



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Studio e modellazione 2D e 3D di un impianto di collaudo di una turbina Francis

Anno accademico 2022/2023

Relatrice

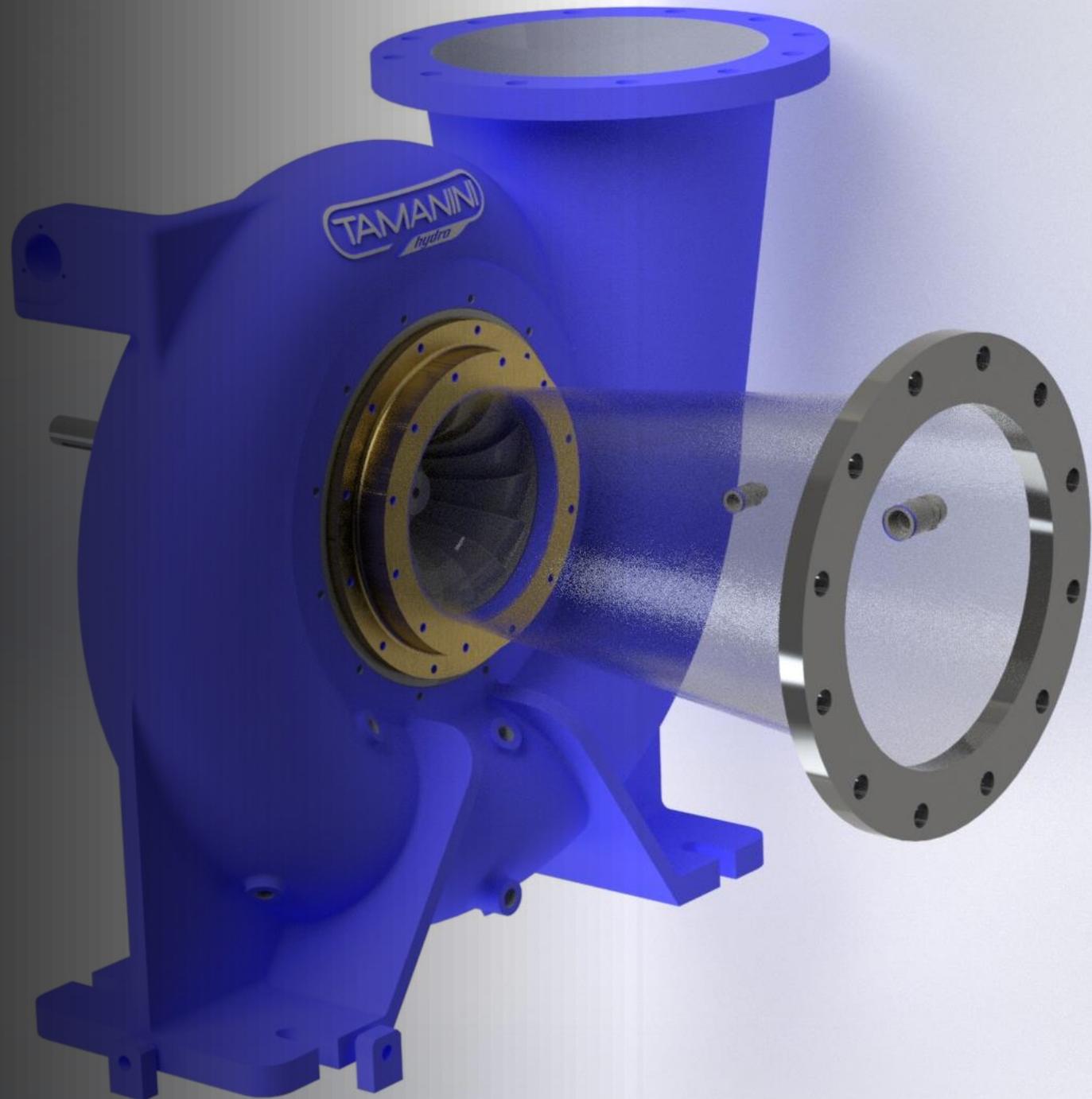
Prof.ssa Cavazzini Giovanna

Correlatore

Prof. Benato Alberto

Laureando

Castagna Alberto





Obiettivo

Questa trattazione si pone come obiettivo la modellazione dell'impianto di collaudo di una turbina Francis presente nel laboratorio di macchine idrauliche dell'Università di Padova.

