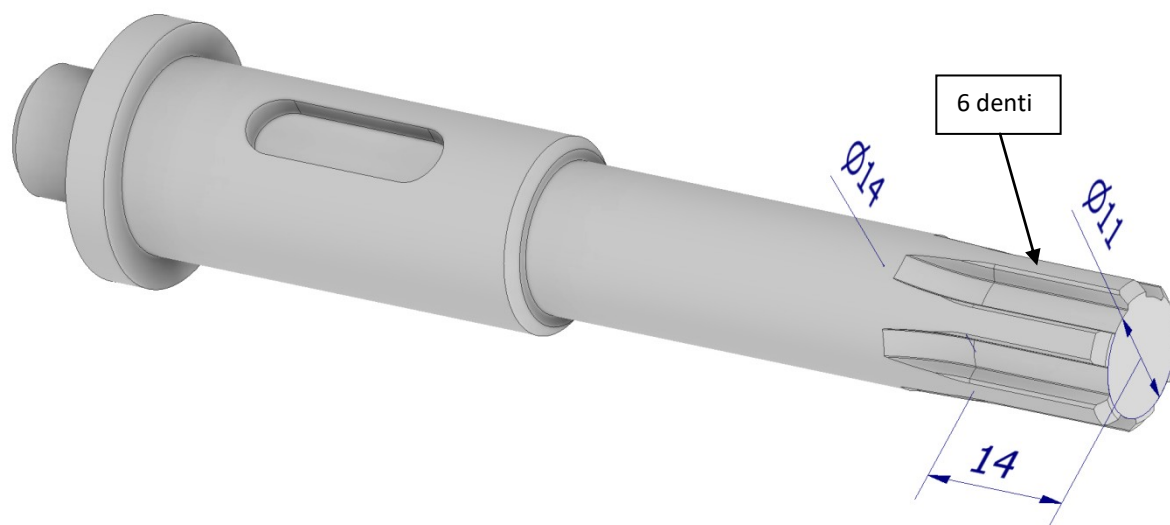
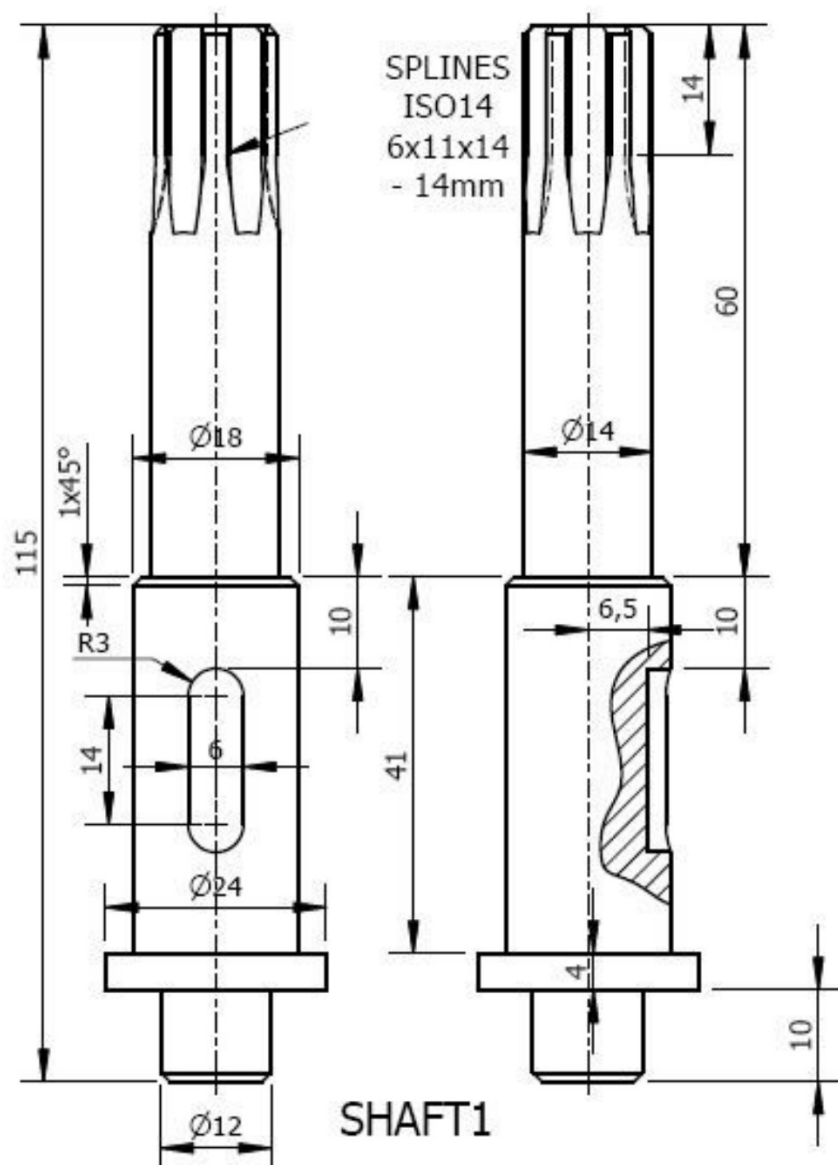


Procedere indicando il diametro del foro di 16mm e la larghezza di 20mm. Selezionare solo "mozzo" fra gli oggetti da creare:



Poi nella sezione "Scanalatura mozzo" cliccando su "Riferimento 1" selezionare il foro nel solido e successivamente cliccando su "Riferimento 2" cliccare la faccia del solido. Completare cliccando su OK.





Straight-sided splines for cylindrical shafts with internal centering — Dimensions, tolerances and verification

1 Scope and field of application

This International Standard lays down dimensions, in millimetres, of straight-sided splines for cylindrical shafts with internal centering, light series and medium series.

This International Standard also specifies control methods and corresponding gauges.

2 Dimensions

The nominal dimensions common to shaft and hub, d , D and B are given in table 1. The tolerances are indicated in tables 2 and 3.

3 Designation

The profile of a splined shaft or hub shall be designated by stating, in the following order : the number of splines N , the

minor diameter d and the outside diameter D , these three numbers being separated by the sign \times ; for example :

Shaft (or hub) 6 \times 23 \times 26

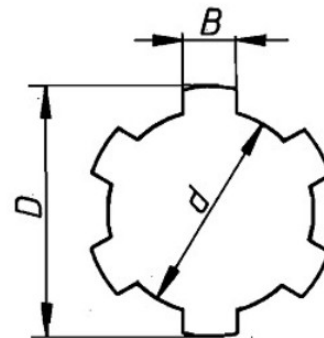
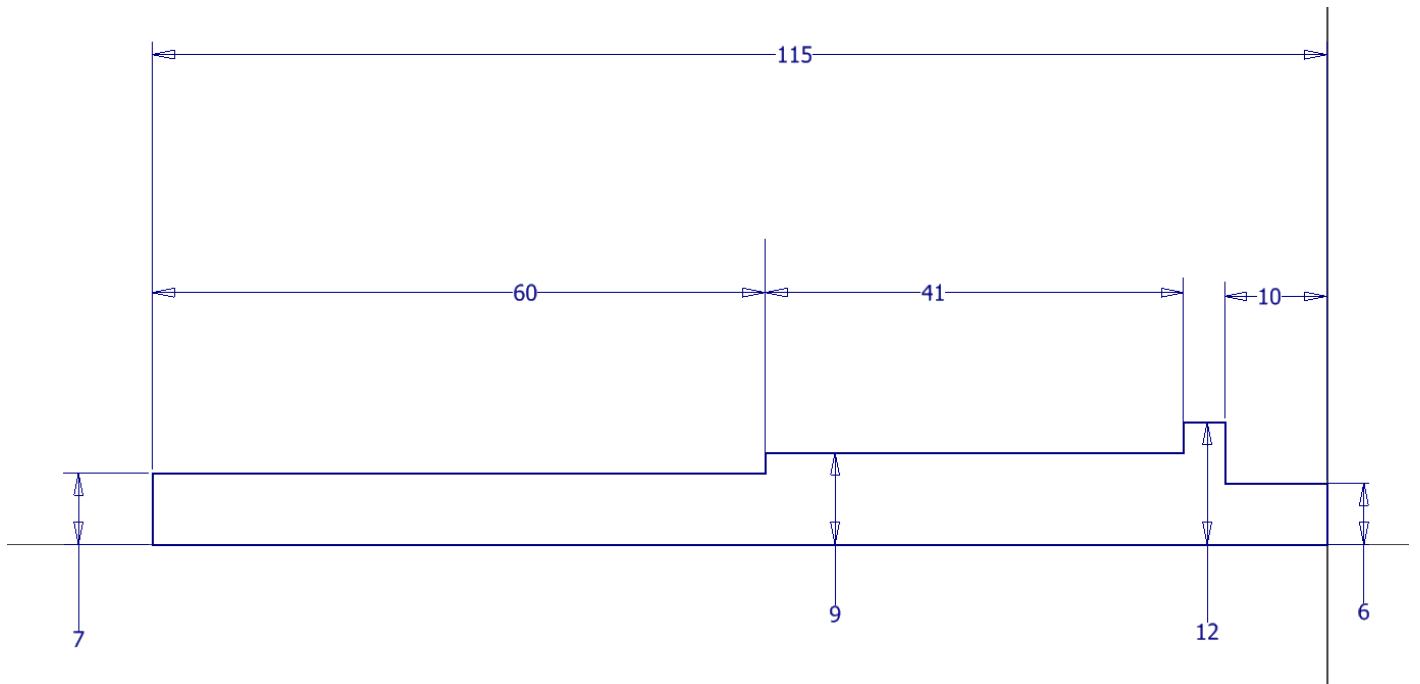


Table 1 — Nominal dimensions

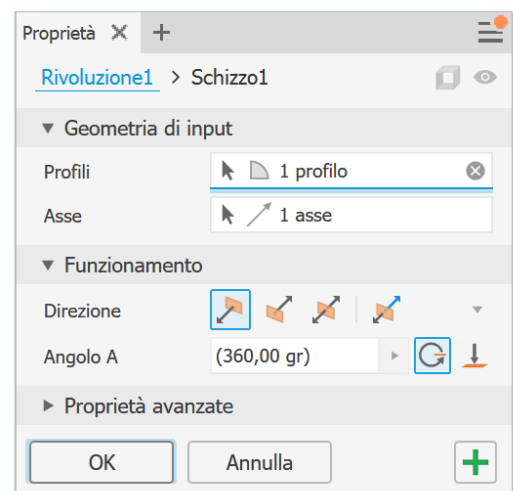
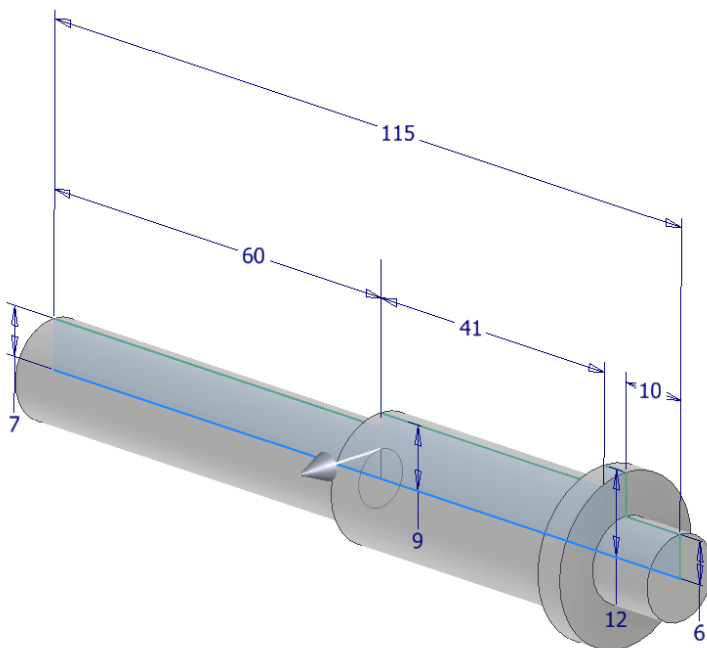
d mm	Light series				Medium series			
	Designation	N	D mm	B mm	Designation	N	D mm	B mm
11					6 \times 11 \times 14	6	14	3
13					6 \times 13 \times 16	6	16	3,5
16					6 \times 16 \times 20	6	20	4
18					6 \times 18 \times 22	6	22	5
21					6 \times 21 \times 25	6	25	5
23	6 \times 23 \times 26	6	26	6	6 \times 23 \times 28	6	28	6
26	6 \times 26 \times 30	6	30	6	6 \times 26 \times 32	6	32	6
28	6 \times 28 \times 32	6	32	7	6 \times 28 \times 34	6	34	7
32	8 \times 32 \times 36	8	36	6	8 \times 32 \times 38	8	38	6
36	8 \times 36 \times 40	8	40	7	8 \times 36 \times 42	8	42	7
42	8 \times 42 \times 46	8	46	8	8 \times 42 \times 48	8	48	8
46	8 \times 46 \times 50	8	50	9	8 \times 46 \times 54	8	54	9
52	8 \times 52 \times 58	8	58	10	8 \times 52 \times 60	8	60	10
56	8 \times 56 \times 62	8	62	10	8 \times 56 \times 65	8	65	10
62	8 \times 62 \times 68	8	68	12	8 \times 62 \times 72	8	72	12
72	10 \times 72 \times 78	10	78	12	10 \times 72 \times 82	10	82	12
82	10 \times 82 \times 88	10	88	12	10 \times 82 \times 92	10	92	12
92	10 \times 92 \times 98	10	98	14	10 \times 92 \times 102	10	102	14
102	10 \times 102 \times 108	10	108	16	10 \times 102 \times 112	10	112	16
112	10 \times 112 \times 120	10	120	18	10 \times 112 \times 125	10	125	18

Creiamo una nuova parte e salviamola come albero1.ipt.

Iniziamo col creare lo schizzo dell'albero.

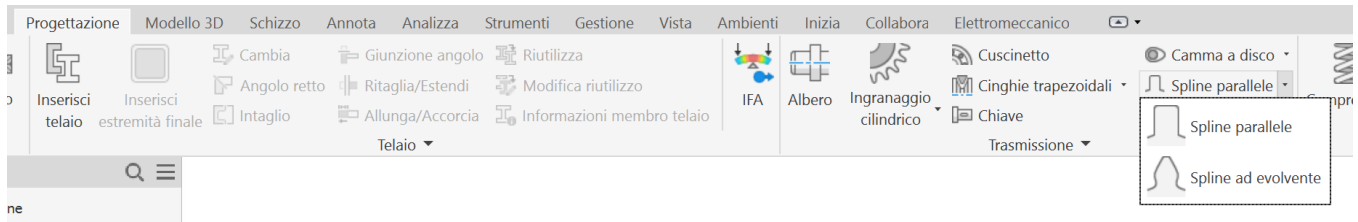


Rivoluzione attorno all'asse di simmetria e aggiunta dei gi smussi dove richiesto.

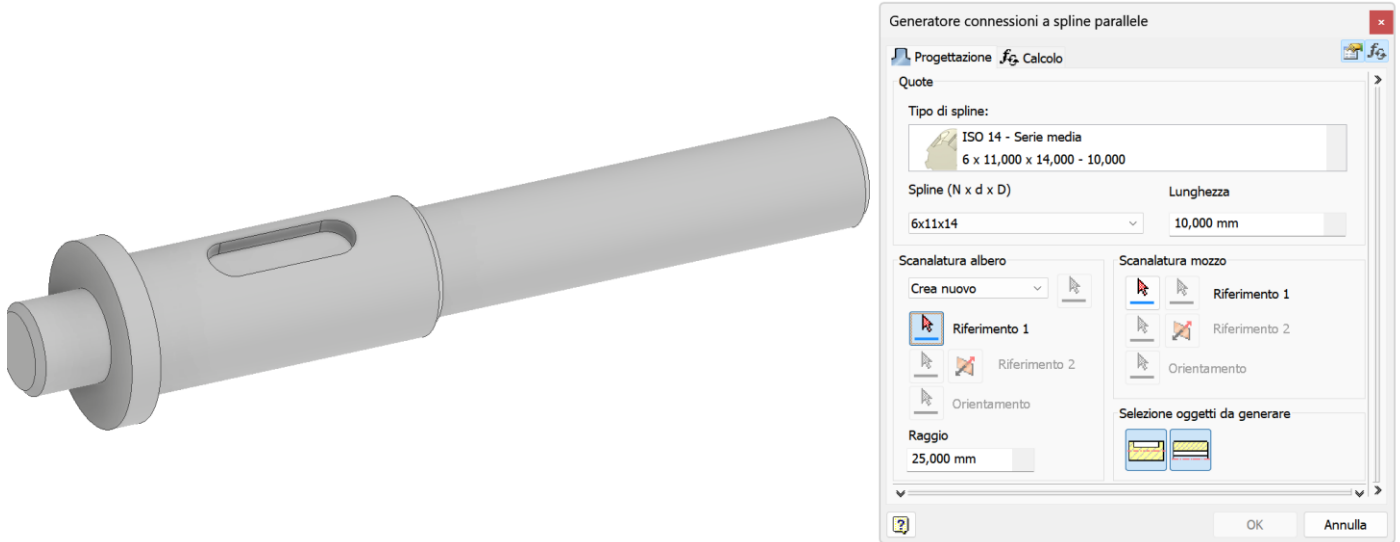


Creiamo un nuovo file assieme e salviamolo come assieme_albero1.iam. Inseriamo nell'assieme l'albero appena creato.

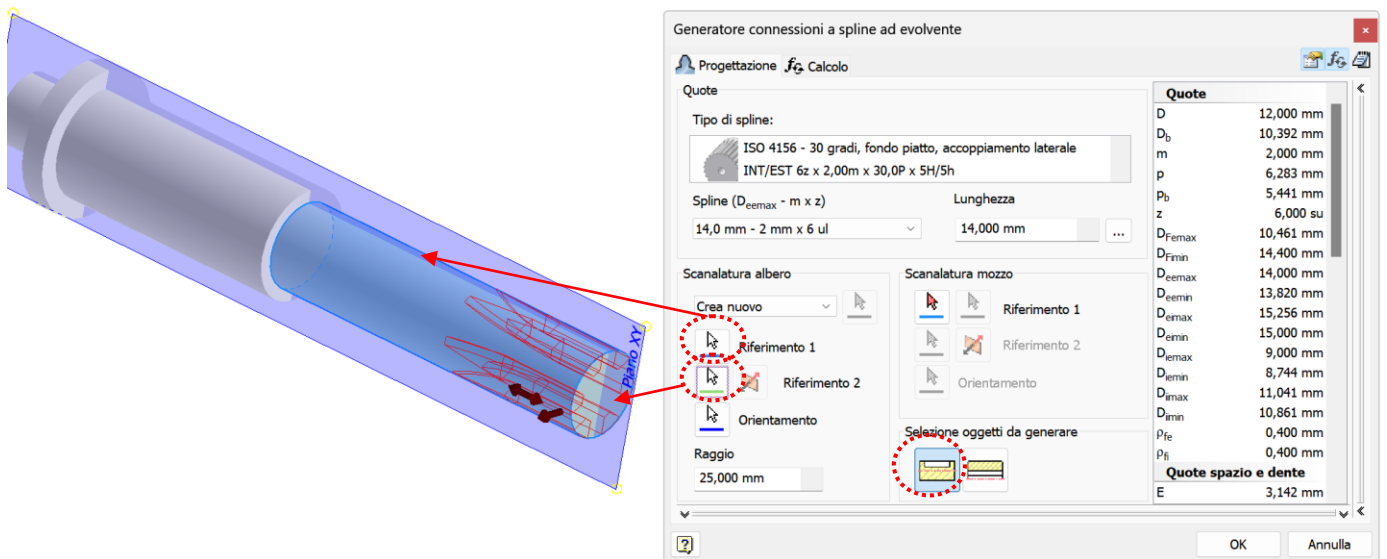
Nel modulo progettazione selezionare "Spline parallele".



Selezioniamo dalla lista il modello 6x11x14.



Clicchiamo su "Riferimento 1" e selezioniamo prima la superficie laterale dell'albero. Clicchiamo su "Riferimento 2" e selezioniamo la faccia piana circolare dell'albero. Selezioniamo l'oggetto da creare in basso al centro e clicchiamo OK.

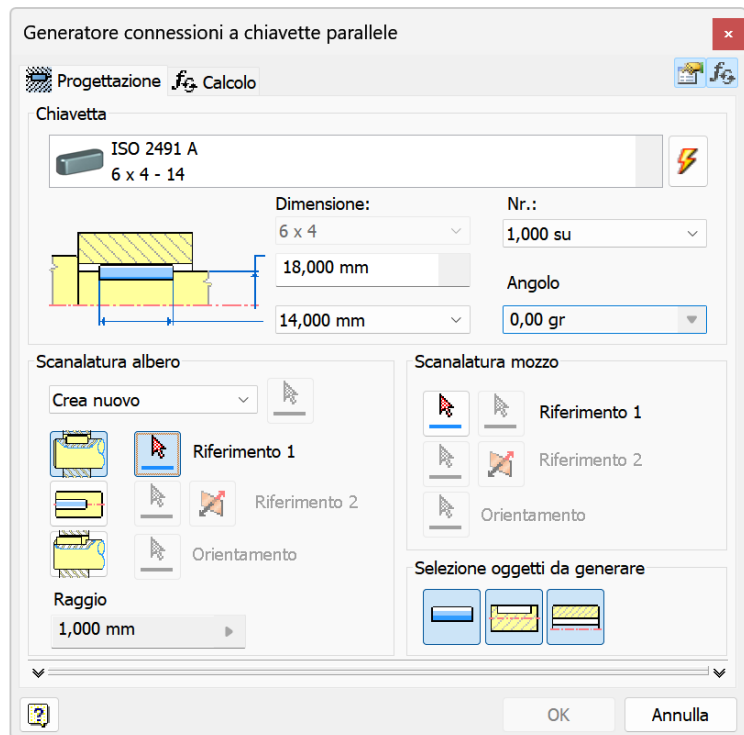
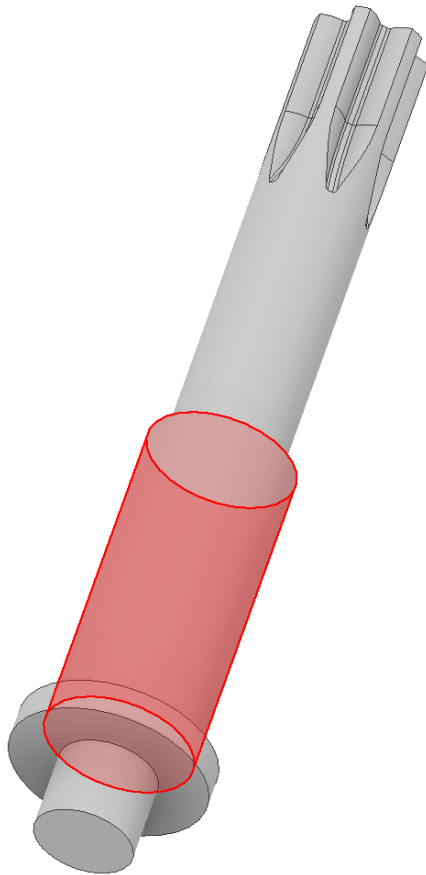


Nel modulo progettazione selezioniamo "Chiave".

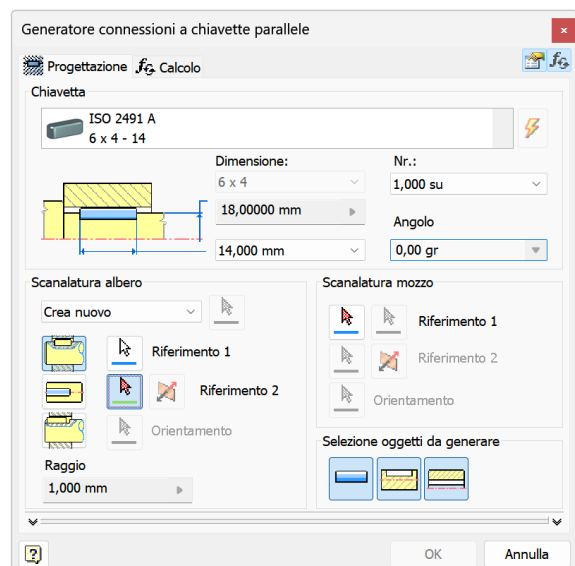
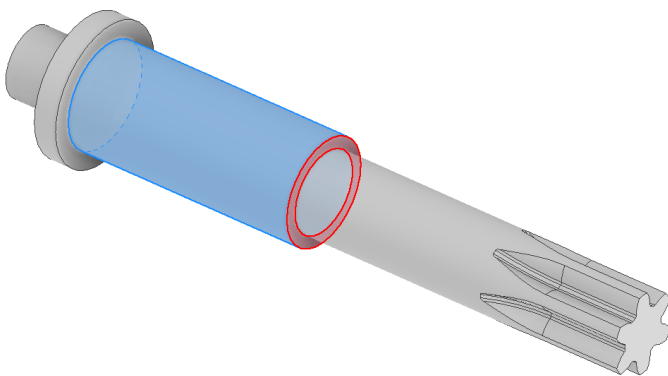


Selezioniamo ISO 2491 A 6x4 – 20 (NB: nell'immagine è selezionata 14 per errore!).

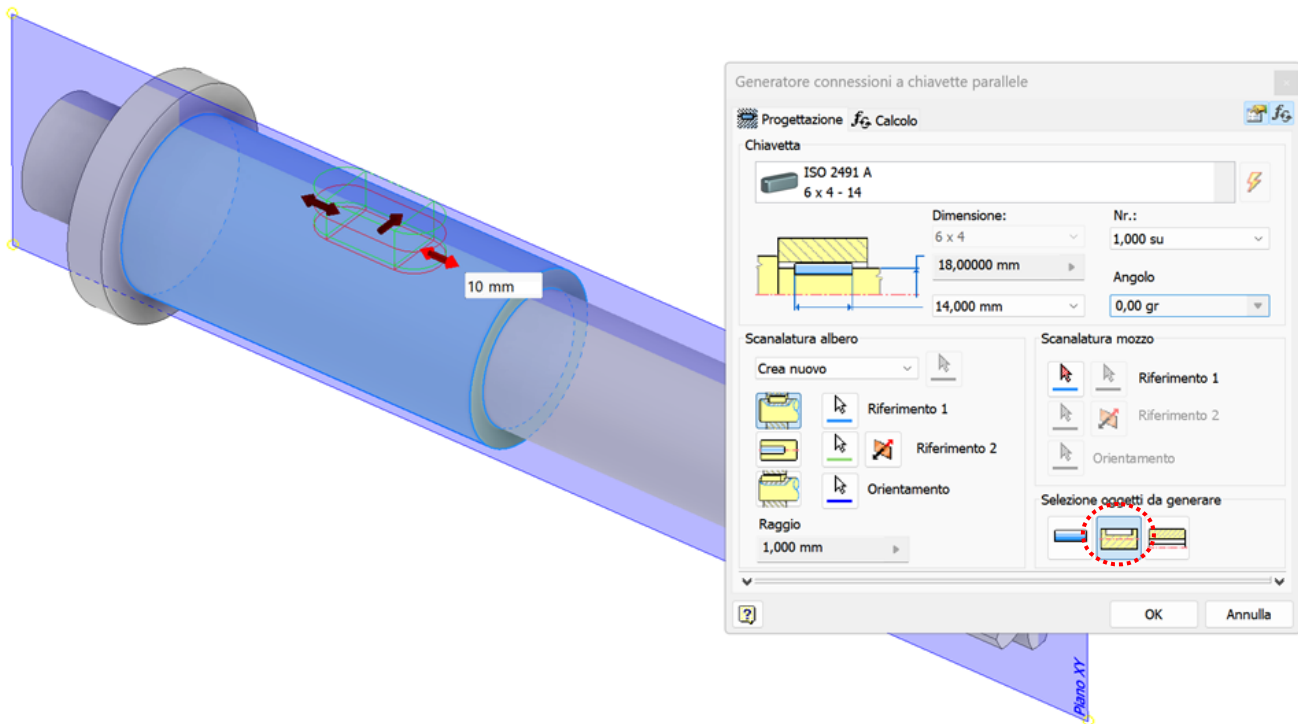
Clicchiamo su "Riferimento 1" e selezioniamo la superficie laterale dell'albero. Specifichiamo il diametro da 14mm.



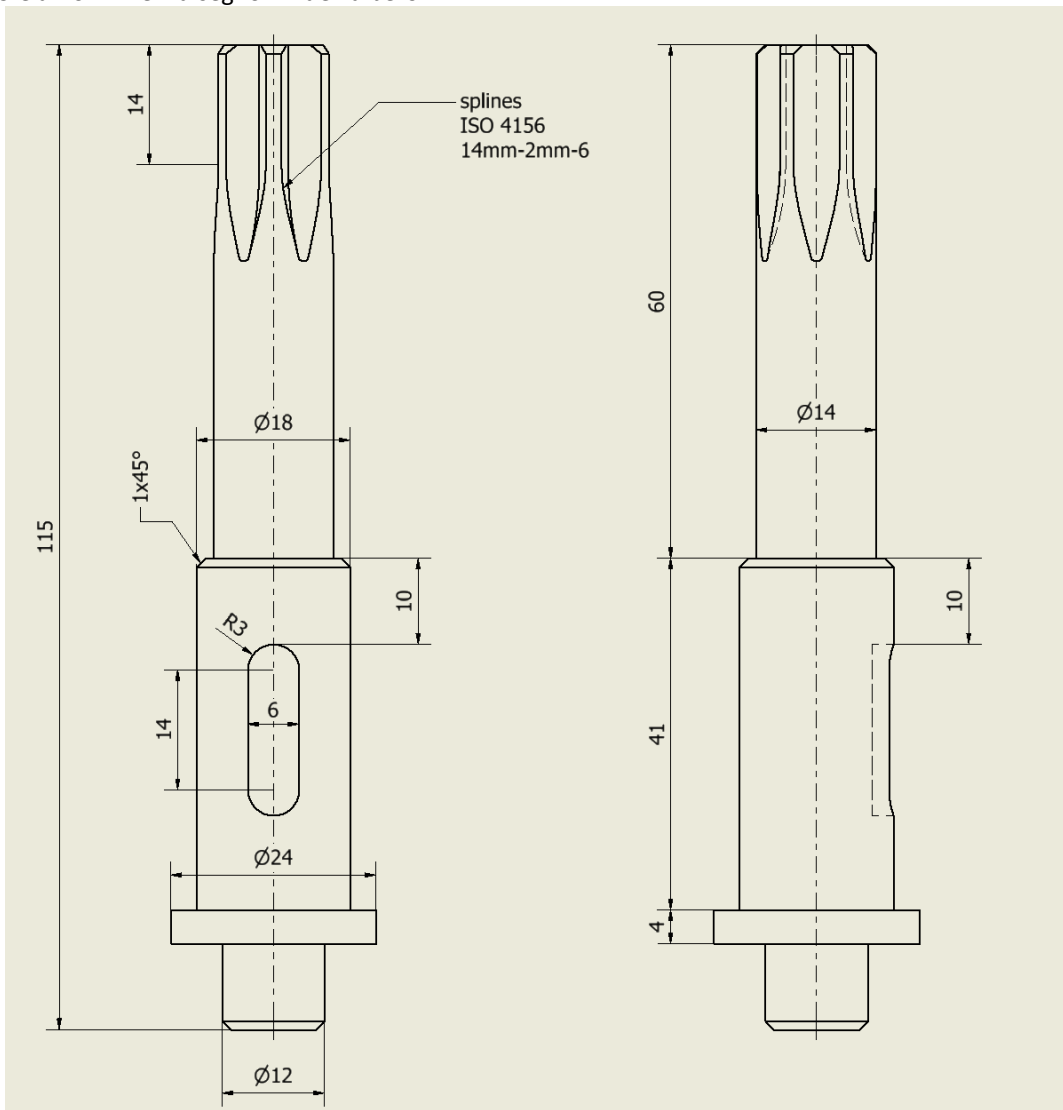
Clicchiamo su "Riferimento 2" e selezioniamo la faccia piana anulare rossa in figura.



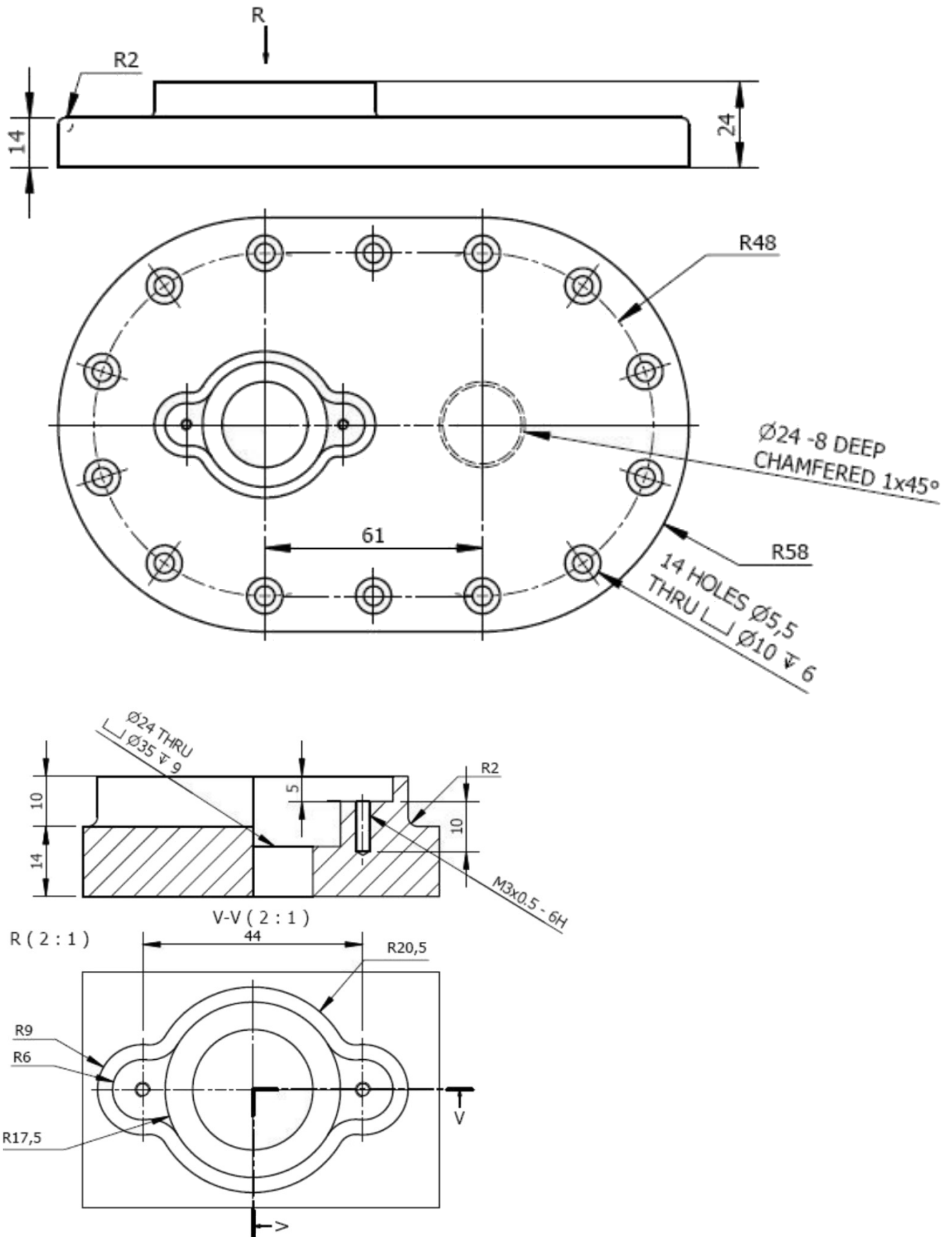
Clicchiamo sulla doppia freccia rossa ai lati della sede della chiavetta e inseriamo la quota di 10mm dalla faccia piana. Selezioniamo l'oggetto da creare in basso a destra e clicchiamo OK.

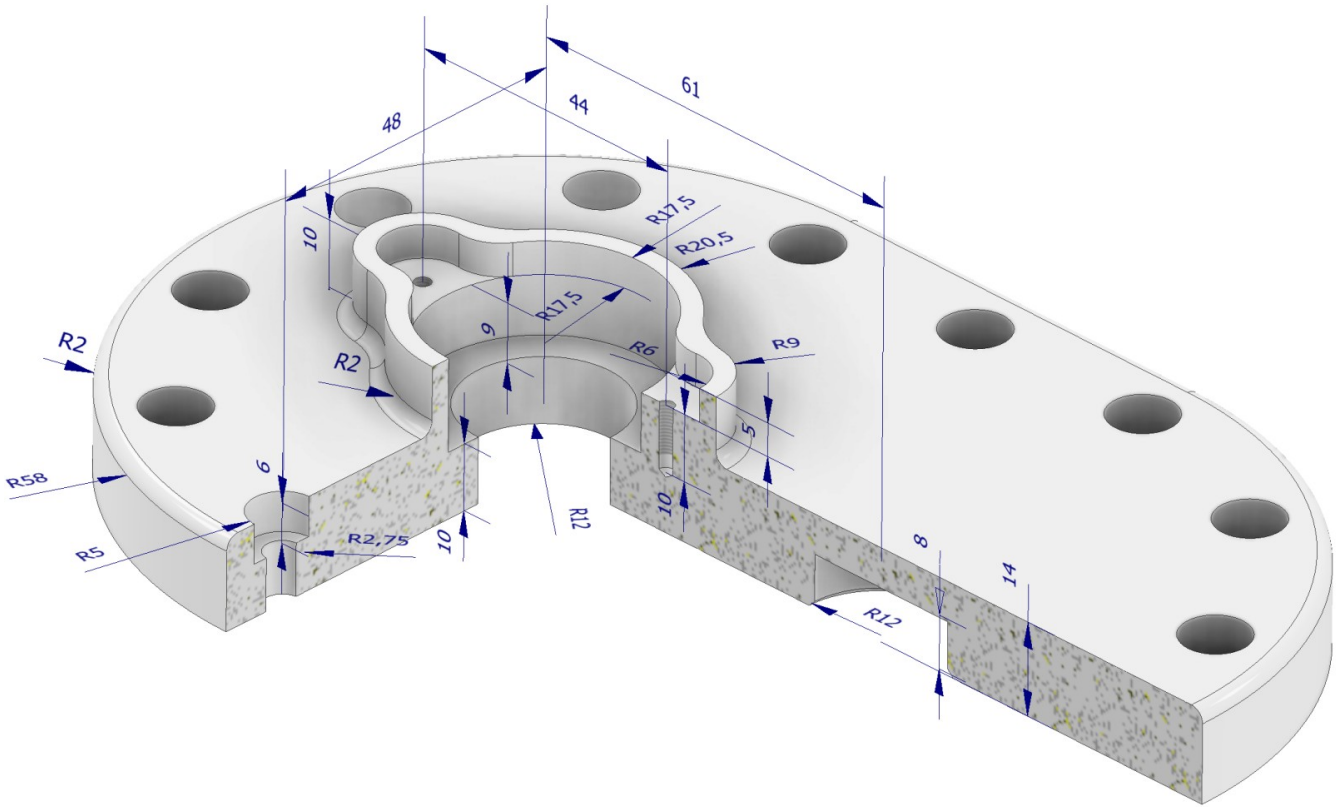


Creiamo infine il disegno 2D dell'albero.