Di seguito verranno proposti schemi e tabelle che si rendono necessari per la consultazione dell'impianto stesso tramite mezzi digitali.

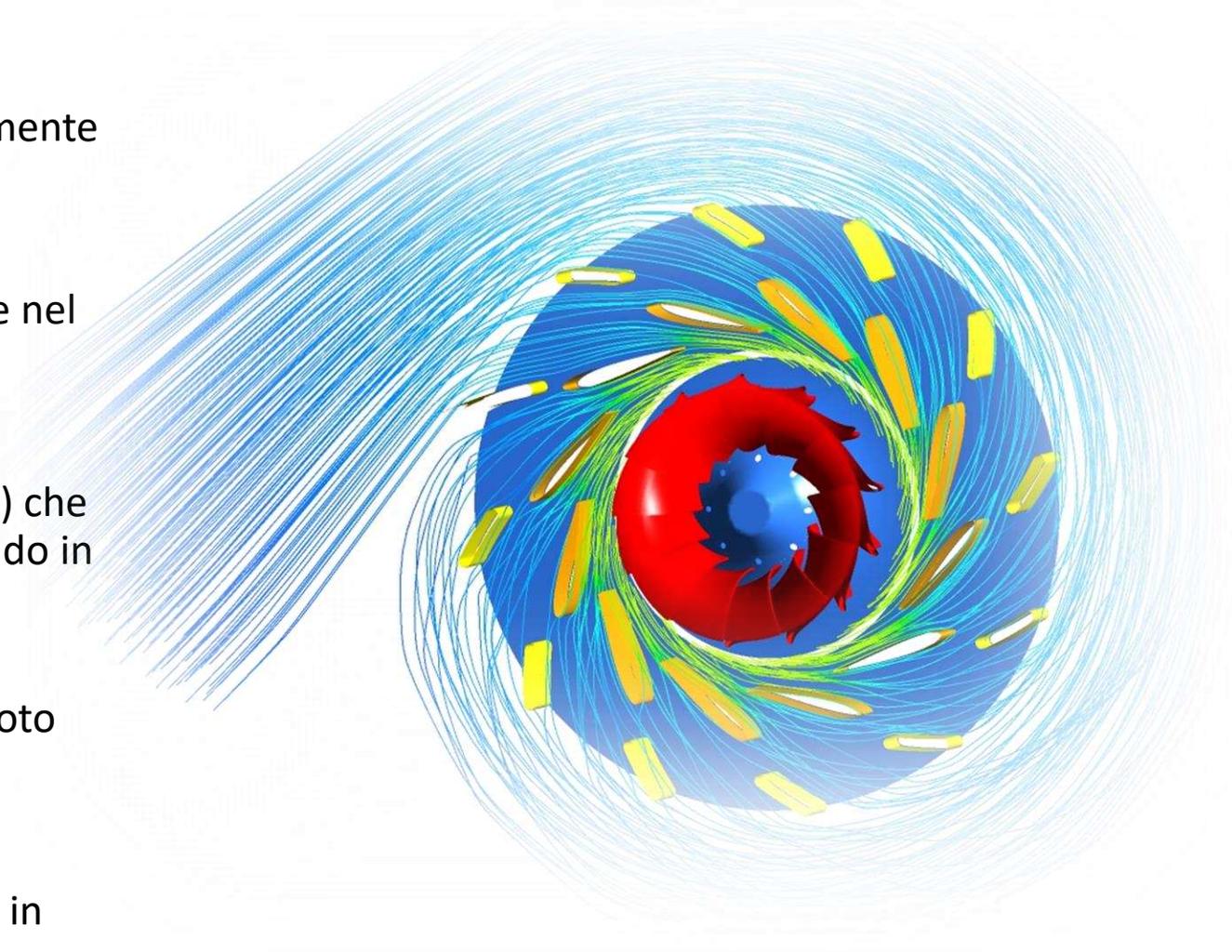
Funzionamento Francis:

La turbina Francis [e Kaplan] è una turbina completamente immersa in acqua.