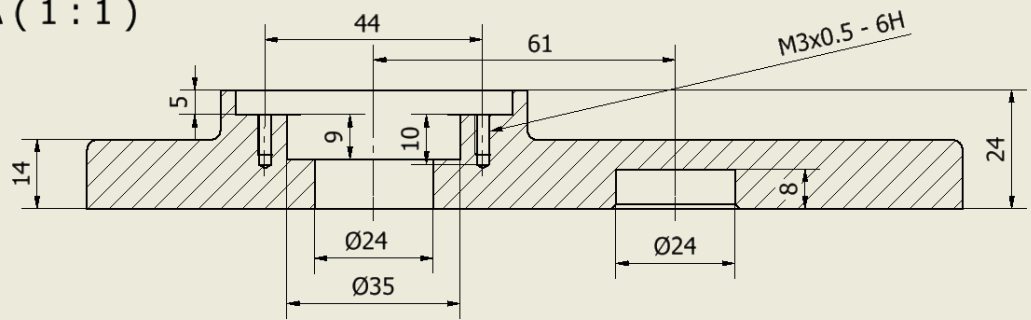


COPERCHIO PER POMPA A INGRANAGGI

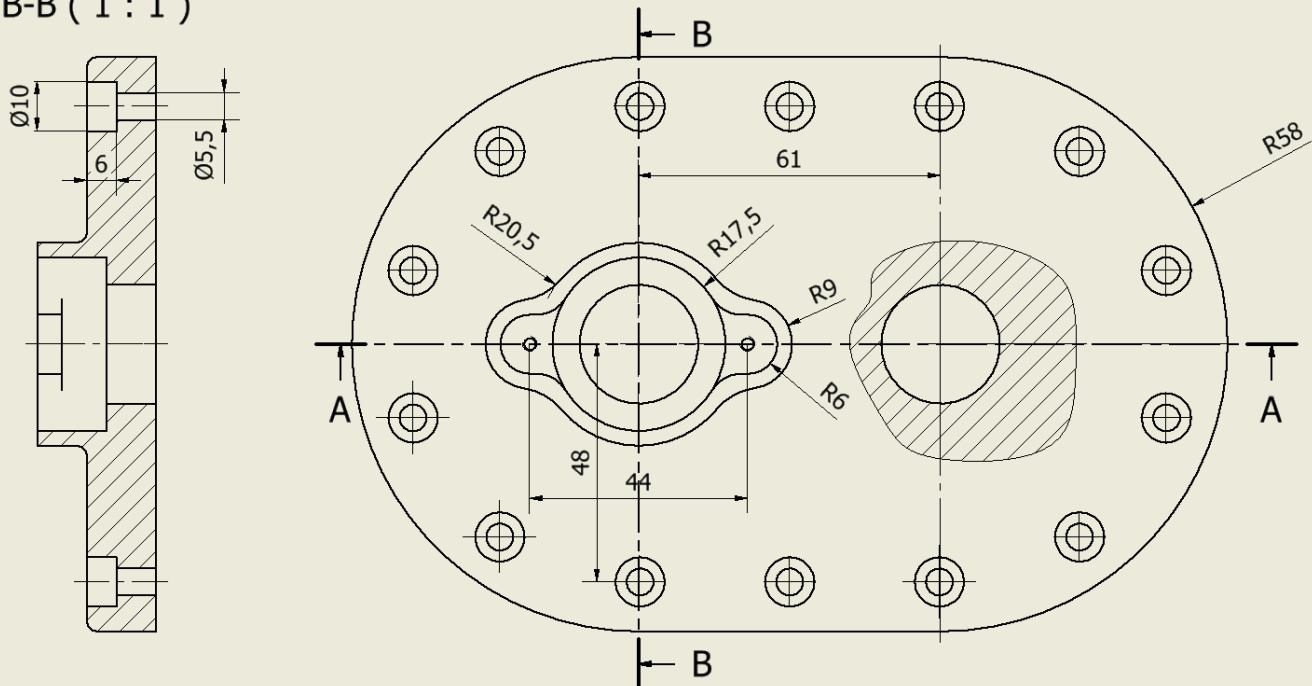




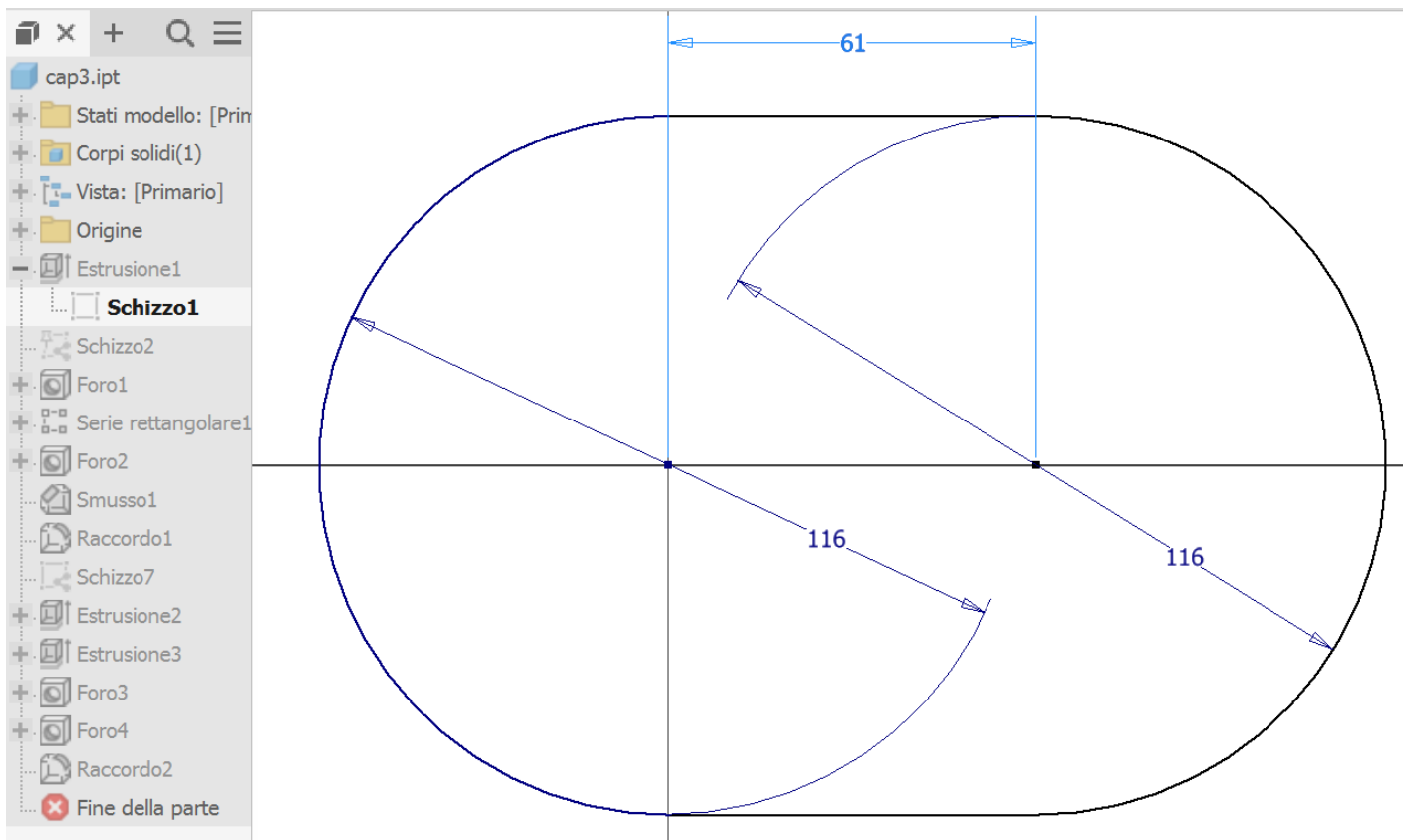
A-A (1 : 1)



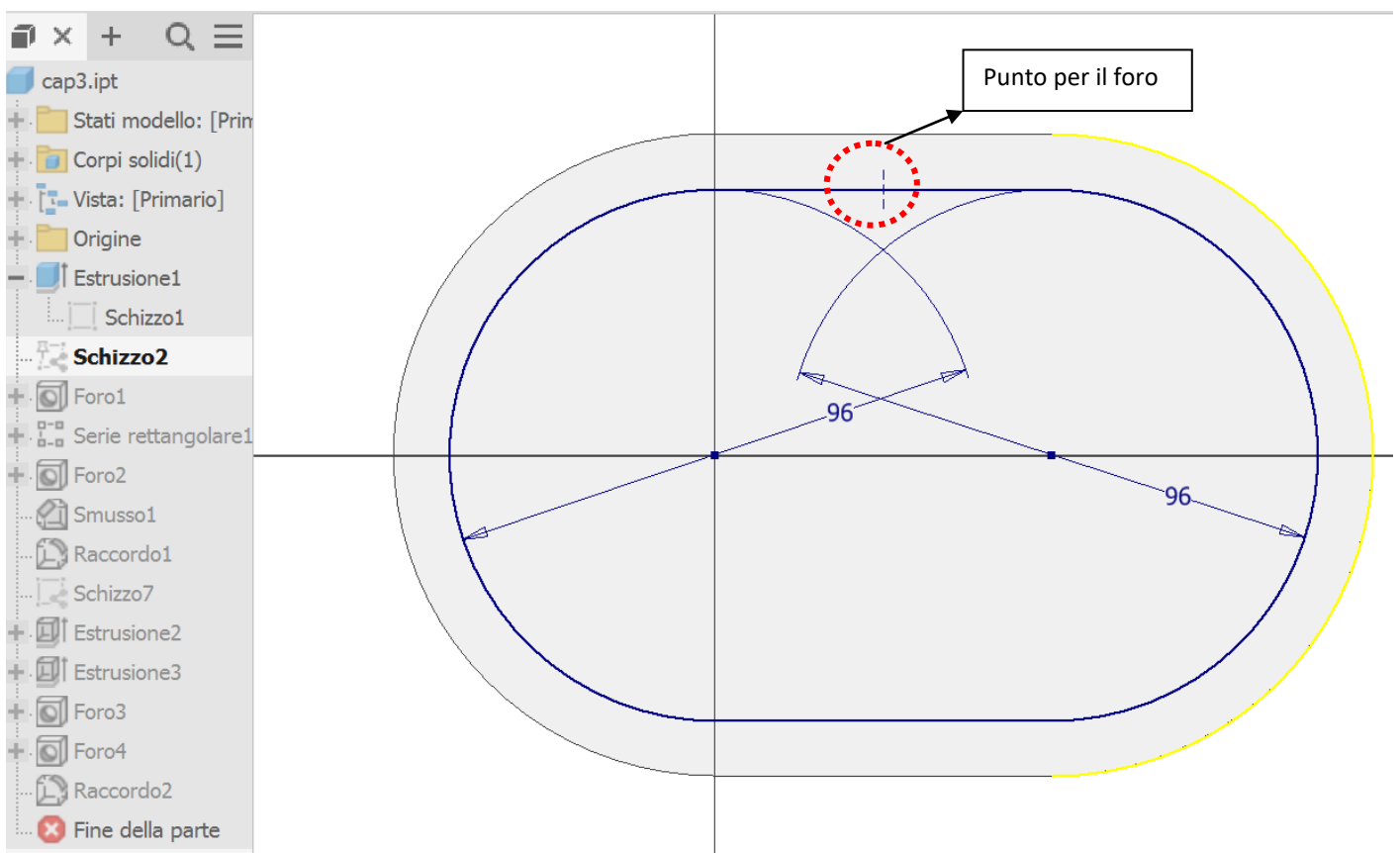
B-B (1 : 1)



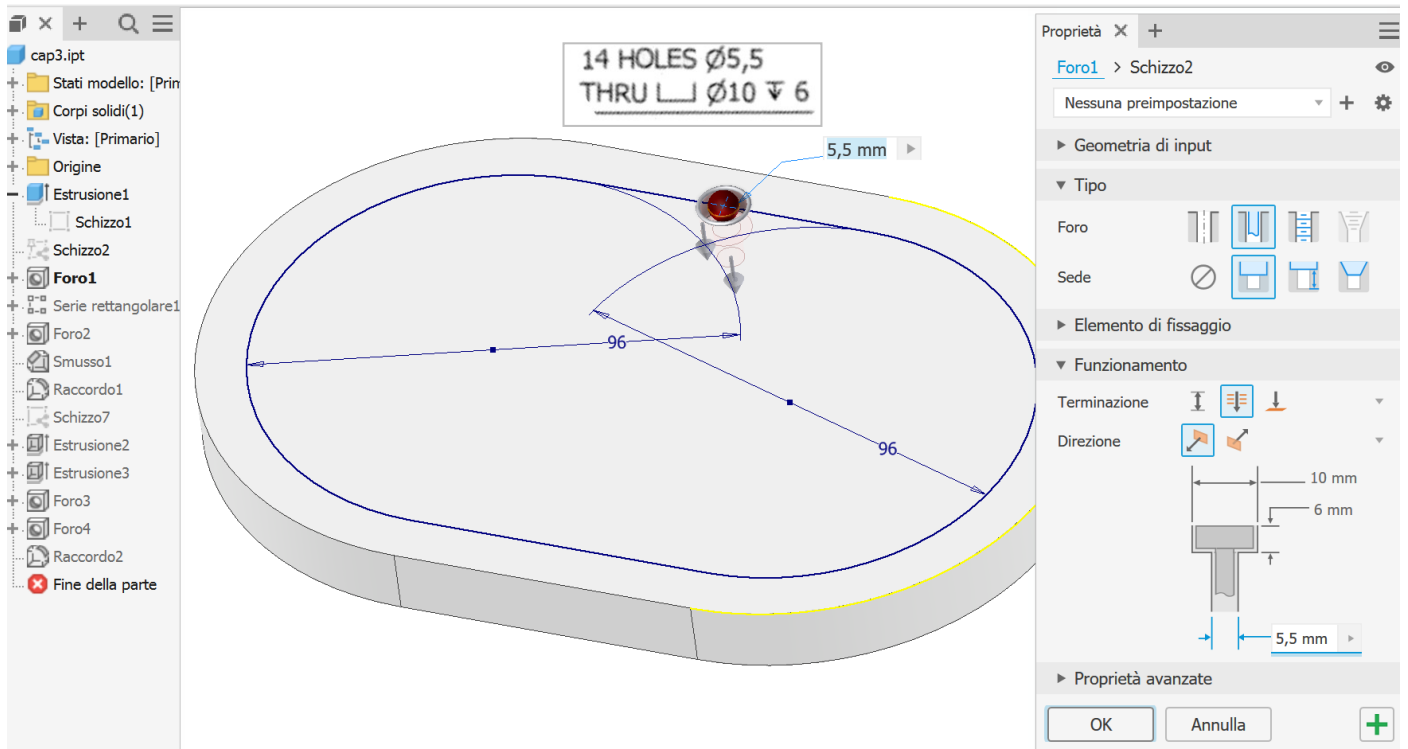
Estrusione di 14mm dello schizzo di figura.



Schizzo per posizionamento fori.



Foro lamato sul punto dello schizzo precedente.



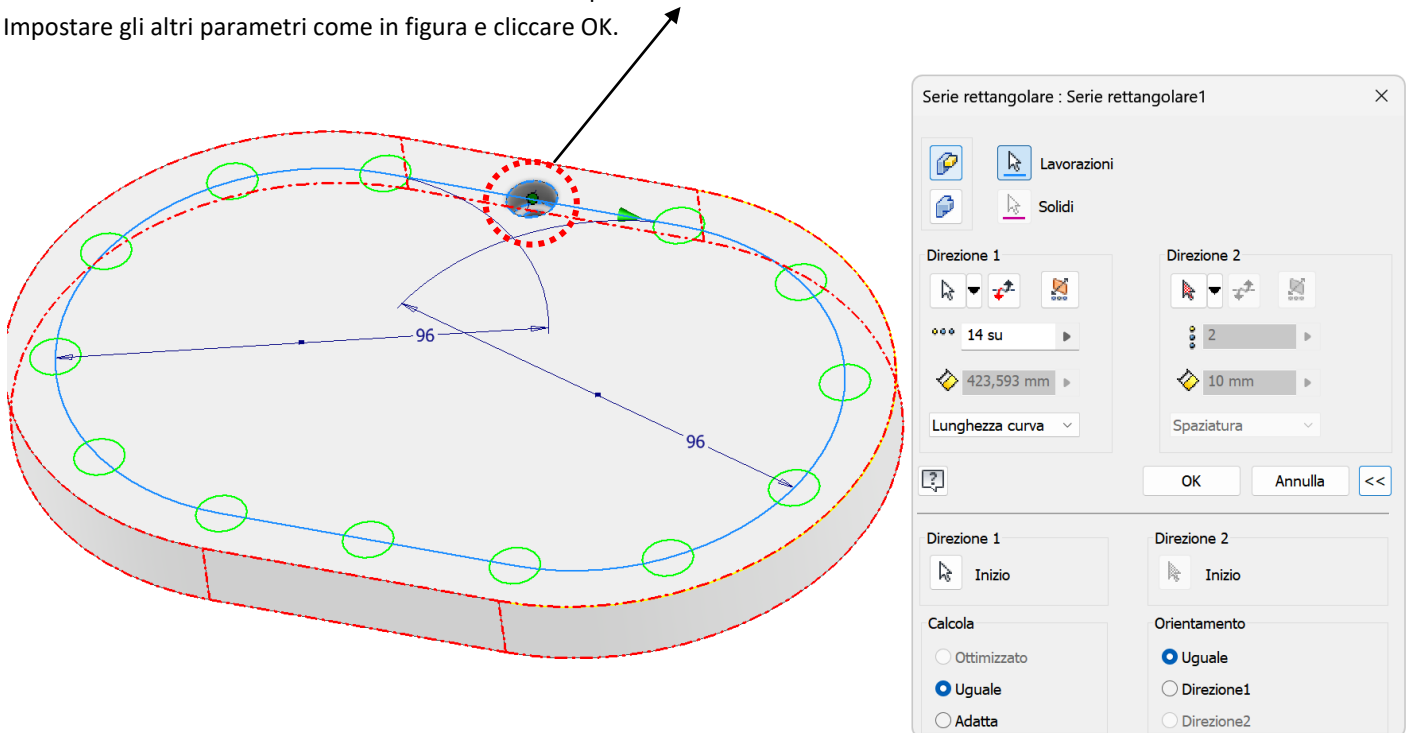
Serie rettangolare per 14 fori utilizzando come percorso lo schizzo 2.

Cliccare "Lavorazioni" e selezionare il foro.

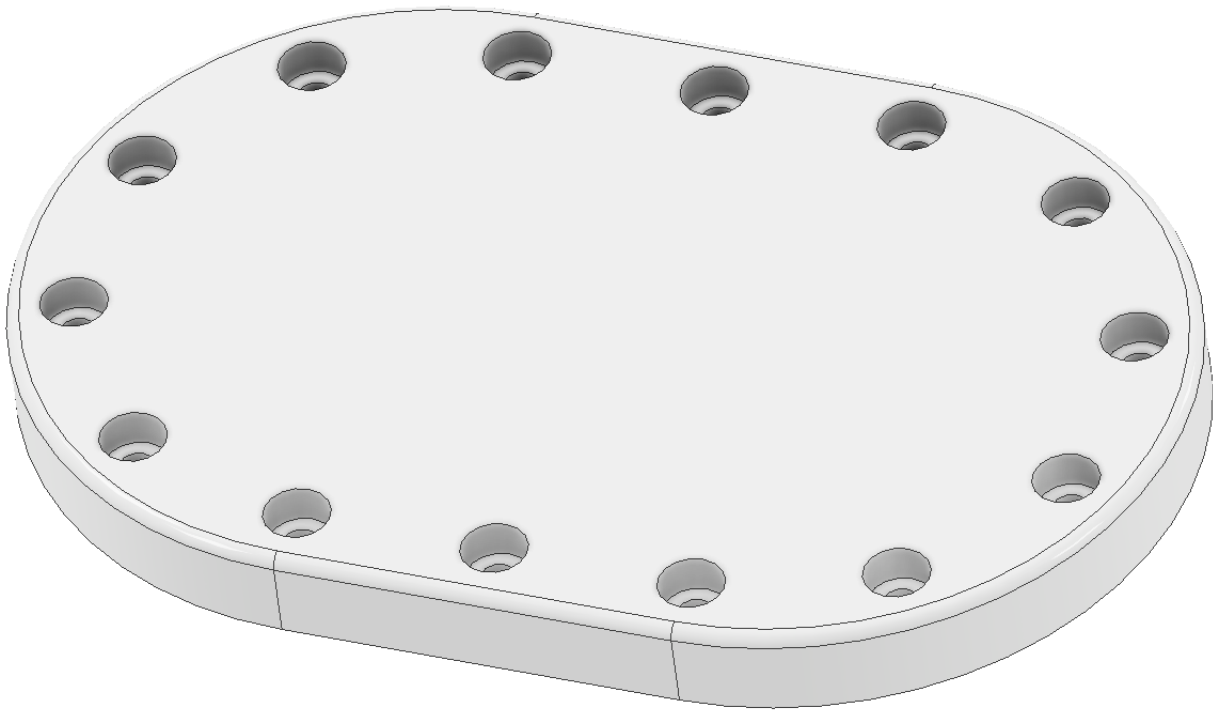
Cliccare su "Direzione 1" e muovere il mouse intorno alla linea chiusa che identifica il percorso dei fori finche non viene evidenziata tutta (in blu in figura).

Cliccare su "Inizio" sotto "Direzione 1" e selezionare il punto centrale del foro sullo schizzo.

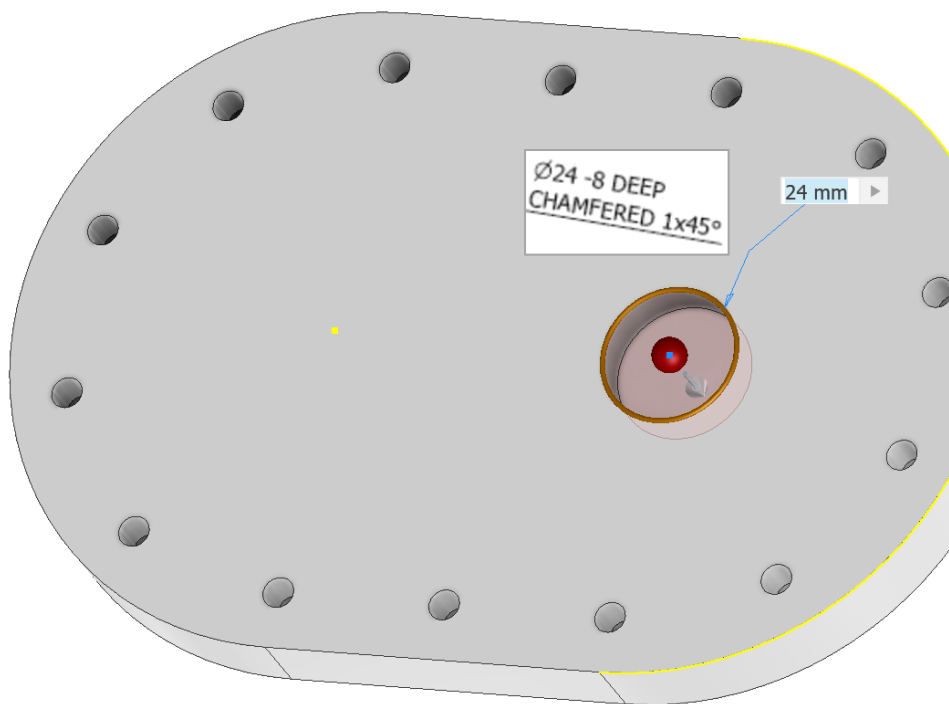
Impostare gli altri parametri come in figura e cliccare OK.



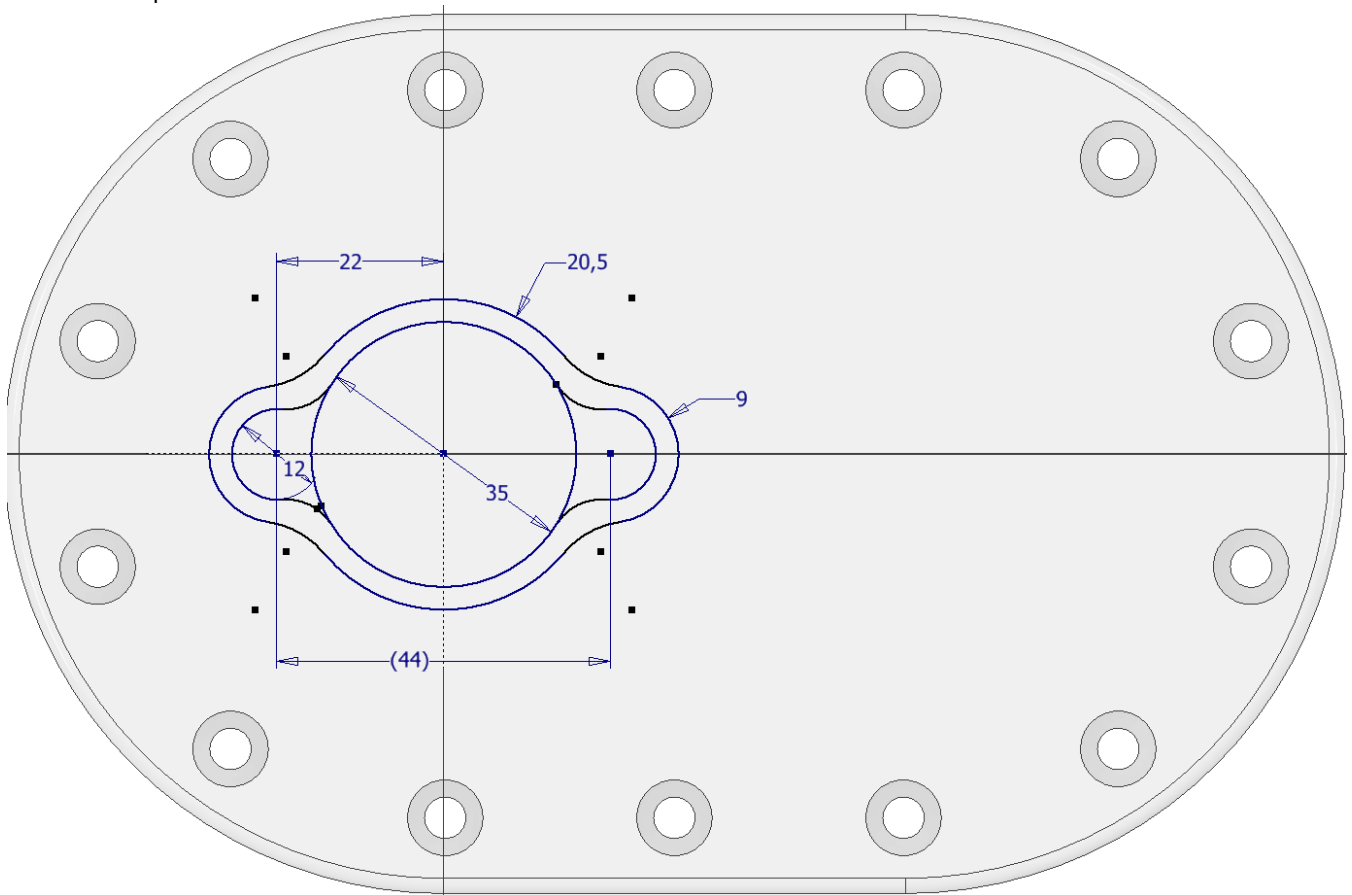
Raccordare il bordo del coperchio con R2.



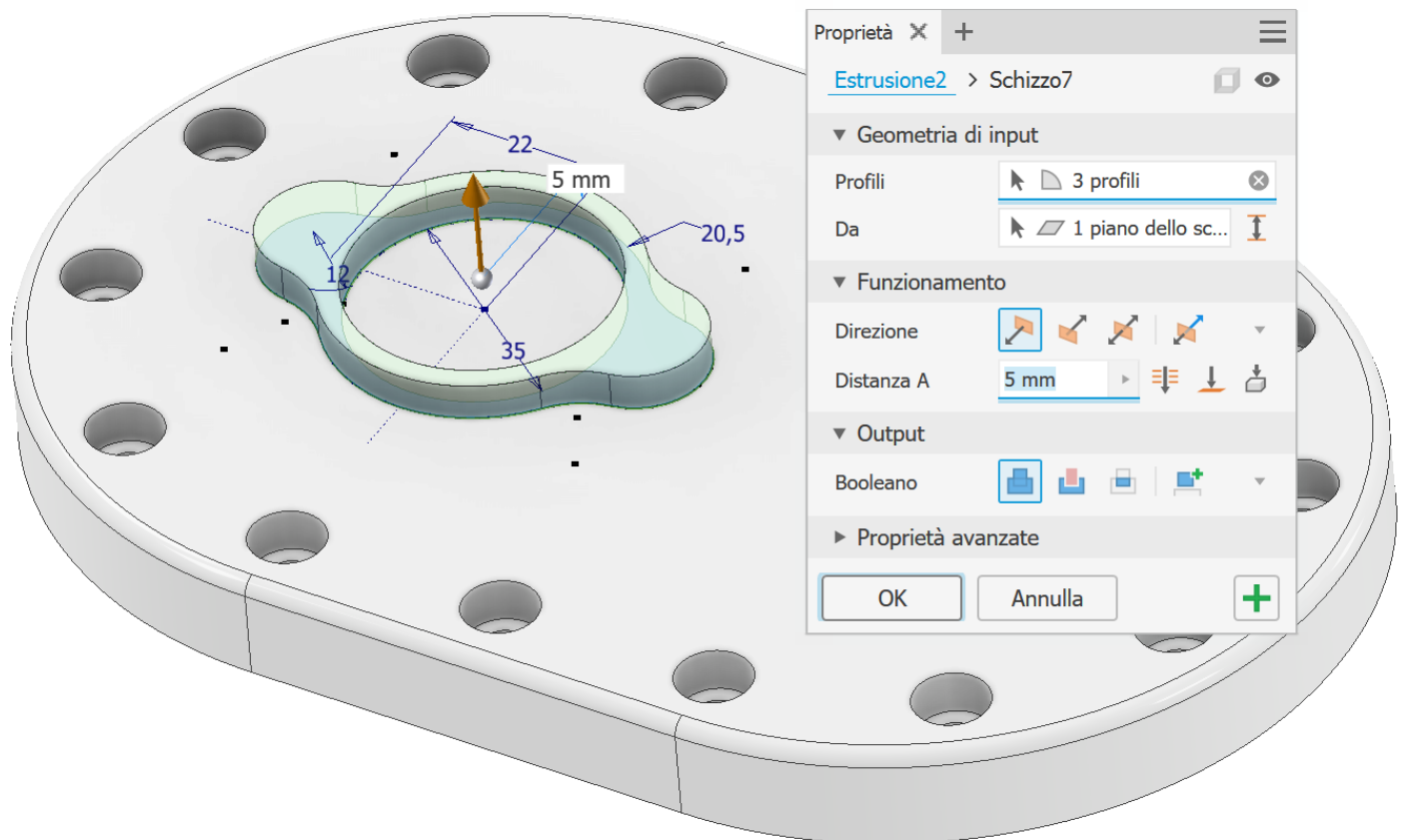
Sulla faccia posteriore creare il foro cieco.



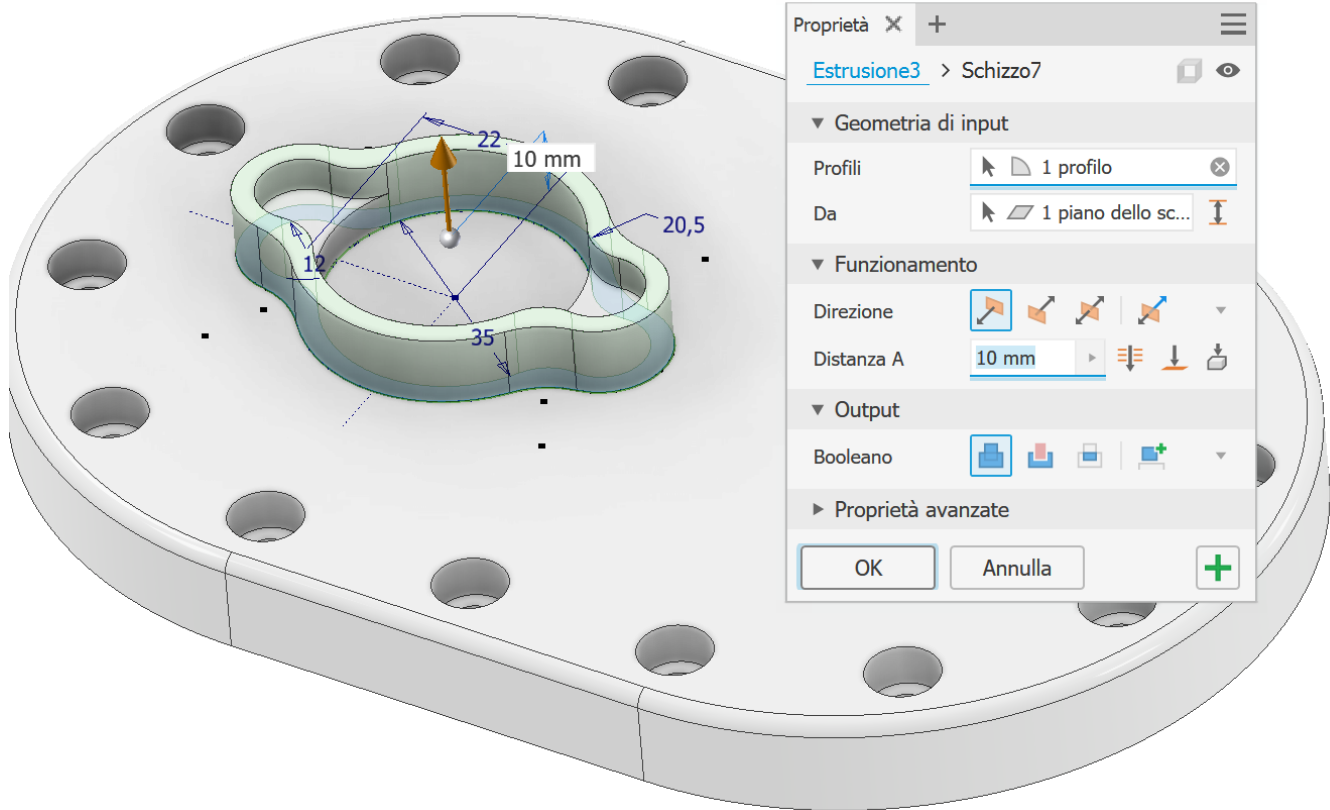
Sulla faccia superiore creare lo schizzo



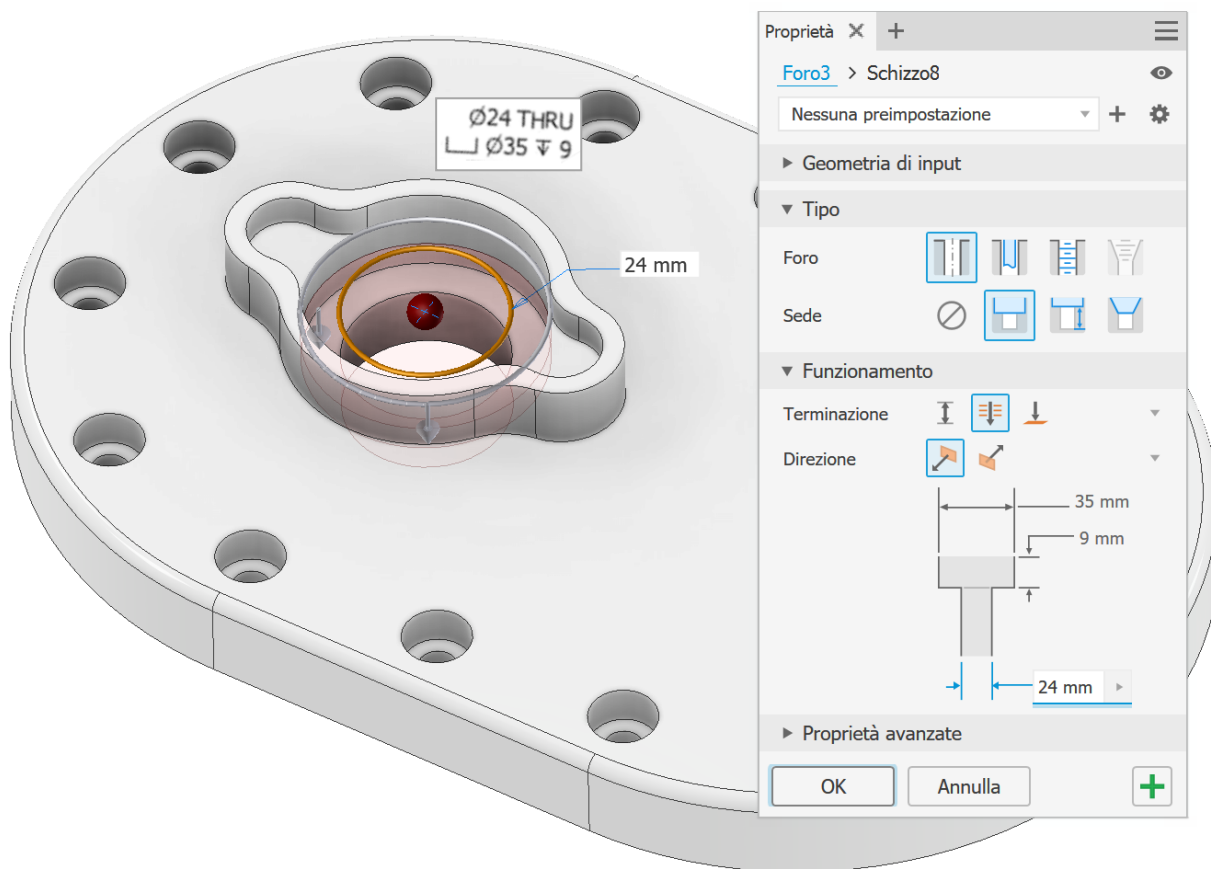
Estrudere di 5.



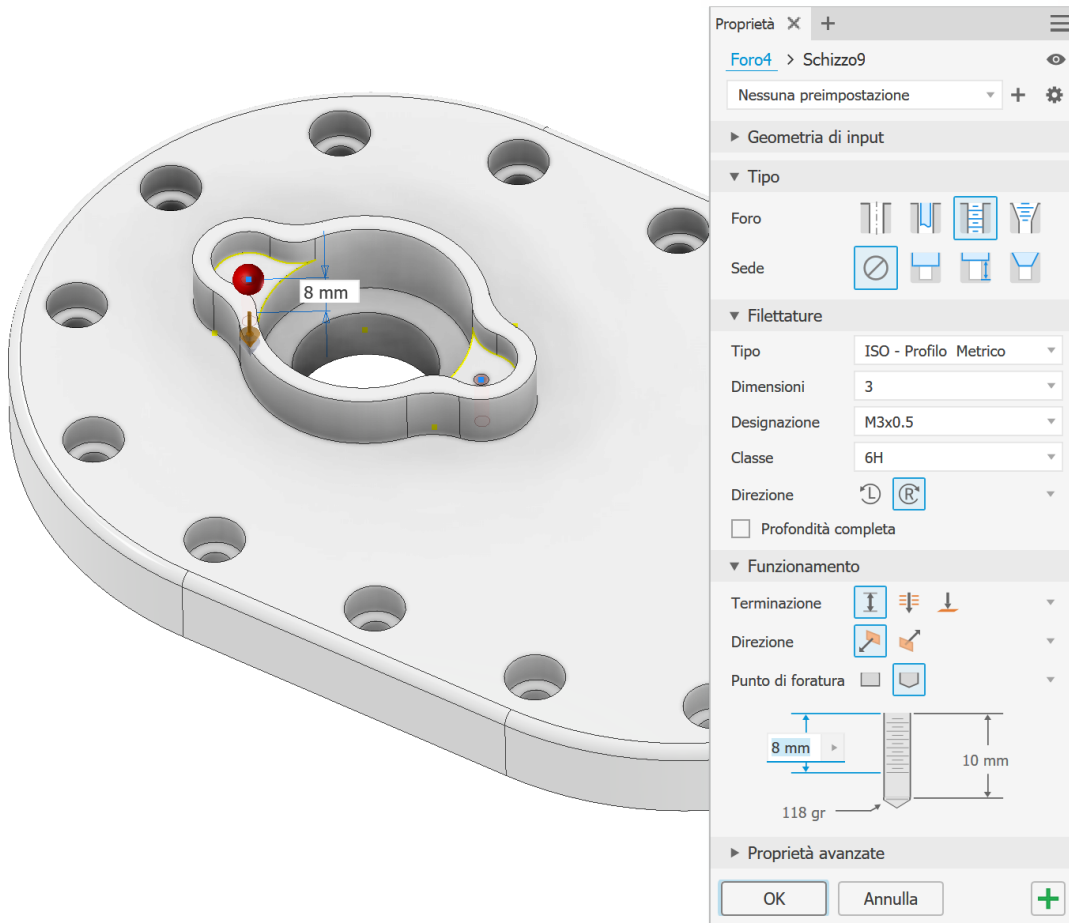
Utilizzando lo stesso schizzo selezionare l'anello ed estrudere di 10.



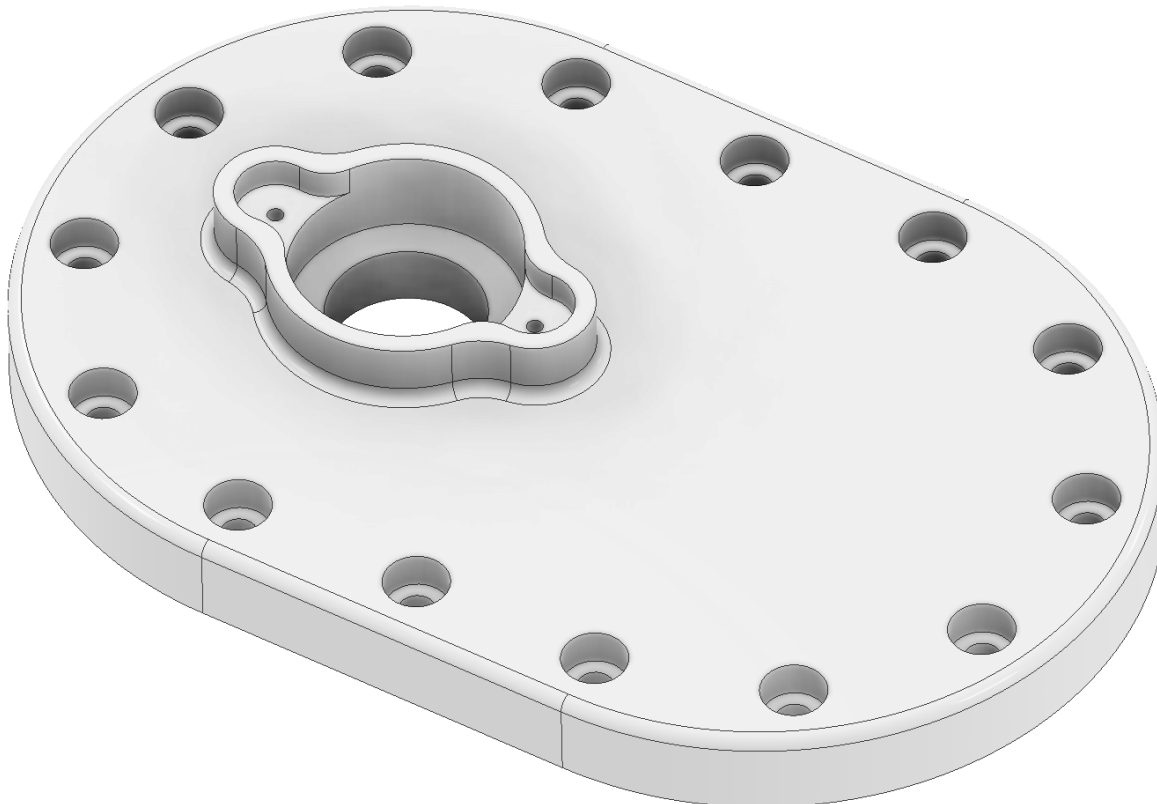
Foro lamato

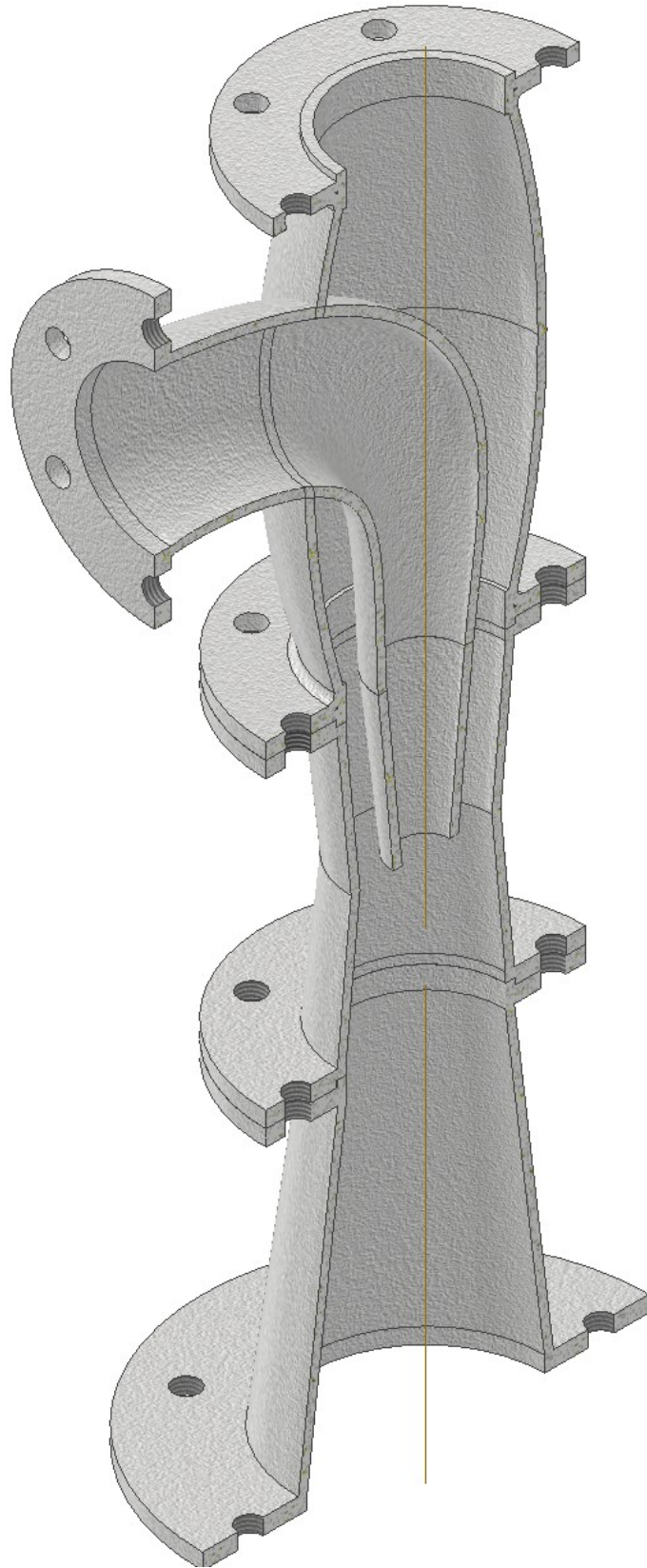


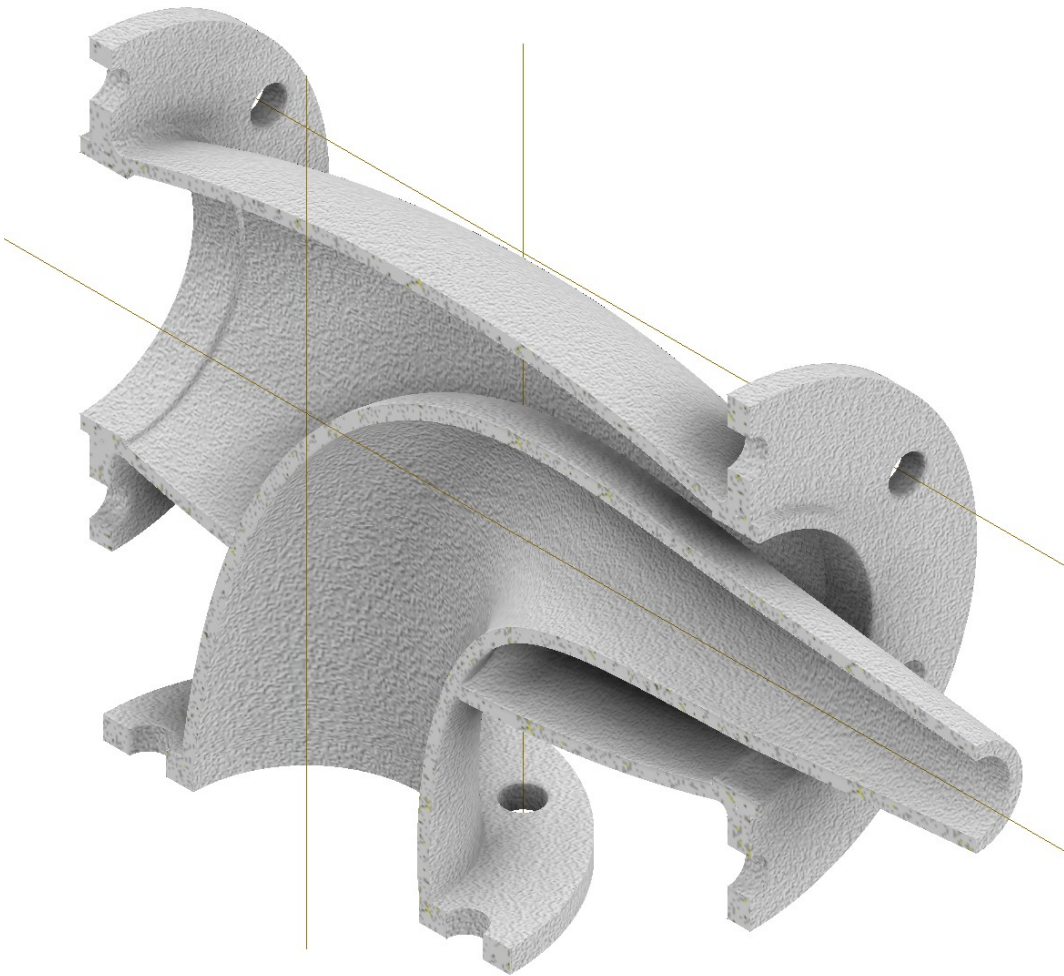
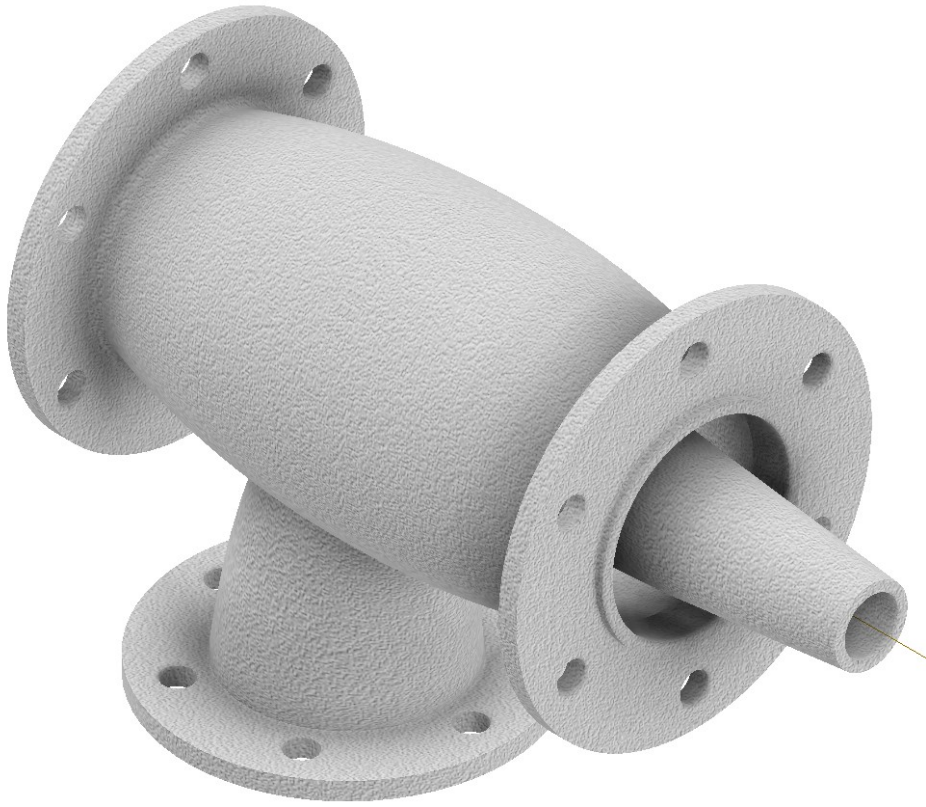
Fori ciechi filettati.

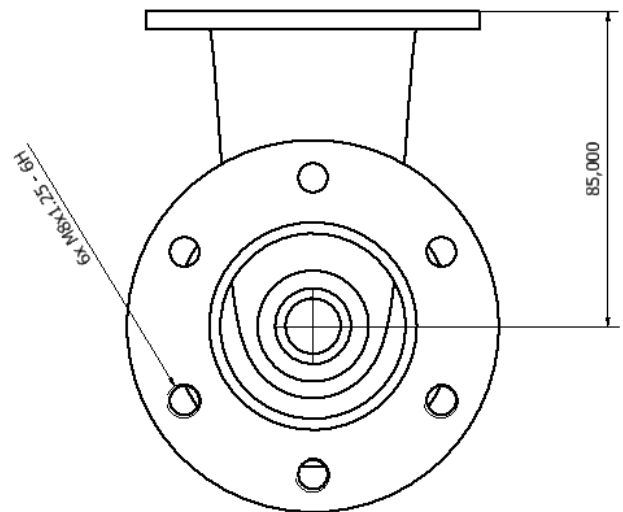
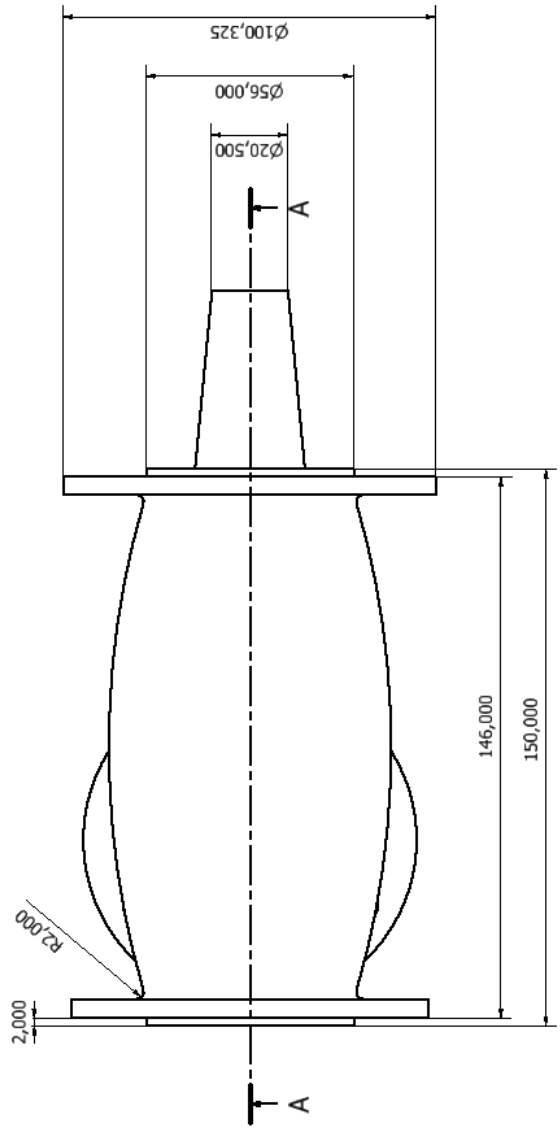
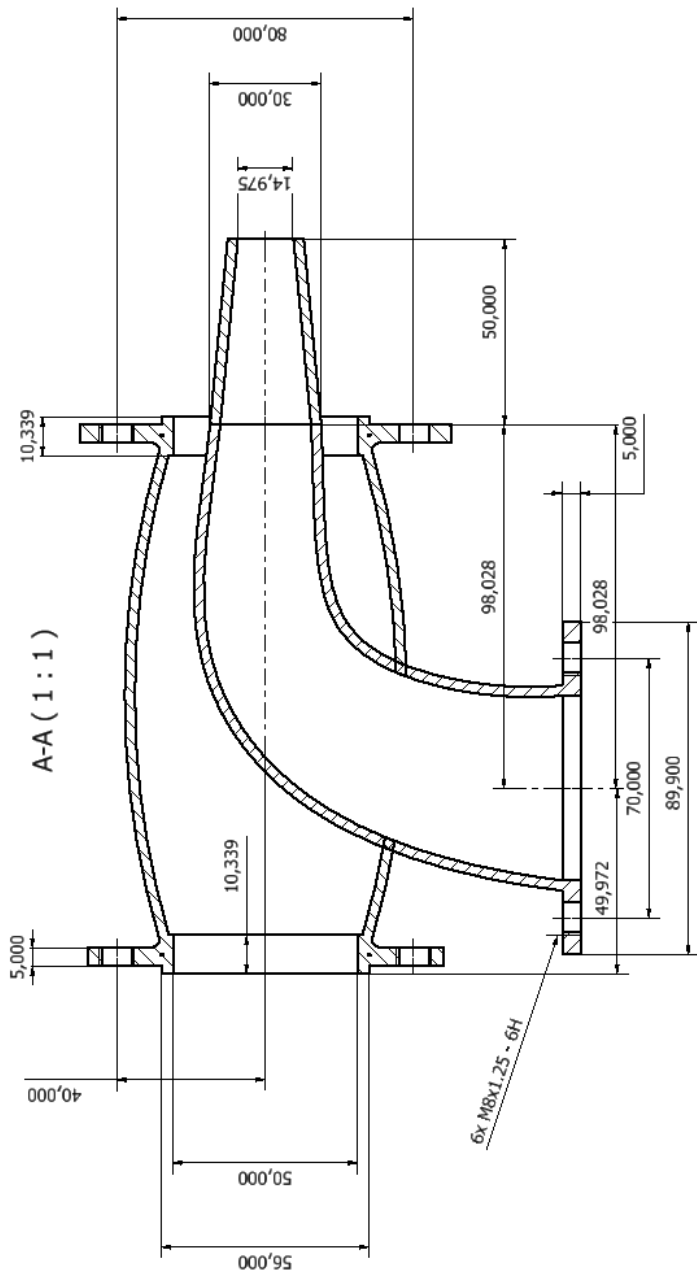


Raccordo R2 del bordo.





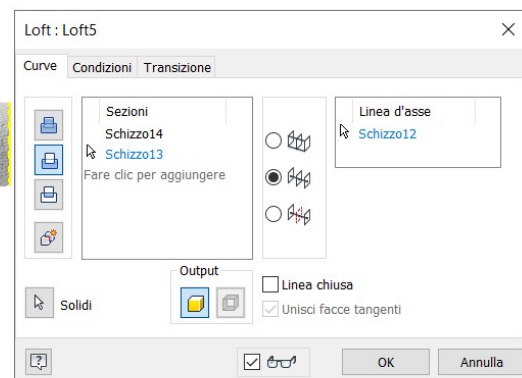
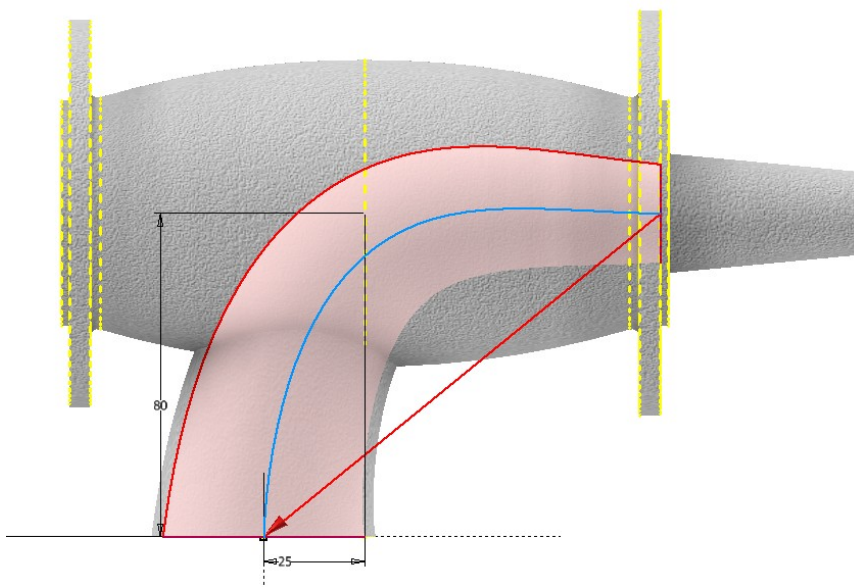
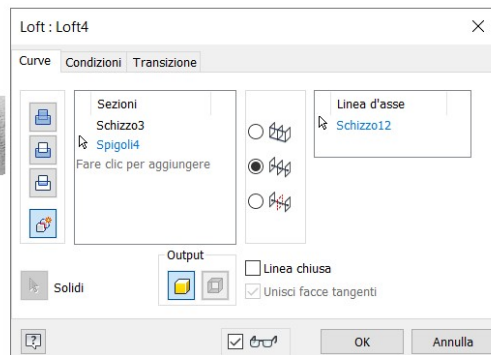
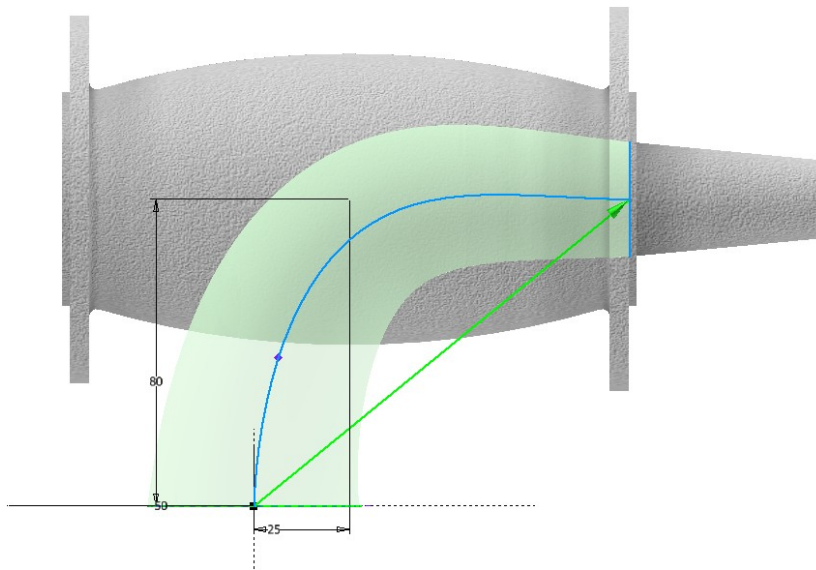


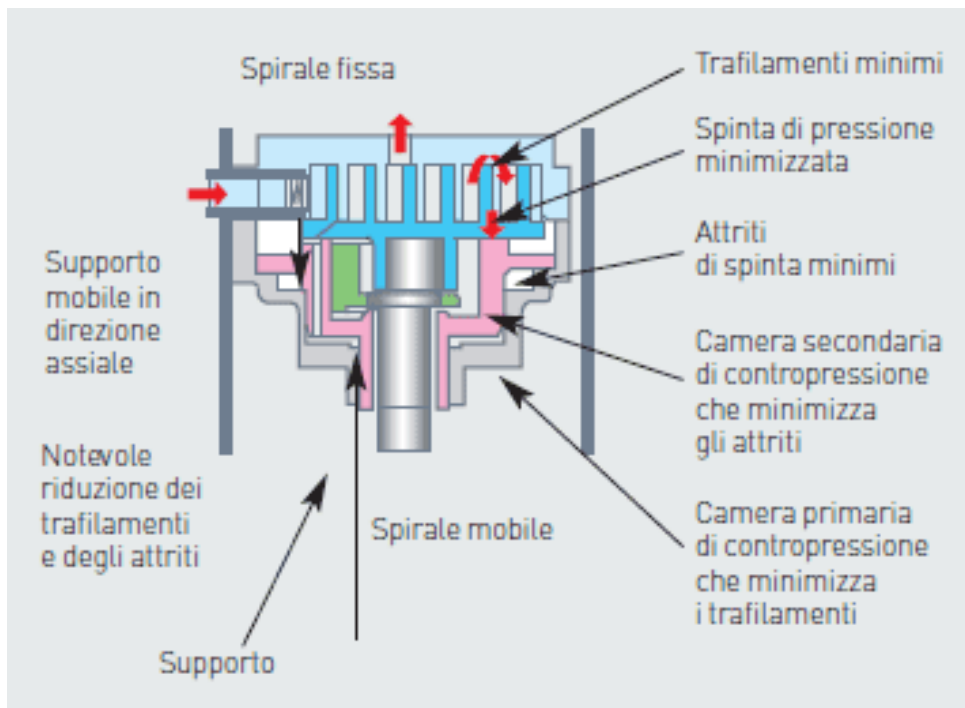
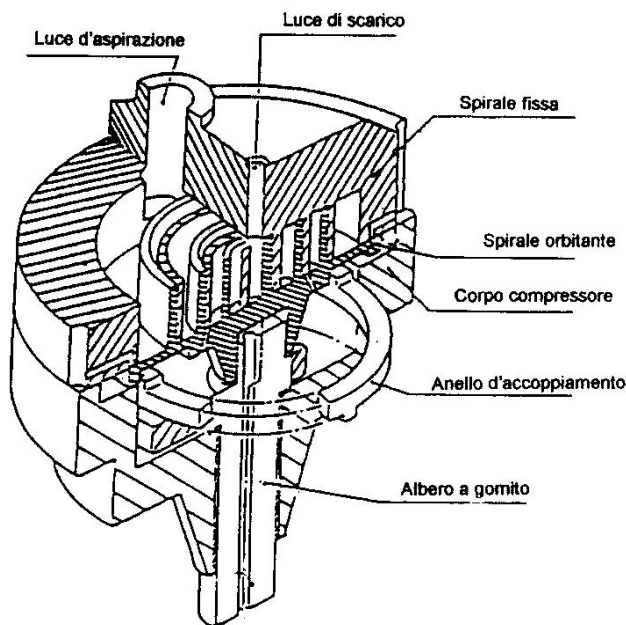
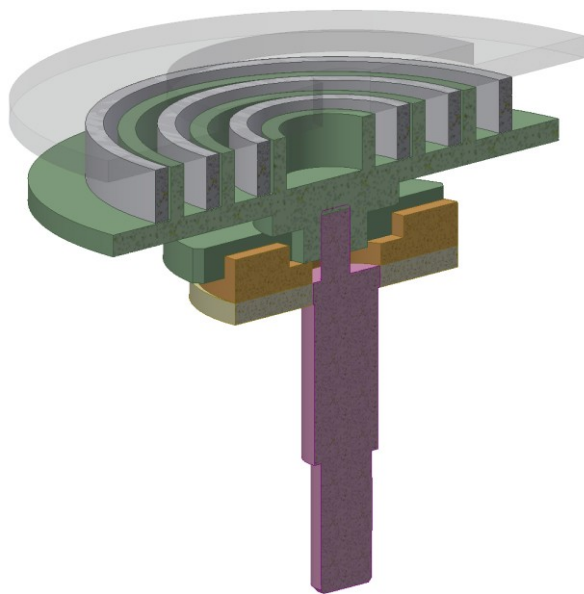


USO DEL COMANDO LOFT PER SOLIDO IRREGOLARI

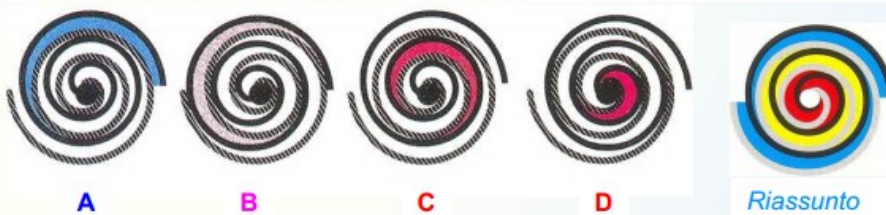
Loft con linea d'asse. Il primo crea il tubo interno pieno.

Il secondo loft invece serve ad eliminare la parte interna del tubo.

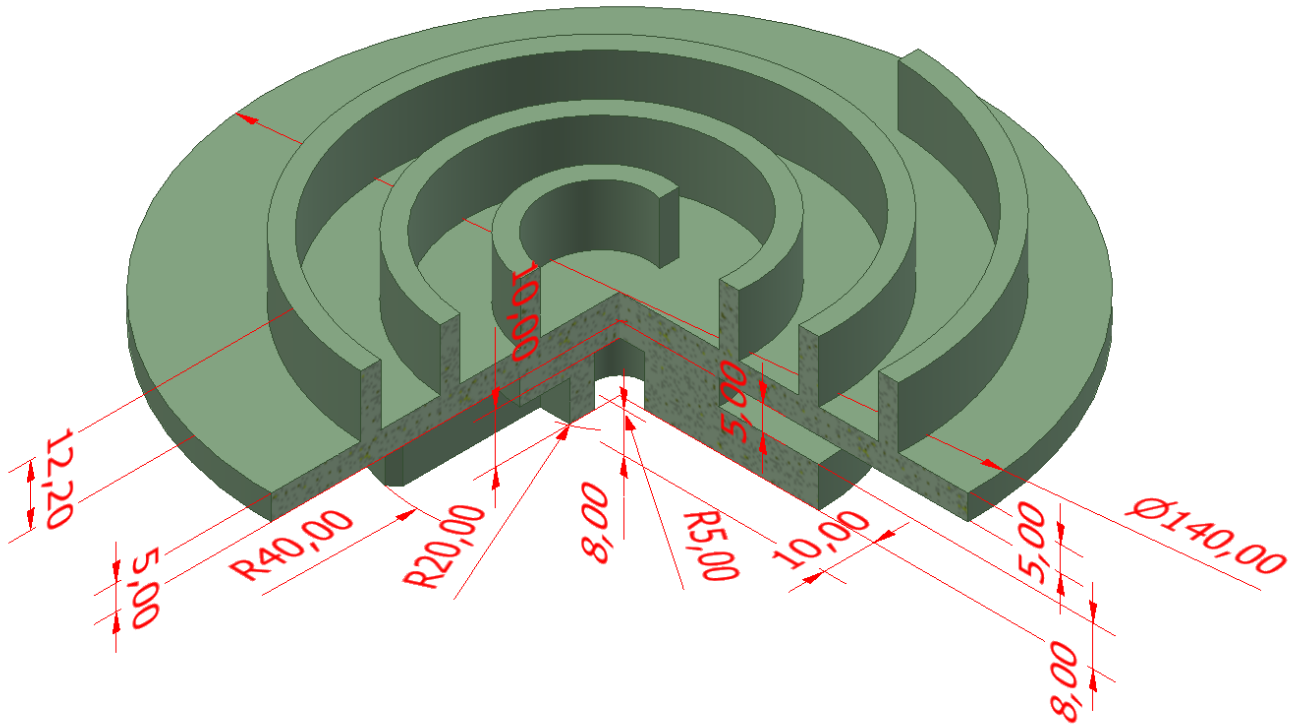




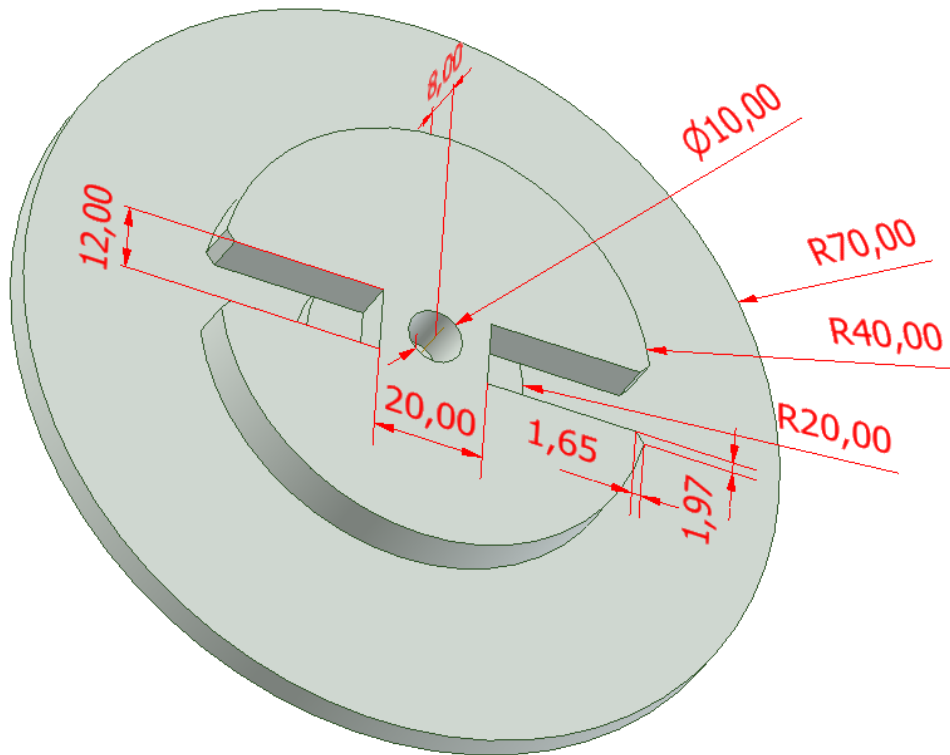
Fasi d'aspirazione, compressione e scarico del compressore Scroll

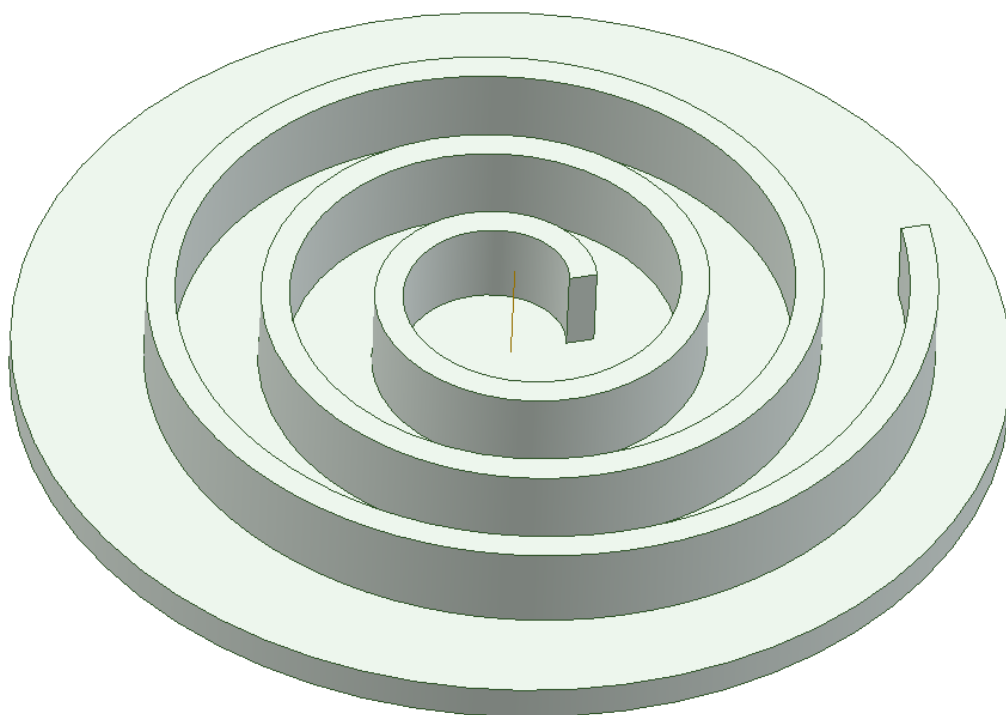
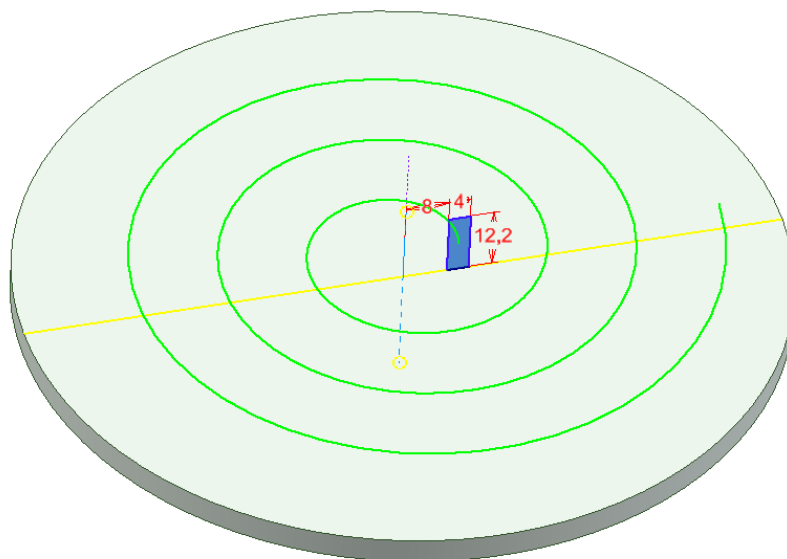
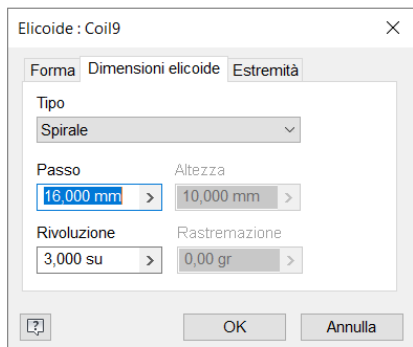


Il fluido refrigerante è aspirato contemporaneamente dalle due aperture diametralmente opposte **A**; progressivamente compresso nella zona a falchetto rosa **B** e nello spazio a falchetto rosso **C**, raggiunge la zona centrale **D** e il centro delle due Spirali dove alla pressione di mandata viene espulso. Il processo d'aspirazione, compressione e mandata è oltremodo uniforme ed è completamente assente da vibrazioni e pulsazioni d'ogni genere.

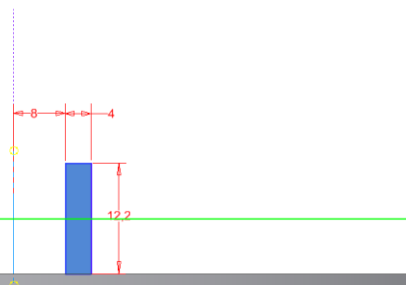
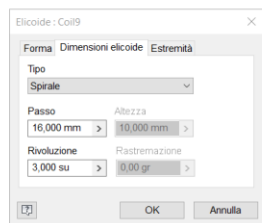
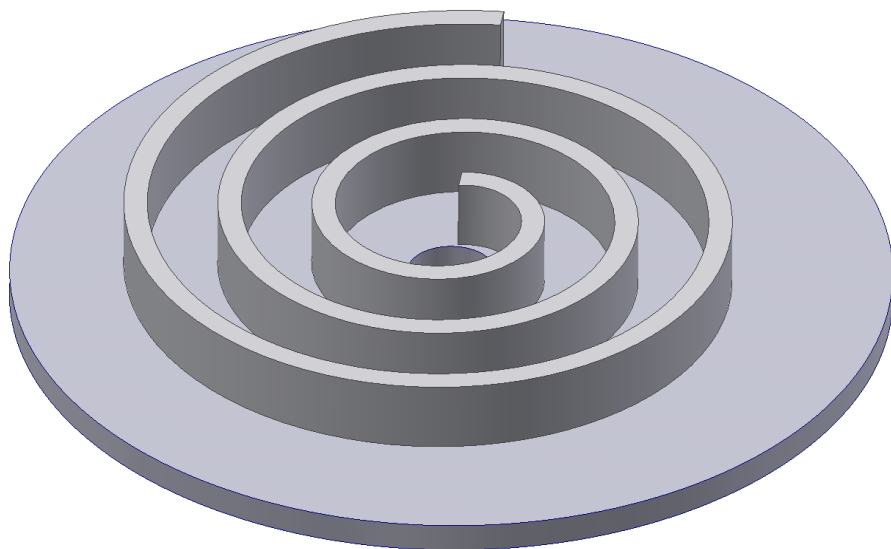
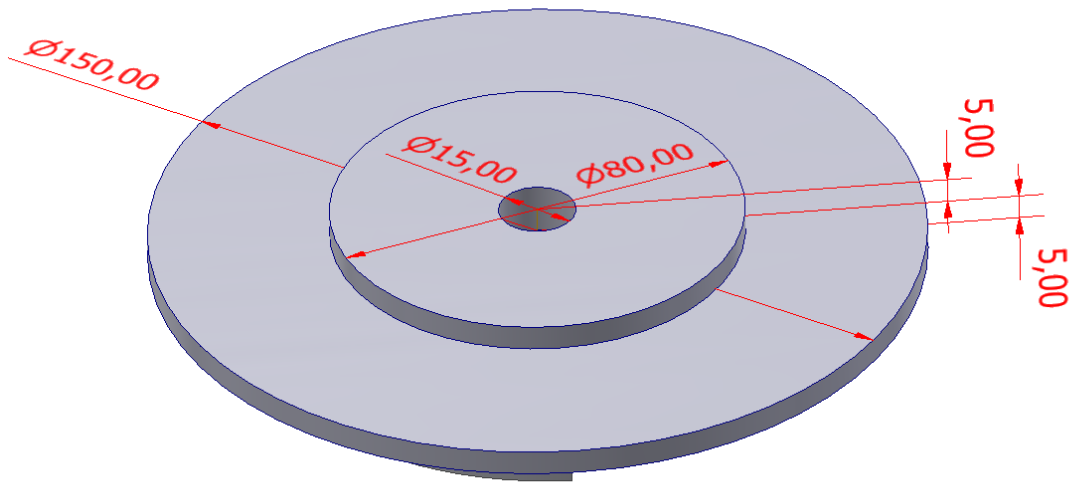


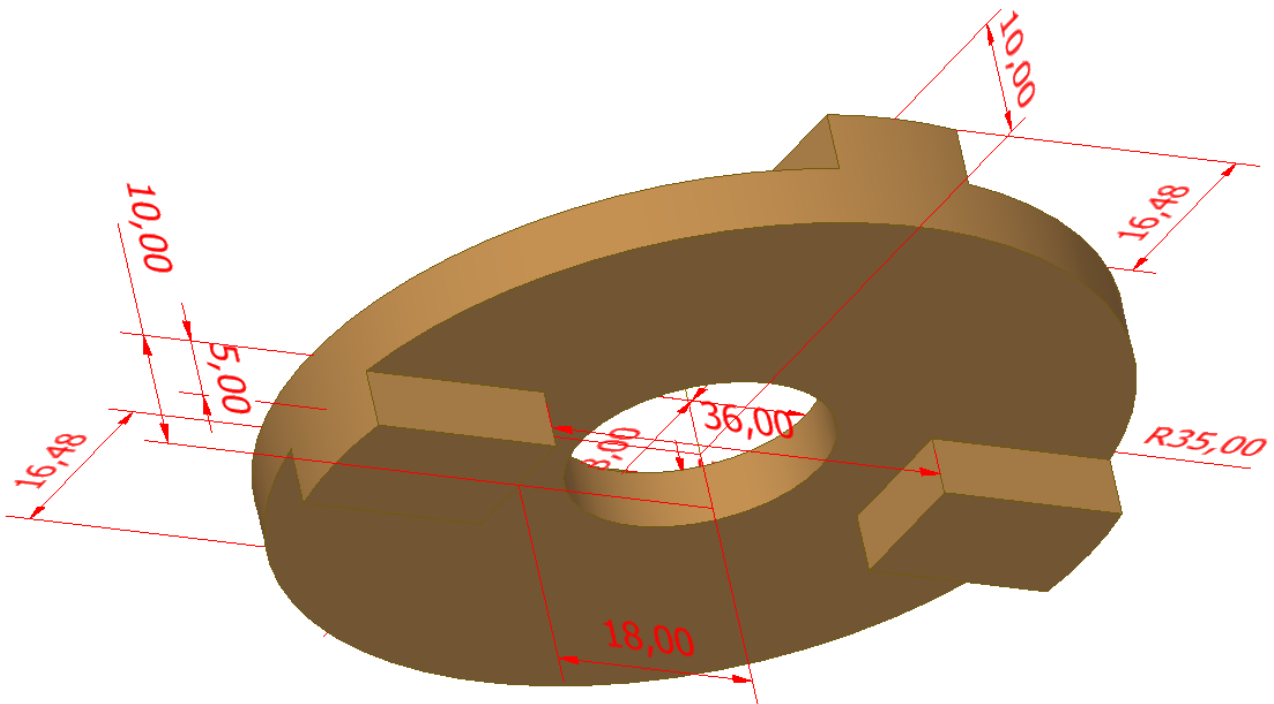
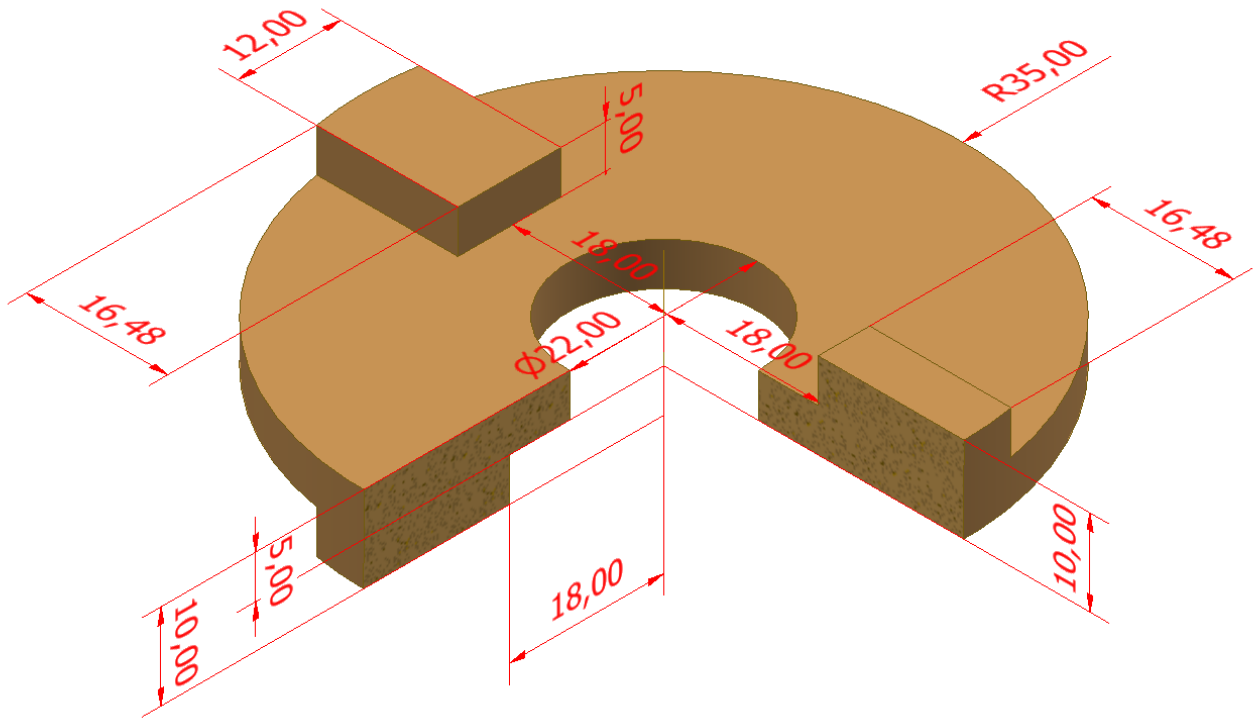
VISTA DAL BASSO