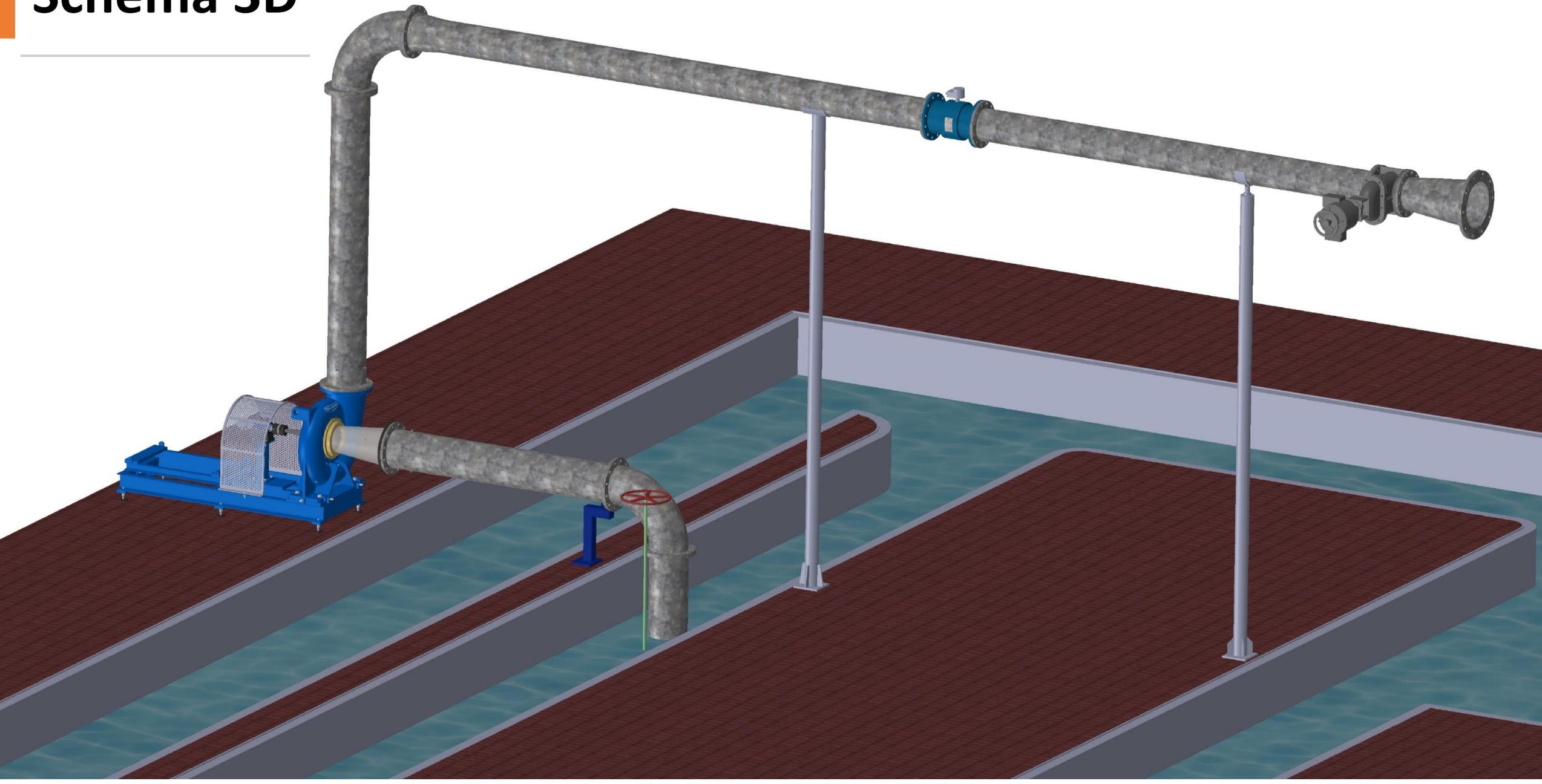
Il flusso d'acqua proviene da una condotta forzata che nel suo percorso incontra:

- La **voluta** che indirizza il flusso verso la girante;
- Lo **statore** (nel caso in esame a geometria variabile) che inizia il processo di conversione dell'energia del fluido in energia cinetica;
- La **girante** che continua e conclude il processo di trasformazione dell'energia, nonché trasmette il moto rotatorio all'esterno della macchina;

Poi, in laboratorio, il flusso di liquido viene indirizzato in una vasca di raccolta.



Schema 3D



Modalità di modellazione

Per la modellazione delle parti sono state utilizzate meno funzioni possibili consentendo quindi di poter modificare parametri con molta facilità.

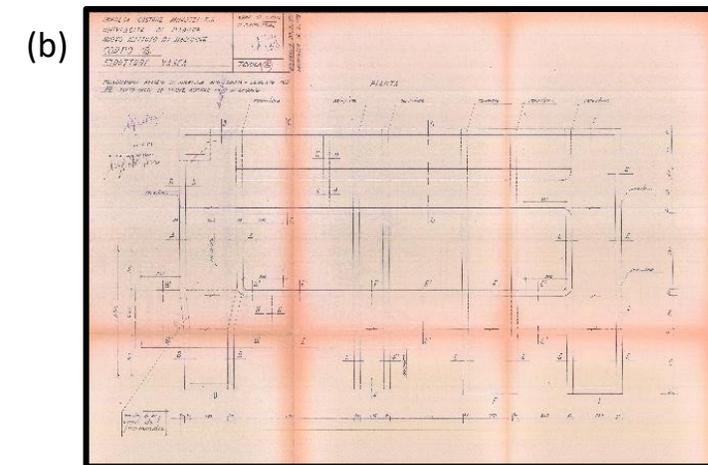
Quando possibile, per condotte e flange, si è fatto riferimento a tabelle normate.

Per alcuni componenti le misure sono state prese direttamente da cataloghi reperiti sui siti delle aziende produttrici (a) o da tavole d'archivio disegnate a mano (b).

I componenti non normati invece sono stati realizzati tramite rilevazioni dal vero ed estensive ricerche sul loro funzionamento.

Tabella normata condotte non saldate UNI EN 10255				
Ø	DN	Ø esterno	Spessore	Ø interno
pollici	mm	mm	mm	mm
10"	250	273.0	6.3	260.4
12"	300	323.9	7.1	309.7
16"	400	406.4	8.8	388.8

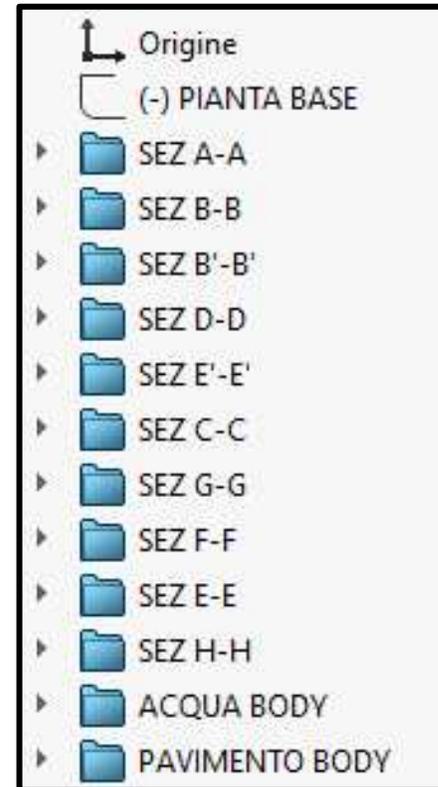
Tabella normata flange piane UNI EN 1092-1							
DN	Ø esterno	Ø interno	Spessore	Interasse	Diametro	Numero	Peso
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
250	375	276.5	24	335	18	12	8.92
300	440	327.5	24	395	22	12	11.90
400	540	411	28	495	22	16	19.80