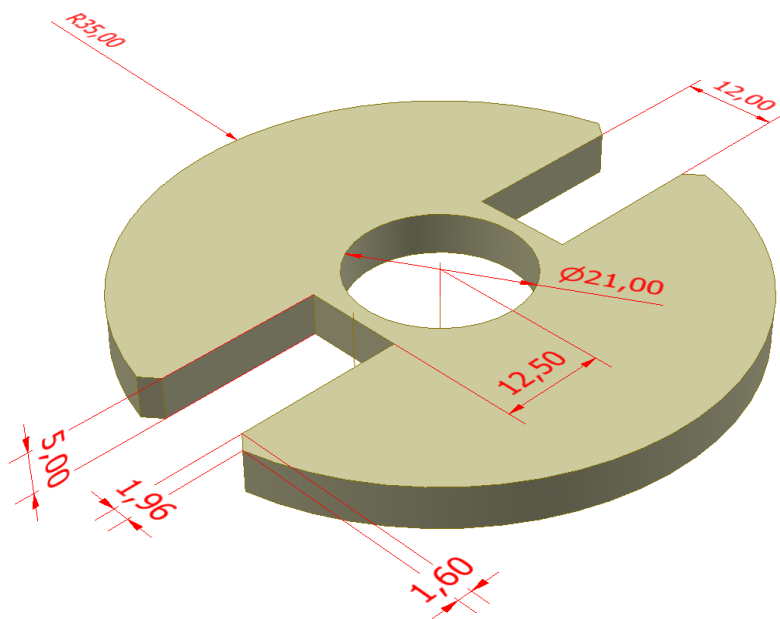


STATORE (FISSO)

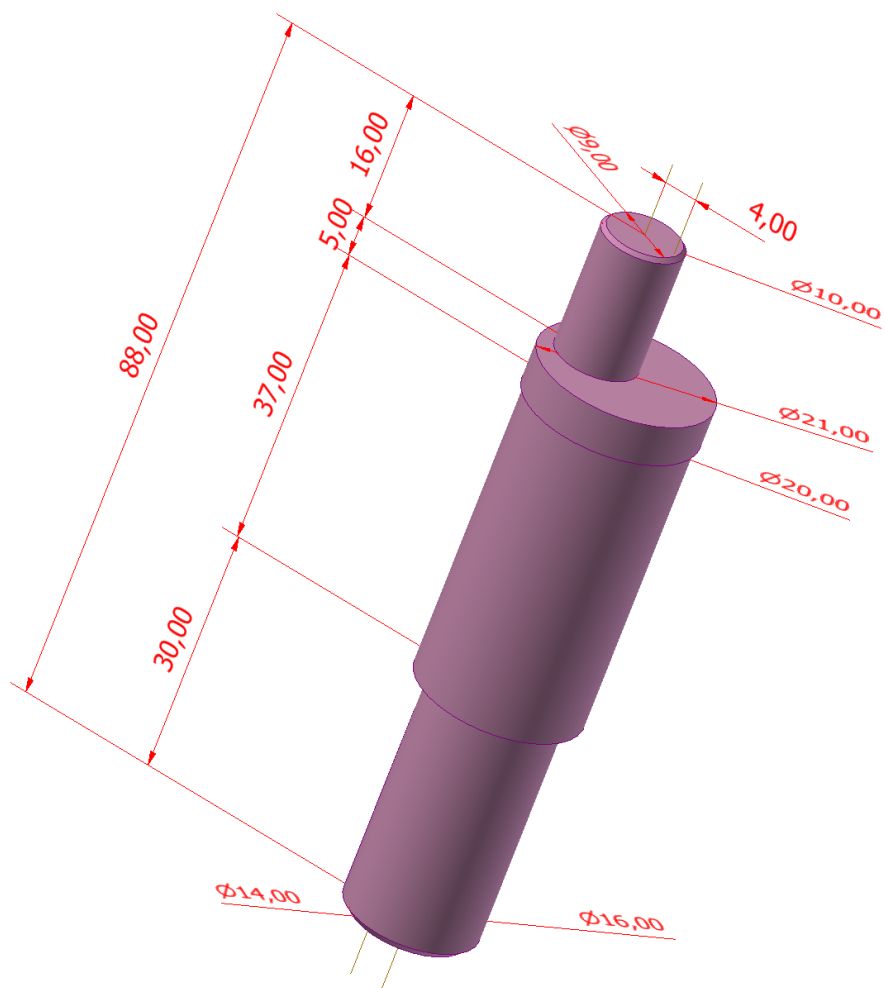




DISCO MOBILE



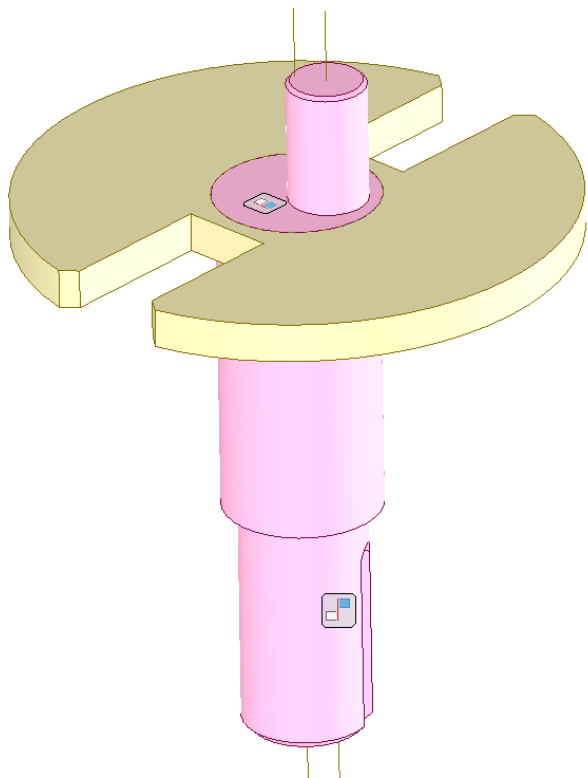
ALBERO



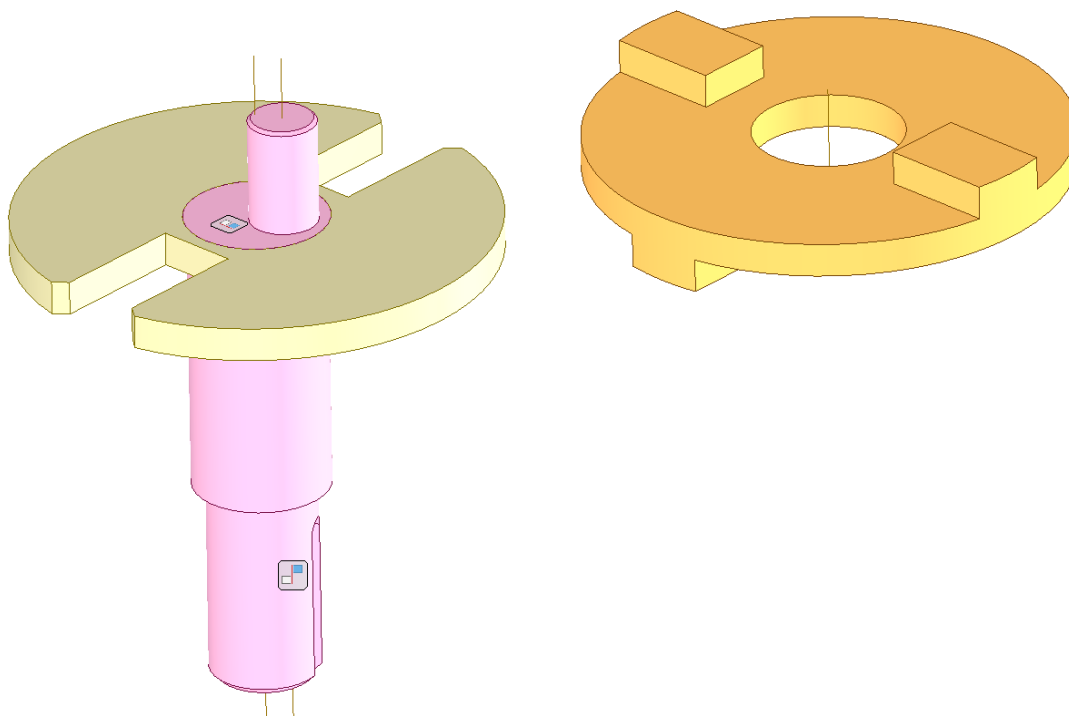
ASSIEME

Posizionare per primo il DISCO FISSO e bloccatelo.

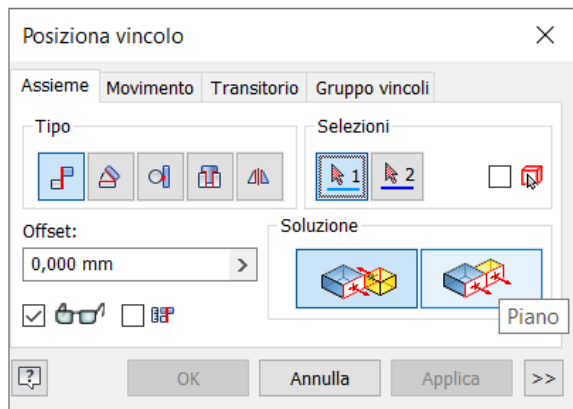
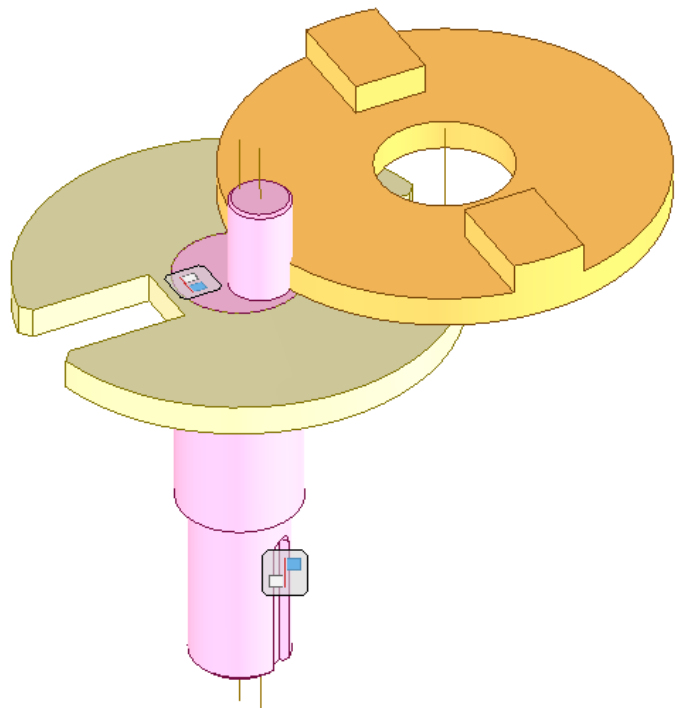
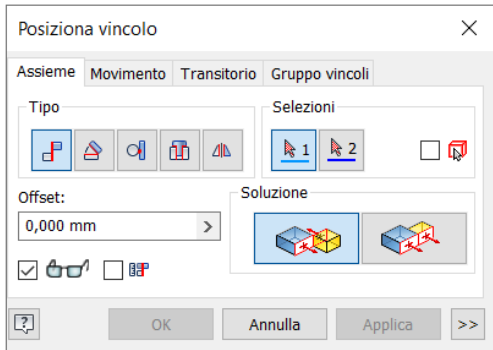
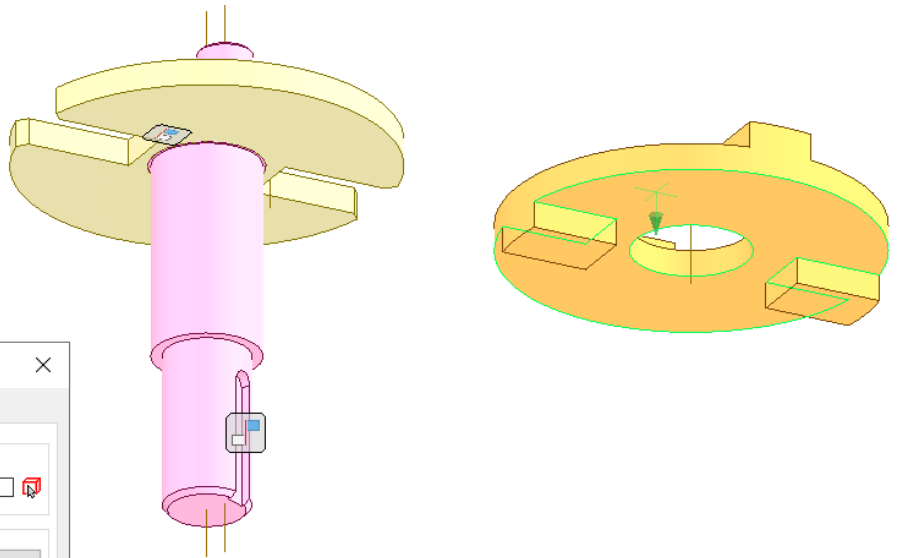
Poi inserire l'ALBERO con perno eccentrico e vincolarlo al disco come in figura.

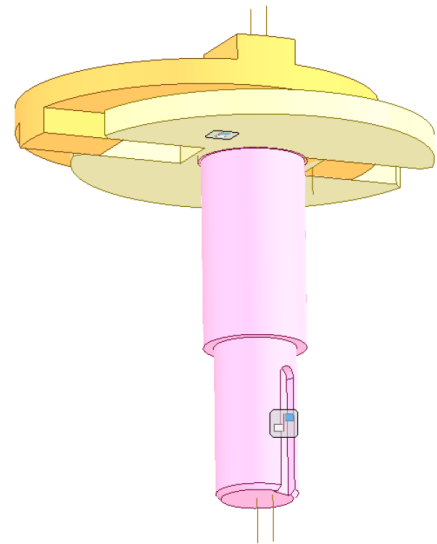
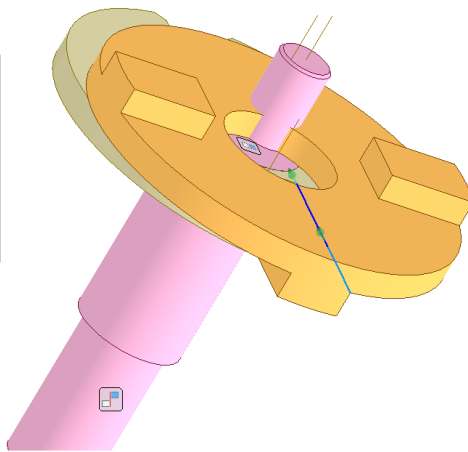
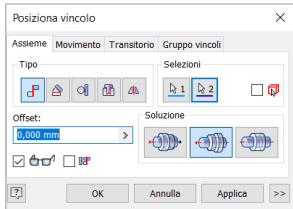
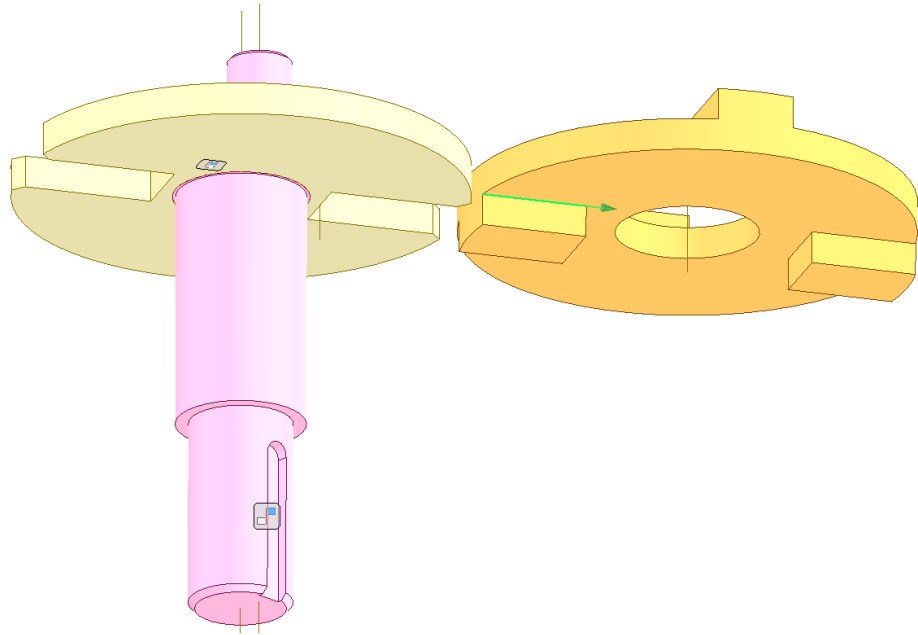
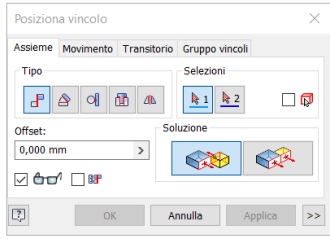


Posizionare il disco mobile come in figura.



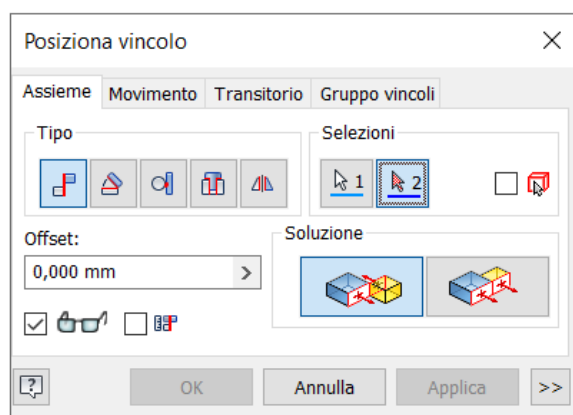
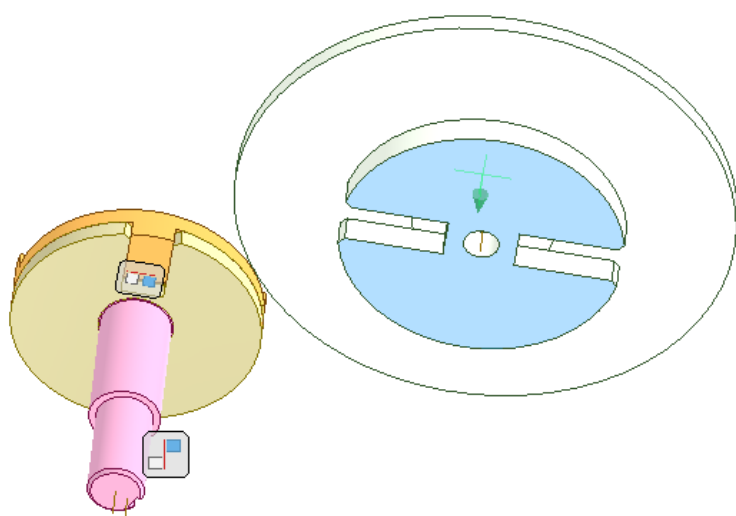
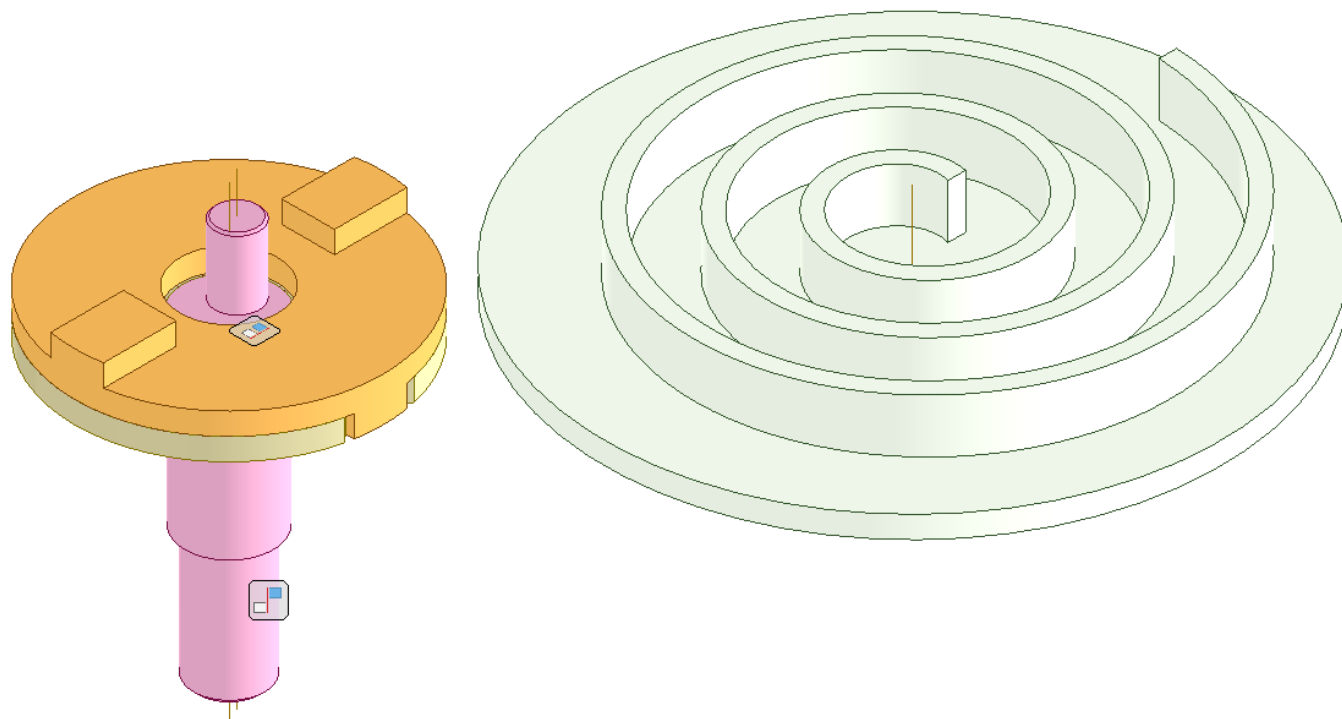
Rendere adiacente la superficie del disco mobile con quella del disco fisso.



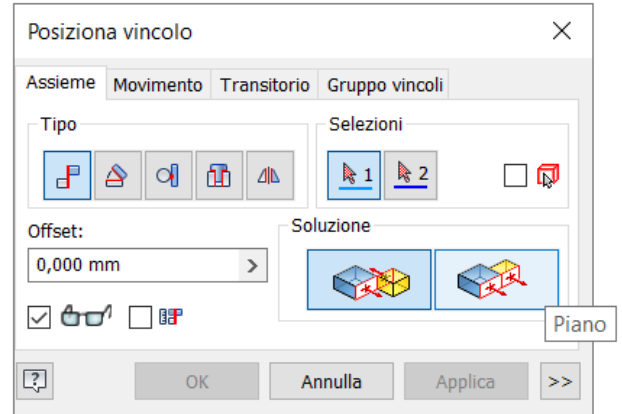
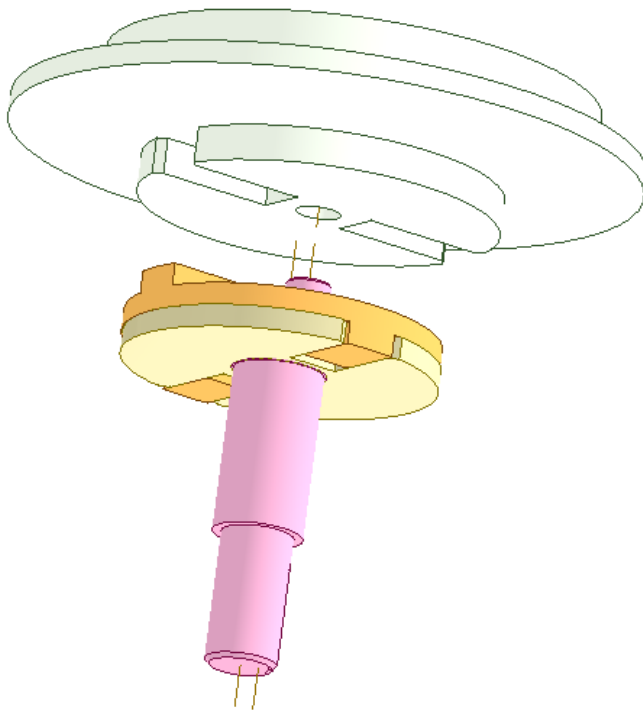


Verificate che il disco mobile scorra all'interno del disco fisso.

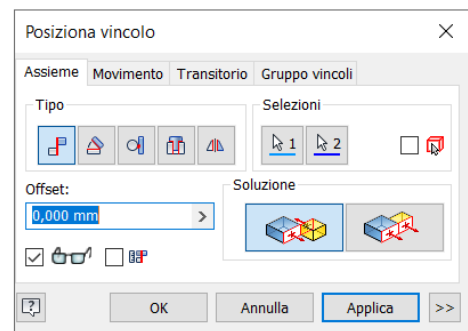
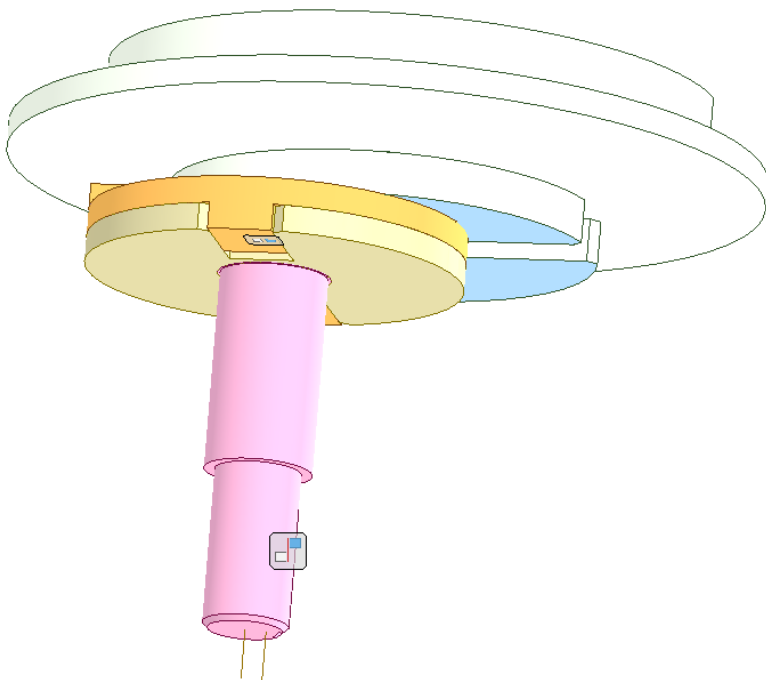
Posizionate il disco mobile con spirale come in figura.



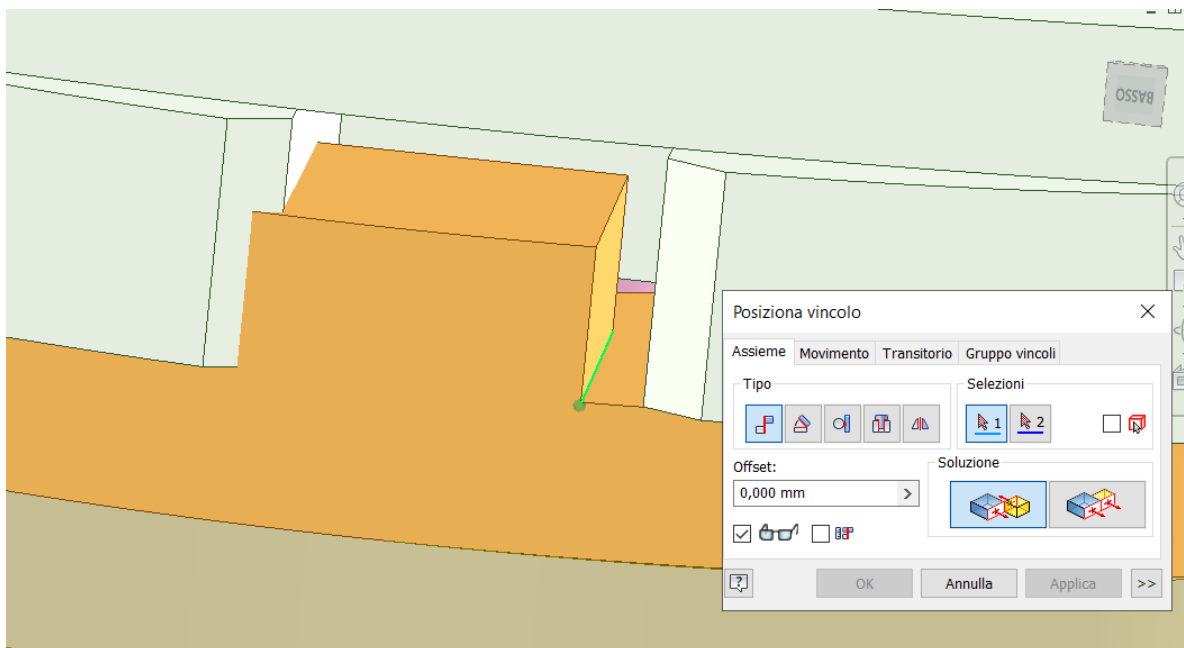
Rendere coincidenti l'asse del disco con spirale con l'asse del perno eccentrico.



Rendere la superficie del disco con spirale mobile planare con quella del disco mobile.

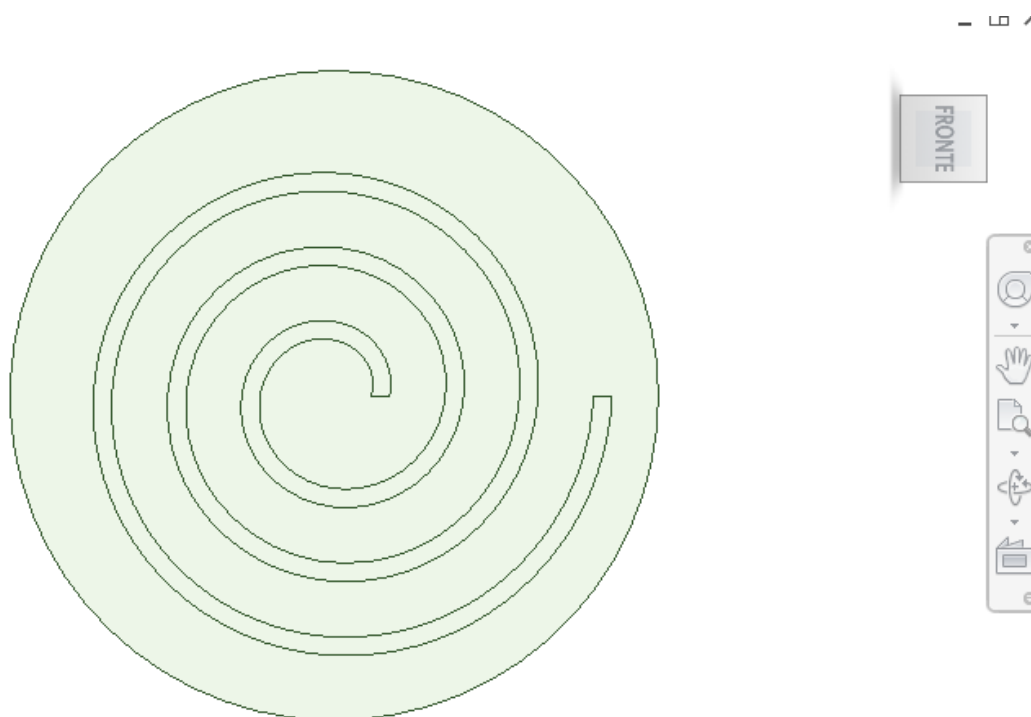


Rendere coincidente lo spigolo del disco con spirale con quello del disco mobile come in figura per garantire lo scorrimento relativo.

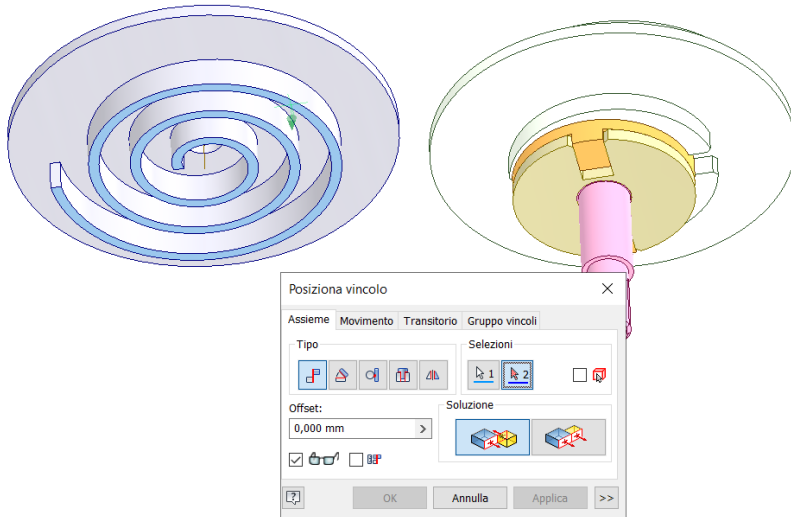


Verificate che ruotando l'albero il disco con spirale ruoti rispetto all'asse.

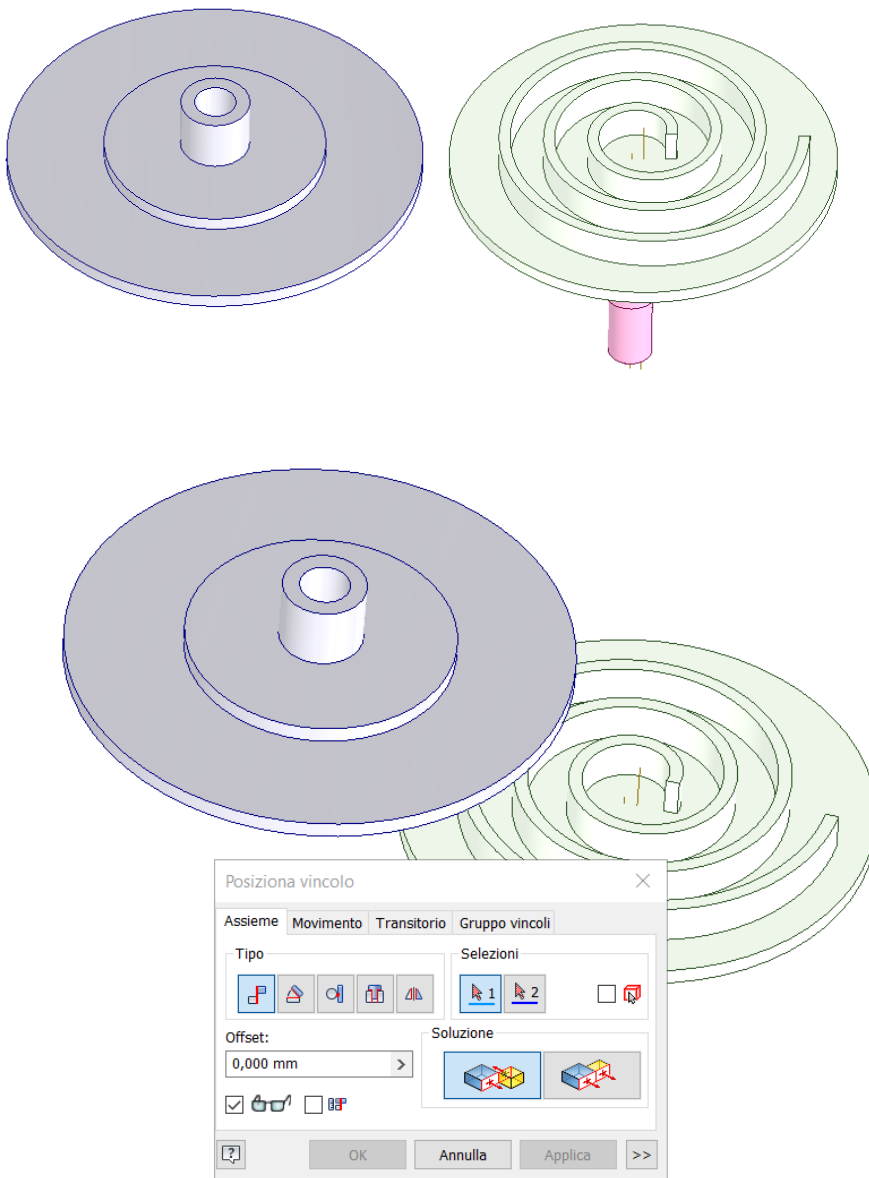
Allineate l'assieme come in figura.



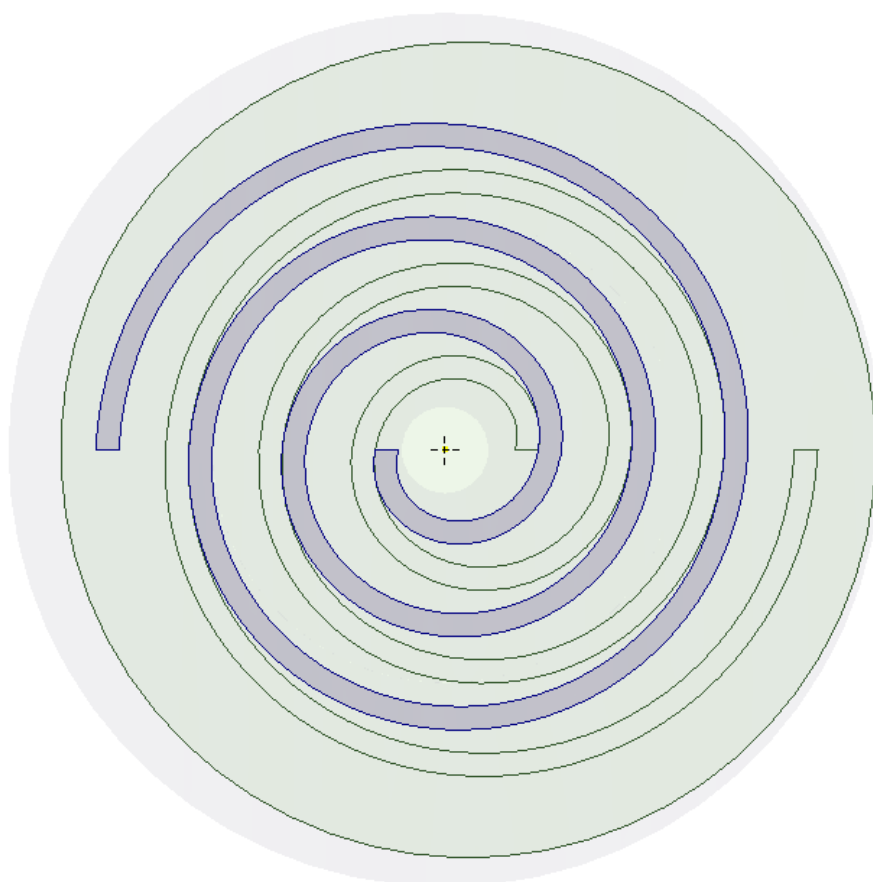
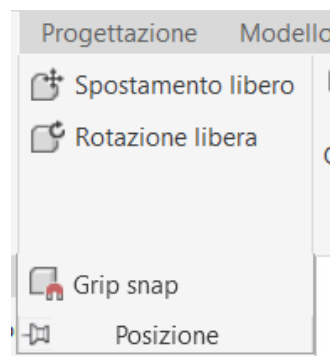
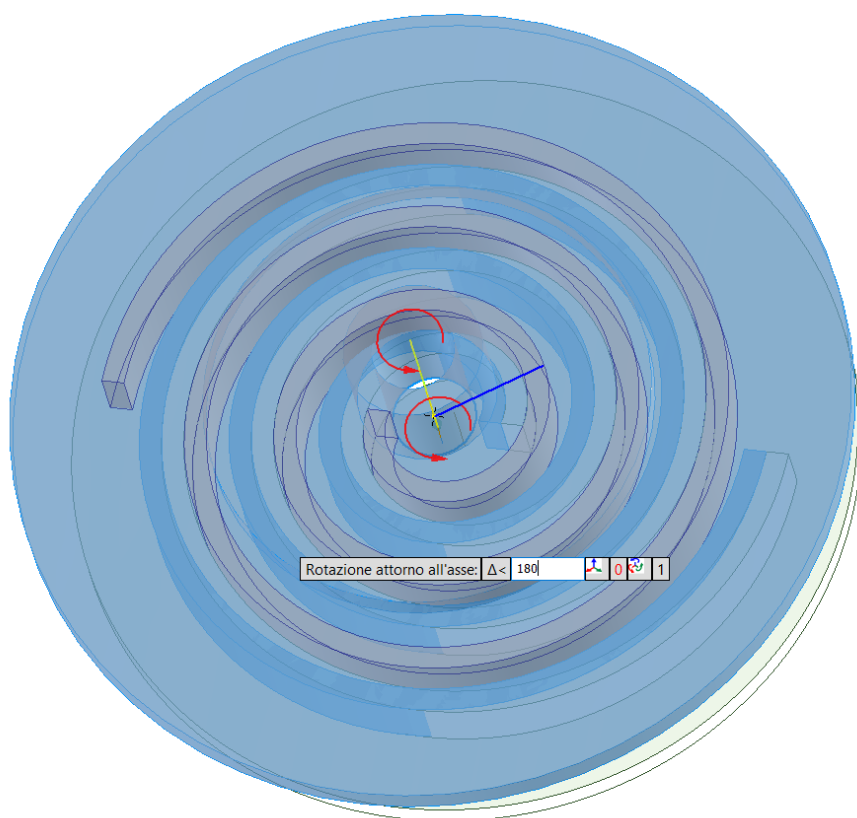
Posizionare il disco fisso con spirale nell'assieme con la spirale come in figura.