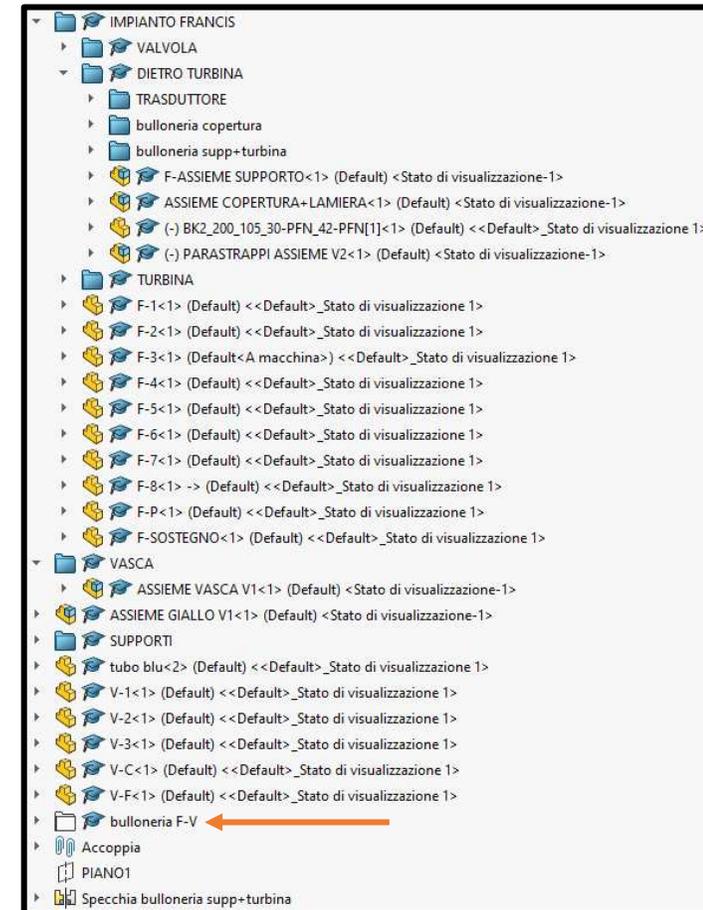
Filosofia per la modellazione

È stata posta grande cura nella creazione sia delle parti che degli assiemi per rendere l'albero di disegno ordinato ed intuitivo, così da poter modificare o escludere in maniera rapida funzioni e componenti qualora servisse.

È possibile anche notare che, negli assiemi, le funzioni di ripetizione della bulloneria e le componenti molto pesanti (come la griglia della vasca di raccolta) siano disattivate di default, così da permettere un'apertura più rapida dei progetti.



-albero di disegno componente VASCA-



-albero di disegno dell'assieme completo-

Tabella condotte

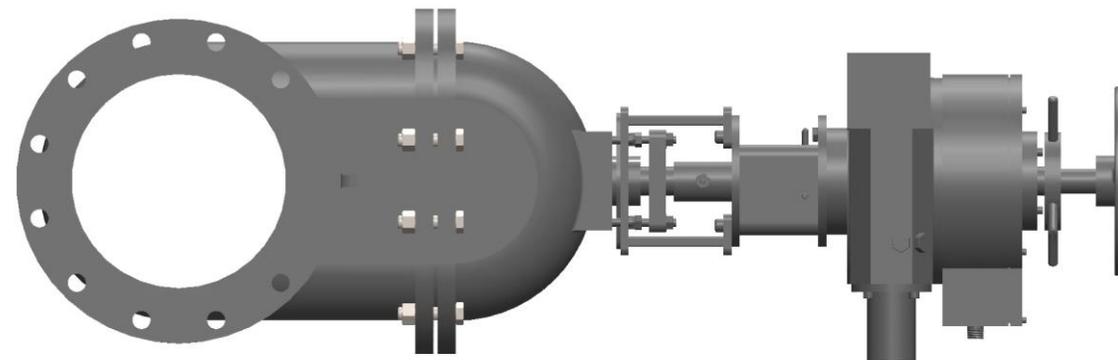
DENOMINAZIONE	L (mm)	DN		PN FLANGIA
F-1	1100	DN-300		Non normata
F-2	R 475	DN-300		Non normata
F-3	2080	DN-300		PN-6
F-4	2528	DN-300		PN-6
F-5	R 547	DN-300		PN-6
F-6	4852	DN-300	DN-250	PN-6
F-7	3652	DN-250		PN-6
F-8	668	DN-250	DN-400	Non normate

Valvole presenti nell' impianto

- A monte della turbina è presente una **valvola a ghigliottina** equipaggiata con un attuatore (motore elettrico).

MEZ ITALIANA S.p.A. - MILANO					
MOTORE ASINCRONO TRIFASE					
TIPO	4 AP90 S 6	HP	1		
N.		V	380 - 220		
GIRI	940	Hz	50	A	2.2 - 3.8
COS.		ISOL. CL.	B	IP	55

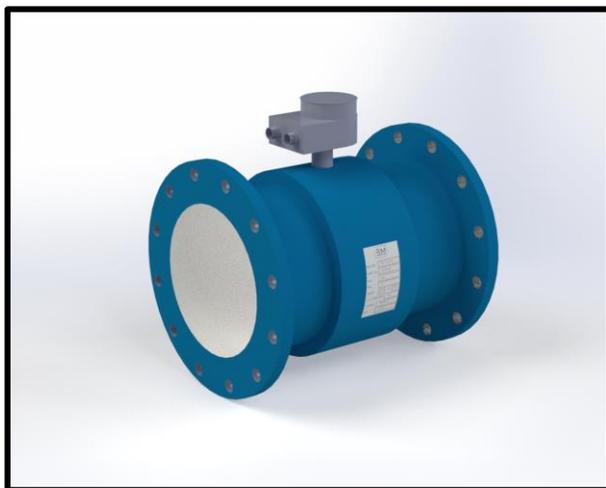
- A valle è presente una **valvola conica** usata durante le prove sperimentali per regolare la contropressione allo scarico.



Misuratore di portata

Viene utilizzato un sensore flangiato euromag [MUT 220/EL] che basa il suo funzionamento sul principio di Faraday, grazie al quale viene fatto scorrere un campo magnetico attraverso la condotta per creare un potenziale elettrico in funzione della portata.

Il pregio di questo tipo di sensori è l'assenza di contatto diretto con il fluido preso in esame e garantisce una lettura in un vasto campo di portate.



BM

MODEL

MUT 220/EL

PART N.

DAC1608

DN

250

PN

10

TEMP.

80 C

IP

68

ELECTRODES

HC

LINING

EBONITE

KA

4,2741

Collegamento al motore

Dietro la turbina sono posti una serie di componenti che collegano la turbina stessa al motore

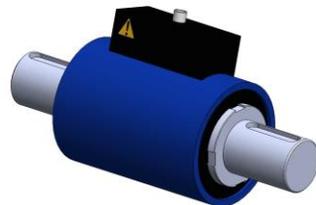
1. Giunto di precisione a soffietto metallico