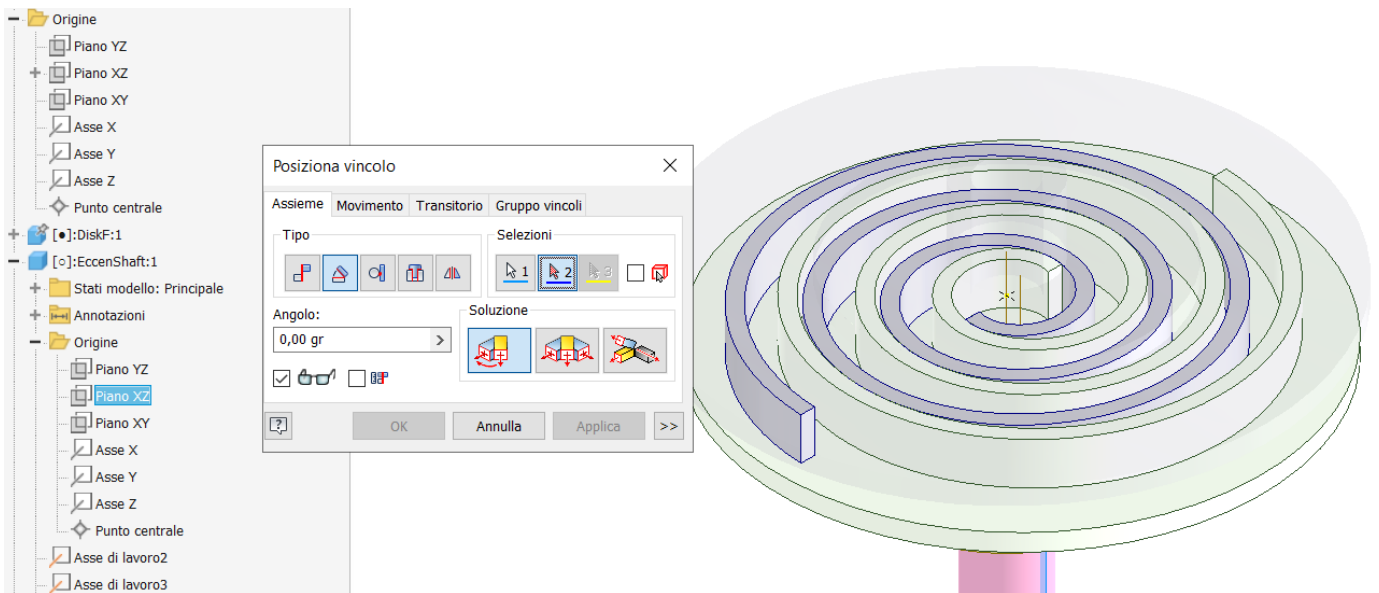
Rendere la superficie della spirale del disco fisso coincidente con la superficie del disco mobile.



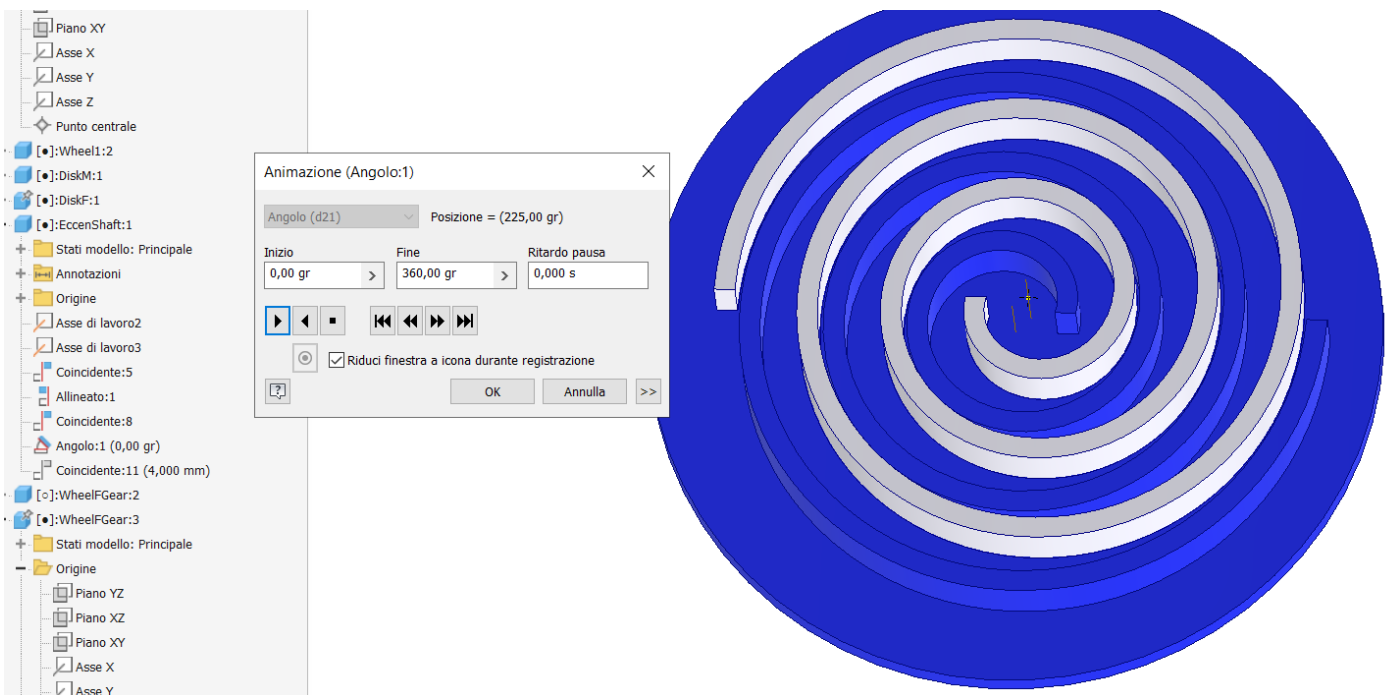
Ruotare il disco con spirale di 180° in modo che sia allineato come in figura e poi BLOCCATELO.

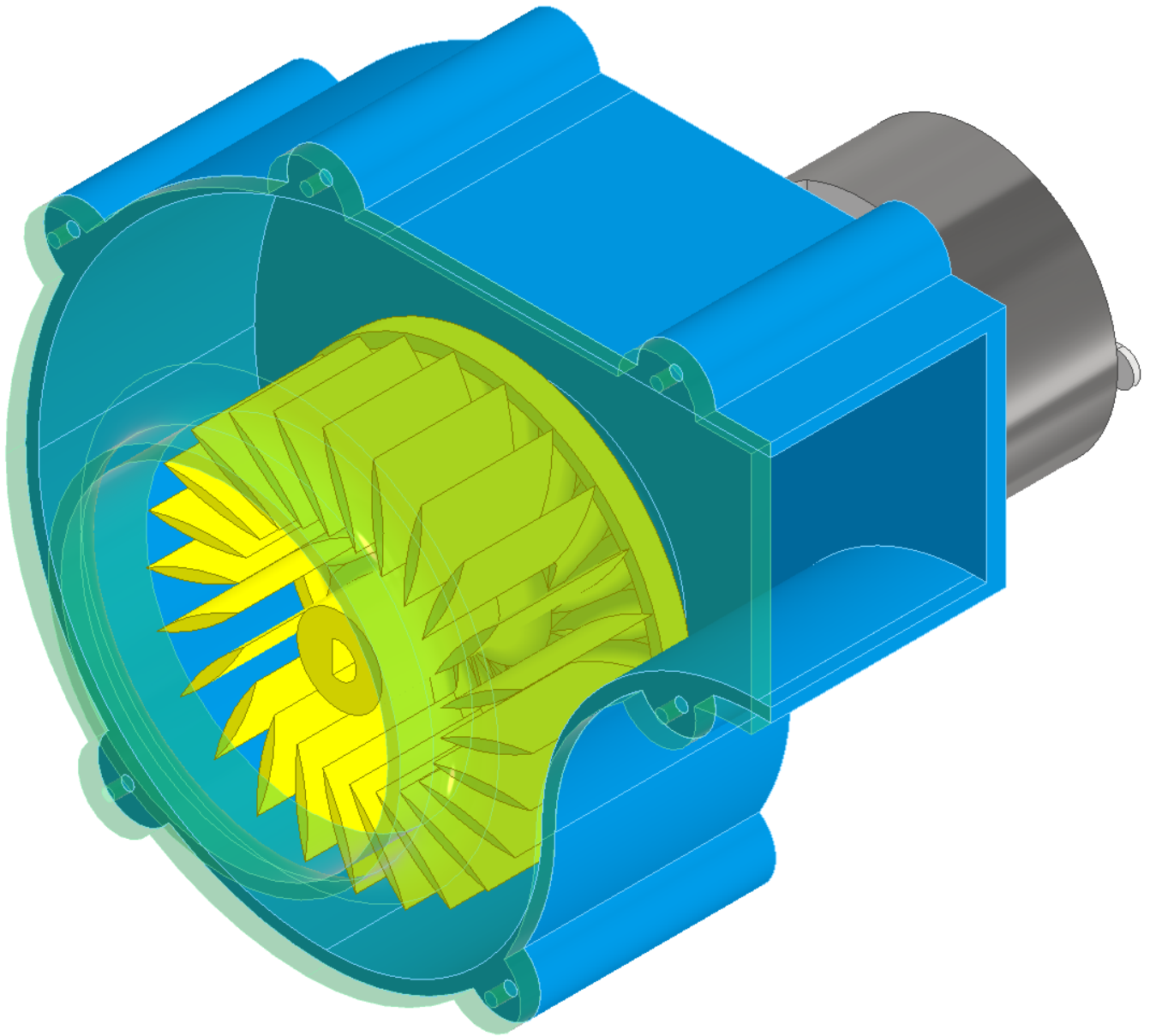


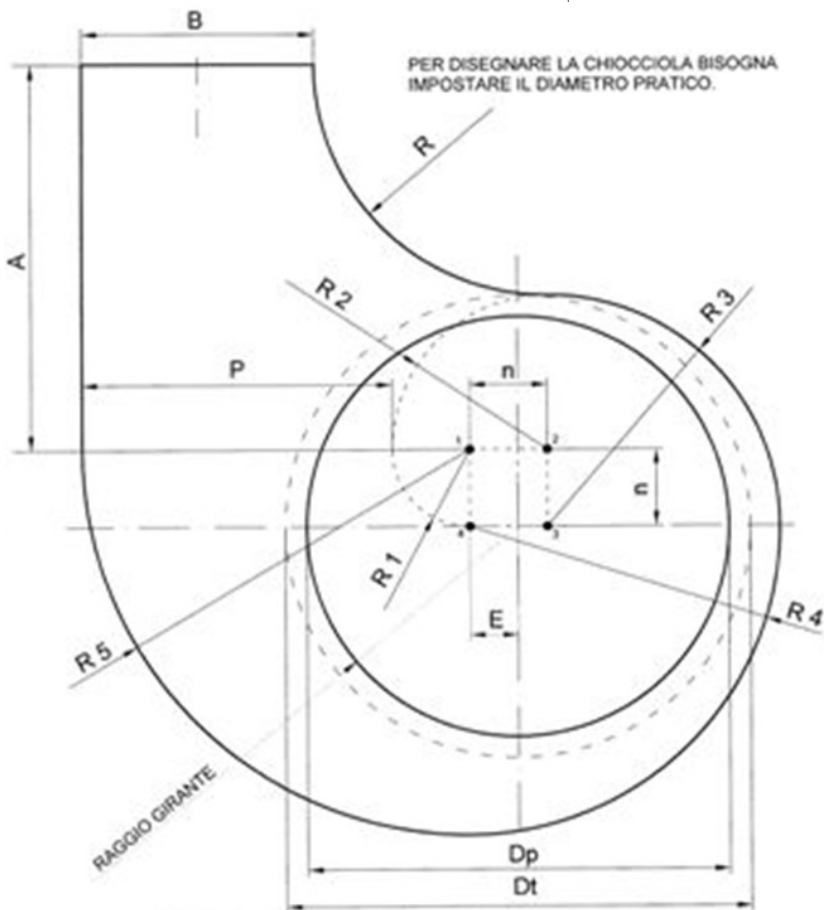
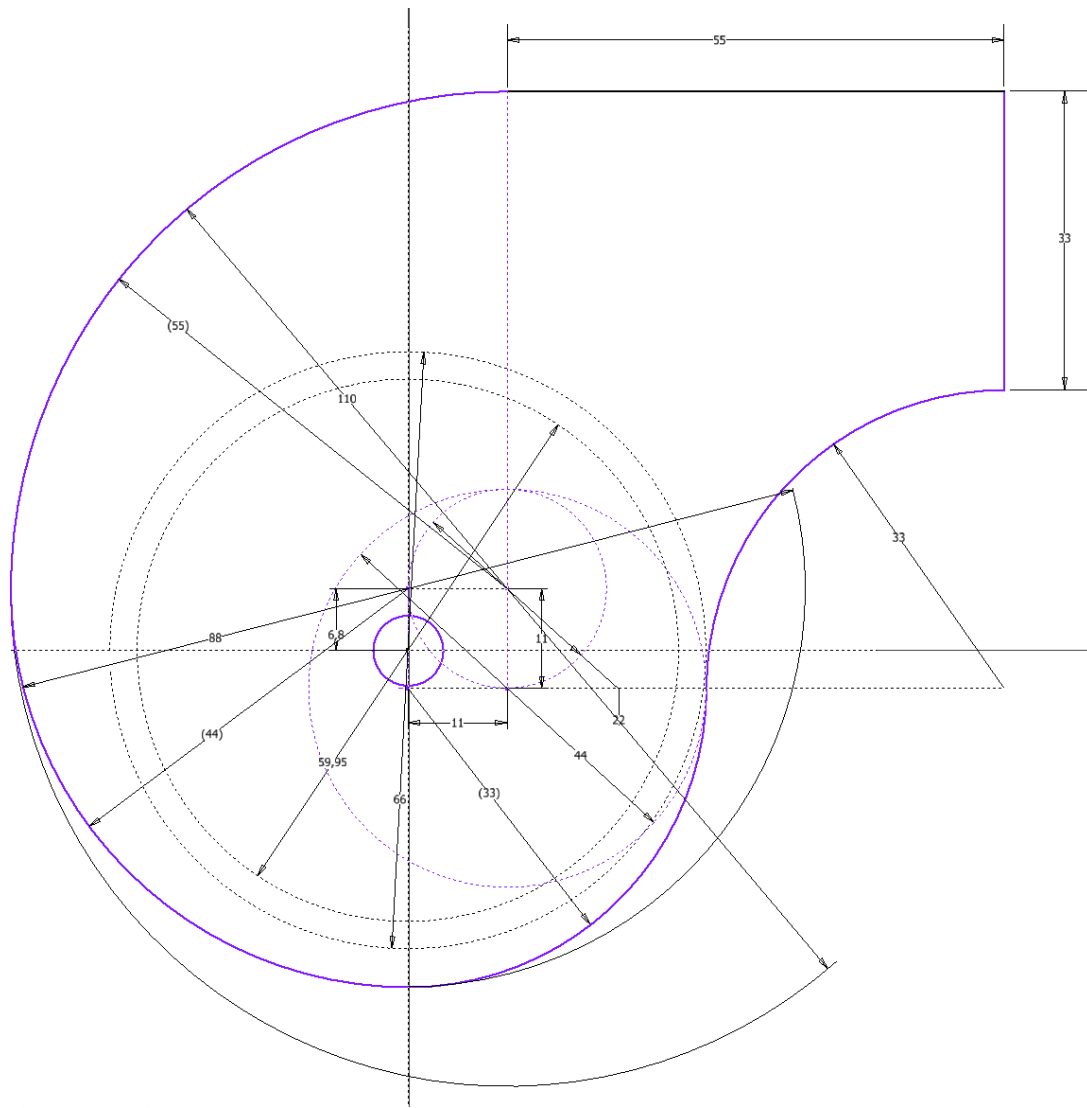
Inserite un vincolo angolare fra il piano XZ dell'albero e quello dell'origine.



Animare il vincolo angolare e verificate che l'animazione della cinematica funzioni correttamente.





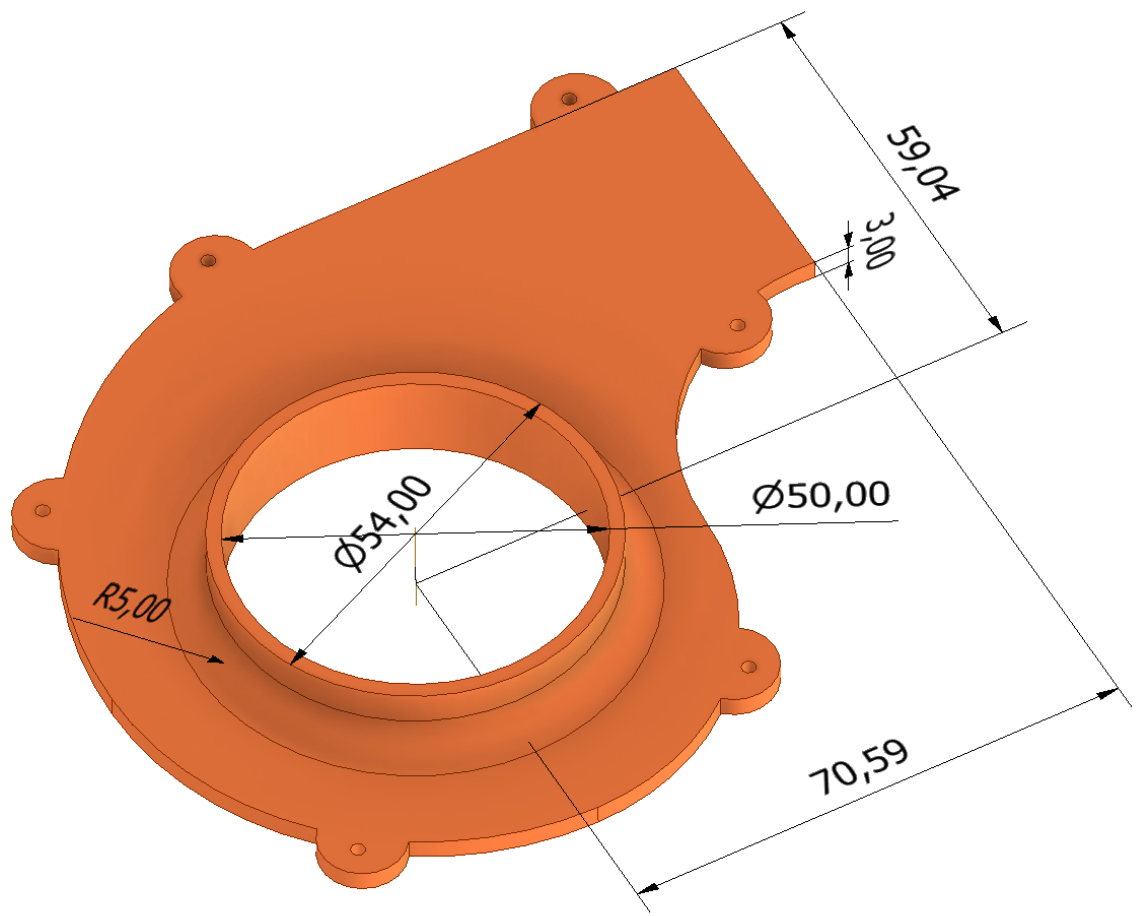
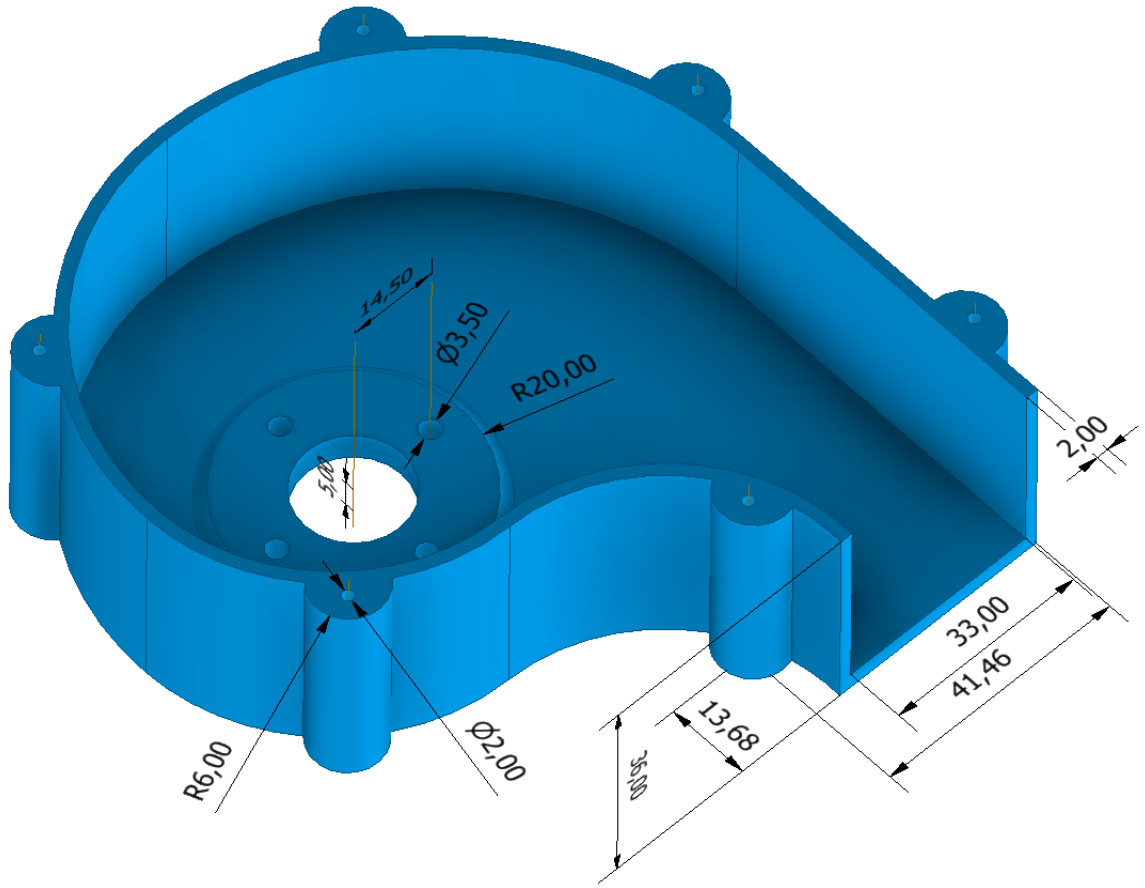


$$\frac{Dt - Dp}{2} = 0,275 \times n$$

$n = \text{LATO QUADRATO}$
 $A = 5 \times n$
 $P \text{ (PASSO SPIRALE)} = 4 \times n$
 $B = 3 \times n = P - n = R$
 $Dt \text{ (DIAMETRO TEORICO)} = 6 \times n$
 $Dp \text{ (DIAMETRO PRATICO)} = 5,45 \times n$
 $E = n \times \frac{\sqrt{5} - 1}{2}$

$R1 = n$
 $R2 = 2 \times n$
 $R3 = R = 3 \times n$
 $R4 = 4 \times n$
 $R5 = 5 \times n$

Dimensioni in mm	
B	33
n	11
P	44
R	33
A	55
Dt	66
Dp	59,95
E	6,80
R1	11
R2	22
R3	33
R4	44
R5	55



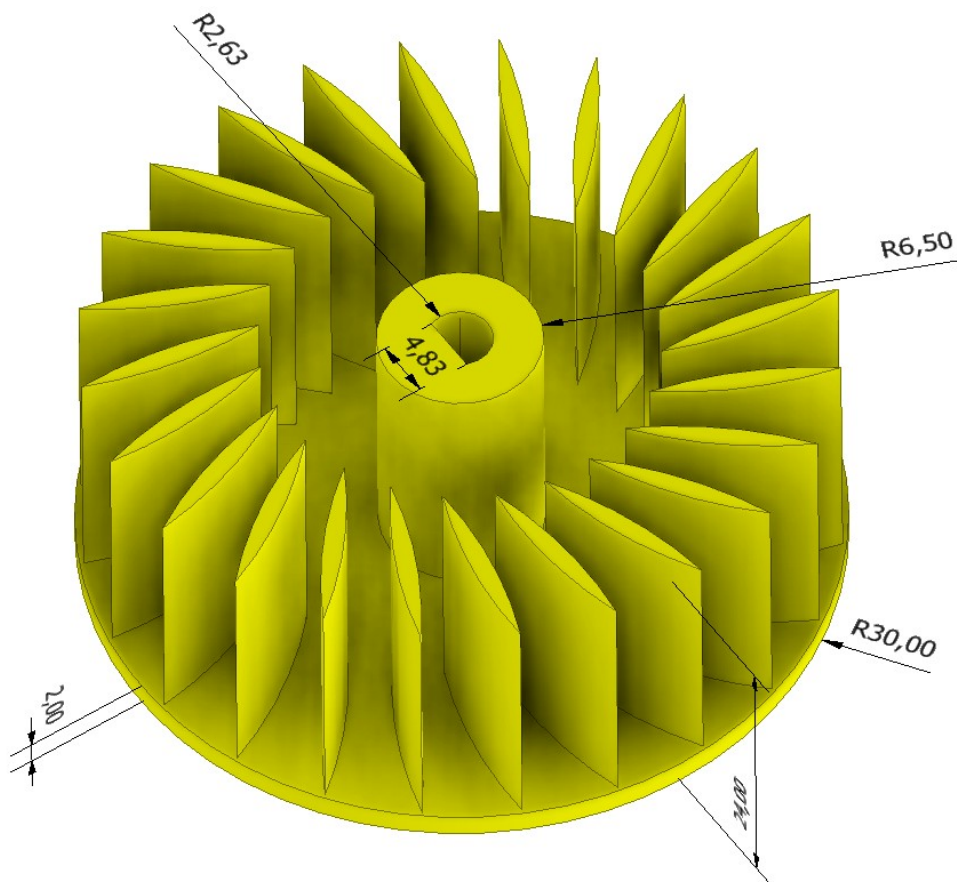
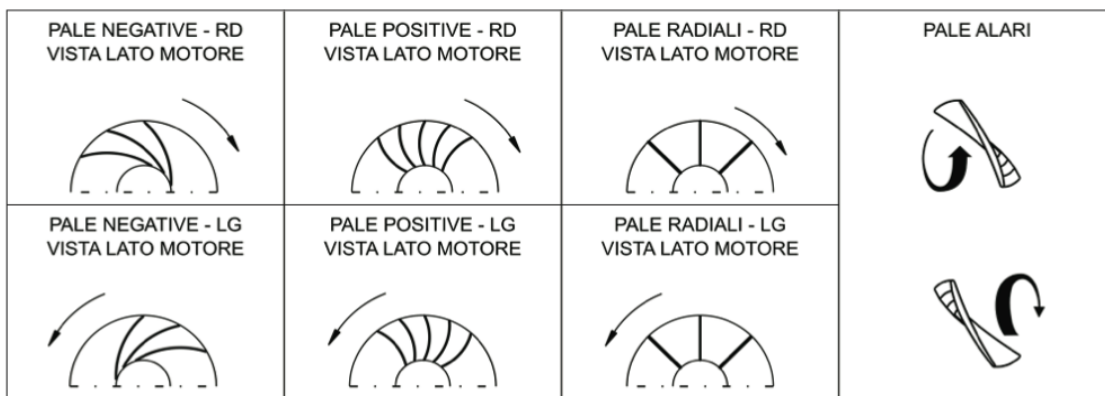
PALE POSITIVE, PALE NEGATIVE E PALE DIRITTE

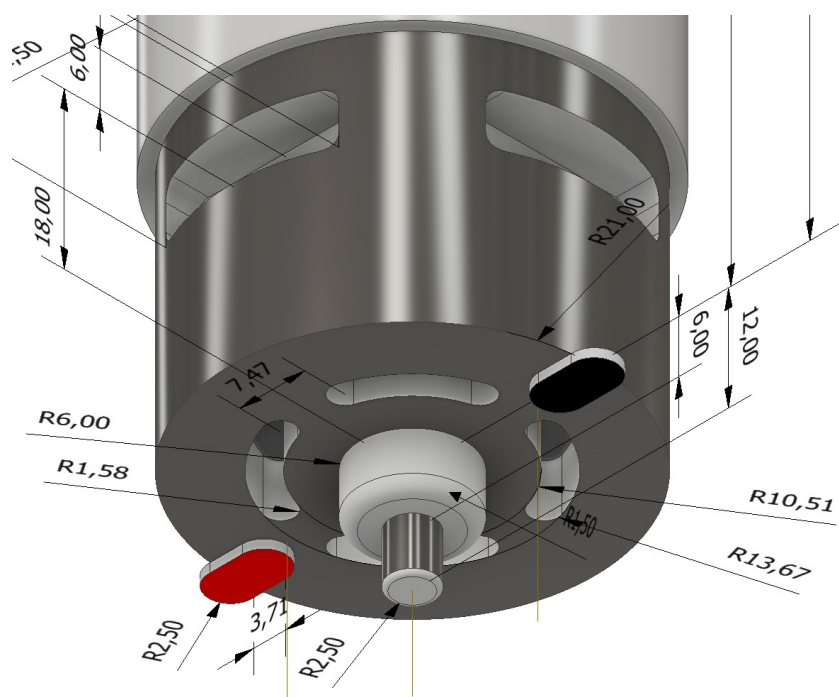
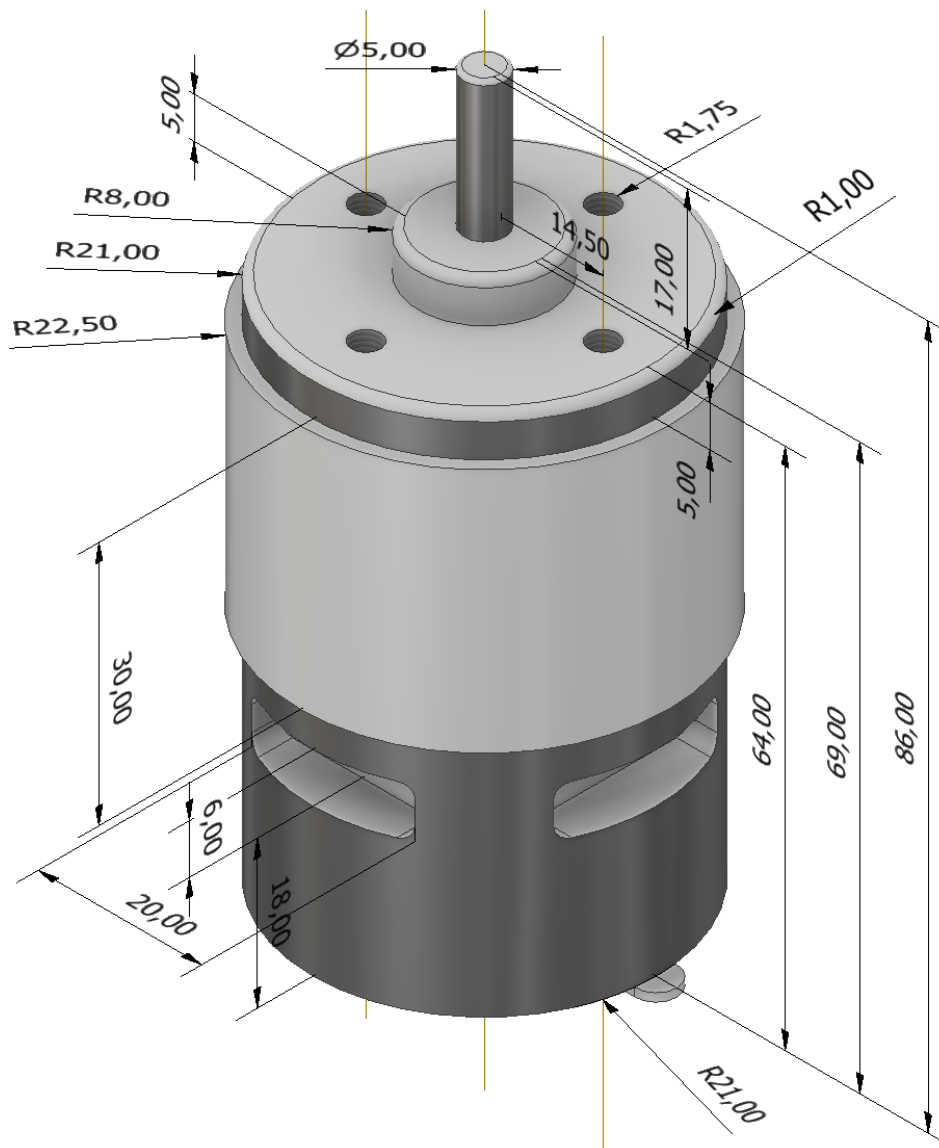
In un ventilatore radiale, l'aria (o il fluido) incontra la girante in direzione assiale e la abbandona in una direzione perpendicolare all'asse. In questo contesto, le pale assumono un'importanza cruciale, e vengono di stinte in tre categorie:

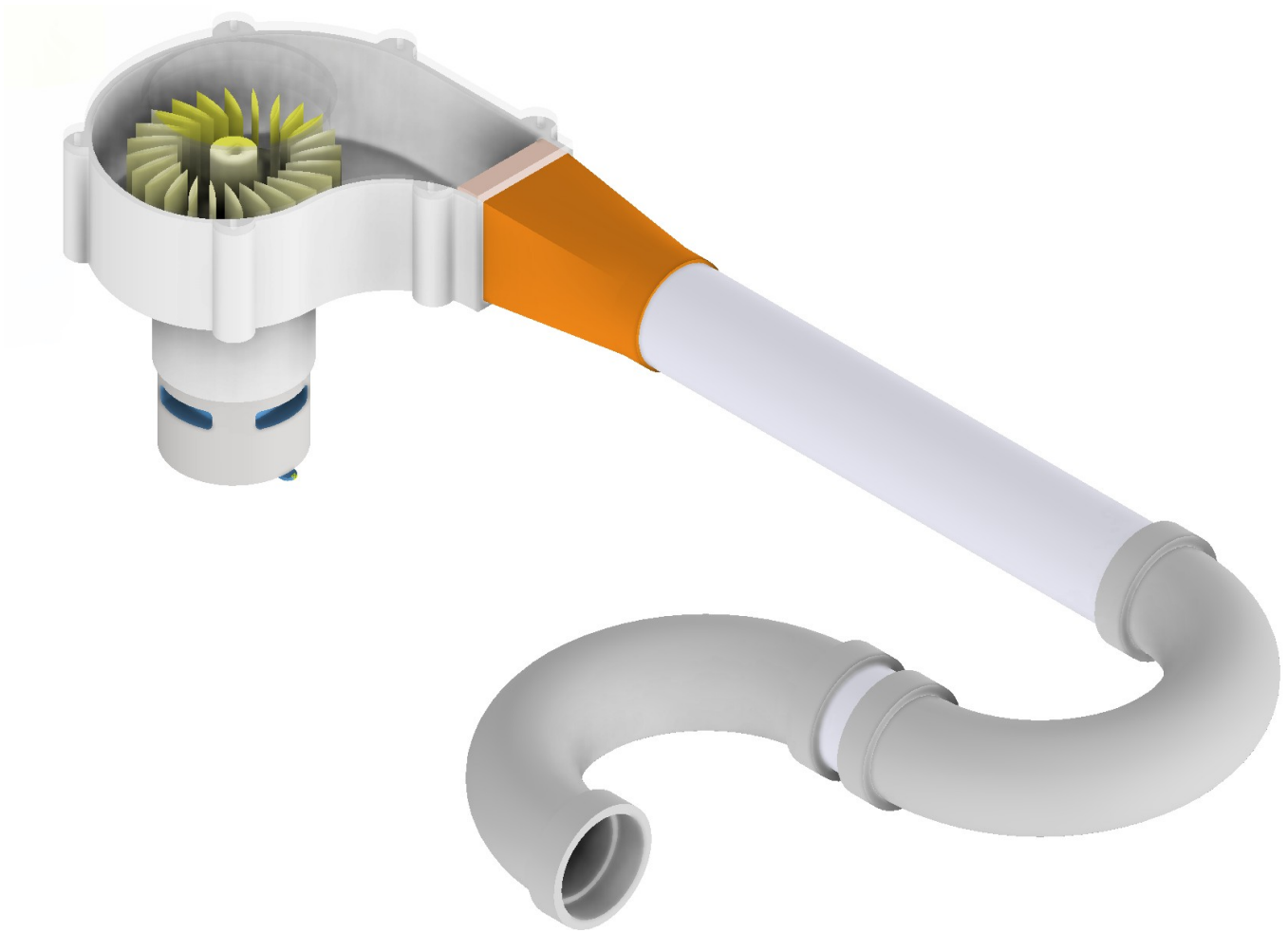
- pale negative: pale dove il fluido viene elaborato con la parte posteriore (convessa)
- pale positive: pale dove il fluido viene elaborato con la parte anteriore (concava)
- pale diritte: pale dove si elabora il fluido indistintamente con la parte posteriore o anteriore, se non sono previsti rinforzi pala da una o dall'altra parte.

Da un punto di vista prestazione, le pale negative hanno tipicamente un rendimento più elevato, in quanto il loro utilizzo comporta una inferiore potenza assorbita, e quindi un minore consumo di energia.

Allo stesso modo, a parità di portata e grandezza, il ventilatore a pale positive offre prestazioni più elevate in termini di pressione, ma anche una maggiore potenza assorbita e quindi un maggiore consumo di energia.







ALIMENTATORE 0-24V / 5°
0-24V / 5A POWER SUPPLY

VENTILATORE CENTRIFUGO STAMPA 3D
3D PRINTED CENTRIFUGAL FAN

ADATTATORE PER TUBO
TUBE ADAPTER

1m TUBO D 32mm
1m TUBE D 32mm

MOTORE DC 795 12V
DC MOTOR 795 12V

CURVE 90°
90° CURVES

ANEMOMETRO
ANEMOMETER



Filettature metriche ISO

Il profilo ideale delle filettature metriche ISO è un triangolo equilatero. Il profilo nominale della madrevite rispetto al profilo di base presenta dei troncamenti, sia in cresta che in fondo, mentre il profilo nominale della vite presenta troncamenti in testa ed arrotondamenti nel fondo. Il profilo di esecuzione di vite e madrevite mostra sempre arrotondamenti nel fondo.

Per designare le filettature metriche ISO bisogna tenere conto che si possono presentare i seguenti casi:

- la filettatura è tra quelle unificate a passo grosso. Ad ogni diametro nominale corrisponde un unico passo. Quindi vengono designate con il simbolo M seguito dal valore del diametro nominale.
- la filettatura è tra quelle unificate a passo fine: poiché in questo caso ad ogni diametro nominale corrisponde un passo diverso da quello grosso e talvolta corrispondono anche più passi allora si è deciso di designare tali filettature con il simbolo M seguito dal valore del diametro nominale, dal segno \times di moltiplicazione e dal valore del passo.
- la filettatura è metrica non unificata. La si designa come segue: si indicano nell'ordine il diametro nominale, il segno \times di moltiplicazione, il valore del passo e infine il simbolo M.

Filettature Whitworth

Il profilo ideale delle filettature Whitworth è un triangolo isoscele con angolo al vertice di 55° . Il profilo di esecuzione presenta arrotondamenti rispetto al profilo di base. Si osservi che le dimensioni che proporzionano la forma del filetto (parametro H) sono funzioni del passo. Rispetto al sistema ISO, abbiamo quindi un diverso angolo del profilo e la presenza di un arrotondamento anche sulla cresta. Inoltre, a parità di diametro, il passo Whitworth è maggiore del passo grosso ISO.

Le Withworth hanno costituito la base di molti sistemi di filettature (in particolare di quelle gas) e sono state le prime ad essere unificate nel 1841.

Le filettature Whitworth sono designate indicando: il diametro nominale (espresso in pollici o frazioni di pollici), seguito dalla lettera W. Se la filettatura non è unificata, si indica nell'ordine: diametro nominale (in pollici), segno \times di moltiplicazione, numero di filetti per pollice e alla fine il simbolo W.

Filettature GAS

Né le filettature metriche ISO, né le Withworth garantiscono tenuta tra vite e madrevite quando si tratta di passaggio di fluidi, mentre le filettature GAS lo fanno. La stessa denominazione infatti, deriva da loro impiego iniziale proprio nelle condutture di gas. Il profilo di queste filettature è lo stesso di quello delle Withworth, ma i passi sono più fini.

Il diametro nominale è convenzionale: si riferisce al diametro interno teorico del tubo su cui è usata la filettatura.

Le norme UNI ISO 228 e UNI ISO 7 (che hanno sostituito rispettivamente la UNI 338 e la UNI 339) distinguono le filettature gas in:

- filettature per tubazioni non a tenuta stagna: il collegamento avviene con una vite e madrevite cilindrica, in cui il numero maggiore di filetti per pollice rispetto alla Whitworth non garantisce l'ermeticità, che è affidata alla presenza delle guarnizioni;
- filettature per tubi a tenuta stagna: la tenuta stagna sul filetto si ottiene con l'accoppiamento di una vite conica in una madrevite cilindrica o conica.

La filettatura gas cilindrica per accoppiamenti non a tenuta stagna prevede due classi di tolleranza:

- A, più ristretta;
- B, più ampia.

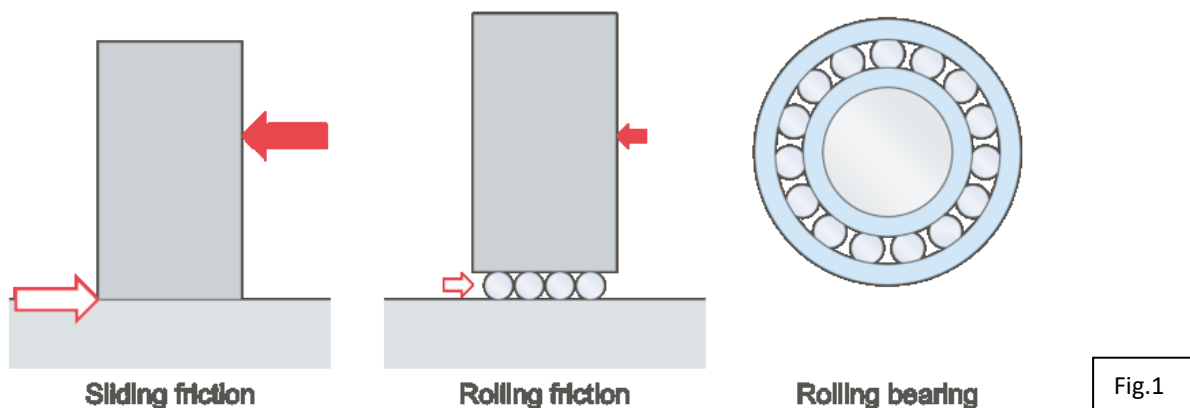
La designazione è indicata dalla lettera G seguita dal valore (in pollici) del diametro nominale e dalla classi di tolleranza A o B di appartenenza.

CUSCINETTI VOLVENTI E APPLICAZIONI

I cuscinetti volventi supportano e guidano, con minimo attrito (fig. 1), elementi rotanti od oscillanti - come alberi, assi o ruote - e trasferiscono i carichi tra i componenti della macchina.