cod.BK2_200_105_30-PFN_42-PFN

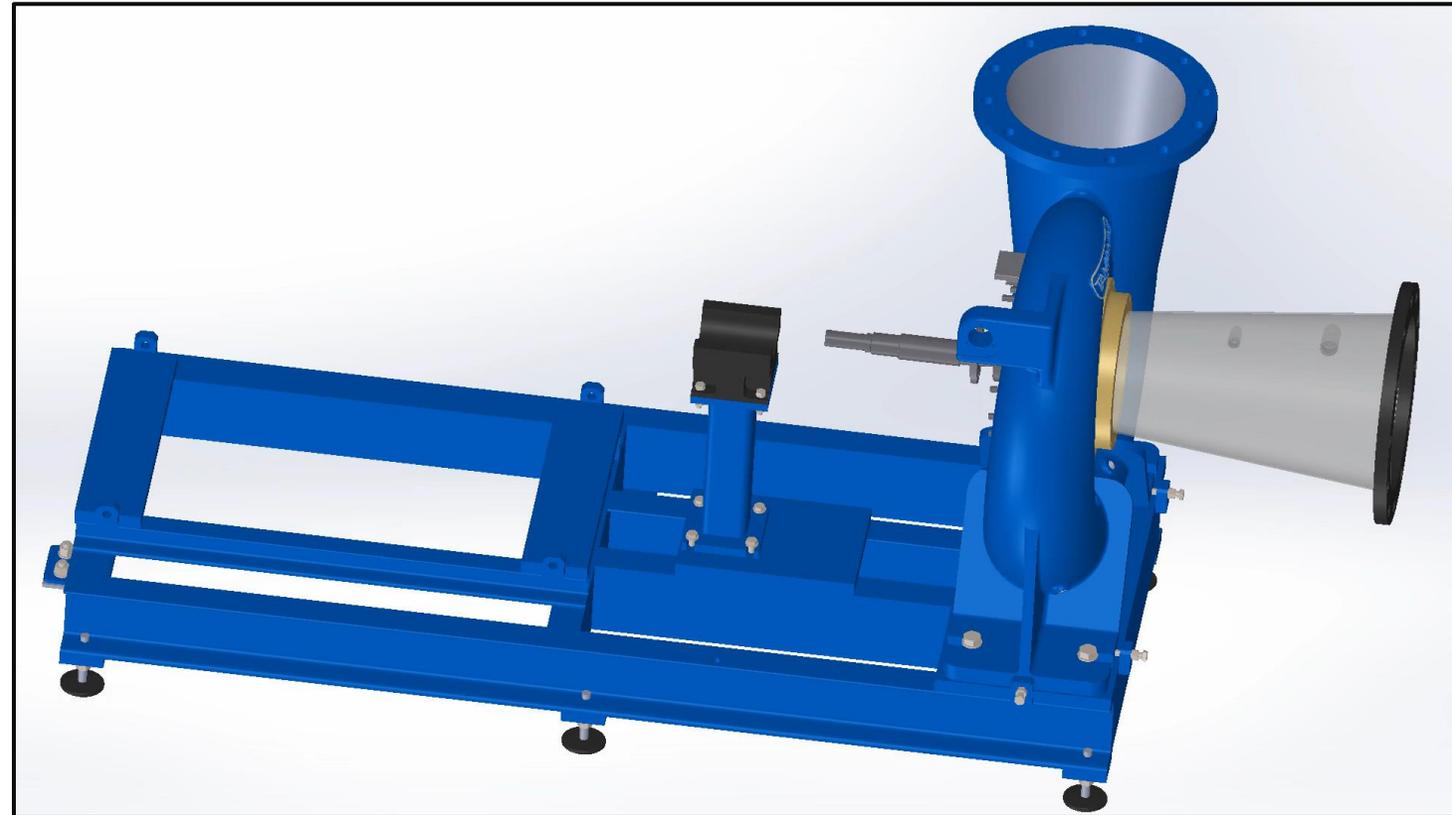
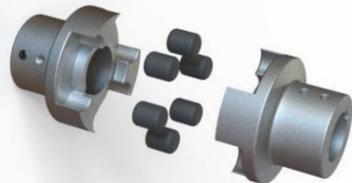


2. Trasduttore di coppia

KISTLER measure.analyze.innovate	
Type:	4503A200W00B1C00
Range:	200 N·m
Max. Speed:	7000 1/min
Imp./Rev.:	2x360
Signal Output:	0±10 V
M. Date:	2015
	SN: 4821748