Offrono alta precisione e basso attrito, quindi consentono elevate velocità di rotazione, riducendo, al contempo, livelli di rumorosità, calore, consumo di energia e usura.

Sono elementi macchina economici e intercambiabili, che, tipicamente, seguono specifiche normative internazionali.



CUSCINETTI A SFERE E A RULLI

I due tipi base di cuscinetti volventi si distinguono per i due tipi base di elementi volventi:

- sfere → cuscinetto a sfere
- rulli → cuscinetto a rulli

Sfere e rulli si differenziano per il tipo di contatto con le piste.

Le sfere realizzano un contatto per punti con le piste dell'anello (fig. 2).

Con l'aumentare del carico sul cuscinetto, il punto di contatto si trasforma in un'area ellittica. La piccola area di contatto consente un basso attrito di rotolamento, che permette ai cuscinetti a sfere di supportare velocità elevate, ma ne limita la capacità di carico.

I rulli realizzano un contatto lineare con le piste dell'anello (fig. 3).

Con l'aumentare del carico sul cuscinetto, la linea di contatto si trasforma in un'area piuttosto rettangolare. Data l'area di contatto più ampia, e quindi il maggiore attrito, i cuscinetti a rulli possono supportare carichi più pesanti, ma velocità più basse rispetto agli omologhi a sfere.

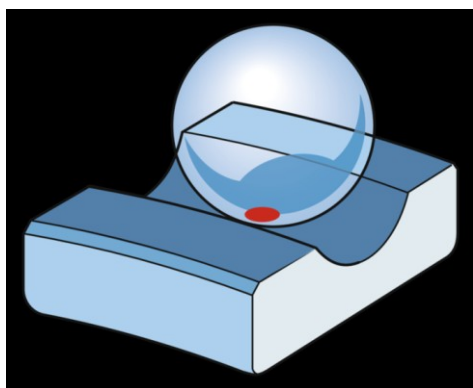


Fig.2

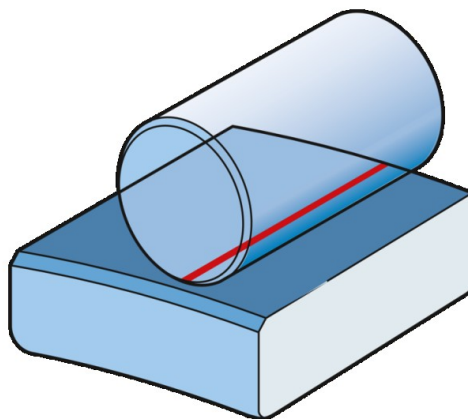


Fig.3

CUSCINETTI RADIALI E ASSIALI

I cuscinetti volventi sono classificati in due gruppi in base alla direzione in cui agisce il carico che prevalentemente sopportano:

- radiali
- assiali

CUSCINETTI RADIALI

I cuscinetti radiali sopportano carichi che agiscono in prevalenza in direzione verticale rispetto all'albero. Alcuni cuscinetti radiali possono sopportare carichi puramente radiali, mentre la maggior parte può sopportare anche alcuni carichi assiali in una direzione e, in alcuni casi, in entrambe le direzioni (fig. 4).

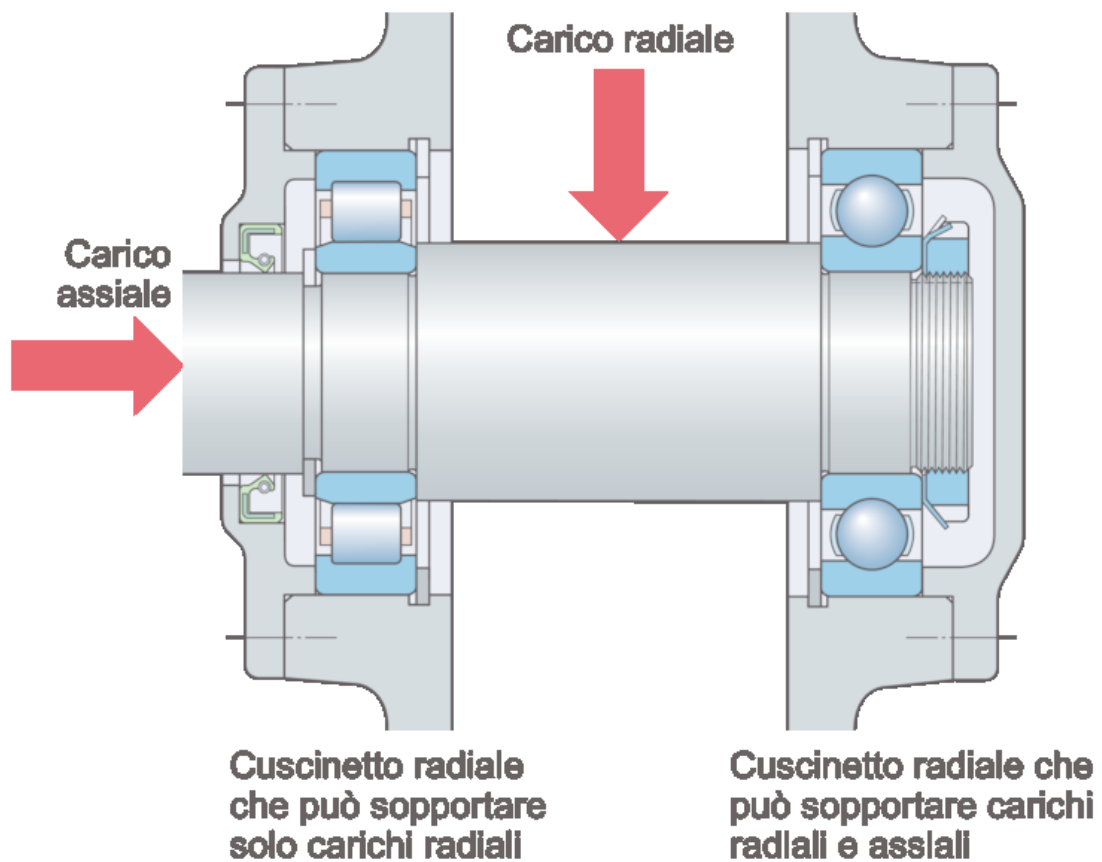


Fig.4

CUSCINETTI ASSIALI

I cuscinetti assiali sopportano carichi che agiscono prevalentemente lungo l'asse dell'albero. In base al design, i cuscinetti assiali possono sopportare carichi puramente assiali in una o ambo le direzioni (fig. 5), e alcuni possono sopportare anche carichi radiali (carichi combinati, fig. 6).

Dato il loro design, i cuscinetti assiali non possono sopportare velocità analoghe a quelle dei cuscinetti radiali delle stesse dimensioni.

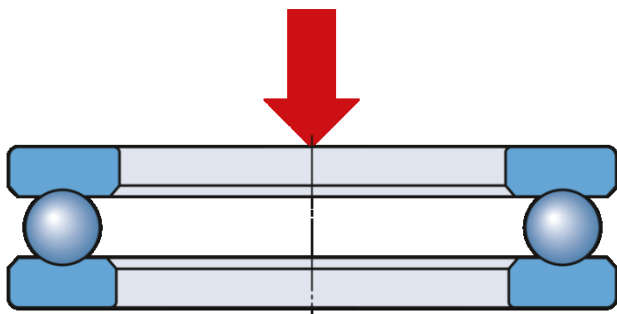


Fig.5

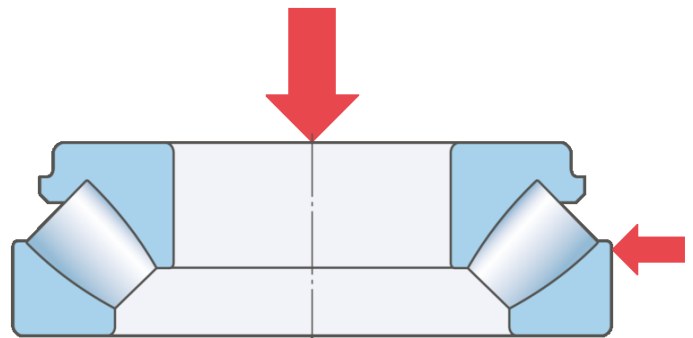


Fig.6

L'angolo di contatto (fig. 7) determina il gruppo di appartenenza del cuscinetto. I cuscinetti con angolo di contatto $\leq 45^\circ$ sono radiali, mentre gli altri sono assiali.

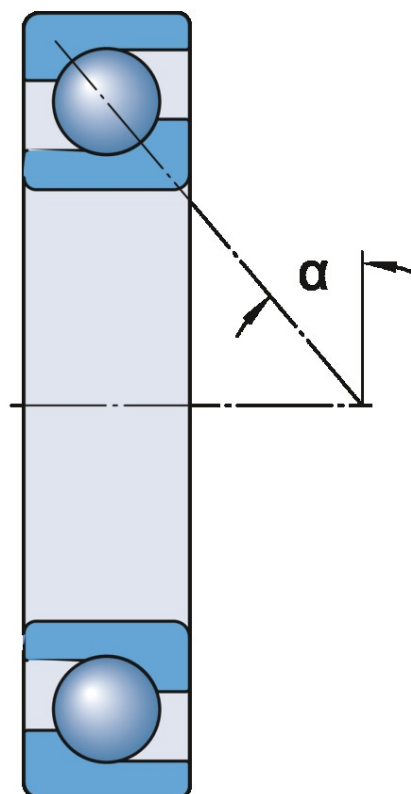


Fig.7

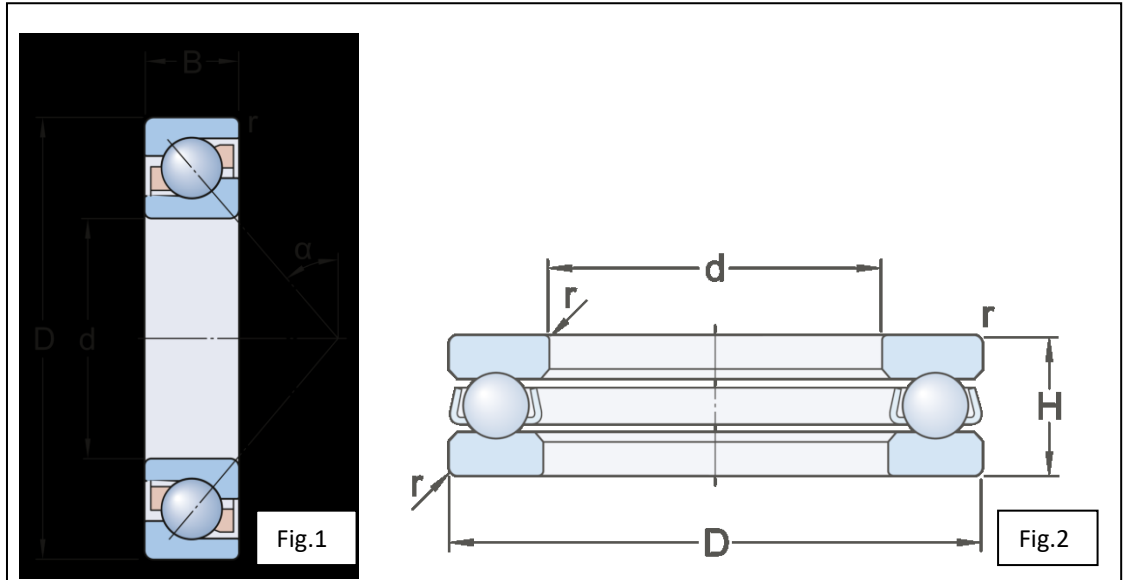
TERMINOLOGIA

Di seguito sono spiegati alcuni termini di uso frequente inerenti ai cuscinetti. Una raccolta esauriente di termini e definizioni specifiche per i cuscinetti sono contenute nella norma ISO 5593 Cuscinetti volventi – Vocabolario1.

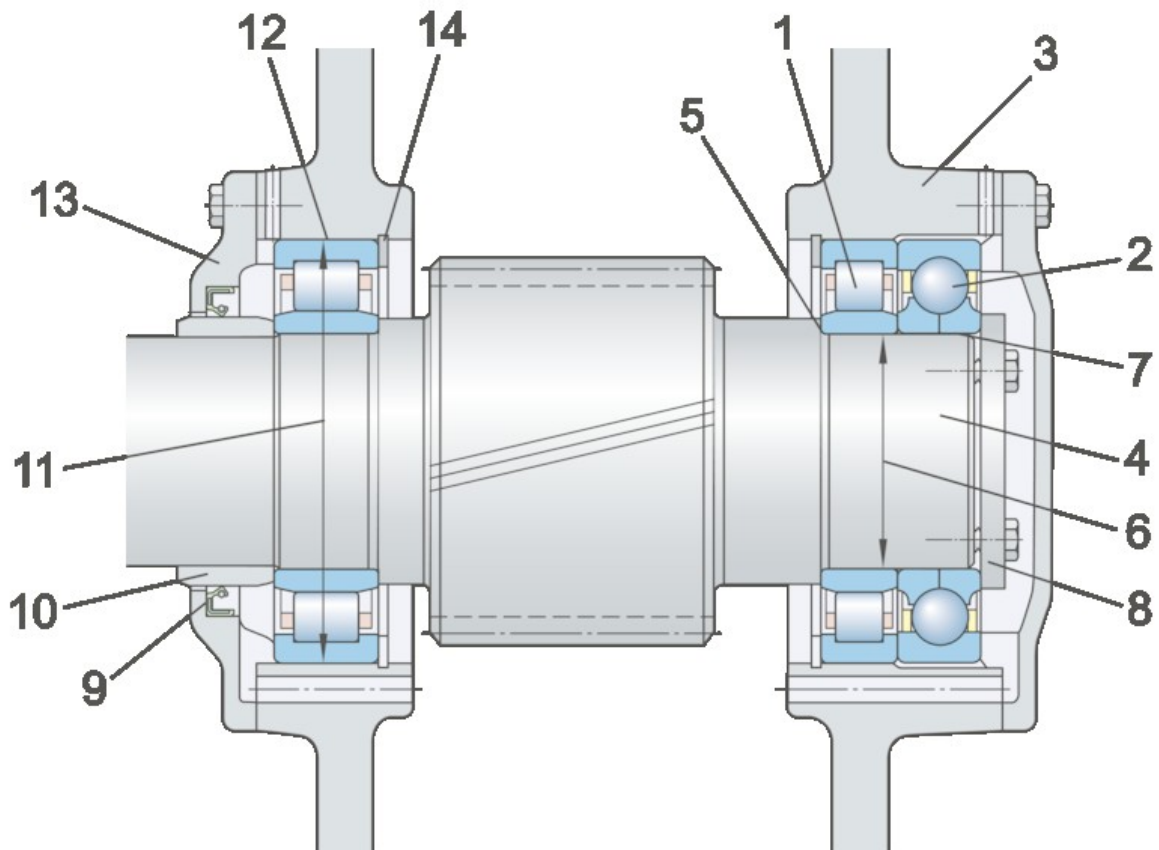
SIMBOLI

La maggior parte dei simboli adottati in questo catalogo sono conformi alle norme ISO. I simboli più comuni sono illustrati nelle fig. 1 e fig. 2.

d	Diametro foro
D	Diametro esterno
B	Larghezza cuscinetto
H	Altezza del cuscinetto
r	Dimensioni del raccordo
α	Angolo di contatto

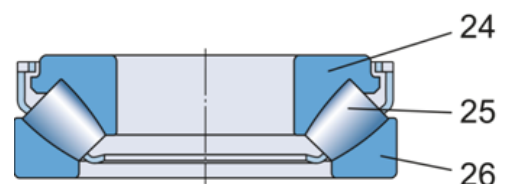
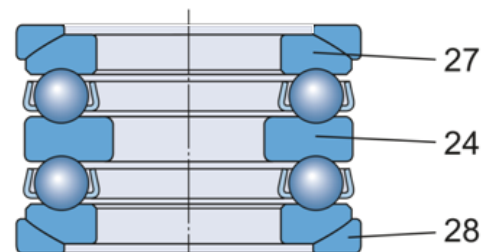
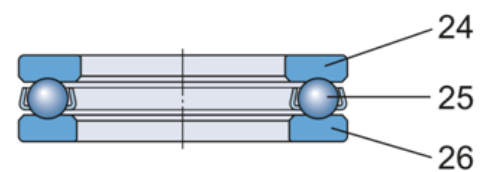
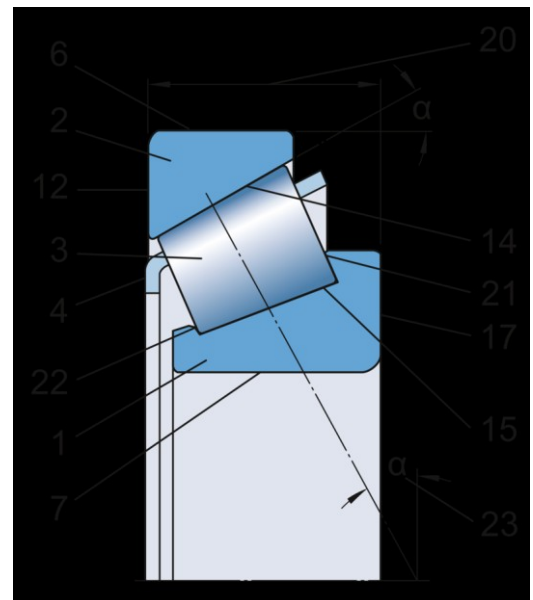
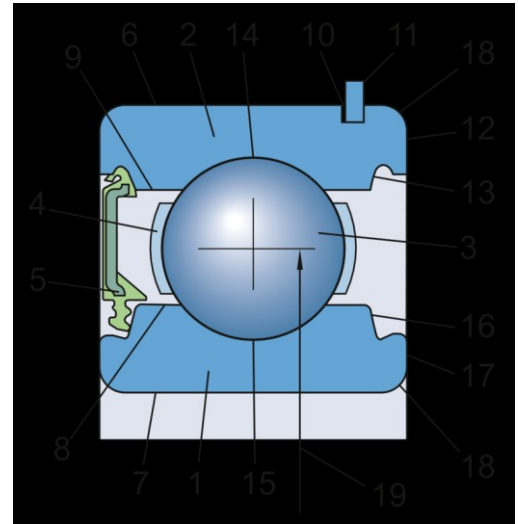


TERMINOLOGIA - SISTEMA ALBERO-CUSCINETTO-ALLOGGIAMENTO



1. Anello interno
2. Anello esterno
3. Corpo volvente:
 - sfera,
 - rullo cilindrico,
 - rullino,
 - rullo conico,
 - rullo sferico,
 - rullo toroidale
4. Gabbia
5. Dispositivo di protezione
 - Tenuta (realizzata in elastomero)
 - Schermo (realizzato in lamierino d'acciaio)
6. Superficie esterna dell'anello esterno
7. Foro dell'anello interno
8. Superficie spallamento dell'anello interno
9. Superficie spallamento dell'anello esterno
10. Scanalatura per anello di ancoraggio
11. Anello di ancoraggio
12. Facciata laterale dell'anello esterno
13. Rientranza per dispositivo di protezione
14. Pista dell'anello esterno
15. Pista dell'anello interno
16. Rientranza per dispositivo di protezione
17. Facciata laterale dell'anello interno
18. Raccordo
19. Diametro del cerchio primitivo del cuscinetto
20. Larghezza totale del cuscinetto
21. Flangia di guida
22. Flangia di ritenzione
23. Angolo di contatto

24. Ralla interna
25. Gruppo corpo volvente e gabbia
26. Ralla esterna
27. Ralla esterna con superficie sferica
28. Ralla esterna



COMPONENTI DEI CUSCINETTI

Un cuscinetto volvente tipico è formato dai seguenti componenti (fig. 1):

- un anello interno
- un anello esterno
- sfere o rulli, come elementi volventi
- una gabbia

Esistono diversi tipi di cuscinetti con dispositivi di protezione, schermi o tenute, incorporati su uno o entrambi i lati, I cuscinetti con dispositivo di protezione su ambo i lati sono riempiti di grasso in fase di produzione.

Offrono una soluzione economica e di poco ingombro, rispetto ai sistemi di tenuta esterni.

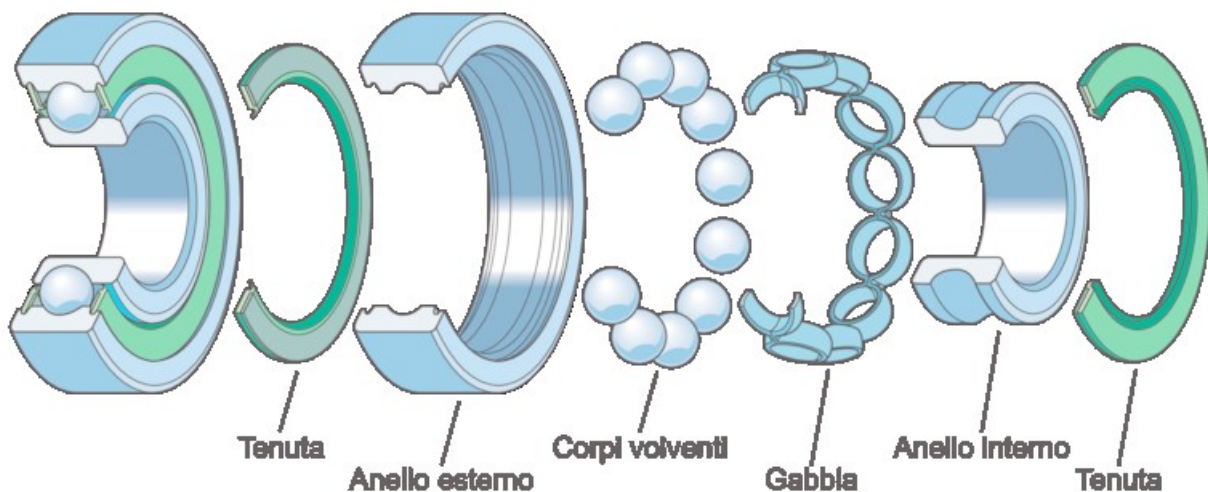


Fig.1

La pressione sulle aree di contatto di rotolamento e il rotolamento ciclico determina la fatica degli anelli del cuscinetto, quando questo è in funzione. Per ovviare al problema della fatica, gli anelli in acciaio devono essere temprati.

L'acciaio standard per anelli dei cuscinetti è il 100Cr6, contenente circa l'1% di carbonio e l'1,5% di cromo.

Gli anelli e le ralle dei cuscinetti SKF sono realizzati in acciaio in conformità a specifiche SKF.

Tali specifiche coprono tutti gli aspetti importanti per assicurare una lunga durata di esercizio del cuscinetto. In base ai requisiti specifici, SKF utilizza acciai inossidabili o acciai per alte temperature.

Gli elementi volventi (sfere o rulli) trasferiscono il carico tra gli anelli interno ed esterno.

Di norma, per gli elementi volventi si utilizza lo stesso acciaio degli anelli interni e delle ralle.

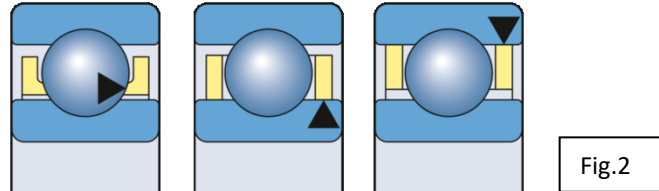
Se richiesto, gli elementi volventi possono essere realizzati in materiale ceramico. I cuscinetti con elementi volventi in ceramica sono considerati cuscinetti ibridi e sono sempre più diffusi.

Una gabbia assolve principalmente i seguenti compiti:

- separare gli elementi volventi, per ridurre il calore da attrito generato nel cuscinetto
- mantenere gli elementi volventi a una distanza uniforme per ottimizzare la distribuzione del carico
- guidare gli elementi volventi nella zona scarica del cuscinetto
- trattenere in posizione gli elementi volventi nel caso di montaggio o smontaggio di un anello in cuscinetti separabili

Le gabbie possono essere centrate in direzione radiale (fig. 2) su:

- elementi volventi
- anello interno
- anello esterno



Le gabbie centrate sugli elementi volventi facilitano la penetrazione del lubrificante nel cuscinetto. Le gabbie centrate sugli anelli, che assicurano una maggior precisione di guida, solitamente vengono impiegate quando i cuscinetti devono sopportare alte velocità, elevati livelli di vibrazione o forze d'inerzia determinate da movimenti dell'intero cuscinetto.

I tipi principali di gabbia sono:

- **Gabbie stampate in metallo (fig. 3)**

Le gabbie stampate in metallo (lamiera d'acciaio o talvolta lamiera di ottone) sono leggere e possono sopportare temperature elevate.

- **Gabbie massicce in metallo (fig. 4)**

Le gabbie massicce in metallo sono realizzate in ottone o, talvolta, acciaio o lega leggera. Consentono velocità, temperature, accelerazioni e livelli di vibrazione elevati.

- **Gabbie in polimero (fig. 5)**

Le gabbie in polimero sono realizzate in poliammide 66 (PA66), poliammide 46 (PA46) o, talvolta, polietereeterchetone (PEEK), oppure altri materiali polimerici. Le buone proprietà di scorrimento delle gabbie in polimero consentono basso attrito e, di conseguenza, velocità elevate. In condizioni di lubrificazione insufficiente, queste gabbie permettono di ridurre il rischio di grippaggio e danni secondari, poiché possono operare con lubrificazione limitata per un certo periodo di tempo.

- **Gabbie a perni (fig. 6)**

Le gabbie a perni in acciaio necessitano di rulli forati e vengono utilizzate solamente con i cuscinetti a rulli di grandi dimensioni. Si tratta di gabbie relativamente leggere, che permettono di incorporare un gran numero di rulli.



Fig.3



Fig.4



Fig.5



Fig.6

I SISTEMI DI TENUTA INTEGRATI

I sistemi di tenuta integrati possono prolungare notevolmente la durata di esercizio dei cuscinetti realizzando la ritenzione del lubrificante e l'esclusione degli agenti contaminanti. I cuscinetti SKF sono disponibili con diversi tipi di dispositivi di protezione:

Schermi

Tra anello interno e schermo è presente una piccola luce.

I cuscinetti con schermi (fig. 7) si utilizzano in condizioni di esercizio relativamente pulite, oppure se è importante mantenere basso l'attrito per motivi di velocità o temperature di esercizio.

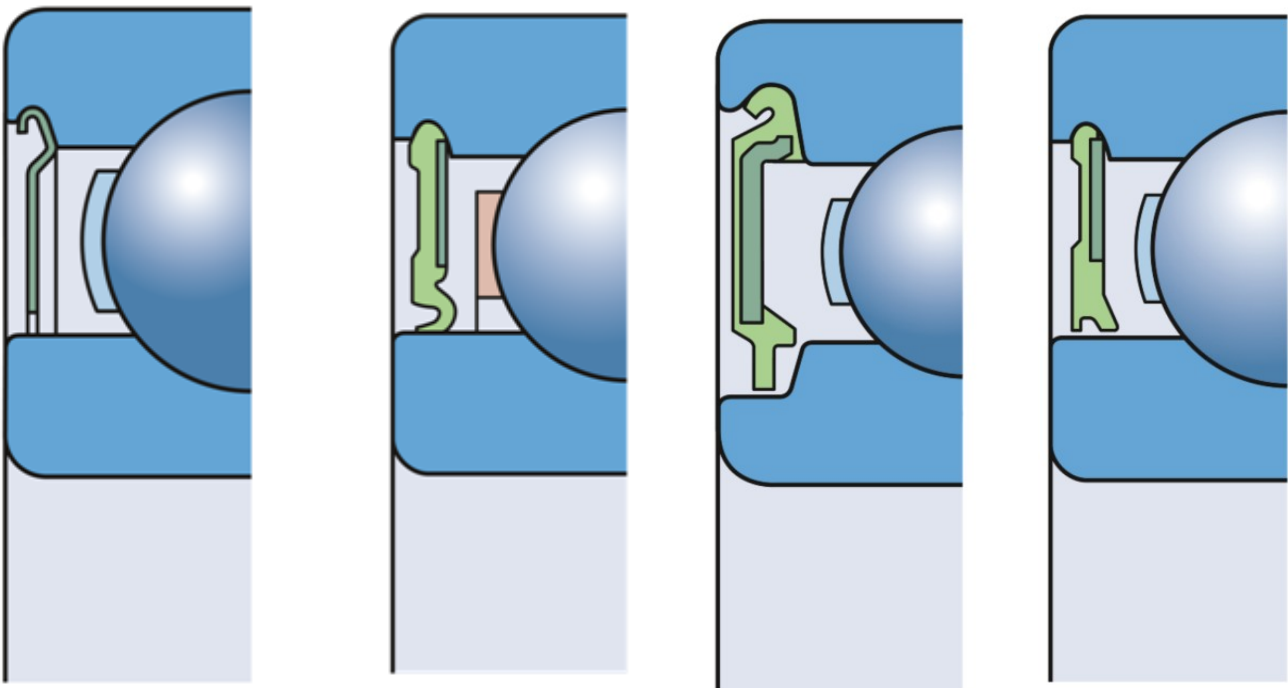
Tenute

I cuscinetti con tenute sono preferibili per le disposizioni destinate ad applicazioni moderatamente contaminate.

Se non è possibile escludere la presenza di acqua o umidità, tipicamente, si utilizzano tenute striscianti (fig. 8).

Queste tenute realizzano un contatto vantaggioso con la superficie di scorrimento su uno degli anelli del cuscinetto.

Le tenute a basso attrito (fig. 9) e le tenute non striscianti (fig. 10) consentono il funzionamento alle stesse velocità dei cuscinetti con schermi, ma sono più efficienti in termini di tenuta.



Per il supporto nella posizione libera viene utilizzato un cuscinetto a rulli cilindrici, mentre per il supporto in quella di vincolo una coppia di cuscinetti obliqui a una corona di sfere per montaggio universale.

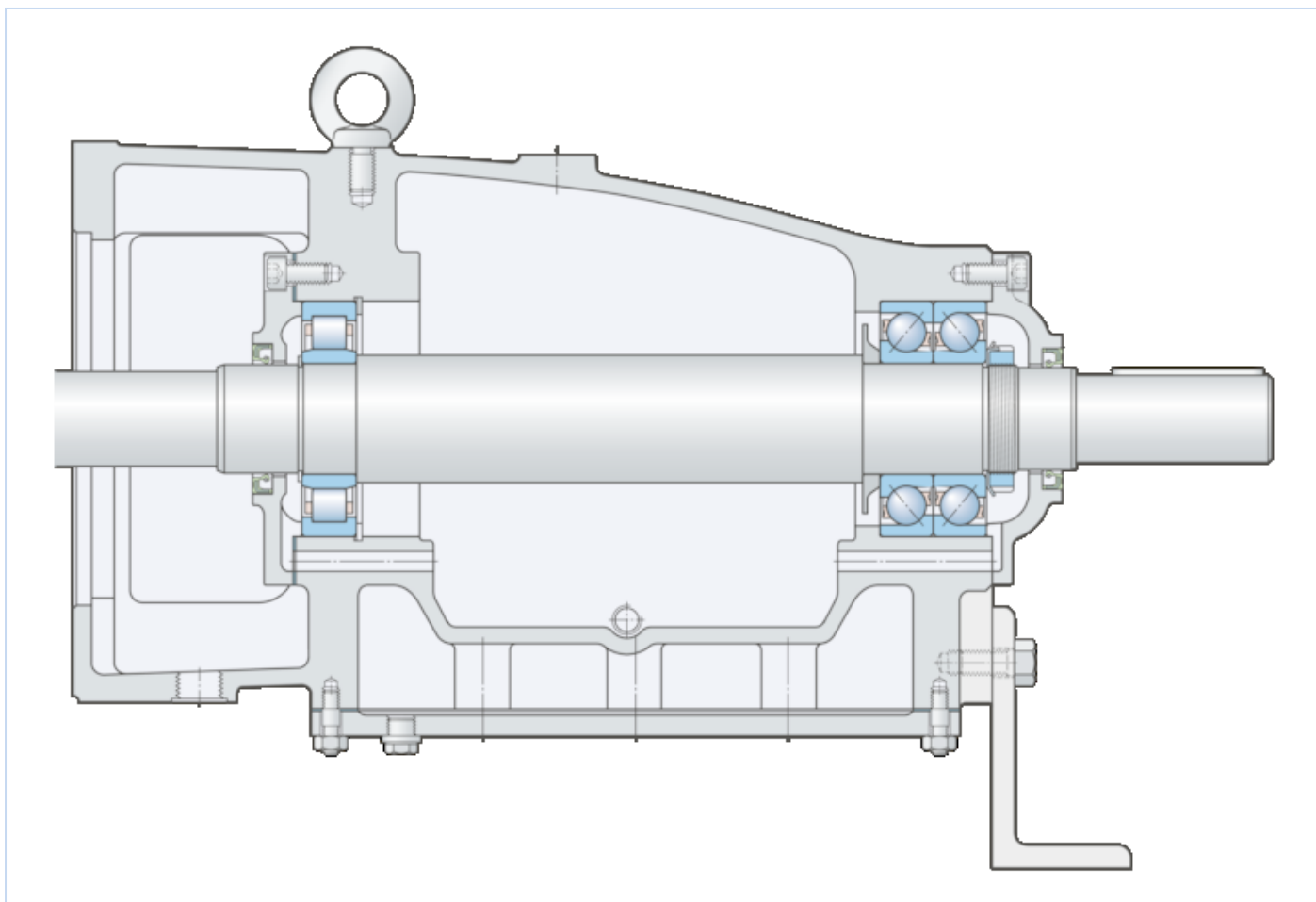
Il cuscinetto a rulli cilindrici serie NU viene utilizzato per le seguenti ragioni:

- Può consentire la dilatazione termica dell'albero al suo interno.
- L'anello interno è scomponibile, quindi può essere separato da quello esterno con rulli e gabbia – ciò semplifica il montaggio della pompa e consente accoppiamenti con interferenza su entrambi gli anelli interno ed esterno.

Per quanto concerne i cuscinetti obliqui a una corona di sfere per montaggio universale:

- I cuscinetti a sfere con angolo di 40° sono adatti per sopportare pesanti carichi assiali a velocità da medie a elevate.
- I cuscinetti sono disposti ad "O", con gli anelli interni vincolati e montati con interferenza sull'albero. Dato che il gioco della coppia viene controllato vincolando gli anelli interni, gli anelli esterni possono essere posizionati nell'alloggiamento tra uno spallamento e un coperchio, eliminando la necessità del vincolo di precisione.

Entrambe le sedi dei cuscinetti nell'alloggiamento sono lavorate in una posizione di vincolo per mantenere un buon allineamento. Il disallineamento è inferiore a 2 minuti di arco, ovvero entro limiti accettabili per la coppia di cuscinetti obliqui a sfere e il cuscinetto a rulli cilindrici.



VIBROVAGLIO

Il vibrovaglio, o vaglio circolare, è uno strumento utilizzato per la setacciatura (o vagliatura) di sostanze granulari e che consente la classificazione e il controllo qualitativo di polveri, granulati e materiale solido in genere, secco o umido.

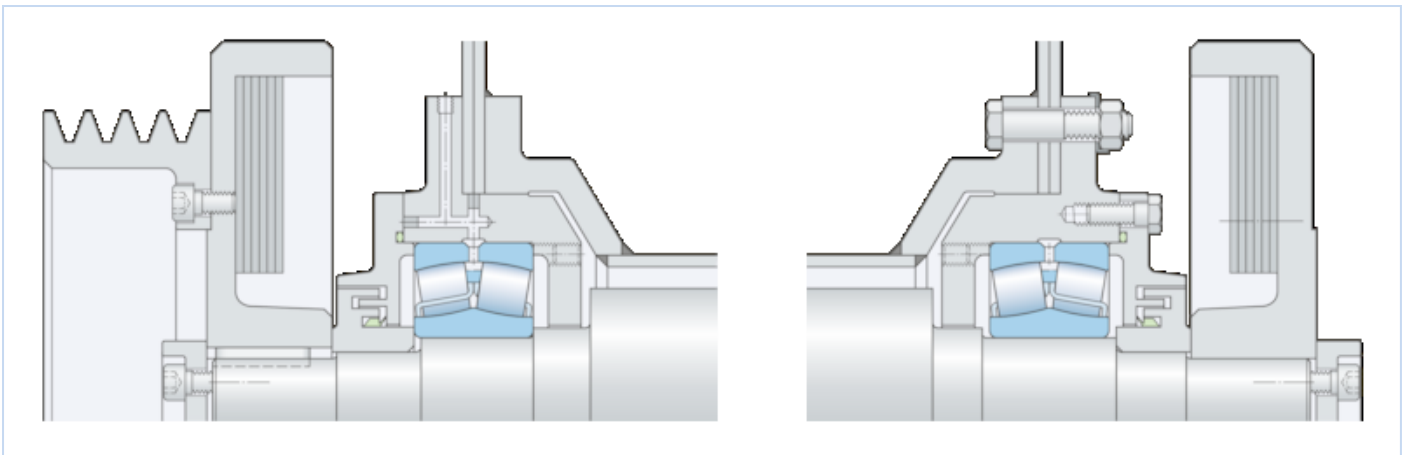
Viene utilizzata una disposizione con cuscinetti per lato di vincolo/ libero.

Il cuscinetto sul lato della trasmissione è quello di vincolo. Ciò limita lo spostamento assiale della puleggia di trasmissione, consentendo di risparmiare energia e prolungare la durata della cinghia.

Il cuscinetto opposto per la posizione libera consente lo spostamento assiale determinato dalla dilatazione termica dell'albero.

I cuscinetti sono a una distanza di 3 metri e la struttura del vibrovaglio è formata da componenti in acciaio saldati e imbullonati. La deflessione dell'albero e il disallineamento dei supporti sotto carico impone cuscinetti in grado di compensare il disallineamento.

Per questo nuovo vibrovaglio sono stati scelti cuscinetti orientabili a rulli, la soluzione tipica. Possono sopportare carichi pesanti e il disallineamento tra anello interno ed esterno, senza alcuna riduzione della durata di esercizio.



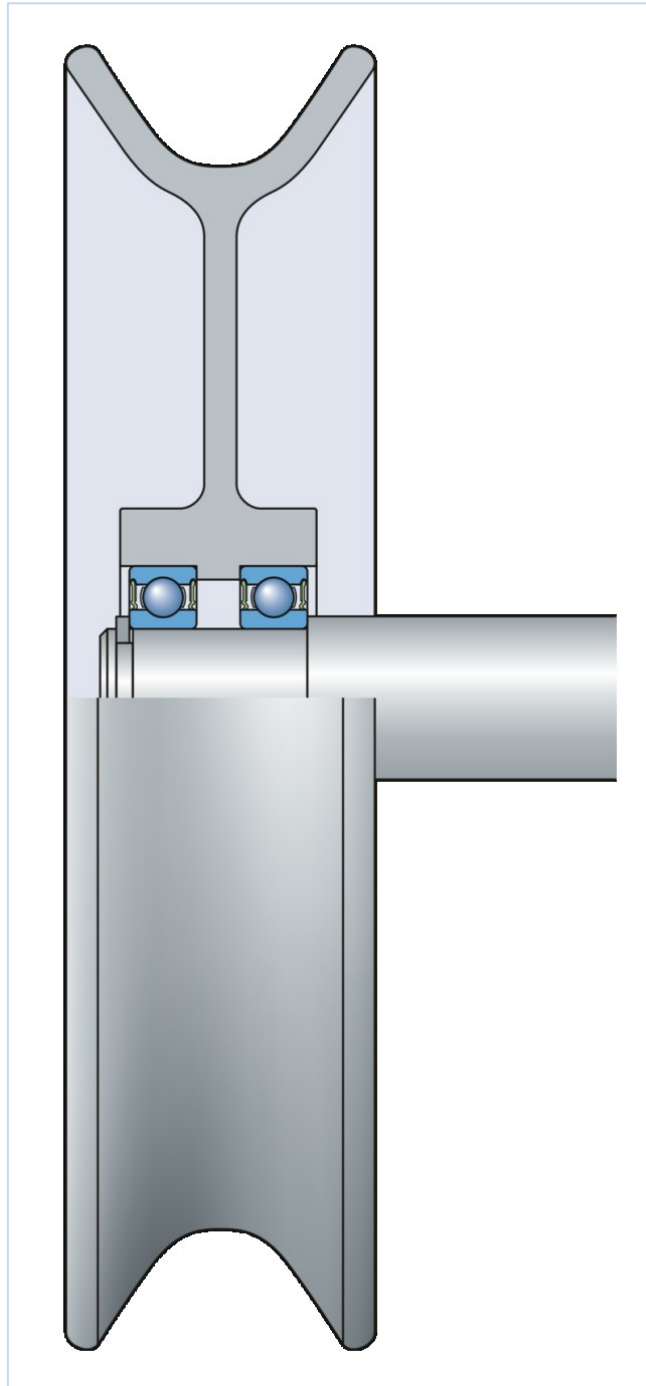
PULEGGIA A GOLA

Questo esempio mostra la procedura per la scelta dei cuscinetti per un'applicazione con pulegge a gola in una macchina da carta. Dati i carichi leggeri e le velocità moderate, le pulegge a gola utilizzano due cuscinetti radiali a sfere.

Per assicurare lunghi periodi senza manutenzione, sono necessari cuscinetti schermati.

I cuscinetti radiali a sfere SKF sono disponibili con tenute in varie esecuzioni.

Viene utilizzata una disposizione di cuscinetti flottante, in cui ogni cuscinetto vincola la puleggia assialmente in una direzione e la disposizione completa può muoversi in direzione assiale per una piccola distanza tra le due posizioni estreme.