3. Giunto parastrappi di accoppiamento



Dati targa di motore e dinamo tachimetrica



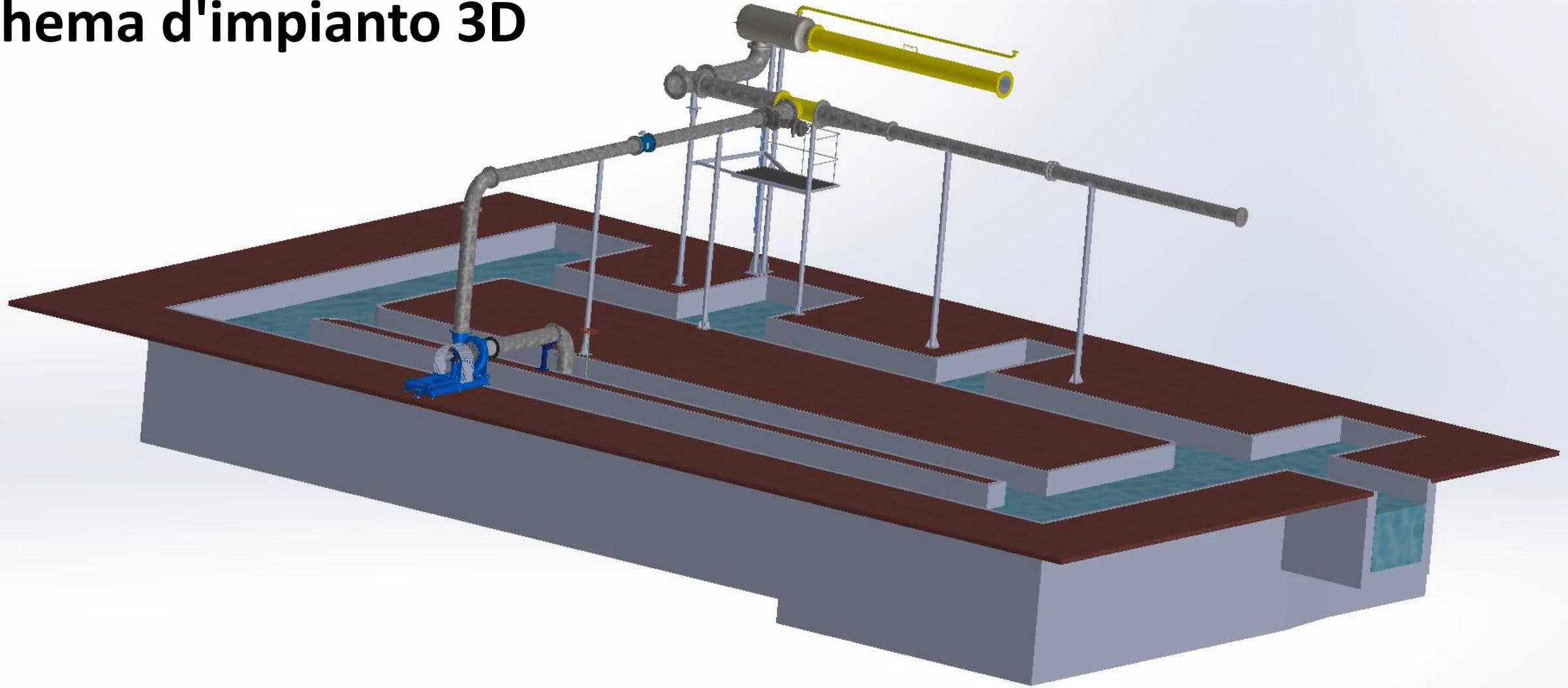
- Motore

SICMEMOTORI S.p.A. TORINO - ITALIA					
MOTORE		CORR. CONTINUA-DIRECT CURRENT		MOTOR	
TIPO/TYPE	P 132 S 2 PVA/B35		N.	1011/03/01	
SERV./DUTY	S1	P	30	kW	
IP	54	VEL./SPEED	2900	min ⁻¹	
IC	06	IM	2001	400	V
CL.ISOL./INS.CL.	H dt H		ARM./ARM.	84.5	A
TEMP.AMB./AMB.TEMP	40 °C	CAMPO/FIELD	220	V	
INT.LUB./LUB.INT	ORE/H	CAMPO/FIELD	3.4	A	
MASSA/MASS	135 kg	J	0.07 kgm ²	CUSC.LA/DR.ENDBEAR.	6310 - 2Z - C3
ANNO/MESE-YEAR/MONTH	03/10	CUSC.LO/COM.ENDBEAR.	6308 - 2Z - C3		

- Dinamo tachimetrica

magnetic		DINAMO TACHIMETRICA D. C. TACHOGENERATOR		CE
Type	FRB 11/6 CA	N°	315655/2019	
Vd. c./kRPM	60	nmax	5000 RPM	max 70 mAd.c.

Schema d'impianto 3D



Bibliografia

- Hydropower_hydraulic turbines prof.ssa Giovanna Cavazzini
- www.euromag.com catalogo sensore mut2200el
- www.kistler.com catalogo sensore 4503A
- www.oppo.it norme citate:
 - UNI EN 1092-1
 - UNI 9511
 - UNI EN 10255
- Rilevazioni dal vero
- TAV_8_Pianta strutture vasca_corpo B (1.534-2.12)

Grazie per la vostra
attenzione