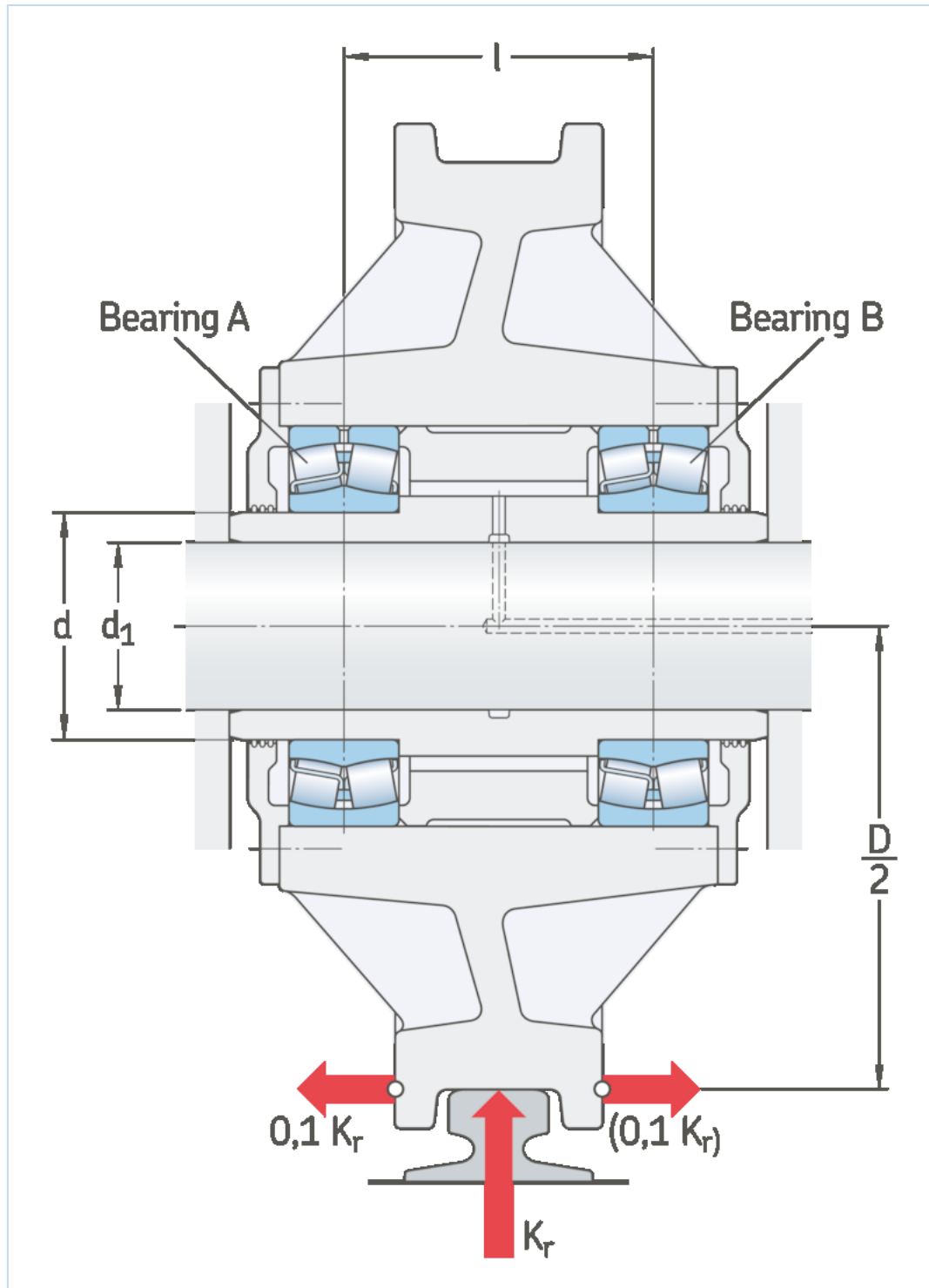
RUOTE DI SUPPORTO

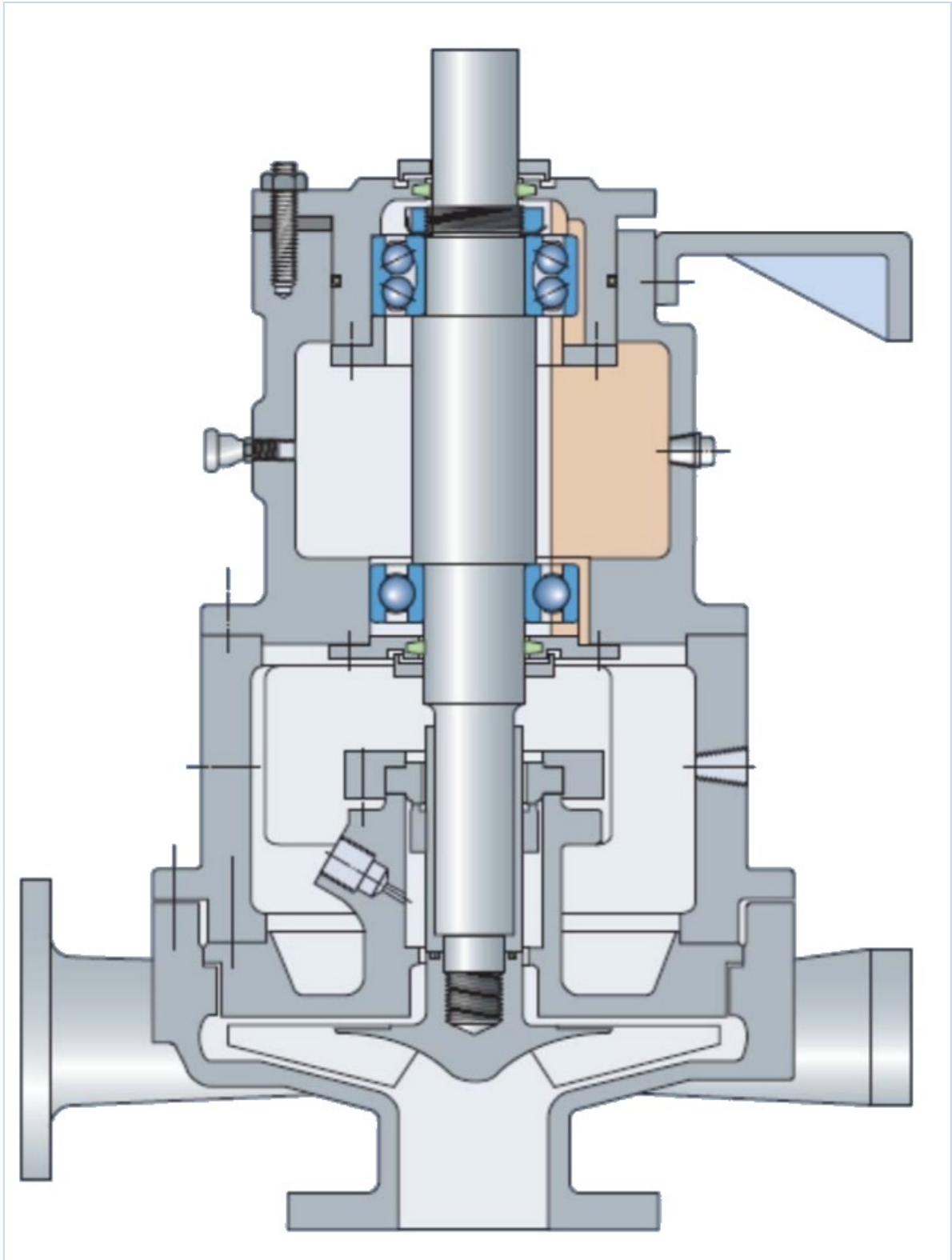
Quest'esempio mostra la procedura di scelta dei cuscinetti per la ruota di supporto di una gru.

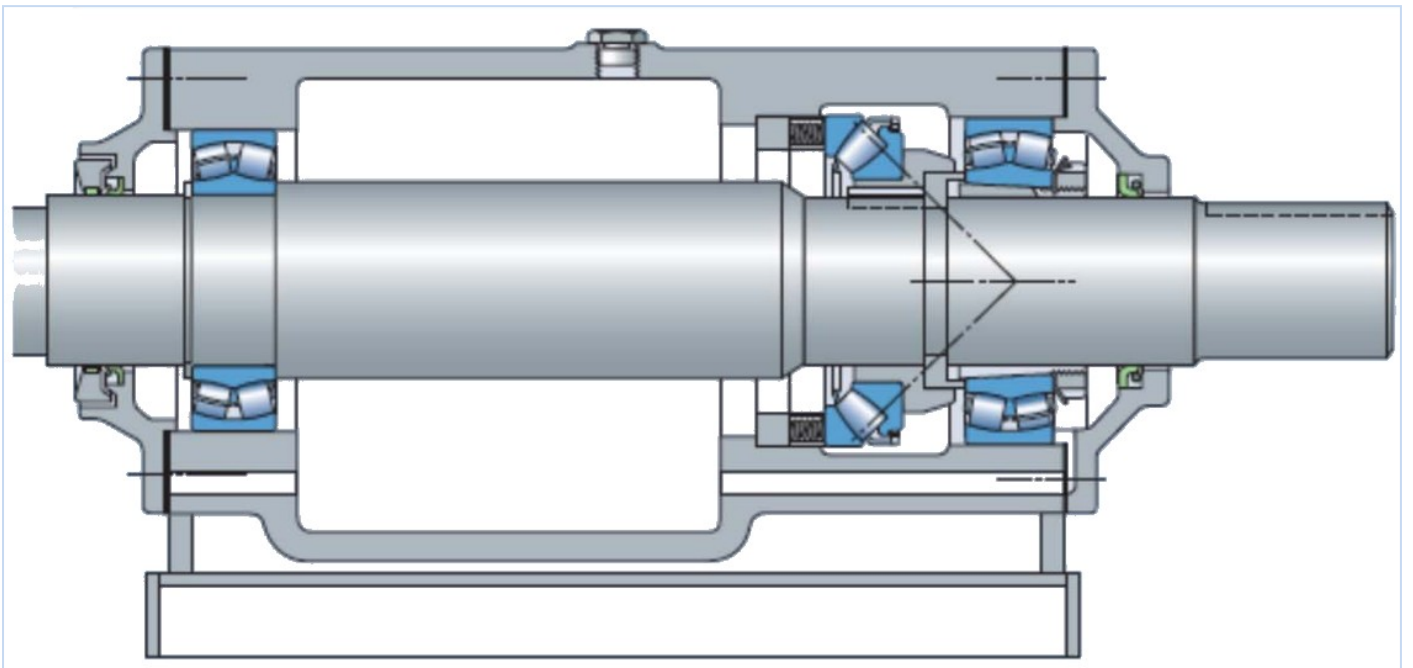
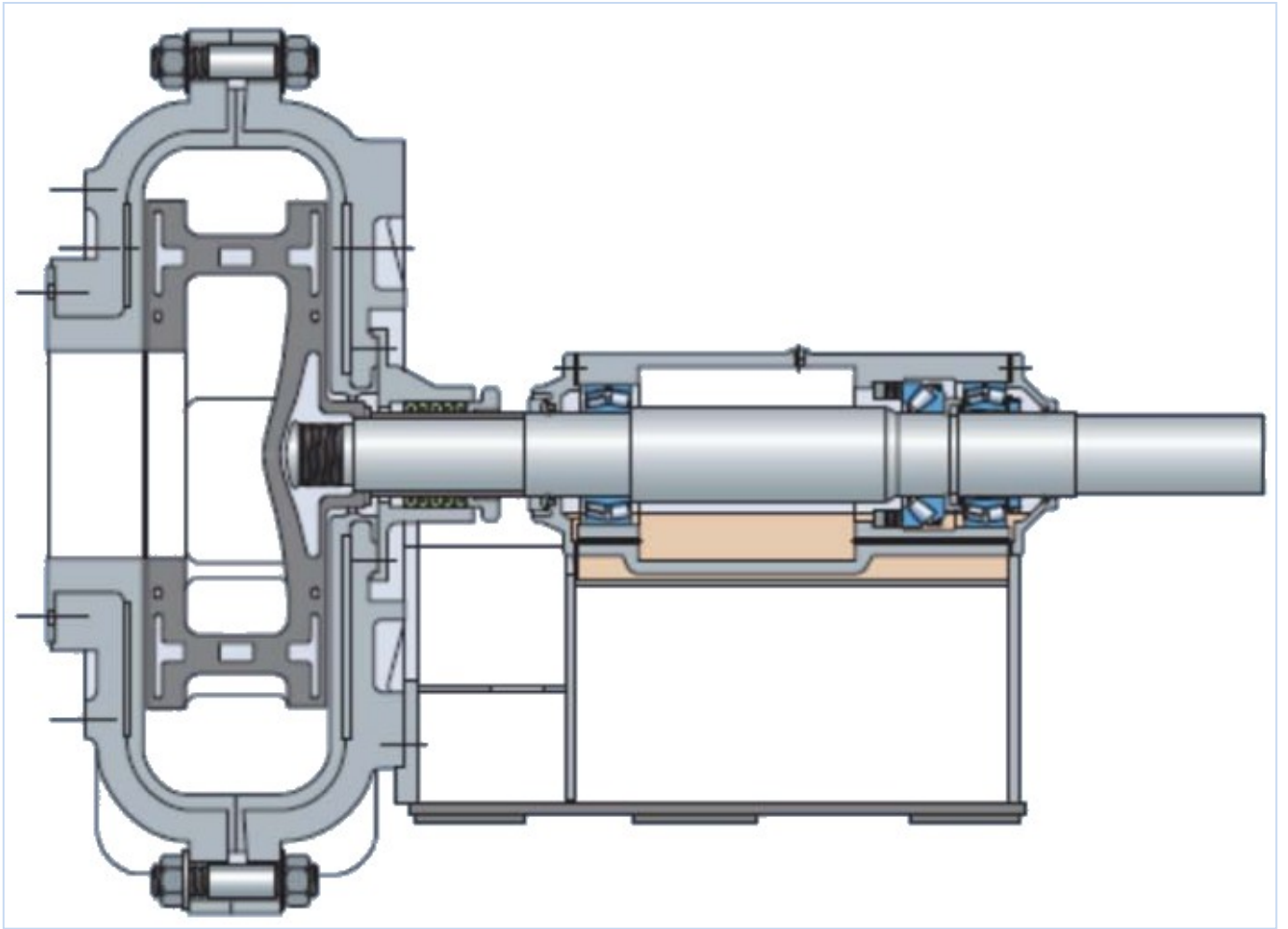
La ruota di supporto è dotata di due flange che guidano la gru sulla rotaia.

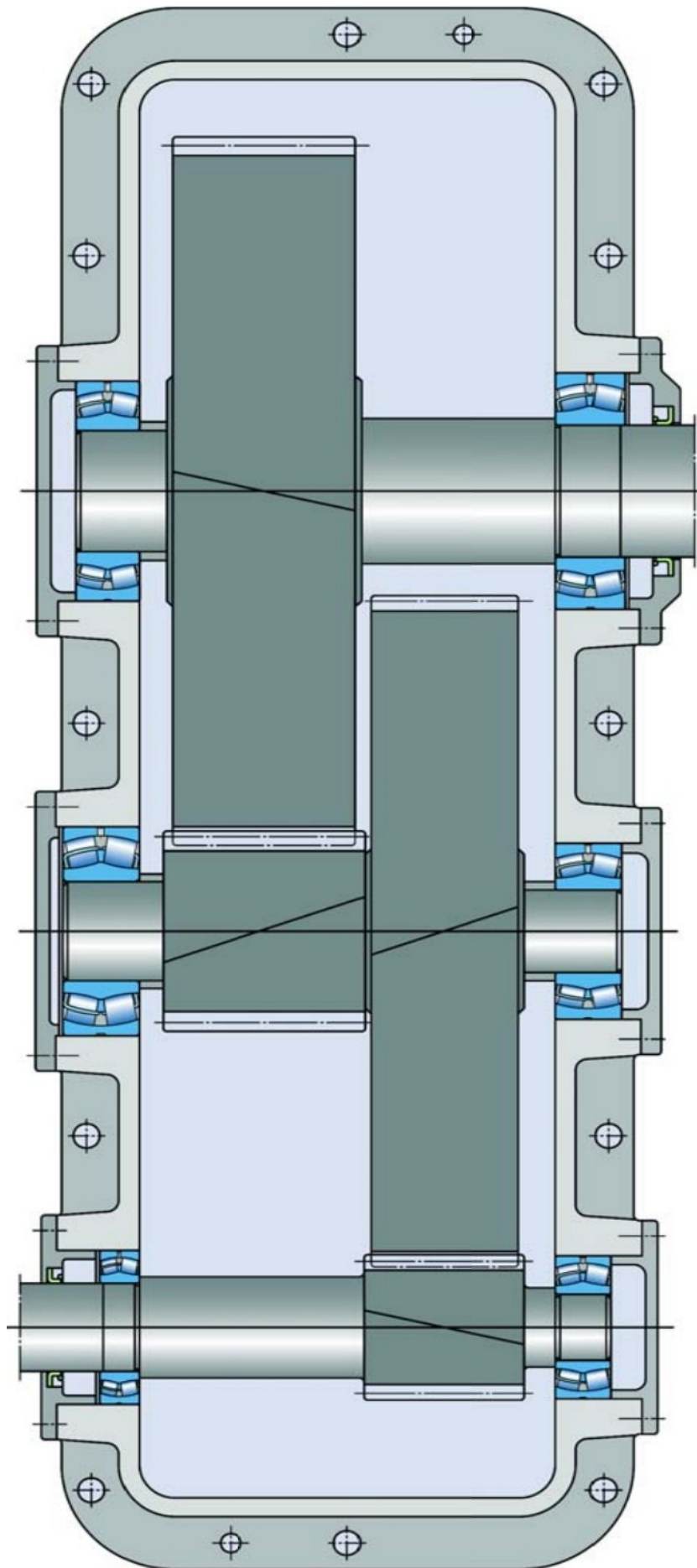
I cuscinetti sono montati su una bussola intermedia, supportata da un asse fisso.

Un accoppiamento lasco tra bussola intermedia e asse fisso risulta vantaggioso, perché facilita il montaggio del gruppo ruota sulla struttura della gru.

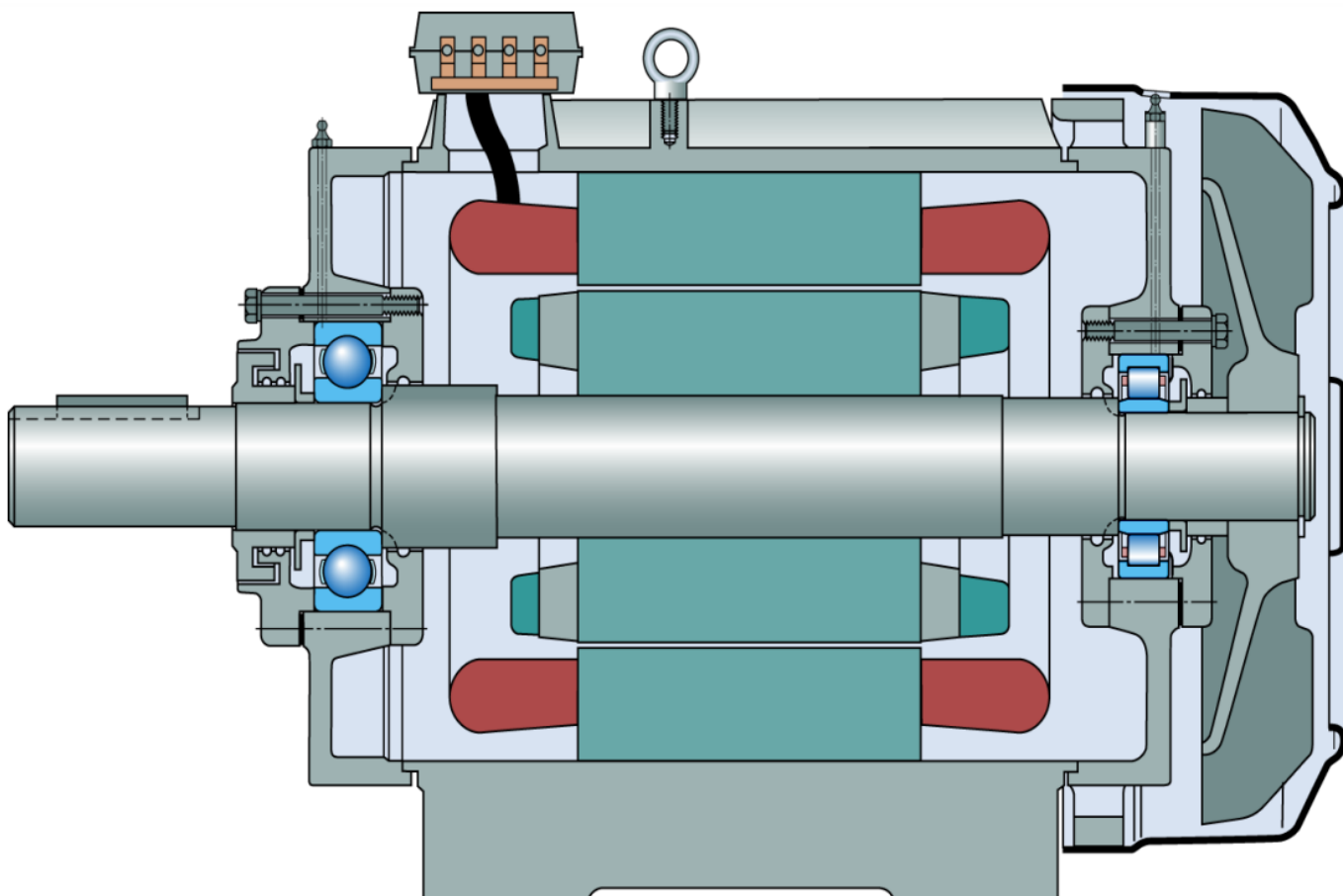




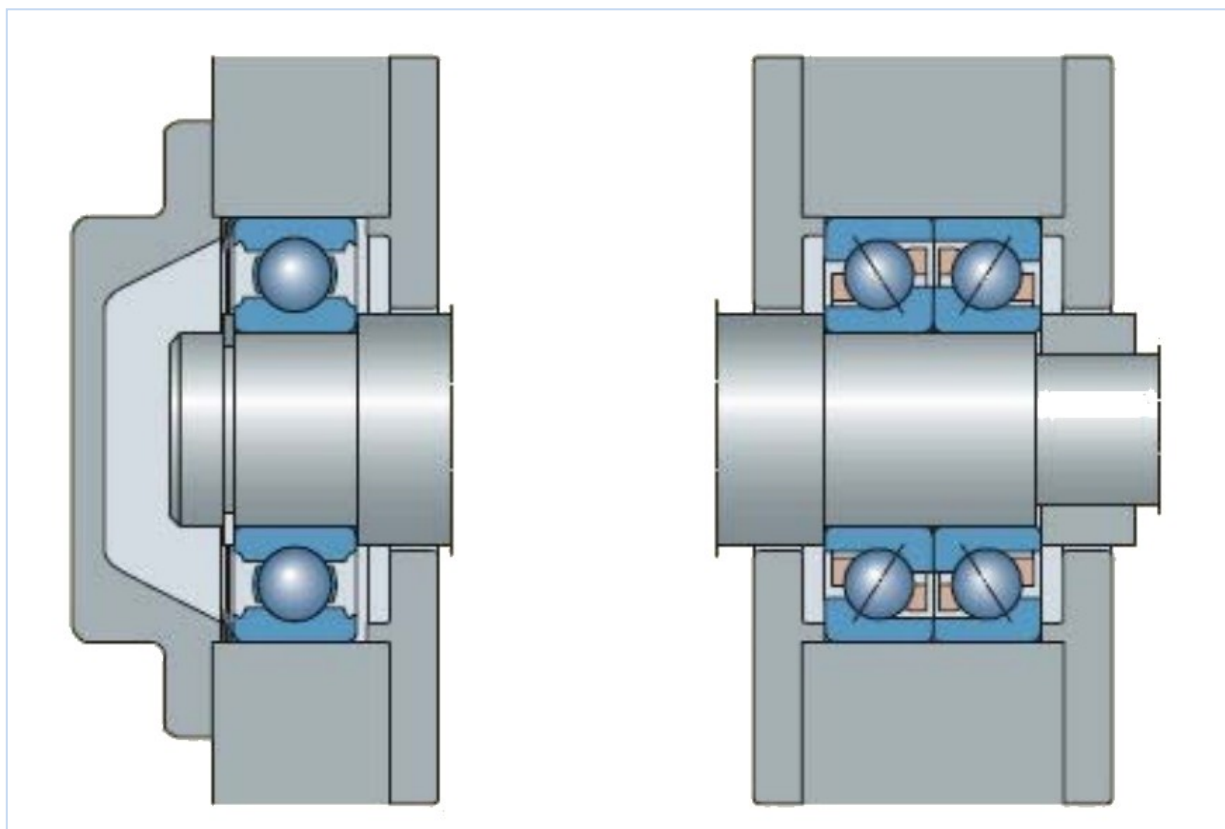


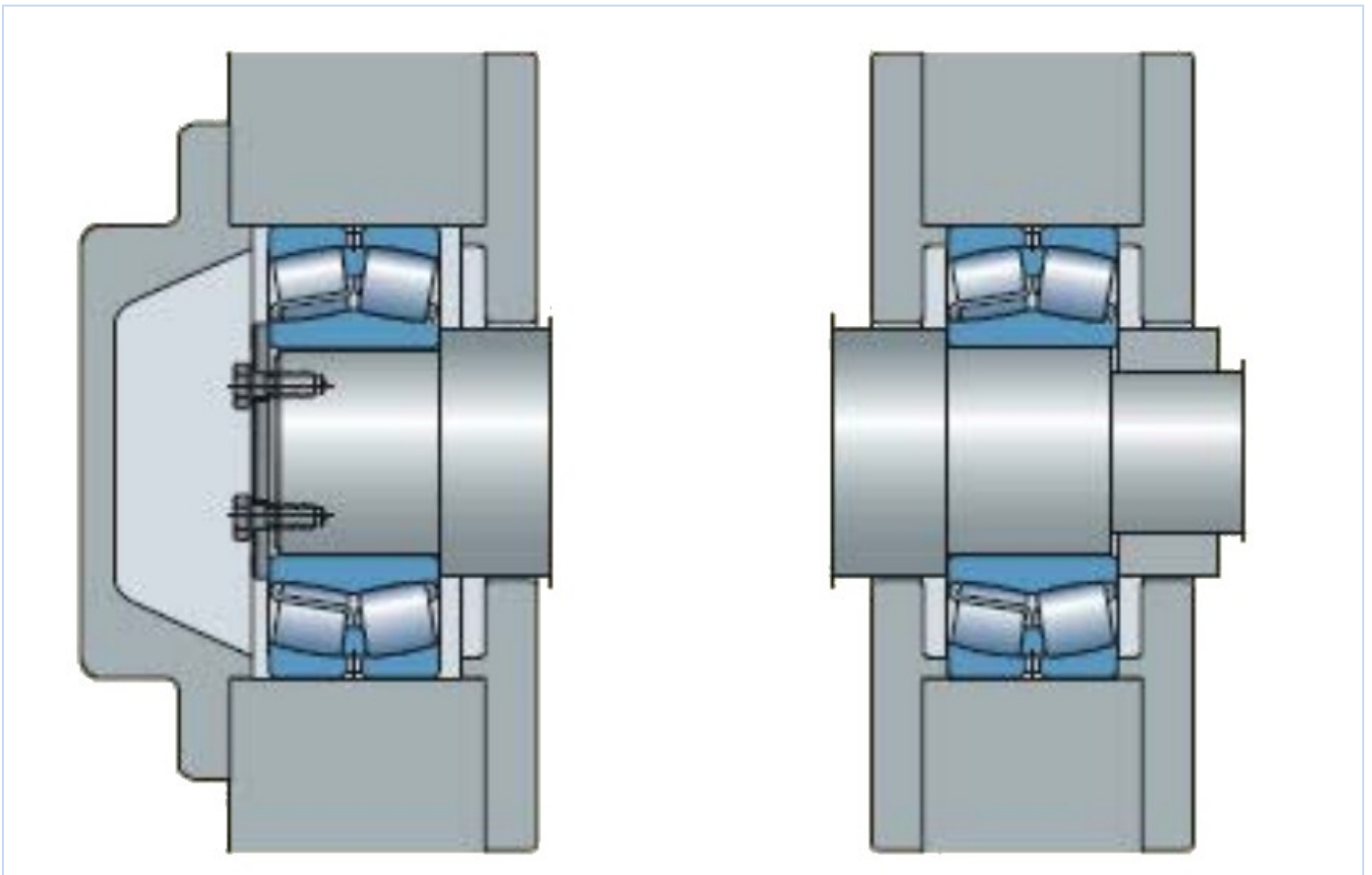
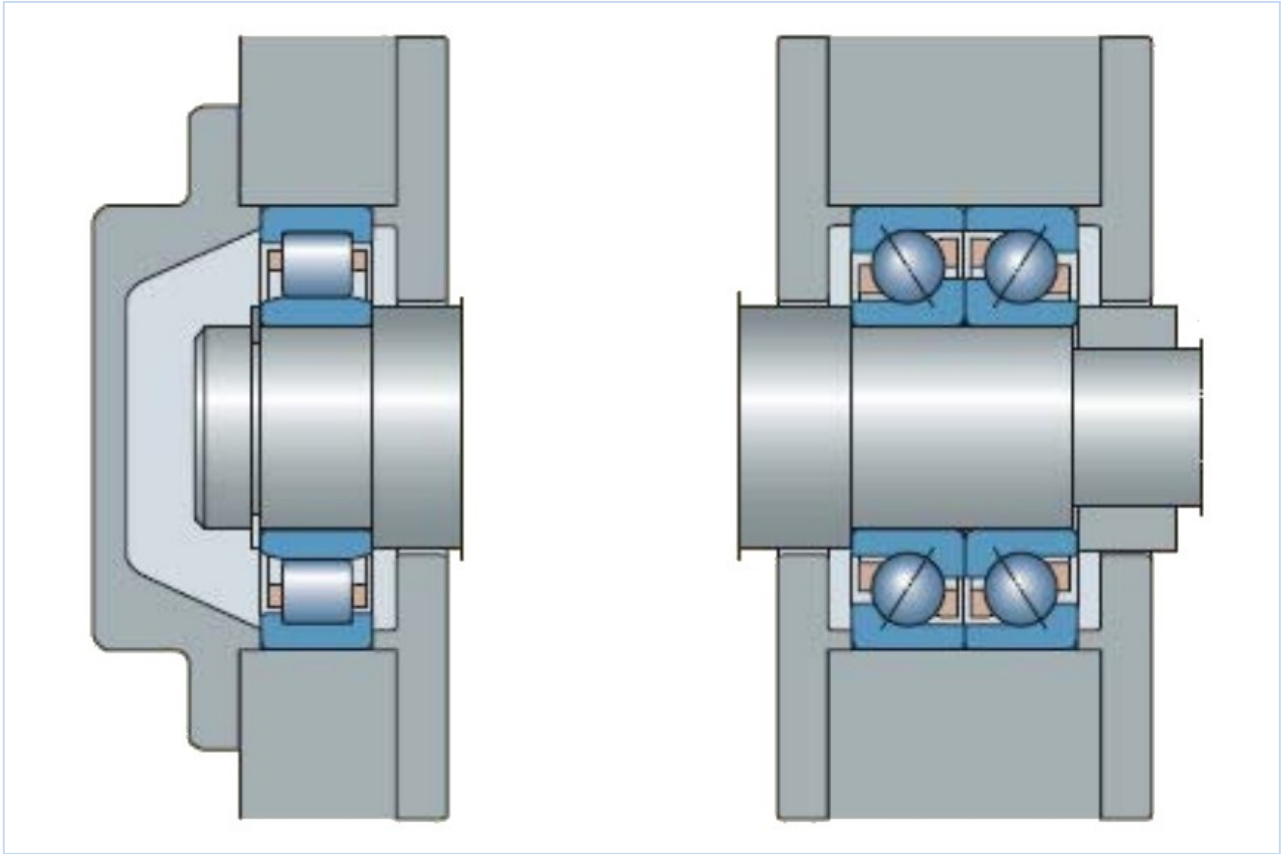


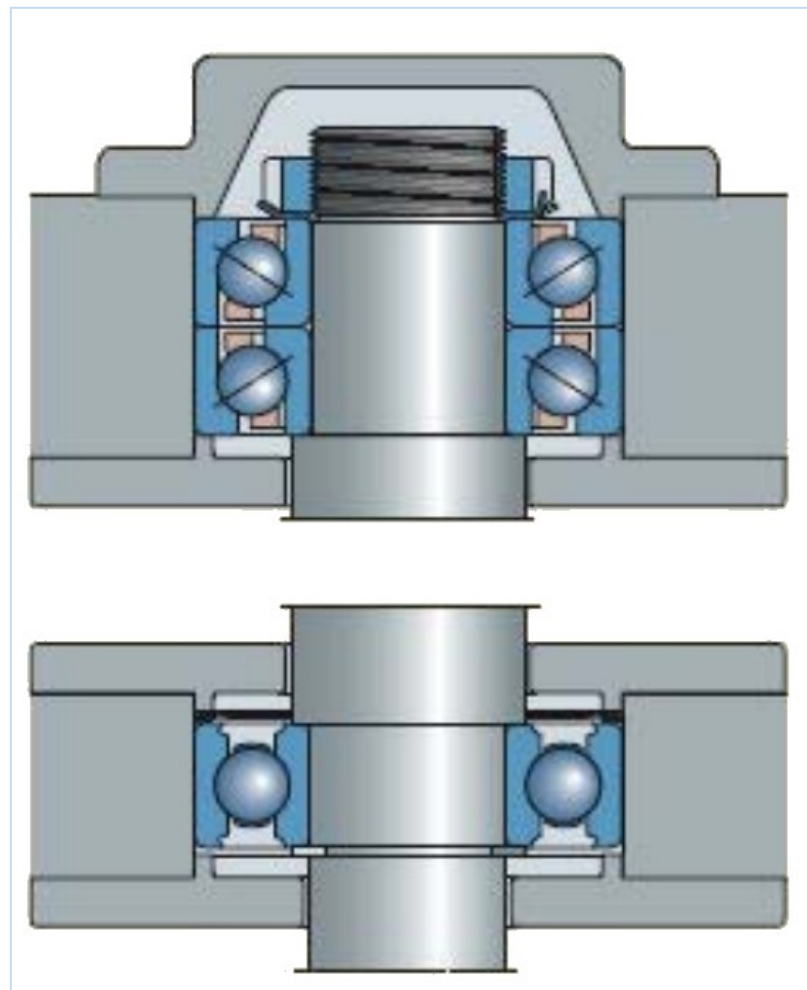
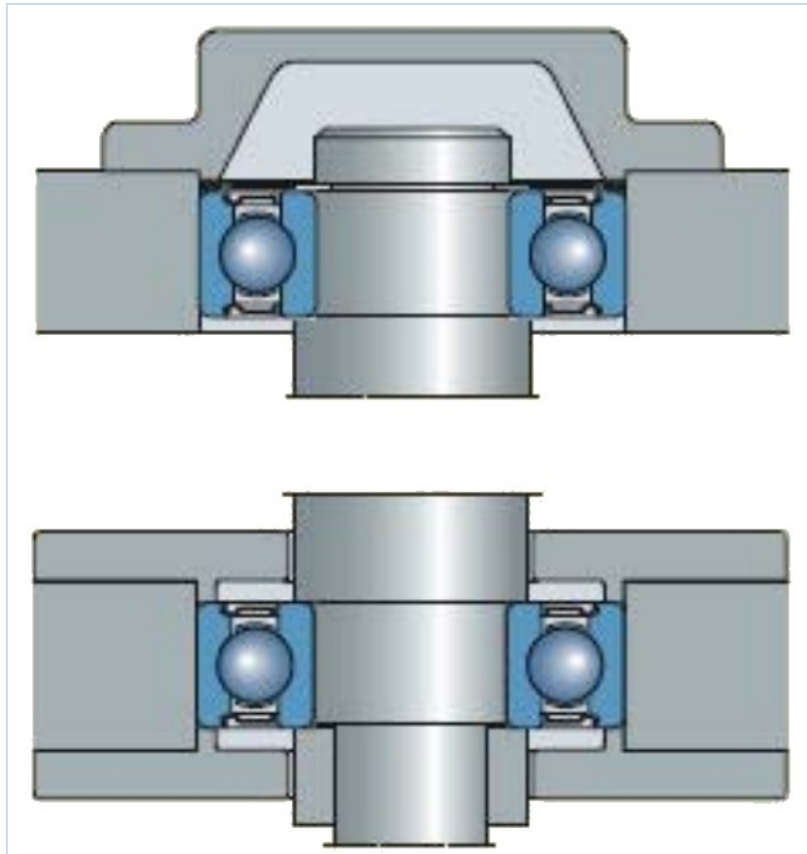
MOTORE ELETTRICO



CARICHI ASSIALI IMPORTANTI



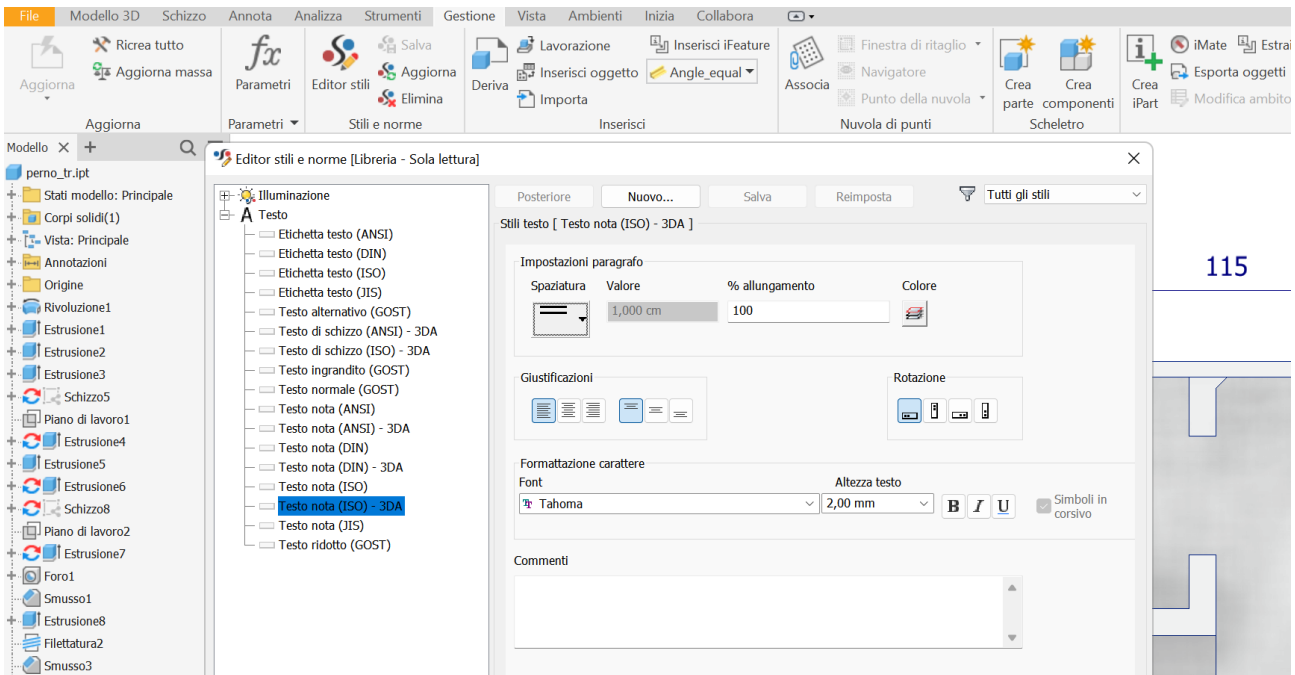




FUNZIONI UTILI DI INVENTOR

ALTEZZA TESTO ANNOTAZIONI 3D

Dal menu “Gestione” → “Editor stili” selezionare la voce “Testo nota ISO 3DA” ed impostare l’altezza testo desiderata.



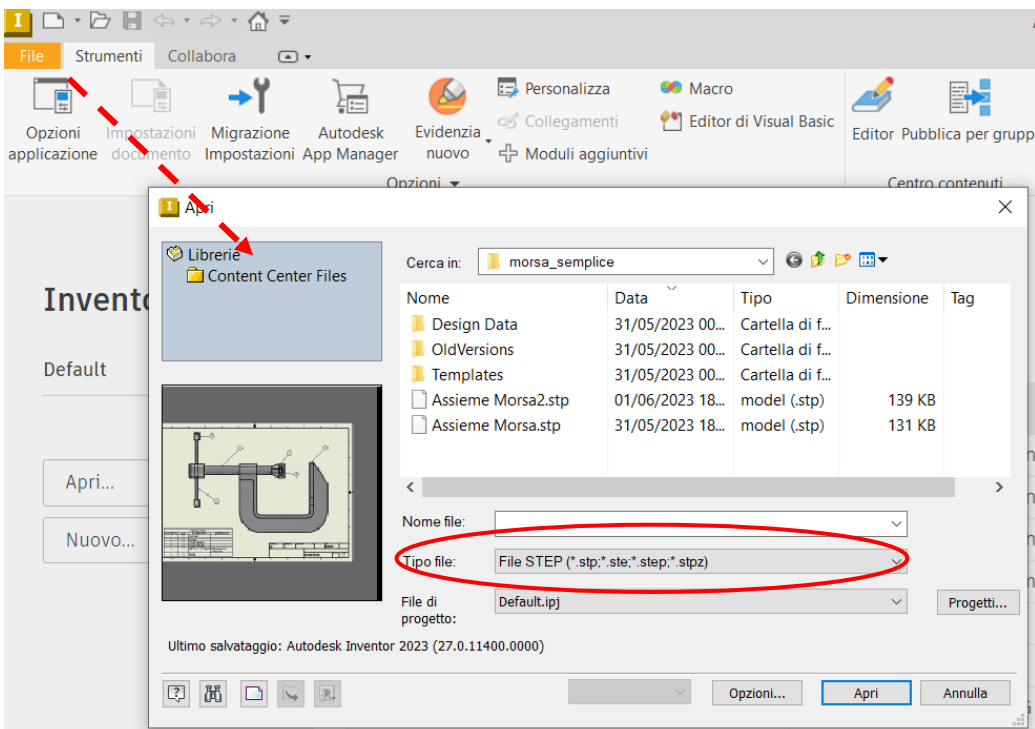
IMPORTAZIONE DI MODELLI 3D DA ALTRI CAD

Sul web sono disponibili molti siti di condivisione di modelli 3D di tutti i tipi.

Fra i più famosi, soprattutto per modelli tecnici, troviamo Grabcad. Da questi siti è possibile scaricare modelli 3D che possono essere importati in Inventor. Il formato che offre la maggiore compatibilità è il formato di interscambio “.step”.

Dal MENU “File” → “Apri” impostare tipo file STEP per visualizzare la lista di file STEP da importare.

Un file STEP può essere una singola parte o un assieme. Dopo aver aperto il file si deve procedere al salvataggio che genererà un singolo file .ipt per ogni parte presente nel file STEP nella cartella in cui si trova il file step originale.



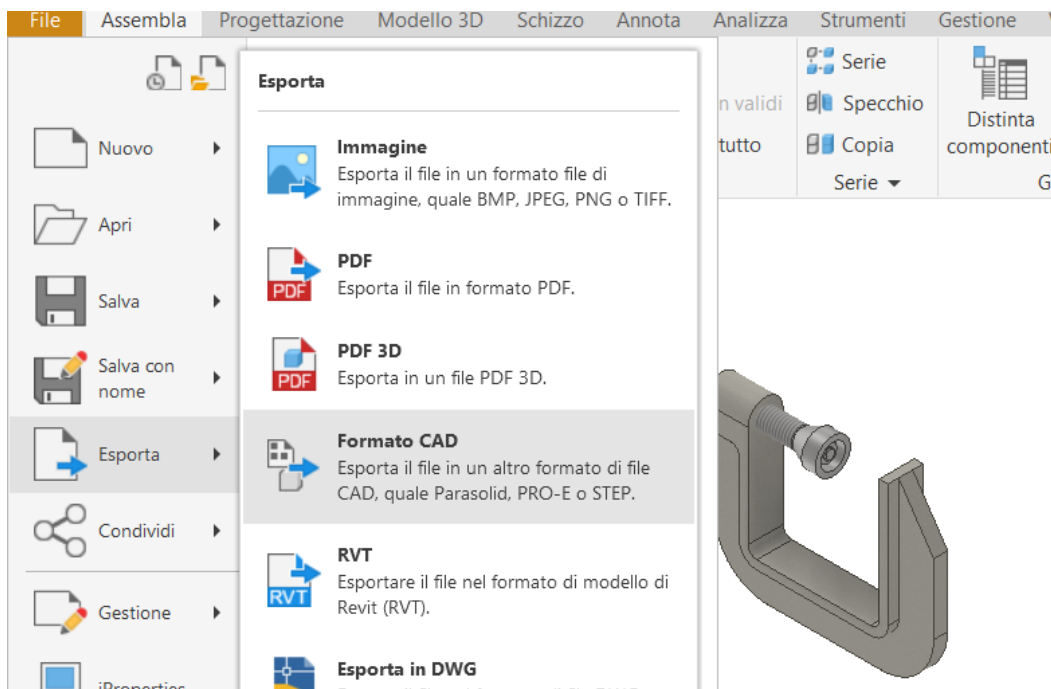
ESPORTAZIONE ASSIEME IN UN FORMATO DI INTERSCAMBIO

Quando si vuole condividere un assieme 3D fatto con Inventor con altri utenti è possibile comprimere la cartella che contiene il progetto e fornire l'archivio compresso ottenuto via mail, chiavetta usb ecc. .

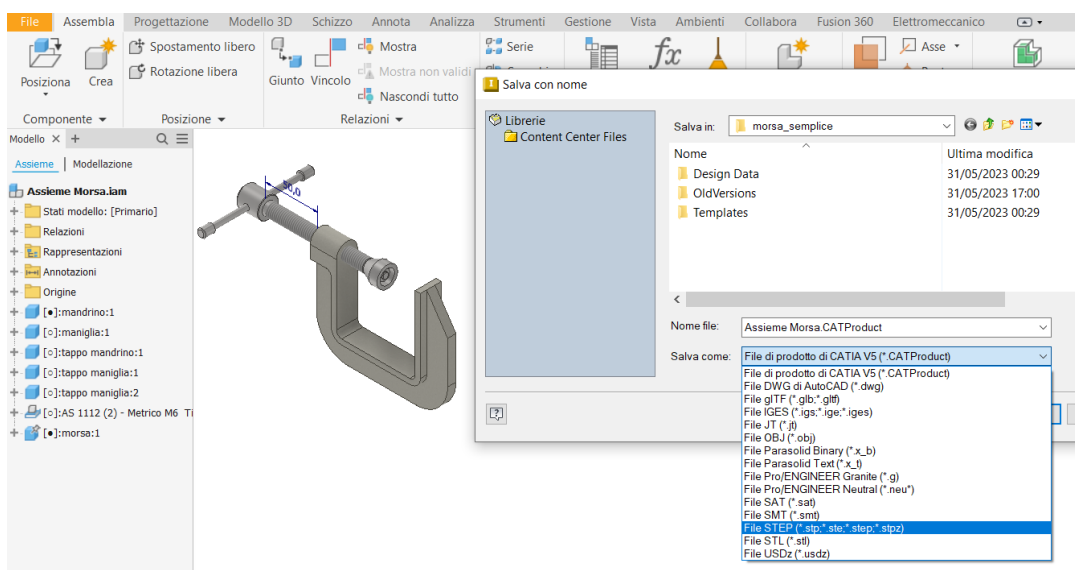
L'utente potrà aprire il disegno solo se ha una versione di Inventor uguale o superiore a quella che lo ha generato.

Se l'utente non ha Inventor di versione uguale o superiore (o se non si vuole condividere l'assieme con tutte le parti native in Inventor) allora si deve esportare l'assieme in un formato di interscambio:

- STEP (STandard for the Exchange of Product model data), è uno standard ISO contenente una serie di regole per l'integrazione, la presentazione e lo scambio di dati (via computer); può essere usata per trasferire dati tra i seguenti sistemi: CAD, CAM, CAE, PDM/EDM.
- IGES (Initial Graphics Exchange Specification), pubblicato la prima volta nel gennaio 1980 dall'U.S. National Bureau of Standards, (ora National Institute of Standards and Technology) definisce un formato dati neutrale che consente lo scambio di dati, file grafici e informazioni tra sistemi CAD.

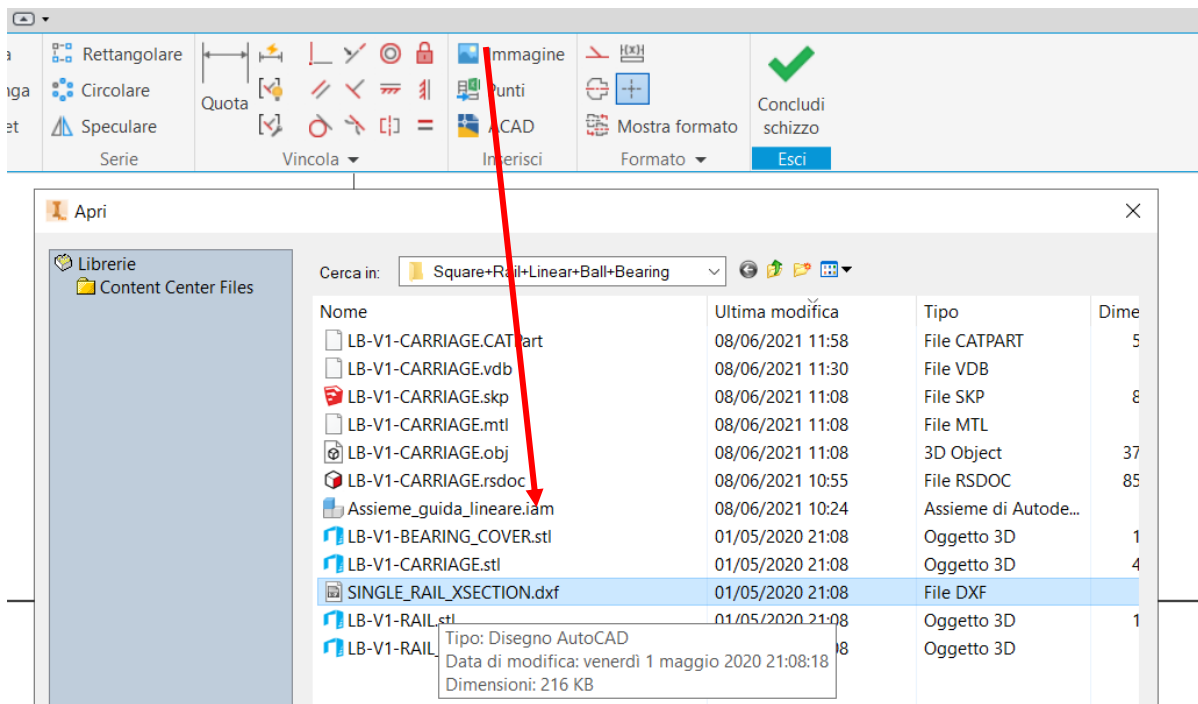


Esportazione in formato *step*.

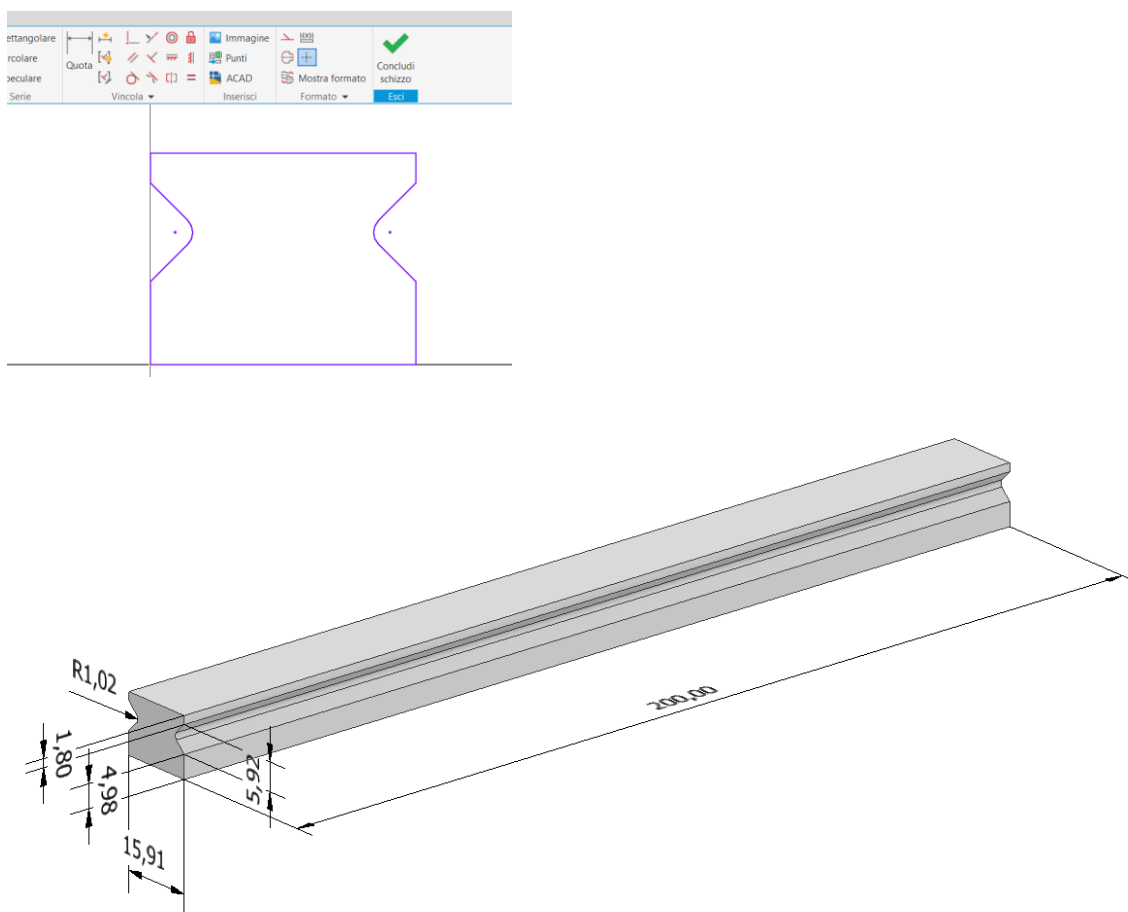


IMPORTAZIONE SCHIZZI DA AUTOCAD

Attivare uno schizzo 2D.



In fase di importazione indicare di vincolare le linee in modo da avere una profilo chiuso da estrarre.

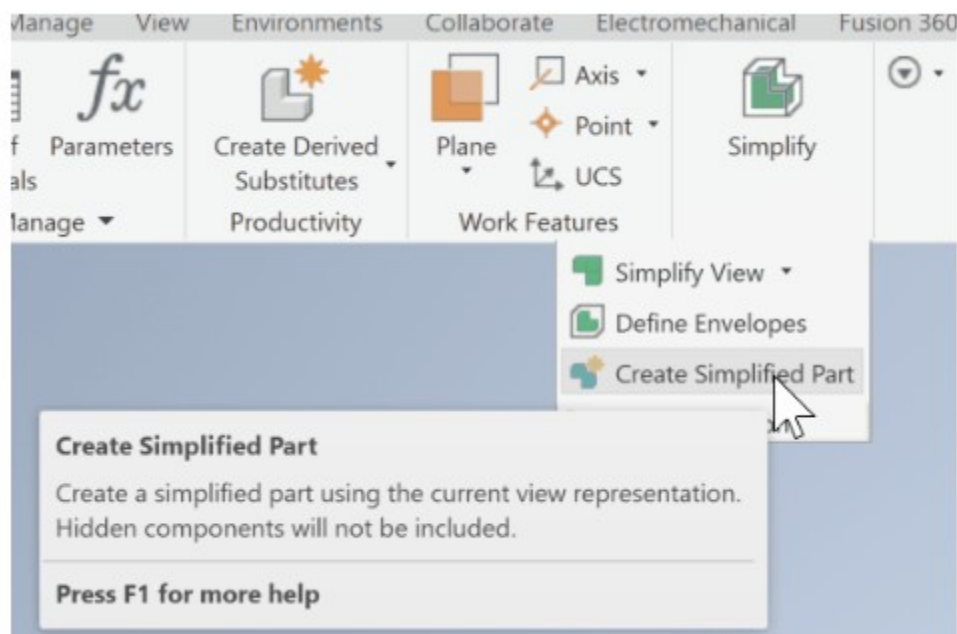


CONVERTIRE UN ASSIEME DI INVENTOR IN UNA PARTE

Selezionare una delle seguenti opzioni:

OPZIONE 1

- Aprire il file di assiemi.
- Dalla scheda Assieme.
- Espandere il gruppo Semplificazione e scegliere Crea parte semplificata.



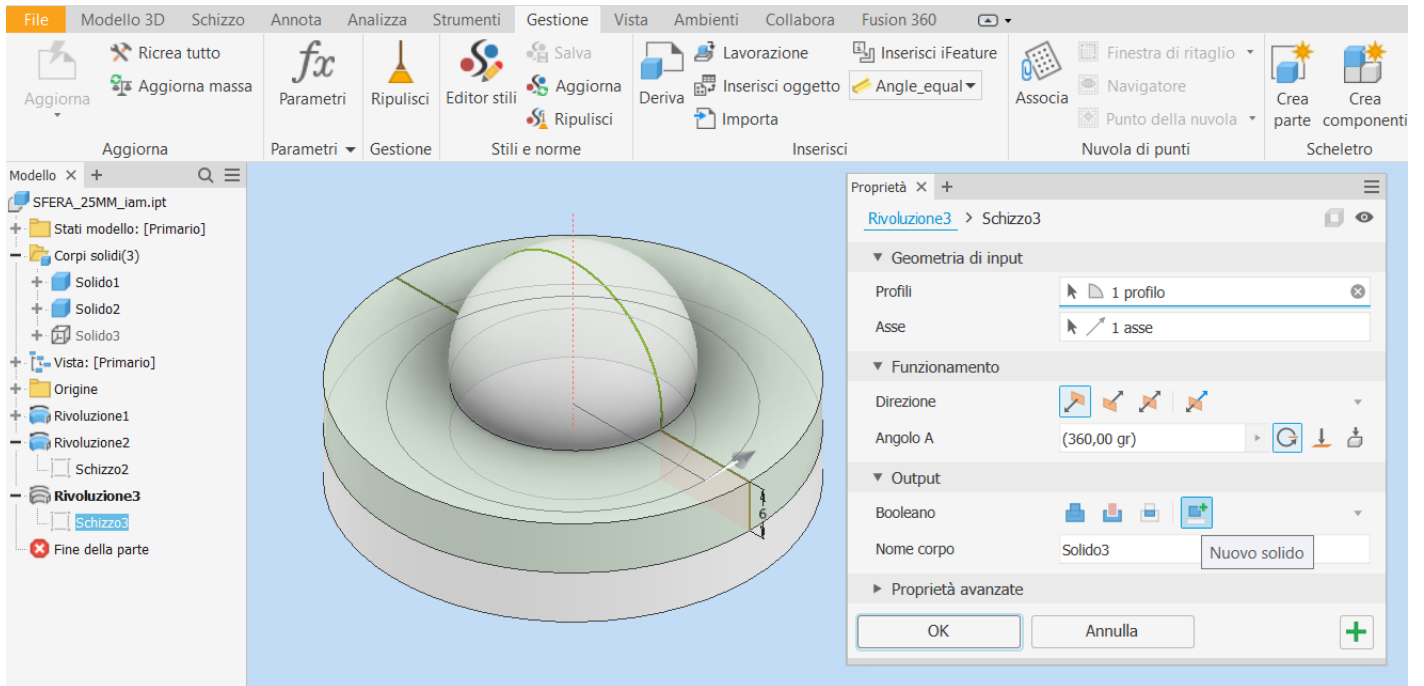
OPZIONE 2

Aprire un nuovo file di parti vuoto.

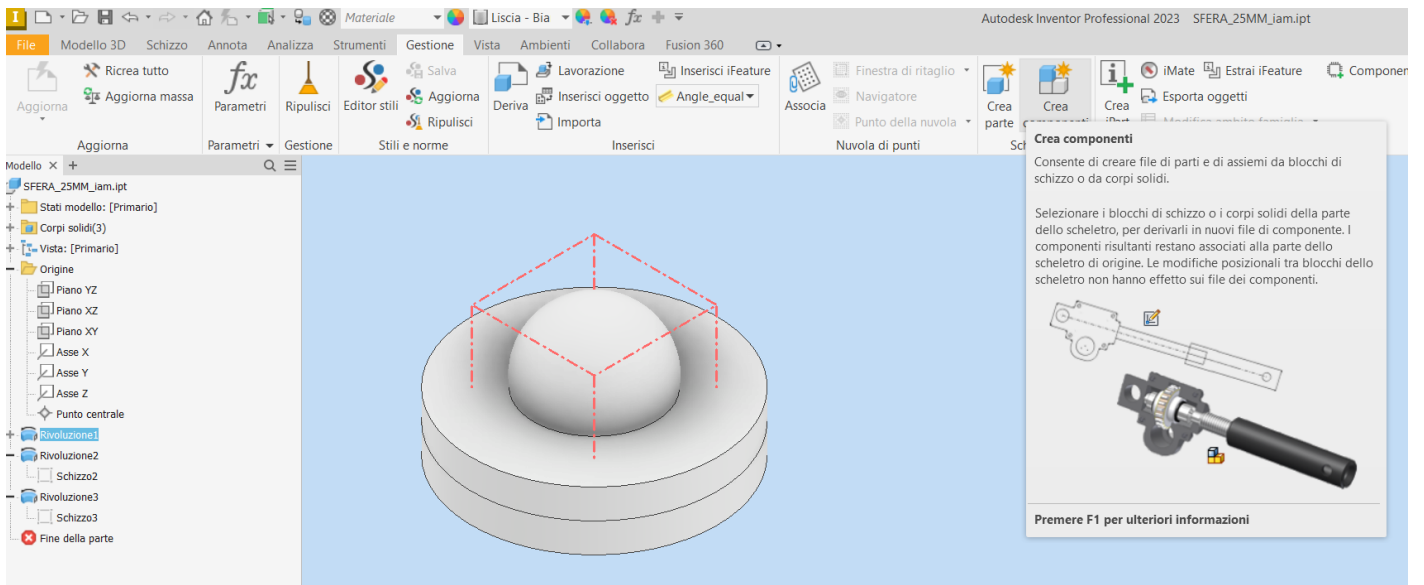
- Passare alla barra multifunzione Gestisci.
- Selezionare Feature derivata.
- Scegliere l'assieme.
- Seguire la procedura descritta per creare una parte/un assieme derivati.

CONVERTIRE UNA PARTE (MULTI-BODY) IN UN ASSIEME

Quando si disegna un assieme poco complesso può risultare utile modellizzare tutte le parti (solidi) all'interno di una sola parte utilizzando l'opzione "Nuovo Solido".

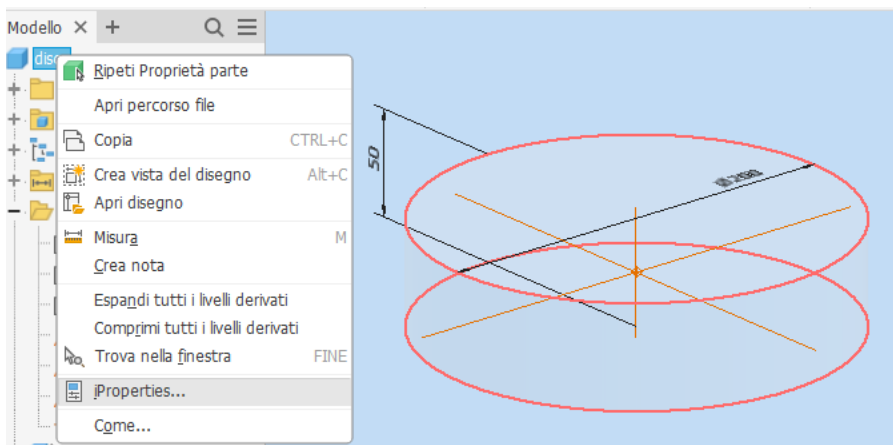


Al termine è possibile esportare tutti (o solo alcuni) solidi in un assieme tramite il comando "Crea componenti".

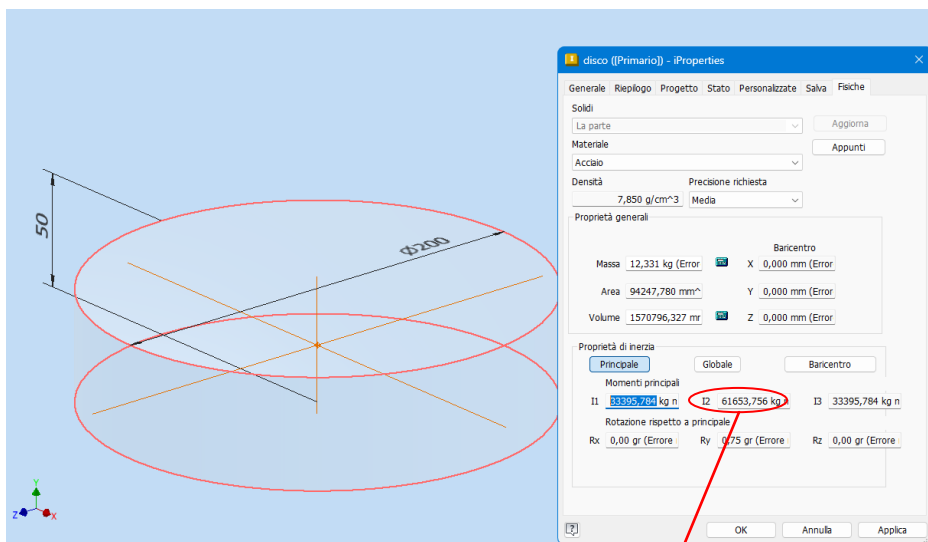


PROPRIETA' FISICHE DI SOLIDO

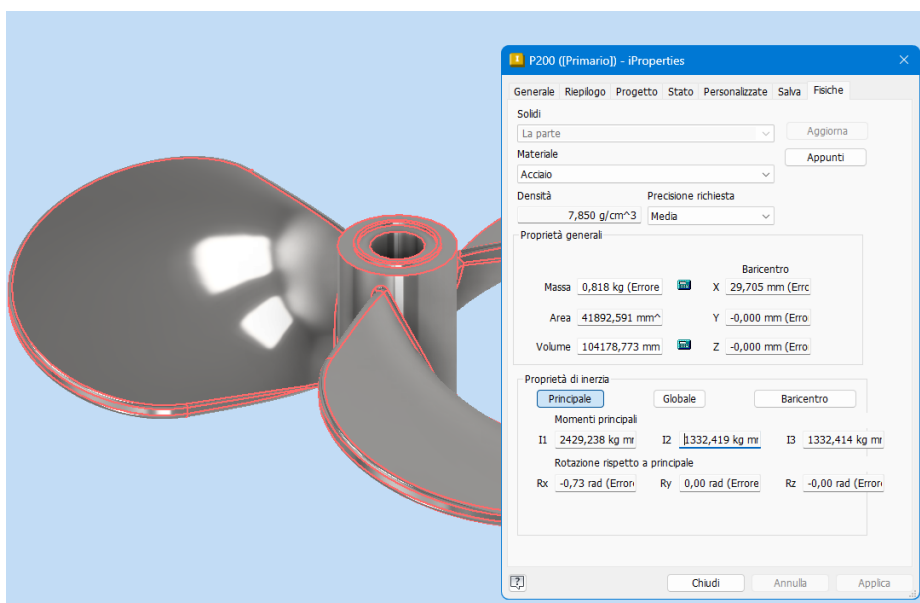
Tramite il menu "iProperties" è possibile ottenere una stima accurata delle proprietà meccaniche di un pezzo.



Alla sezione "fisiche" si può impostare il materiale e calcolare le proprietà principali (baricentro, momenti inerzia ...).



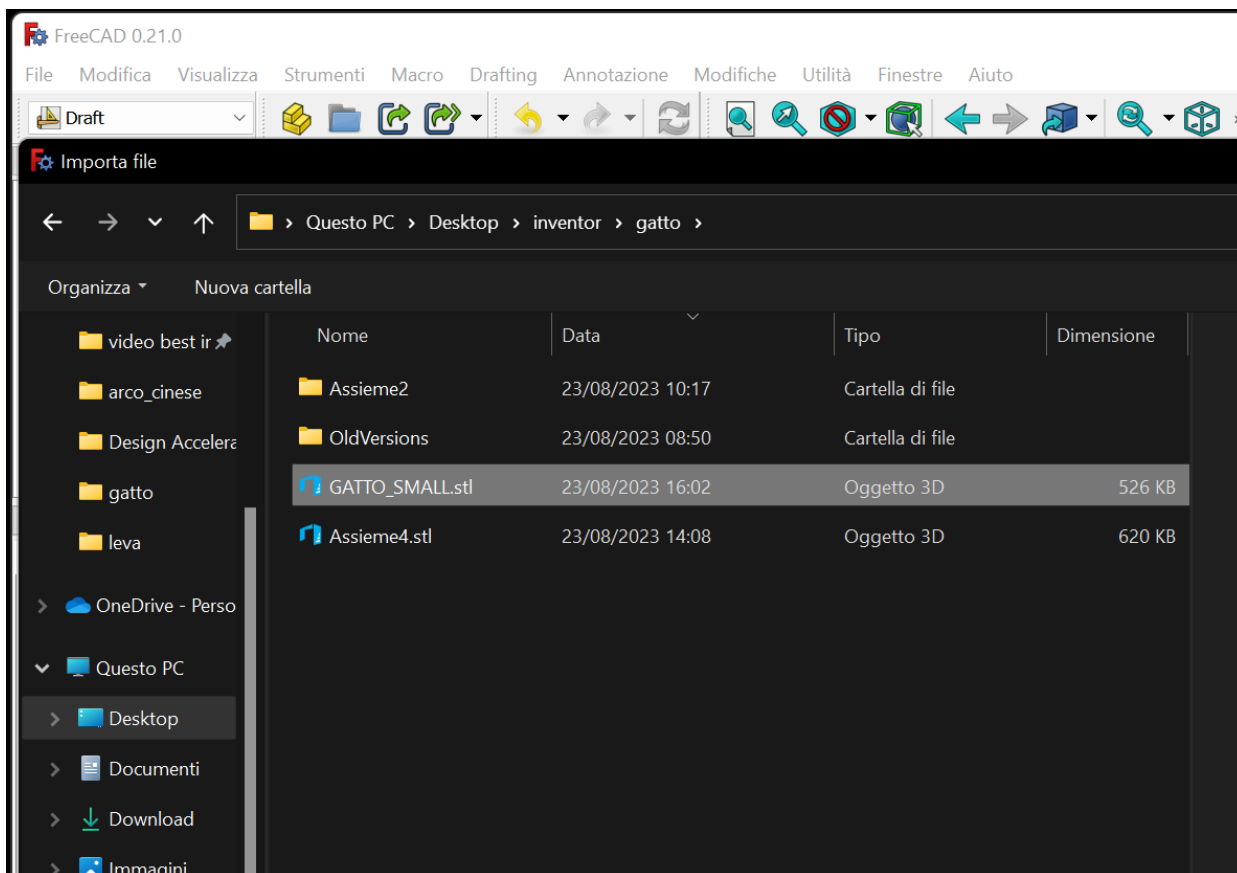
Con FORMULA: $I_y = \frac{1}{2} * m * r^2 = 0,5 * 12,331 * 0,1^2 = 61655 \text{ kg mm}^2$ mentre da Inventor $I_{yy} = 61654 \text{ kg mm}^2$
Solidi complessi sono praticamente impossibili da risolvere con formule.



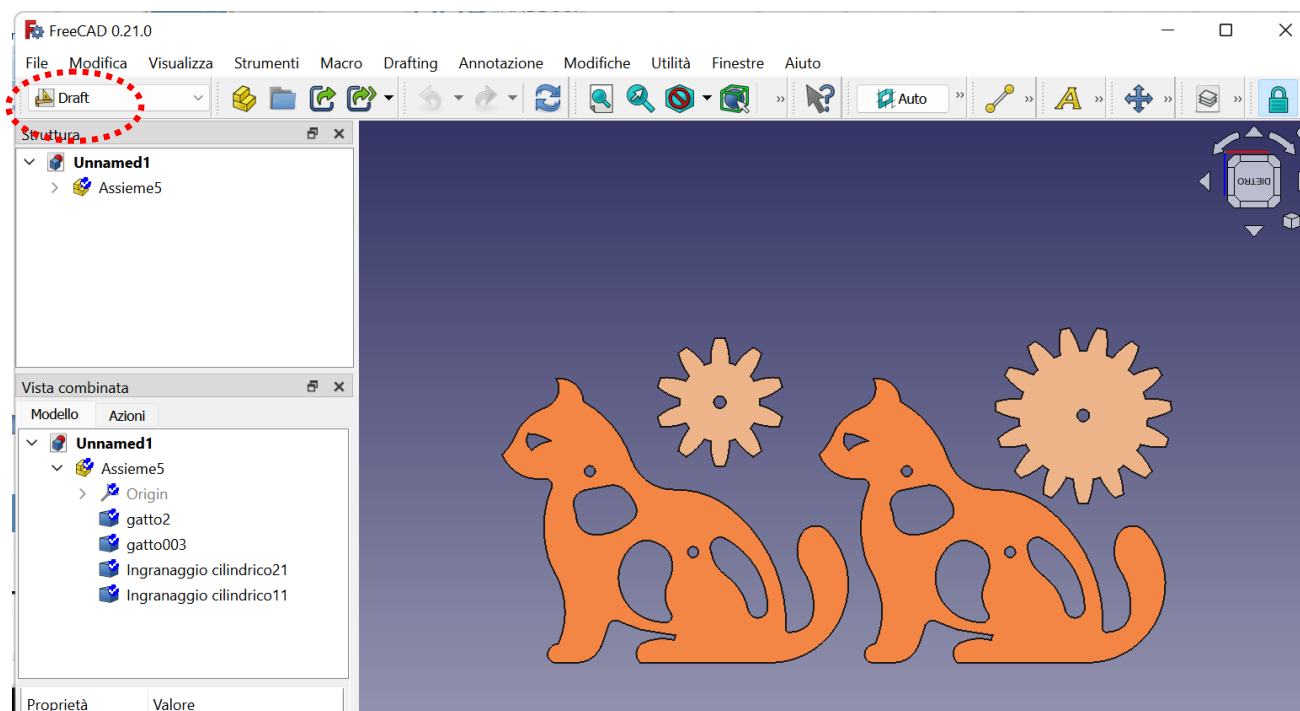
CONVERTIRE DWG IN DXF PER TAGLIO LASER

Inventor non esporta in nel formato dxf ma solo nel formato dwg che non viene riconosciuto dalla maggior parte dei programmi di gestione delle macchine a taglio laser. Esistono programmi per convertire dwg in dxf ma sono a pagamento e spesso funzionano male. Una procedure collaudata fa uso del CAD 3D FreeCAD.

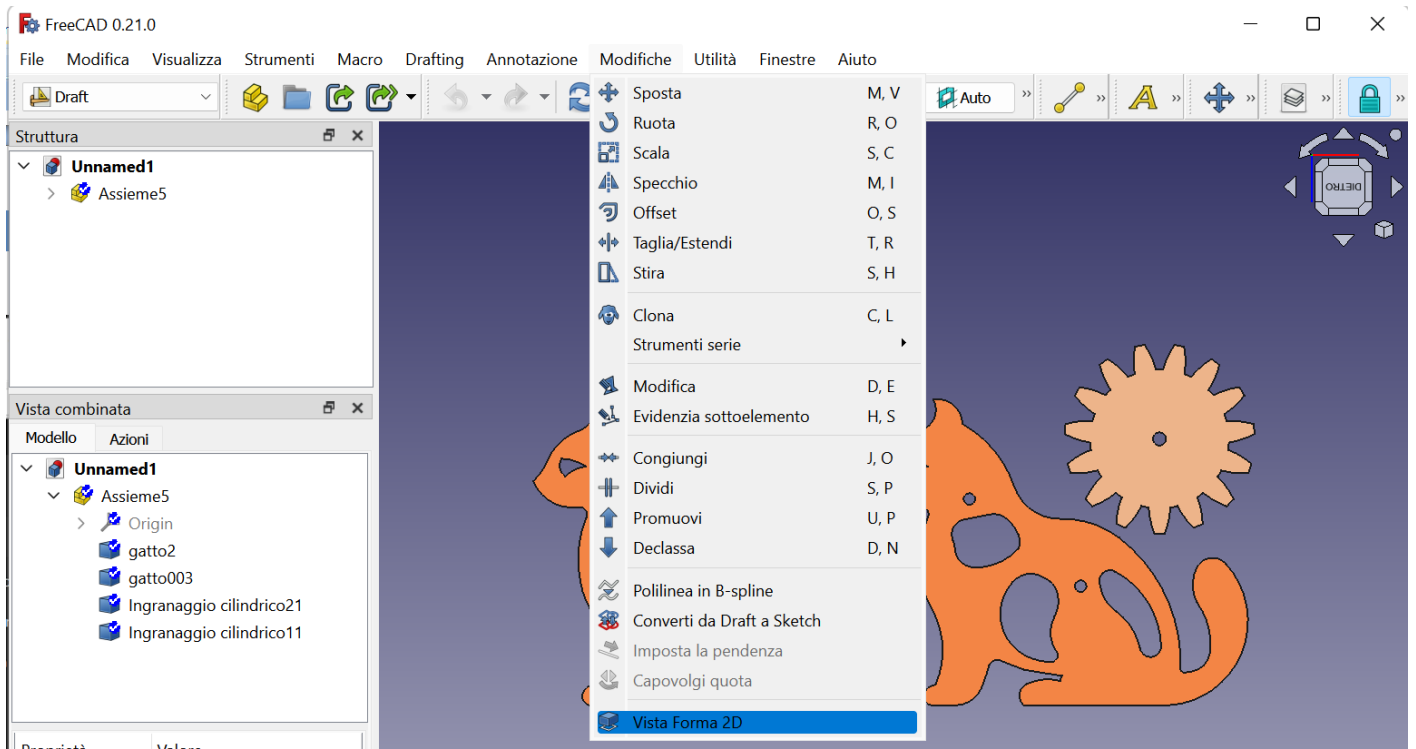
Da FreeCAD si deve aprire il file STL (3D) esportato da Inventor col modello da gestire con un taglio laser.



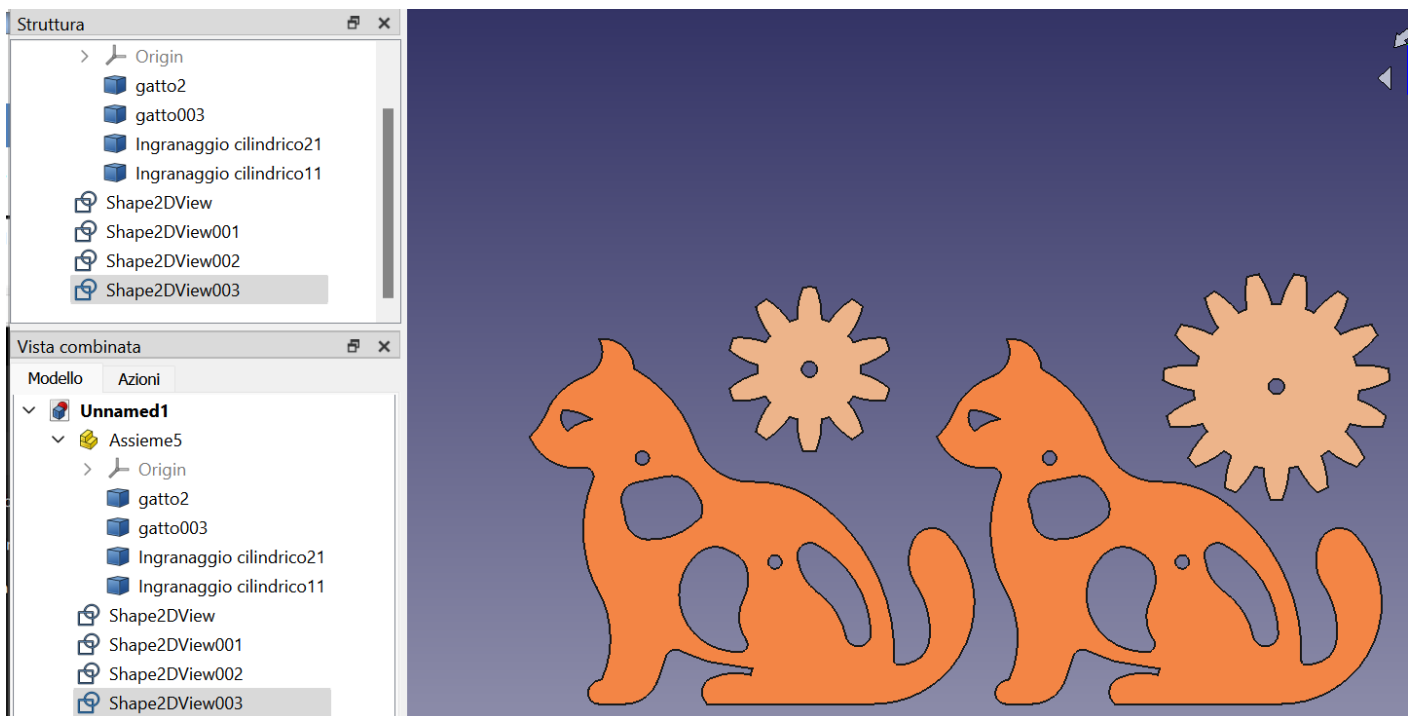
Abilitare modalità DRAFT



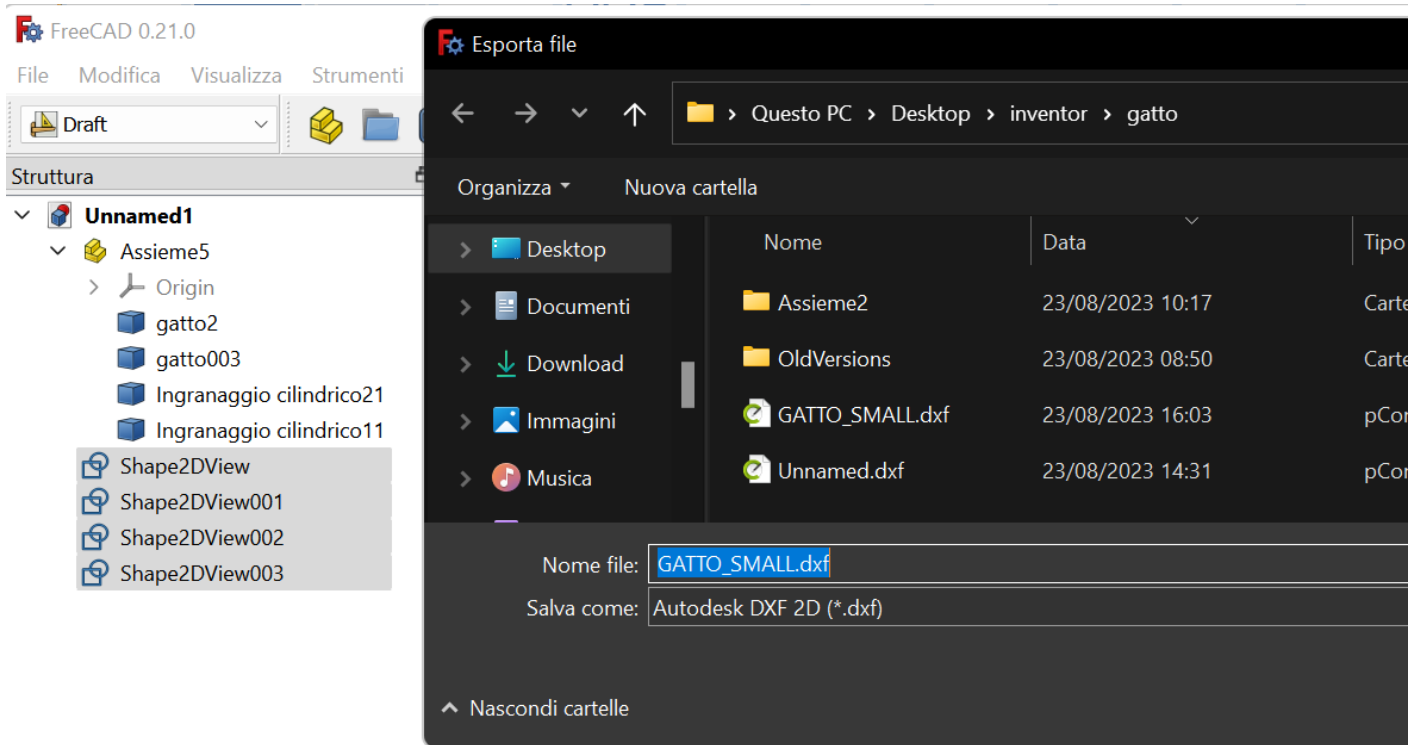
Menu Modifiche → Vista Forma 2D → selezionare gli oggetti da proiettare in 2D



Per ogni modello si deve avere la corrispondente forma 2D nell'albero a sinistra.



Selezionare le forme 2D da esportare e dal menu principale File → Esporta si deve selezionare il formato .dxf.



Il file dxf generato può essere aperto da un programma per il taglio laser con la garanzia di avere le dimensioni corrette.

